

Document d'aide à la définition d'une stratégie de restauration de la trame turquoise

Ce document a vocation à aider les maîtres d'ouvrage à réaliser une démarche de reconquête de la trame turquoise sur leur territoire, leur permettant par la suite de solliciter et bénéficier des aides de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse (AERMC) dans le cadre de sa politique de reconquête de la biodiversité

De façon synthétique, il balaie les étapes clés pour mener à bien un projet de territoire en faveur de la biodiversité liée à l'eau, aux zones humides et aux milieux terrestres qui y sont associés.

Il permet de répondre aux principales questions que se pose le maître d'ouvrage qui souhaite élaborer une stratégie de restauration de la trame turquoise sur son territoire :

- Qu'est-ce que la trame turquoise ?
- Comment vais-je définir cette trame turquoise sur mon territoire ?
- Quel est son état écologique ? Est-elle fonctionnelle ?
- Quelles sont les actions concrètes à mettre en place pour restaurer la trame turquoise ?
- De qui dois-je m'entourer ? De quelles compétences et de quelles données ai-je besoin pour mener à bien ce projet ?
- Quelle gouvernance pour mon projet ? Quels acteurs associer ? À quelles étapes ?
- Comment assurer l'efficacité et la pérennité de ces actions ?

Sommaire

Contexte	3
1 Qu'est-ce que la trame turquoise ?	4
2 Une gouvernance territoriale	5
3 Recueil de données et synthèse.....	5
3.1 Données relatives aux politiques publiques et démarches mises en œuvre sur le territoire.....	5
3.2 Données relatives au paysage et aux habitats.....	5
3.3 Données relatives aux espèces	6
4 Définition et évaluation de la trame turquoise.....	7
4.1 Définition du périmètre de la trame turquoise.....	7
4.1.1 Définition de la trame bleue	7
4.1.2 Définition de la trame turquoise : méthode par espèces cibles	7
4.1.3 Définition de la trame turquoise : méthode dite du « buffer »	8
4.2 Fonctionnalité de la trame turquoise	8
5 Objectifs de restauration	9
5.1 Définition des objectifs	9
5.2 Priorisation des secteurs d'intervention.....	9
6 Programme d'actions	10
7 Ce qu'il ne faut pas oublier	10
7.1 La concertation tout au long du projet	10
7.2 Temps d'animation et maîtrise foncière.....	11
7.3 Le suivi des actions entreprises	11
7.4 L'entretien des aménagements mis en place	11
7.5 La communication	11
Sigles et abréviations.....	12
Annexe n°1 : Présentation d'un projet détaillé	13
Annexe n°2 : Outils/sites internet utiles pour la capitalisation de données.....	16
Annexe n°3 : Tableau de synthèse des capacités de déplacement des certaines espèces liées à la trame turquoise	18
Annexe n°4 : Outils de modélisation.....	19

CONTEXTE

La loi n°2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages a élargi le champ des compétences des agences de l'eau, qui peuvent désormais soutenir des actions de connaissance, de protection et de préservation de la biodiversité terrestre et marine, dans le cadre des stratégies nationales et régionales pour la biodiversité.

L'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse contribue de manière historique à la restauration de la biodiversité liée à l'eau et les milieux aquatiques, à travers les projets qu'elle soutient pour atteindre le bon état écologique des eaux fixé par la directive cadre sur eau : restauration hydromorphologique des cours d'eau, de la continuité écologique, des zones humides, lutte contre les espèces exotiques envahissantes, préservation et restauration des milieux marins, etc. Les projets soutenus dans ce cadre favorisent la résilience des milieux face aux changements climatiques, mais aussi une biodiversité plus riche.

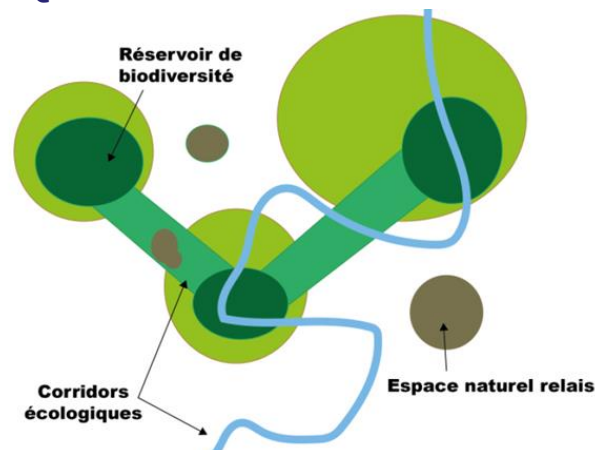
Suite à la loi de 2016, l'agence a élargi ses interventions aux **opérations de restauration de la biodiversité, qui portent sur la reconquête des habitats et des continuités écologiques au sein de la trame turquoise**. Il s'agit de restaurer les habitats et corridors écologiques, pour les espèces inféodées à l'eau, dont le cycle de vie dépend également du milieu terrestre (ex : amphibiens, Cistude d'Europe, Loutre d'Europe, Castor d'Europe, etc.). Ces travaux doivent s'inscrire en complémentarité des opérations de restauration et de préservation menées sur les milieux aquatiques et humides en faveur du bon état des eaux. Les projets proposés doivent s'appuyer et s'articuler au mieux avec les démarches territoriales existantes et favoriser la prise en compte globale des enjeux.

Les aides de l'agence dans ce domaine sont des subventions au taux de 80% du montant éligible. Elles portent sur les études préalables, les travaux, l'animation, les démarches participatives et de concertation, la sensibilisation, la maîtrise foncière et le suivi de l'efficacité de ces travaux. Pour inciter à l'émergence de projets de grande ampleur, l'agence accompagne également des opérations nommées « Marathon de la biodiversité » portant sur la création de 42 km de haies et de 42 mares.

Le présent document technique a été élaboré pour faciliter le montage de projets par les maîtres d'ouvrage souhaitant s'impliquer dans la restauration de la biodiversité de leur territoire.

1 QU'EST-CE QUE LA TRAME TURQUOISE ?

Le paysage d'un territoire se compose d'un ensemble d'habitats et de corridors écologiques. C'est dans ces composantes que s'inscrivent les trames vertes et bleues (TVB) des SRCE¹. La présence de corridors biologiques est essentielle pour relier entre eux les réservoirs de biodiversité, espaces dans lesquels les espèces peuvent réaliser la totalité de leur cycle de vie. Ces corridors contribuent au déplacement et au brassage génétique des populations d'espèces.

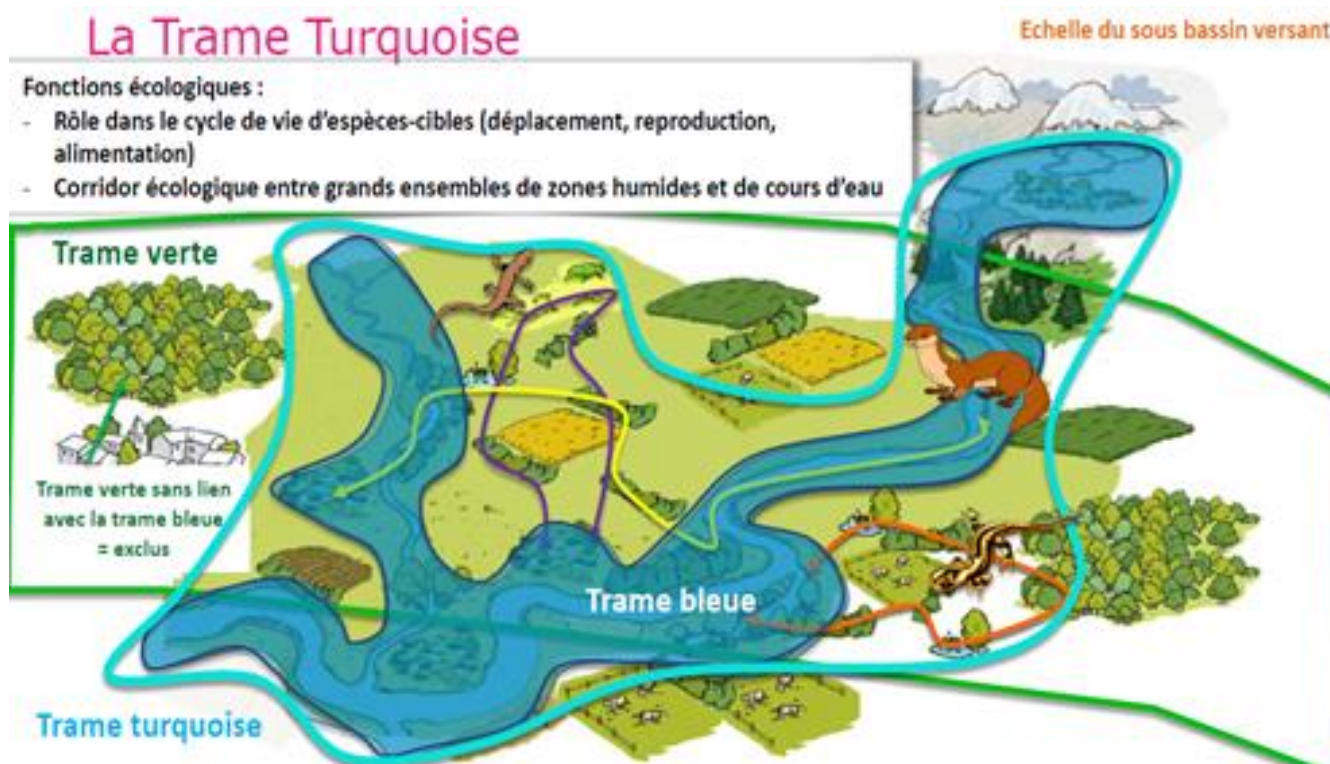


La trame turquoise constitue un sous-ensemble opérationnel à l'interface des trames vertes et bleue. **Ce concept technique a été créé par l'AERMC pour définir l'espace fonctionnel nécessaire au développement de la biodiversité aquatique et humide.** Elle constitue le périmètre d'intervention de l'agence de l'eau dans le domaine de la biodiversité terrestre.

Elle est composée d'espaces naturels aquatiques, humides et secs (zones humides, cours d'eau, pelouses, prairies et forêts alluviales, etc.), ainsi que de formations végétales linéaires ou ponctuelles (haies, ripisylves, bosquets, etc.).

La trame turquoise lie des ensembles d'habitats nécessaires au bon accomplissement des cycles biologiques des espèces liées à l'eau et leur permet de circuler entre ces différents habitats de vie (habitat de reproduction, d'alimentation, d'hivernage, de repos, etc.).

Il s'agit d'un espace de projet qui peut évoluer dans le temps et dans l'espace, en fonction de la qualité des milieux et des ambitions de la stratégie développée.



¹ SRCE : Schéma régional de cohérence écologique désormais intégré au SRADDET (Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires)

2 UNE GOUVERNANCE TERRITORIALE

Une concertation avec les acteurs locaux est essentielle dès le départ pour mettre en cohérence toutes les démarches entreprises et favoriser la biodiversité sur le territoire. Une gouvernance à deux niveaux est recommandée pour la conduite du projet.

► Le comité de pilotage

Il constitue l'instance décisionnelle du projet. Il fixe les grandes orientations du projet, définit les objectifs, valide la stratégie et suit la mise en œuvre du projet aux principales étapes. Il s'appuie pour cela sur les propositions du comité technique. Il est composé *a minima* des élus de la structure porteuse lorsqu'il s'agit d'une collectivité, des représentants de l'État, des financeurs et des partenaires majeurs du projet.

► Le comité technique

Il constitue la cheville ouvrière du projet. Il rassemble les connaissances, analyse et produit les éléments techniques préparatoires aux décisions et arbitrages du COPIL. Il est composé de techniciens du maître d'ouvrage, de tous les acteurs impliqués dans le projet (voir la liste ci-après) et potentiellement de représentants de l'État et des financeurs.

En amont du projet, la composition de chacun de ces comités, les étapes clés de leur implication et la fréquence de leur sollicitation sont définies.

Liste (non exhaustive) d'acteurs possibles pour la composition des deux instances de gouvernance du projet : État, OFB, Région, Département, AERMC, DDT(M), ARB, collectivités et tous les acteurs du territoire concernés par le projet : communes, syndicats mixtes (de rivière, de gestion des eaux), chambre d'agriculture, forestiers, fédération de pêche, fédération de chasse, PNR, associations naturalistes locales (CEN, LPO, CBN, ...), représentants des propriétaires privés, gestionnaires des terrains, agences d'urbanisme, SAFER, etc.

3 RECUEIL DE DONNEES ET SYNTHESE

3.1 Données relatives aux politiques publiques et démarches mises en œuvre sur le territoire

De nombreuses bases de données publiques existent, au niveau national, régional, et local, tant pour les habitats que pour les espèces. En outre, des outils permettant de croiser certaines de ces données (analyse ou compilation cartographique déjà réalisée) peuvent être mobilisés pour initier cette analyse territoriale.

Les politiques publiques mises en œuvre sur le territoire concerné (SRCE/SRADDET, SDAGE, SAGE, N2000, contrat de rivière, contrat vert et bleu, TEN, PNR, PCAET, PSE, etc.) doivent être analysées/portées à connaissance pour une bonne mise en cohérence du projet avec ces démarches. Elles peuvent également représenter une source de données importante à mobiliser.

[L'annexe n°2](#) liste différents sites internet où de nombreuses informations sur les espèces, les habitats, les outils et les politiques publiques peuvent être collectées.

Nb : Certaines données, notamment celles de la présence des espèces, ne sont pas publiques ; il peut donc être nécessaire de devoir passer des conventions avec les producteurs de données naturalistes (bureaux d'études, associations naturalistes, ...) afin de pouvoir les utiliser.

3.2 Données relatives au paysage et aux habitats

L'entrée paysagère est la composante primordiale de toute analyse territoriale des enjeux de biodiversité. L'analyse cartographique des mosaïques paysagères du territoire va permettre d'identifier les types homogènes de milieux / d'habitats :

- déjà préservés ou à préserver dans le cadre des documents d'urbanisme par exemple ;
- à restaurer au sein de la trame turquoise pour atteindre les objectifs visés par le projet.

La donnée de base pour étudier les paysages et milieux associés est l'occupation du sol. Différentes sources de données/inventaires peuvent être utilisées pour accéder à la cartographie de l'occupation du sol sur son territoire : Corine Land Cover, Sentinel, BD Topo, SCoT, MOS...

Ces données d'occupation du sol peuvent être complétées par des études et des inventaires menés par des structures locales sur des milieux spécifiques comme les zones humides, le maillage bocager ou les continuités éco-paysagères. Elles sont à recueillir auprès des communes, départements, régions, Conservatoire d'espaces naturels local, Conservatoire botanique local, parcs naturels régionaux ou structures de bassins versants, ...

En outre, l'analyse des zonages écologiques nationaux, régionaux et locaux permet d'identifier les secteurs d'importance écologique suivants :

- les réservoirs et corridors de biodiversité validés dans les SRCE ;
- les espèces déterminantes qui ont permis de désigner les ZNIEFF ;
- les habitats et espèces d'intérêt communautaire des sites Natura 2000 par exemple.

Concernant la localisation des zones humides, les inventaires départementaux des zones humides et les plans de gestion stratégique des zones humides (PGSZH) lorsqu'ils existent peuvent être utilisés. Ils peuvent être complétés par l'espace humide de référence (EHR, [voir annexe n°2](#)) et les espaces de bon fonctionnement disponibles.

Dans un territoire donné, l'outil EMEBIODIV développé par l'Agence de l'eau RMC ([voir annexe n°2](#)) permet de croiser, via un outil SIG, les masses d'eau et les enjeux au titre du SDAGE avec les différentes catégories d'espaces de biodiversité (parcs naturels, réserves naturelles, ZNIEFF 1 et 2, sites Natura 2000, sites Ramsar, TVB des SRCE, etc.).

3.3 Données relatives aux espèces

Il convient de s'attacher aux espèces ou guildes d'espèces liées spécifiquement à la trame turquoise.

De nombreuses structures réalisent des inventaires d'espèces ou de groupes d'espèces dans le cadre d'atlas de la biodiversité régional ou local, de désignation ou de suivis de zonages écologiques (ZNIEFF, sites Natura 2000, APPB, RNN/RNR, PNN/PNR, etc.), de suivis spécifiques d'un milieu ou d'une espèce ou encore dans le cadre de projets d'aménagement. Des bases de données regroupant ces inventaires existent et peuvent être consultées ([voir annexe n°2](#)).

Les listes rouges nationales ou régionales, établies selon les critères internationaux de l'UICN, dressent un état des lieux de l'état de conservation des espèces inventoriées. Elles permettent de connaître le risque de disparition des espèces sur un territoire donné et d'en surveiller l'évolution. Cet outil est à consulter pour identifier les espèces menacées de son territoire ([voir annexe n°2](#)).

Certaines de ces espèces menacées d'extinction font l'objet de plans nationaux d'actions (PNA) afin d'améliorer l'état de conservation des populations. Cet outil définit une stratégie à moyen ou long terme (5 à 10 ans) en associant différents acteurs afin de coordonner des actions favorables à la restauration des populations de ces espèces (et de leurs habitats). Cet outil fournit des données précieuses sur l'écologie des espèces et sur les actions à entreprendre pour améliorer leur état de conservation ([voir annexe n°2](#)).

Enfin, plus globalement les parcs naturels régionaux/nationaux, les réserves naturelles régionales/nationales et les associations naturalistes locales, peuvent être producteurs et donc détenteurs de données relatives aux espèces du territoire.

4 DEFINITION ET EVALUATION DE LA TRAME TURQUOISE

4.1 Définition du périmètre de la trame turquoise

Il n'y a pas de méthode normée de définition de la trame turquoise. Ci-après, sont présentées différentes méthodes qui peuvent être utilisées en fonction de la taille, des objectifs et de l'ambition du projet ; elles n'ont pas un caractère exhaustif.

4.1.1 Définition de la trame bleue

En préambule, la trame bleue du territoire concerné par la démarche doit être déterminée. Elle est composée des cours d'eau, plans d'eau et des zones humides du territoire. La prise en compte de certains cours d'eau peut être interrogée, en fonction notamment de leur largeur, de leur régime hydrique (intermittents ou non) ou des espèces qu'ils abritent.

Il en est de même pour les plans d'eau (étangs, bassins, lacs, ...), en fonction de leur origine, de leur utilisation, de leur fonctionnement hydrologique ou des espèces qu'elles abritent.

Pour réaliser ces choix, l'avis des acteurs locaux, et notamment des syndicats de bassins/de rivières est utile.

4.1.2 Définition de la trame turquoise : méthode par espèces cibles

Cette méthode consiste à définir la trame turquoise sur la base des habitats et des connectivités nécessaires à l'accomplissement du cycle de vie d'une ou plusieurs espèces ciblées par le projet. Elle est basée sur une bonne connaissance des traits de vie des espèces choisies (*a minima* connaissance des habitats de vie et de la capacité de déplacement des espèces).

L'article « *Comment choisir les espèces pour identifier des réseaux écologiques cohérents entre les niveaux administratifs et les niveaux biologiques ?* »² de Albert C. & Chaurand J. donne des pistes de réflexion intéressantes pour réaliser ce choix.

Les critères ci-dessous (liste non exhaustive) pourront être pris en compte :

- Espèces soumises à un plan national ou régional d'action (PNA/PRA) ;
- Statut de conservation des espèces, liste rouge nationale et régionale (LRN et LRR) ;
- Espèces en voie d'extinction (inscrites sur la liste de l'arrêté ministériel du 9 juillet 1999) ;
- Espèces listées dans la Trame Verte et Bleue du SRCE.

Ces critères ciblent les espèces dites patrimoniales, mais il est tout à fait possible de choisir des espèces dites communes ou ordinaires, comme espèces-cibles du projet. L'important est de choisir des espèces liées à la trame turquoise, c'est-à-dire qui utilisent un ou des éléments de la trame bleue pour accomplir leur cycle biologique.

Une fois les espèces cibles choisies, une analyse bibliographique et/ou l'avis d'experts naturalistes permettra de recenser les habitats de vie de ces espèces et les besoins de connectivité de ces habitats pour accomplir l'intégralité de leur cycle de vie. Une analyse spatiale des paysages et des milieux présents sur le territoire permettra d'aboutir à une cartographie de la délimitation de la trame turquoise.

En appui à la définition de la trame turquoise basée sur cette méthode, des outils de modélisation peuvent être utilisés. Il s'agit d'outils, souvent liés à un Système d'Information Géographique (SIG), qui permettent de modéliser le déplacement potentiel d'espèces ou la connectivité potentielle de leurs habitats via notamment la **notion de perméabilité des milieux**.

Le territoire du projet peut ainsi être modélisé en intégrant la capacité de déplacement des espèces choisies, au sein des différents éléments du paysage (on associe à chaque élément du paysage un coefficient de résistance au déplacement de chaque espèce). Les résultats cartographiques de cette

² ALBERT, Cécile H. ; CHAURAND, Julie, Comment choisir les espèces pour identifier des réseaux écologiques cohérents entre les niveaux administratifs et les niveaux biologiques ?, Revue Science Eaux & Territoires, Trame verte et bleue : la continuité écologique en marche dans les territoires, numéro 25, 2018, p. 26-31, 27/06/2018

modélisation (carte des déplacements potentiels des espèces, carte de connectivité potentielle du paysage, etc.) définissent la trame turquoise du projet.

De nombreux outils de modélisation existent (quelques-uns sont détaillés en [annexe n°4](#)), ils se distinguent principalement par des concepts écologiques et scientifiques différents utilisés pour la modélisation (chemin de moindre coût, théorie des graphes, théorie des circuits, modèle spatialement explicite et individu centré, etc.) et par la quantité et par la complexité des données à fournir (données d'entrée) pour que les résultats des modélisations soient cohérents.

4.1.3 Définition de la trame turquoise : méthode dite du « buffer »

Il s'agit d'une méthode rapide et assez simple pour définir la trame turquoise. Elle consiste à appliquer une zone tampon autour de la trame bleue. La largeur de cette zone tampon va dépendre des capacités de déplacement des espèces ciblées par le projet (de 200 mètres à 1 kilomètre de part et d'autre de la trame bleue). Cette méthode est particulièrement adaptée aux marathons de la biodiversité qui mobilisent de grandes surfaces.

Le tableau en [annexe n°3](#) donne des informations concernant les capacités de déplacement de certaines espèces liées à la trame turquoise.

4.2 Fonctionnalité de la trame turquoise

Une fois l'enveloppe de la trame turquoise définie, il est nécessaire d'analyser la fonctionnalité des milieux qui la composent ainsi que leur connectivité pour établir le diagnostic de cette trame et définir en fonction, les objectifs de restauration ou de préservation.

Cette évaluation peut s'appuyer sur :

- les données recensées en [3.2](#) ;
- des visites de terrain ciblés sur les habitats et/ou les corridors et/ou les espèces de la trame turquoise pour connaître l'état écologique des réservoirs de biodiversité et la connectivité des milieux composants cette trame ;
- le dire d'experts sur la qualité des milieux et leur utilisation par les espèces du projet ;
- les outils de modélisation cités plus haut, permettant de visualiser les corridors fonctionnels (potentiellement favorables au déplacement de l'espèce), fragmentés ou inexistantes pour chacune des espèces modélisées. Ces outils peuvent également permettre de définir des métriques de connectivité caractérisant les zones à enjeu pour chaque espèce modélisée.

Cette analyse doit permettre d'identifier les milieux et corridors qui :

- ne remplissent pas leurs fonctions écologiques et doivent être restaurés. Une attention sera portée sur l'identification des pressions d'artificialisation du sol et obstacles qui entravent le déplacement des espèces ;
- assurent correctement leurs fonctions (déplacement, reproduction, alimentation, réservoir de biodiversité...) et qu'il convient de préserver, notamment à travers les documents d'urbanisme.

5 OBJECTIFS DE RESTAURATION

5.1 Définition des objectifs

Sur la base du diagnostic de la fonctionnalité de la trame turquoise du territoire, les grands objectifs de restauration des continuités écologiques et des milieux peuvent être établis.

Il peut s'agir de :

- restaurer et/ou créer des habitats pour améliorer la fonctionnalité des écosystèmes et notamment permettre le bon accomplissement des cycles biologiques des espèces de la trame turquoise ;
- restaurer et/ou créer des continuités écologiques (corridors écologiques et/ou continuité entre réservoirs de biodiversité) afin de faciliter le déplacement des espèces de la trame turquoise entre leurs différents habitats de vie et entre différentes populations afin d'assurer le brassage génétique de ces espèces ;
- améliorer la perméabilité de milieux en aménageant ou en supprimant des obstacles entravant le déplacement des espèces de la trame turquoise ;
- préserver et valoriser les milieux fonctionnels de la trame turquoise ;
- sensibiliser les acteurs locaux et le grand public à la préservation et restauration de la trame turquoise, etc.

5.2 Priorisation des secteurs d'intervention

En fonction de la méthode de définition de la trame turquoise choisie, de la surface du territoire concerné et des objectifs fixés, une étape de hiérarchisation des secteurs à enjeux peut être nécessaire.

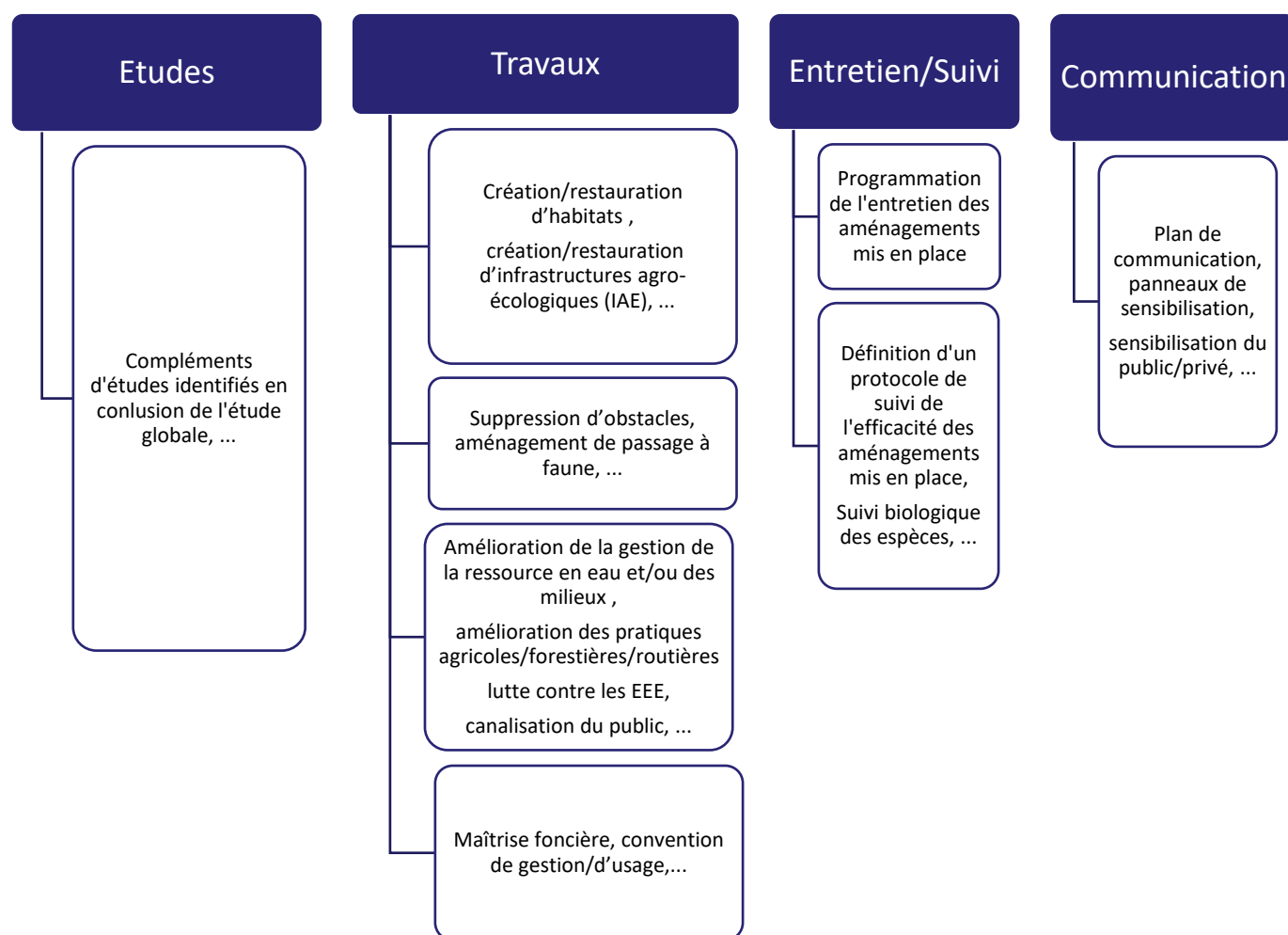
Plusieurs critères peuvent être utilisés pour guider cette priorisation :

- espèces, habitats et habitats d'espèces prioritaires identifiés dans les plans de gestion des documents d'objectifs (DOCOB) des sites Natura 2000 ;
- zones prioritaires de restauration des corridors biologiques ou réservoirs de biodiversité identifiées dans les SRCE/SRADET ou les SCoT ;
- secteurs où les espèces cibles du projet (ou les plus emblématiques/menacées du territoire) sont présentes ;
- secteurs où une mortalité par collision (routière, ferrée, autre) est avérée ;
- secteurs à forts enjeux écologiques identifiés par les experts locaux.

Comme présenté dans le [paragraphe précédent](#), certains outils de modélisation peuvent aider à la hiérarchisation des zones à enjeux, notamment par le calcul de métriques.

6 PROGRAMME D'ACTIONS

Le programme d'action peut porter sur les champs suivants :



L'ensemble des actions pour atteindre les objectifs de la stratégie de restauration de la trame turquoise étant défini, il s'agit désormais de **les prioriser et de les planifier** dans le temps en fonction des moyens disponibles et des opportunités (maîtrise foncière notamment).

Un **programme pluriannuel des actions** à mener, avec l'identification des moyens financiers et acteurs associés à chacune d'elle, est établi. Cette programmation permet d'avoir une vision à court et moyen terme des actions à mettre en œuvre pour restaurer la trame turquoise du territoire, d'anticiper les différentes démarches administratives et demandes d'aides financières pour ces actions et d'organiser la mise en œuvre du programme dans le temps.

7 CE QU'IL NE FAUT PAS OUBLIER

7.1 La concertation tout au long du projet

L'adhésion des acteurs locaux est essentielle pour la réussite d'une démarche territoriale, au-delà de leur association lors des COPIL et comités techniques. Un temps suffisant doit être consacré à l'animation de cette stratégie qui doit être intégrée tout au long du projet, et qui peut prendre différentes formes :

- Organisation de réunions d'informations et de sensibilisation pour vulgariser les enjeux et objectifs du projet ;

- Réalisation d'ateliers participatifs pour déterminer les actions à mettre en œuvre et identifier le rôle que chaque acteur peut jouer dans leurs réalisations ;
- Organisation de visites de terrain pour concrétiser les enjeux et actions identifiés.

7.2 Temps d'animation et maîtrise foncière

Du fait de la nature même des actions de restauration à entreprendre (implantation de haies, de mares, etc.), le temps d'animation pour contacter, sensibiliser, convaincre les propriétaires ou exploitants de parcelles peut être déterminant pour la réussite du projet.

De plus, la pérennité des actions envisagées pour restaurer la biodiversité du territoire passe par le volet foncier. Grâce à la concertation des acteurs locaux tout au long du projet, la maîtrise foncière des terrains concernés peut être menée plus aisément. En effet, si les propriétaires concernés ont connaissance de la démarche de restauration de la trame turquoise et y adhèrent, ils seront plus enclins à accepter des conventions de gestion ou la mise en place d'outils de maîtrise foncière, comme par exemple des obligations réelles environnementales (ORE)³.

7.3 Le suivi des actions entreprises

Afin de mesurer l'efficacité des actions entreprises, un suivi, à l'état zéro puis généralement à 3 et 5 ans, est recommandé en mobilisant les indicateurs et protocoles éprouvés (cf. RhoMeO⁴ par exemple pour les amphibiens ou les odonates). Un retour d'expérience peut ainsi être capitalisé et des ajustements peuvent être mis en place si les résultats des suivis révèlent une non-atteinte des objectifs initiaux.

7.4 L'entretien des aménagements mis en place

De même, l'entretien, sur le moyen et le long terme, des aménagements programmés doit être prévu lors de conception du projet, pour pérenniser les actions entreprises. Pour ce faire, des conventions de gestion avec des acteurs concernés, gestionnaires ou propriétaires de terrains sur lesquels les aménagements sont réalisés peuvent être mises en place. L'utilisation de l'outil foncier est une méthode efficace pour pérenniser sur le long terme des actions entreprises notamment les ORE.

7.5 La communication

Une communication sur la démarche et les actions mises en œuvre est recommandée afin de :

- sensibiliser le grand public et l'ensemble des acteurs du territoire aux enjeux de restauration de la biodiversité mis en évidence dans le cadre de cette stratégie ;
- susciter la mise en place d'autres projets pouvant favoriser la biodiversité du territoire grâce au diagnostic réalisé ;
- développer des partenariats pouvant aider à la mise en œuvre des actions identifiées ;
- partager les retours d'expériences développés dans le cadre de la démarche territoriale ;
- enrichir la réflexion quant aux actions à entreprendre pour restaurer la biodiversité liée à la trame turquoise du territoire ;
- valoriser le projet.

³ Les ORE permettent au propriétaire d'un bien immobilier de passer un contrat avec une collectivité publique, un établissement public ou un certain type de personnes morales de droit privé, afin de mettre en place une protection environnementale sur ce bien. Les engagements sont attachés à la parcelle et permettent de fixer des règles qui pérennisent un bon usage du sol.

⁴ www.rhomeo-bao.fr

SIGLES ET ABREVIATIONS

AERMC	Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse
APPB	Arrêté préfectoral de protection de biotope
ARB	Agence régionale de la biodiversité
CBN	Conservatoire botanique national
CEN	Conservatoire d'espaces naturels
COPIL	Comité de pilotage
COTECH	Comité technique
DDT(M)	Direction départementale des territoires (et de la mer)
DOCOB	Document d'objectifs (document de gestion d'un site Natura 2000)
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
EEE	Espèce exotique envahissante
EHR	Espace humide de référence
ENS	Espace naturel sensible
LPO	Ligue de protection des oiseaux
LRN/LRR	Liste rouge nationale/régionale
MOS	Mode d'occupation du sol
N2000	Site Natura 2000
OFB	Office français de la biodiversité
PCAET	Plan climat-air-énergie territorial
PDG	Plan de gestion
PGSZH	Plan de gestion stratégique des zones humides
PLU(i)	Plan local d'urbanisme (intercommunal)
PNA / PRA	Plan national / régional d'action
PNN / PNR	Parc naturel national / régional
PSE	Paiements pour services environnementaux
RNN / RNR	Réserve naturelle nationale / régionale
SAFER	Société d'aménagement foncier et d'établissement rural
SAGE	Schéma d'aménagement et de gestion de l'eau
SDAGE	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
SCoT	Schéma de cohérence territoriale
SIG	Système d'information géographique
SRADDET	Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires
SRCE	Schéma régional de cohérence écologique, désormais intégré au SRADDET
TEN	Territoires engagés pour la nature
TVB	Trame verte et bleue
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
ZNIEFF	Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique

ANNEXE N°1 : PRESENTATION D'UN PROJET DETAILLE

Dans le cadre d'une demande d'aide auprès de l'Agence de l'eau RMC, le plan détaillé suivant peut servir de guide pour l'élaboration d'un tel projet.

1 CONTEXTE DU PROJET

1.1 Présentation du demandeur et de sa politique environnementale

Présenter également les partenaires ou parties prenantes ou acteurs souhaitant être associés au projet. Le porteur de projet pourra s'entourer utilement d'une équipe d'experts locaux de la biodiversité (associations naturalistes) ou être appuyé par un bureau d'études naturaliste.

1.2 Motivations et objectifs du projet

Quelles sont les raisons du montage du projet ? (problématique de transparence écologique constatée sur le territoire, données de collision routière relevées par des acteurs locaux, développement d'une stratégie de biodiversité au sein du territoire/de la structure, étude antérieure sur les enjeux du territoire ayant mis en avant un besoin d'agir, etc.).

1.3 Description des démarches en faveur de l'environnement présentes au sein du territoire et dans lesquelles s'intègre le projet

Liens avec politiques publiques : SRCE, SRADDET, SDAGE, SAGE, N2000, contrat de rivière, contrat vert et bleu, TEN, PNR, PCAET, PSE, etc.

Présentation des enjeux eau et biodiversité du territoire ou du bassin versant.

2 OBJECTIFS DU PROJET

2.1 Milieux ciblés (trame bleue ? trame turquoise ?)

Description des milieux : quels sont-ils ? Quel est l'état écologique de ces derniers (leur fonctionnalité écologique et leur connectivité entre eux ou avec d'autres milieux favorables à l'expression de la biodiversité humide/aquatique) ? etc.

Importance de conduire la réflexion au-delà du ou des site(s) ciblé(s) par le projet : quels liens avec les milieux environnants (connexion, continuité écologique, rupture, etc.) ?

Si le projet concerne la trame turquoise : comment est-elle définie ? Quelle méthode appliquée (buffer, choix d'espèces cibles, modélisation écologique, etc.) ?

Éléments cartographiques : de la zone d'étude, des milieux étudiés, des contextes physiques et fonctionnels du territoire, etc.

2.2 Espèces ciblées

Espèces soumises à PNA, statut LRN et LRR des espèces, espèces TVB, espèces inscrites sur la liste de l'arrêté ministériel du 9 juillet 1999 (espèces en voie d'extinction), etc.

2.3 Gains attendus pour la biodiversité

Quels sont les gains attendus pour les milieux et la biodiversité ? Quelle est la plus-value de ce projet pour les milieux et les espèces du territoire ?

2.4 Compatibilité et conformité avec les documents de planification

SAGE/SDAGE, SRADDET, SCoT, PLU(i), etc.

3 DESCRIPTION DU PROJET

3.1 Nature : travaux et/ou études opérationnels ?

Le paragraphe 6 « Programme d'actions » donne quelques exemples des volets potentiellement finançables, à savoir des travaux et des études ayant une finalité opérationnelle.

Des études antérieures sur des espèces ou milieux du territoire étudié peuvent être mobilisées pour proposer directement des travaux (diagnostic initial suffisant), d'où l'importance d'associer les acteurs du territoire et de réaliser une phase de recueil des données disponibles au démarrage du projet.

3.2 Description des actions proposées

Détail de ce qui sera mis en œuvre, description de la méthode utilisée, des acteurs associés.

Importance de préciser la localisation des actions/aménagements prévus (notamment à l'aide d'une cartographie).

Ne pas oublier le volet animation/concertation/sensibilisation des acteurs, partage du diagnostic/de l'intérêt du projet, ainsi que la maîtrise foncière (sécurisation, pérennisation), et de budgéter ces phases (selon le contexte et les acteurs en présence, cela peut prendre du temps).

3.3 Gouvernance du projet

Comité de pilotage : quelle composition et à quelle fréquence/étape se réunira-t-il ?

Comité technique : quelle composition et à quelle fréquence/étape se réunira-t-il ?

Autres ? (instances de concertation)

3.4 Communication

Des temps forts spécifiques sont-ils prévus (séminaire de lancement, de clôture, de mi-parcours, ateliers participatifs, inauguration d'aménagements/travaux, voyage d'étude, etc.) ?

Valorisation prévue : rapport d'étude, vidéo, article presse, brochure, fiche retour d'expériences de l'AERMC, présentation lors de journées techniques/clubs/colloques, panneaux de sensibilisation, etc. ?

Sensibilisation du public : liens avec les communes concernées, avec les écoles (sorties scolaires) des communes en question, sentier pédagogique, journée de sensibilisation grand public, etc. ?

4 MOYENS DE SUIVIS ET D'EVALUATION DES ACTIONS PROPOSEES

Quels indicateurs pour évaluer l'efficacité des actions ? (nombre de fiches rédigées, nombre d'actions de sensibilisation réalisées, nombre de personnes participants à ces actions de sensibilisation, nombre de passages à faune/nombre d'aménagements créés, nombre de mares/linéaire de haies créés, nombre d'aménagements occupés par les espèces cibles, etc.)

Quels protocoles de suivis envisagés pour évaluer l'efficacité des aménagements ?

L'objectif ici n'est pas de développer des suivis scientifiques complexes mais bien des suivis opérationnels qui permettent de mesurer l'efficacité de l'opération en tant que telle (BACI : before after control impact, pièges photographiques, étude de population, les indicateurs RhoMéO pour les zones humides, etc.) Sur combien d'années ? A quelle(s) période(s) ? Quelle fréquence de passage ? Quels acteurs ? État initial avant aménagement prévu ?

Ne pas oublier la phase d'entretien, et à long terme, des aménagements prévus. Par exemple pour la création de mares, il est important de réaliser un suivi annuel afin de vérifier leur étanchéité, et la colonisation des végétaux et des sédiments (objectif de non-comblement de la mare, ou fermeture/eutrophisation). L'entretien des passages à faune pour qu'ils restent utilisables chaque année par les espèces (enlèvement d'embâcles et/ou entretien de la végétation aux extrémités), ou encore

l'entretien des clôtures pour qu'elles restent imperméables à la faune (pas de trou et toujours bien enterrées) sont également nécessaires.

Les COPIL / COTECH participent-ils à ces phases d'évaluation et/ou de suivis ?

Un paragraphe concernant les perspectives attendues ou pouvant découler de ce projet/des actions entreprises peut être intéressant à développer (utilisation des données naturalistes engendrées/recueillies, alimenter les réflexions des politiques sur ce sujet – SCoT, PLU(i), ... – alimenter le diagnostic et les propositions d'entretien d'un plan de gestion d'un ENS ou d'un site faisant l'objet d'enjeux spécifiques, etc.).

5 PLAN DE FINANCEMENT DU PROJET

Détail des coûts du projet par phase/action ? Par intervenant/acteur ?

Faire figurer les autres financeurs/financements prévus sur ce projet (Contrat de rivière, aides de la Région/du Département, Contrat Vert et Bleu, programme LIFE, etc.).

Prévoir une enveloppe supplémentaire pour les éventuels surcoûts liés à la phase chantier non identifiables lors de la rédaction du projet.

6 ECHEANCIER DE REALISATION (PLANNING)

Quelles sont les différentes échéances de réalisation des actions ? Quels sont les livrables ? Quel est le calendrier prévisionnel du projet détaillé par action ou par phase ?

7 FOCUS SUR LA MARQUE « MARATHON DE LA BIODIVERSITE »

Objectif : restaurer ou créer un maillage/un réseau bocager et de mares à l'échelle d'un territoire cohérent avec un résultat ambitieux.

Public visé : collectivités et leurs groupements.

5 exigences de la marque Marathon de la biodiversité :

- le portage par une collectivité avec des élus référents ;
- un COPIL qui réunit l'ensemble des acteurs du territoire concerné ;
- une stratégie de restauration des corridors écologiques depuis les milieux aquatiques vers les milieux secs (trame turquoise) ;
- un objectif clair de restauration/création d'infrastructures (agro-)écologiques (nombre ambitieux) ;
- une garantie d'entretien des infrastructures (agro-)écologiques dans le temps.

Communiquer les conventions avec l'ensemble des partenaires associés au projet (ou lettre d'engagement) lors du dépôt du dossier de demande d'aide .

ANNEXE N°2 : OUTILS/SITES INTERNET UTILES POUR LA CAPITALISATION DE DONNEES

1 HABITATS / POLITIQUES PUBLIQUES

Trouver des couches SIG d'occupation du sol de sa région :

- <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/>
- <https://geoservices.ign.fr/telechargement>

Trouver les couches SIG des zonages écologiques de France (téléchargeables) : <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/cartes-et-information-geographique>

Trouver son Schéma Régional de Cohérence Écologie (désormais intégré au SRADDET), et de nombreuses informations sur le centre de ressources pour la mise en œuvre de la trame verte et bleue : <http://www.trameverteetbleue.fr/vie-tvb/avancement-srce>

Trouver les documents relatifs au SDAGE de son bassin versant : <https://www.gesteau.fr/consulter-les-sdage>

Trouver les territoires couverts par un ou plusieurs Atlas de la biodiversité communal (ABC) : <https://abc.naturefrance.fr/>

2 ESPECES

Liste d'espèces sensibles à la fragmentation dont la préservation est un enjeu pour la cohérence nationale de la TVB : Document-cadre. Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques : https://www.ecologie.gouv.fr/trame-verte-et-bleue#scroll-nav_4

Informations relatives aux PNA : <https://www.ecologie.gouv.fr/plans-nationaux-dactions-en-faveur-des-especes-menacees>

Informations relatives aux Listes rouges : <https://uicn.fr/liste-rouge-france/>

Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (possibilité de rechercher la base de données centralisant toutes les données naturalistes par région) : https://sinp.naturefrance.fr/category/en_region/

Ensemble des données du patrimoine naturel de France (entre autres : information sur les espèces, carte de répartition, information sur les zonages écologiques) : <https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>

Trouver les territoires couverts par un ou plusieurs Atlas de la biodiversité communal (ABC) : <https://abc.naturefrance.fr/>

3 OUTILS DE L'AGENCE DE L'EAU RMC

3.1 EMEBIODIV

L'agence de l'eau RMC a développé l'outil EMEBIODIV (Enjeux masses d'eau et biodiversité) qui vise à faciliter l'utilisation de l'information pour l'analyse et la prise en compte réciproque des enjeux de l'eau et de la biodiversité dans les stratégies d'actions des bassins Rhône-Méditerranée et Corse.

Cet outil compile une information spatiale complète sur les catégories d'espaces de biodiversité (parcs naturels, réserves naturelles, ZNIEFF 1 et 2, sites Natura 2000, sites Ramsar, trames vertes et bleues des schémas régionaux de cohérence écologique, etc.) en relation fonctionnelle avec les masses d'eau. L'ensemble des résultats issus des croisements géographiques (masses d'eau, espaces de biodiversité), est versé dans une base de données Excel. Les résultats des requêtes sont exportables (fichiers .csv) vers un système d'information géographique (comme QGIS) pour une visualisation spatiale.

L'outil EMEBIODIV est une mise en commun des connaissances des espaces dévolus à la biodiversité qui peuvent être prises en considération par la politique de l'eau. Jusqu'alors, pour le bon état

écologique des masses d'eau, le SDAGE considérait dans son volet biodiversité les réservoirs biologiques et les sites Natura 2000 du registre des zones protégées. Désormais, il s'agit d'élargir la démarche à l'ensemble des espaces de biodiversité qui peuvent aider à porter la politique de l'eau. Cette inscription réciproque de la politique de l'eau dans la politique de la nature trouve un intérêt dans la gouvernance locale et la mutualisation de moyens techniques et financiers.

L'ensemble des outils et document produits sont téléchargeables sur le site [rhonemediterranee.eaufrance.fr](https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr) : <https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/telechargementseau-et-biodiversite/emebiodiv>.

3.2 L'Espace Humide de Référence (EHR)

L'Agence de l'eau RMC a publié en mars 2022 un nouveau document Eau&Connaissance consacré à l'espace humide de référence (EHR) téléchargeable au lien suivant : <https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/telechargements/documents-zones-humides#lespace-humide-de-reference-ehr>.

L'EHR est un nouveau référentiel de bassin qui fournit un cadre géographique pour caractériser les enjeux associés aux zones humides et ainsi orienter les politiques de gestion des milieux aquatiques et d'aménagement du territoire (urbanisation, infrastructures d'équipement, gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations, etc.) dans le but, conformément aux objectifs du SDAGE, de préserver les zones humides et leurs fonctions dans l'hydrosystème.

L'EHR permet d'identifier, en raison des caractéristiques physiques du milieu, les secteurs propices à la présence de zones humides et de mares, à leur protection ou à leur création. Cet outil peut aussi aider à la localisation de la trame turquoise pour préciser ses connexions nécessaires avec les corridors et réservoirs de biodiversité de la trame verte.

ANNEXE N°3 : TABLEAU DE SYNTHÈSE DES CAPACITÉS DE DÉPLACEMENT DES CERTAINES ESPÈCES LIÉES À LA TRAME TURQUOISE

Groupe	Esp	Stade	Distance moyenne (en m)	Distance max (en m)	Distance exceptionnelle (en m)	Précision commentaire	Distance dispersion	Source
Insectes	Agrion de mercure	Imago	100	1000	3000	Etude de marquage, 95 % des individus ont fait moins de 300m, 75 % moins de 100 m	1500 - 2000	Fiche TBV MNHN
	Damier de la succise	Imago	750 - 1000	2000 - 5000	20 000		1000 à 20 000	Fiche TBV MNHN
	Cuivré des marais	Imago	1000 - 2000		NA		3000 - 20000	
	Criquet ensanglanté	Imago	40	200	220		2500	TVB SR3A, Picardie
Mammifères	Campagnol amphibie	Adulte	150	200	NA	En milieu surfacique la surface fréquentée par un individu est de l'ordre de 3600 m²	2000 à 3000	Fiche TBV MNHN
	Loutre d'Europe	Adulte	20000	50 000	130 000	Domaines vitaux varient selon mâles et femelles	Très importantes (70 000 minimum)	Fiche TBV MNHN
	Musaraigne aquatique	Adulte	100	NA	NA		28-160	LPO AURA
	Murin de Daubenton	Adulte	2000 à 4000	NA	NA		100 000 à 200 000	SR3A
Amphibiens	Triton alpestre	Adulte	400	1500	2000		1000	Etude Grand Chalon, ACEMAV
	Triton crêté	Adulte	250	1000	2000		1000	Etude Grand Chalon
	Sonneur à ventre jaune	Adulte	150	2000	3500 à 11000		1000 à 11000	Fiche TBV MNHN
Reptiles	Couleuvre helvétique	Adulte	10- 1000	4000	NA		NA	Terroiko, Etude Grand Chalon
	Cistude d'Europe	Adulte	< 100	1000	5000		Plusieurs centaines de mètres à km	Cistude Nature, Cahier habitat

Source : Appui technique concernant les méthodes d'analyse de la trame turquoise et l'identification d'une méthode à privilégier pour les « Marathons de la biodiversité », AERMC et Ginger BURGEAP, 2021.

ANNEXE N°4 : OUTILS DE MODELISATION

BioDispersal

Extension QGIS développée par l'UMR TETIS, accès gratuit ; différents tutoriels vidéos existent : <https://www.youtube.com/playlist?list=PL0Wd1JAI6QuHdwALwwJqj5TcfNYvjRbcs> ; site internet : <https://www.umr-tetis.fr/index.php/fr/productions-fr/outils/biodispersal>

BioDispersal est un plugin QGIS qui permet de modéliser les continuités écologiques par le calcul d'aires potentielles de dispersion des espèces en se basant sur la perméabilité des milieux (capacité d'un milieu naturel à être favorable au déplacement de l'espèce considérée).

Ce logiciel a été conçu dans l'optique de fournir un outil intuitif et simple d'utilisation pour appliquer les méthodes de cartographie de la TVB en se basant sur la notion de perméabilité des milieux. BioDispersal est donc un moyen de réaliser les prétraitements avant de basculer sur d'autres outils comme Graphab ou Circuitscape.

Le principe général de la méthode de perméabilité des milieux, ou coûts cumulés de dispersion, est de cartographier les aires de dispersion d'une espèce considérée depuis ses réservoirs de biodiversité en se basant sur la perméabilité des milieux environnants et de sa capacité maximale de dispersion. Pour appliquer la méthode, l'espace de la zone d'étude est considéré comme une grille (une couche raster dans un SIG) pour lequel chaque case est associée à un milieu ou à un type d'occupation du sol. Pour qualifier la perméabilité d'un milieu ou d'un type d'occupation du sol, un coefficient de friction (un « coût ») est attribué à chaque sous-trame. Ces coefficients de friction sont établis à dire d'expert et doivent être validés pour chaque projet utilisant cette méthode. Il est alors possible pour chaque sous-trame de considérer l'espace comme une matrice de friction où chaque case correspond au coût de sa traversée par l'espèce cible.

En considérant les réservoirs de biodiversité comme des points de départ, et la capacité maximale de dispersion de l'espèce cible, il est alors possible de calculer ses aires de dispersion en fonction de la friction des cases jusqu'à épuisement de la capacité maximale de dispersion.

BioDispersal définit une procédure en 7 étapes pour aboutir à une cartographie des aires potentielles de dispersion d'une espèce considérée.

Données d'entrée nécessaires

La couche d'occupation du sol du territoire étudié, dans laquelle est identifiée chaque sous-trame souhaitant être étudiée.

Une table des coefficients de friction (« coût de déplacement ») pour chaque sous-trame étudiée dans le territoire.

La capacité de dispersion pour chaque espèce étudiée.

Données produites

Des cartes des aires potentielles de dispersion de chaque espèce étudiée.

Graphab

Outil développé par des chercheurs du CNRS de l'université de Besançon (Théma, CNRS, UBFC). Disponible en téléchargement gratuit : <https://sourcesup.renater.fr/www/graphab/fr/home.html>

Graphab permet de modéliser les réseaux écologiques et de mesurer la connectivité paysagère à partir de la théorie des graphes. Il s'agit d'une méthode de modélisation du paysage sous forme d'un réseau écologique, composé de nœuds, les cœurs de biodiversité ou habitats potentiels des espèces, connectés entre eux par des liens fonctionnels, les corridors qui représentent les chemins de déplacement potentiels des espèces. Une pondération est attribuée aux liens afin de représenter la difficulté de franchissement par les espèces des différents milieux. On parle alors de « coût de déplacement » entre deux nœuds pour une espèce donnée.

Le logiciel Graphab est le seul outil intégré réunissant à la fois la construction et la visualisation des graphes, les analyses de connectivité et les liens avec des données externes. Il est facilement interfacé

avec les Systèmes d'Information Géographique. Pour faciliter sa prise en main, une extension QGIS a été développée.

Les graphes paysagers ont l'avantage de concilier une certaine simplicité, comparés aux modèles spatialement explicites, comme les simulations multi-agents, et une bonne capacité à représenter le potentiel fonctionnel des structures paysagères.

L'outil est composé de 4 modules :

- Création de graphes
- Calcul de métriques
- Analyses et généralisations
- Géo-visualisation

Différents scénarios peuvent être testés et la connectivité du réseau écologique modélisé analysée (avant/après aménagement d'un passage à faune ou avant/après restauration d'une zone humide, par exemple). Il peut ainsi permettre d'orienter les priorités d'intervention (restauration de milieux, de continuités écologiques, etc.). De plus, il est possible de modéliser plusieurs réseaux écologiques pour une même espèce en fonction du processus écologique ciblé : recherche de nourriture (déplacements quotidiens), migration (déplacements saisonniers), dispersion juvénile (déplacements annuels), modification de l'aire de répartition (déplacements intergénérationnels).

Données d'entrée nécessaires

Une carte de paysage du territoire souhaitant être modélisé. Cette carte doit contenir dans des catégories séparées l'habitat de l'espèce (ou du groupe d'espèces) étudiée et chaque élément paysager influençant ses déplacements positivement ou négativement. Le nombre de catégories à intégrer à la carte dépend des exigences écologiques de l'espèce (ou groupe d'espèces) étudiée.

Une table de pondération des liens ; pondération qui représente le coût de déplacement pour une espèce entre deux taches d'habitats.

Données produites

Des graphes permettant de visualiser les connexions entre les taches d'habitats pour une espèce (ou groupe d'espèces) donnée. Ces liens vont dépendre des paramètres initiaux renseignés dans l'outil (par exemple liens retenus que s'ils sont inférieurs à la distance de dispersion maximale de l'espèce étudiée).

Différentes métriques peuvent être calculées :

- Métriques globales qui caractérisent la connectivité d'un graphe entier (probabilité de connectivité, connectivité équivalente, etc.) ;
- Métriques locales qui caractérisent la connectivité d'un élément du graphe (flux d'interaction, indice de centralité intermédiaire, ...).

SimOïko

Développé par TerrOïko, commande de simulation payante, réalisée par TerrOïko ; site internet : <https://www.simoïko.fr/simoïko.php>

SimOïko réalise une simulation de la vie de la faune et de la flore dans un paysage numérisé. La simulation consiste à faire vivre des individus qui naissent, se reproduisent, se déplacent au cours du temps selon les caractéristiques de leur espèce (cycle de vie et comportements) et du paysage dans lequel ils évoluent. Il modélise ainsi des mécanismes écologiques (reproduction, survie, dispersion, compétition, etc) pour simuler de manière réaliste les dynamiques de populations.

Il s'agit d'un modèle de dynamique de métapopulations individu-centré et spatialement explicite. C'est-à-dire que chaque individu au sein d'une population va être modélisé séparément, et que l'outil permet de simuler le comportement des individus lors de leurs déplacements entre leurs habitats de vie (notion de perméabilité des milieux intégrée). SimOïko distingue dans une matrice paysagère les zones de milieux naturels favorables à l'installation des individus modélisés, appelés patches d'habitats, au sein de milieux défavorables. Ces patches d'habitats sont séparés les uns des autres et chaque individu modélisé est associé à un patch d'habitats. L'ensemble des individus présents dans un patch constitue une population. Ces populations sont qualifiées de métapopulations lorsqu'elles sont connectées les unes par rapport aux autres par la dispersion d'individus.

Cette modélisation convient parfaitement aux espèces ayant une niche écologique en termes d'habitats relativement restreinte. A l'inverse, pour des espèces particulièrement ubiquistes, comme certains insectes (abeilles, carabes, etc), cette hypothèse peut s'avérer inadaptée.

En outre, SimOïko est le seul outil capable d'intégrer les données de topographie à son analyse et donc d'approcher au plus près la réalité des interactions des espèces avec le relief de leur territoire. La simulation peut être faite sur 50 ans, ce qui permet de conduire des analyses sur l'impacts de modifications du paysage sur le long terme pour les populations d'espèces modélisées.

Données d'entrée nécessaires

La carte d'occupation du sol du territoire à modéliser.

La liste d'espèces à modéliser.

Toutes données locales/spécifiques aux milieux et aux espèces du territoire peuvent améliorer la simulation (par exemple la qualification des milieux permet de préciser la « capacité de charge » de chaque habitat).

Données produites

La modélisation permet d'aboutir, pour chaque espèce modélisée, à la taille des populations totales pour chaque patch d'habitats, à la probabilité de survie/maintien des populations pour chaque patch d'habitats, et à la carte de chaleur représentant les fréquences de passage (trafic des individus dispersants).

Circuitscape

Développé par quatre chercheurs, il est disponible en téléchargement gratuit : <https://circuitscape.org/downloads/>

Le logiciel Circuitscape se base sur la théorie des circuits électriques pour modéliser des réseaux écologiques. Le déplacement des espèces est assimilé à un courant électrique qui est calculé à partir des éléments du paysage sources (réservoirs de biodiversité) et des éléments du paysage vu comme surfaces conductrices auxquelles des valeurs de résistance sont renseignées (notion de milieux perméables ou non au déplacement des espèces). Cette méthode permet d'identifier plusieurs corridors entre deux réservoirs et de les hiérarchiser en fonction de la valeur du courant.

Ses applications les plus courantes incluent la modélisation du mouvement et du flux génétique de la faune et de la flore, ainsi que l'identification des zones importantes pour la conservation de la connectivité.

La théorie des circuits complète les modèles de connectivité couramment utilisés en raison de ses liens avec la théorie de la marche aléatoire et de sa capacité à évaluer simultanément les contributions de plusieurs voies de dispersion des espèces. Cette théorie est plus à même de rendre compte de la réalité de la dispersion des espèces et de l'hétérogénéité du paysage que celle utilisant la distance dite « de moindre coût ».

Quatre modes de calcul sont disponibles au sein du logiciel pour évaluer la connectivité du réseau modélisé. L'outil fonctionne soit via un réseau de nœuds connectés par des liens, soit via une grille raster de résistances. Les liens et les cellules raster sont attribués avec des valeurs de résistance qui reflètent le degré auquel le paysage facilite ou entrave le mouvement des espèces.

Données d'entrée nécessaires

Une carte de résistance matricielle : il s'agit d'un fichier de résistance qui spécifie la capacité de chaque cellule d'un paysage ou de chaque lien d'un réseau à transporter du courant.

Données produites

Les résistances, les cartes de courant, les cartes de tension. Ces fichiers peuvent être affichés dans un SIG.

D'autres outils de modélisation existent et ont fait leurs preuves comme Linkage Mapper ou des plugins/extensions disponibles au sein d'outil SIG comme ArcGIS ou encore QGIS (libre d'accès).

