Conférence Technique Territoriale –Pays de la Loire CEREMA – Nantes 12 octobre 2026
Aménager avec le vivant : pour des trames écologiques au cœur de projets de territoire résilients
Comment les réseaux écologiques peuvent-ils favoriser l'adaptation au changement climatique et améliorer notre cadre de vie

Identification des trames turquoise par la modélisation multi-habitats

Méthode et illustration de l'intérêt appliqué à la gestion conservatoire des Amphibiens à l'échelle de territoires

Christophe Eggert[1]

& Simon Tarabon[2], Claire Godet[3], Céline Clauzel[4]

1: Fauna Consult, eggert@faunaconsult.fr
2 : Ubiquiste
3: Floé data
4 : Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne; UMR CNRS LADYSS

RAPPEL

- De nombreuses espèces (individus) se déplacent dans les territoires au cours de leurs cycles biologiques
- Les déplacements d'individus sont importants pour la survie (= la viabilité) des populations (échanges d'individus, de gènes, colonisation, migrations vers des zones de ressources…)

Notions de corridors écologiques, de barrières, de fragmentation, de réseaux et de trames…

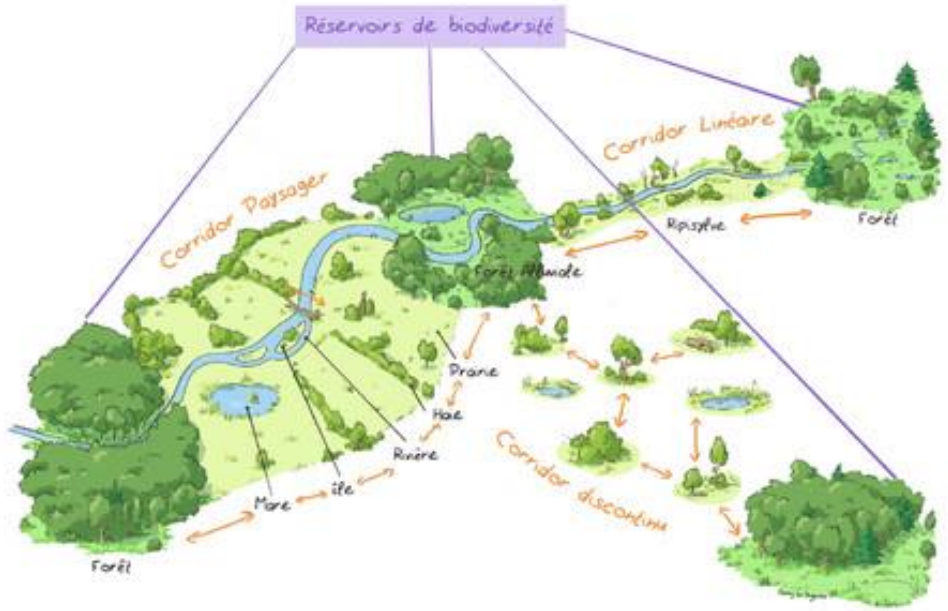


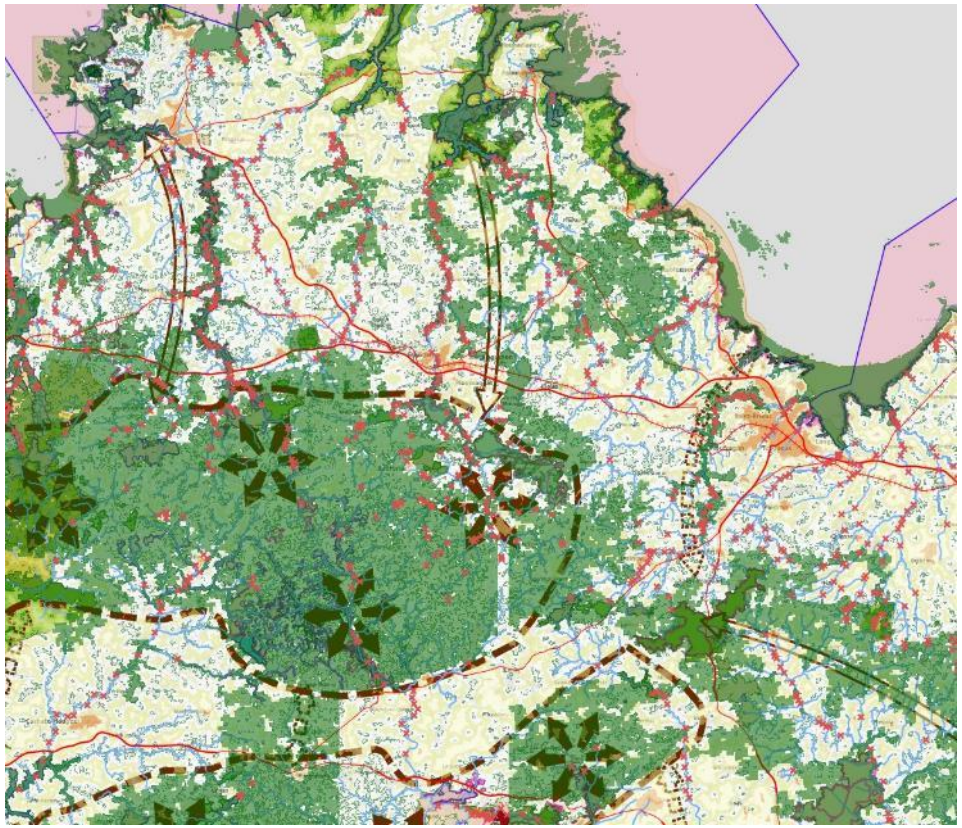
Illustration des trames écologiques
Sources: Centre de ressource TVB

- De nombreuses espèces (individus) se déplacent dans les territoires au cours de leurs cycles biologiques
- Les déplacements d'individus sont importants pour la survie (= la viabilité) des populations (échanges d'individus, de gènes, colonisation, migrations vers des zones de ressources…)

Notions de corridors écologiques, de barrières, de fragmentation, de réseaux et de trames…

Idée de cartographie des continuités écologiques, corridors, obstacles matériels, « réservoirs de biodiversité »… :

Trame verte et bleue

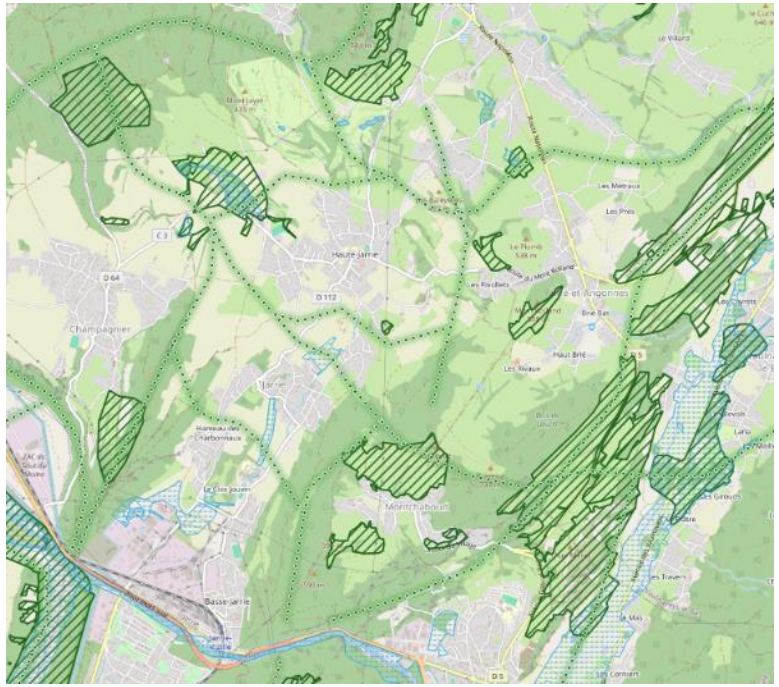


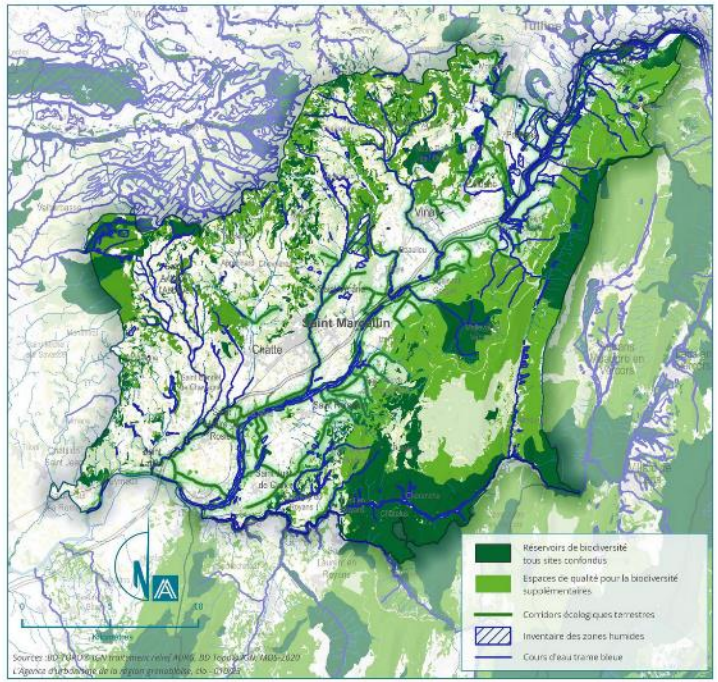
- De nombreuses espèces (individus) se déplacent dans les territoires au cours de leurs cycles biologiques
- Les déplacements d'individus sont importants pour la survie (= la viabilité) des populations (échanges d'individus, de gènes, colonisation, migrations vers des zones de ressources…)

→ Identification des réseaux TVB par modélisation

Cartographies croisées, indices simples ou composites de richesse, de connectivité, sous-trames des milieux, migration simulée, dilatation-érosion des taches, théorie des graphes…

→ Production de cartes
à ≠échelles, ≠ finalités…





Carte de diagnostic : la TVB de SMVIC

Cible des trames vertes et bleues : la « biodiversité »

Loi du 29 juin 2010 portant engagement national pour l'environnement
(dite « loi Grenelle II »)

« La trame verte et la trame bleue ont pour objectif d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles, en milieu rural » (Art. L371-1).

Néanmoins possibilité d'avoir une approche opérationnelle ciblée espèce ou guildes

Problèmes :

- Toutes les espèces ne vivent ou ne se déplacent pas exclusivement dans les trames vertes ou les trames bleues

- Tous les habitats fonctionnels ne sont pas toujours dans des TVB (ex : mares, talus, haies…)

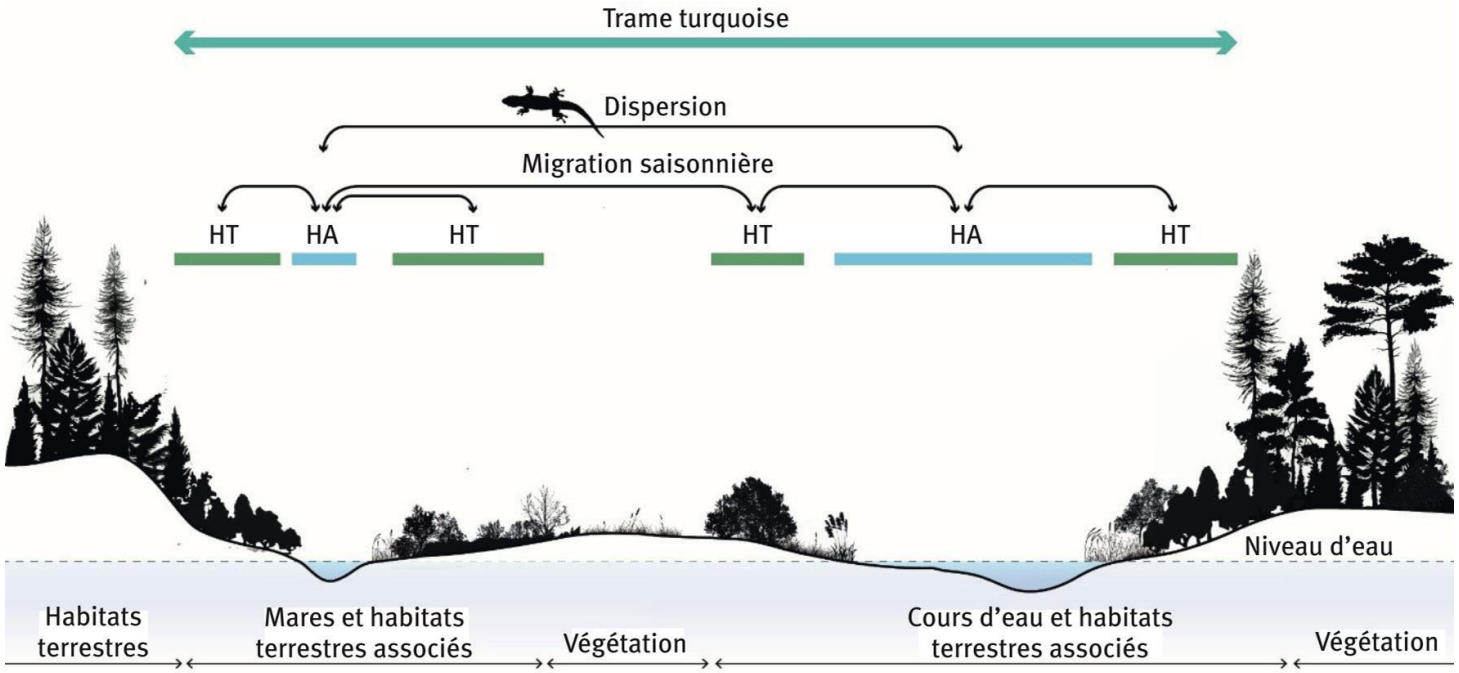
- Au cours de leur cycle biologique, certaines espèces utilisent des **habitats différents** et sont particulièrement sensibles à leur disponibilité spatiale (ex : Amphibiens, Chiroptères, Odonates…)

Des habitats différents sont <u>nécessaires,</u> <u>complémentaires</u> et <u>ne valent rien l'un sans l'autre</u>

Notions de <u>multi-habitats</u> et de besoin <u>d'habitats composites</u>

Distinction entre habitats (nécessaires) et espaces perméables

Si habitat <u>aquatique</u> + habitat <u>terrestre</u> = **<u>espèce turquoise à trame turquoise</u>**



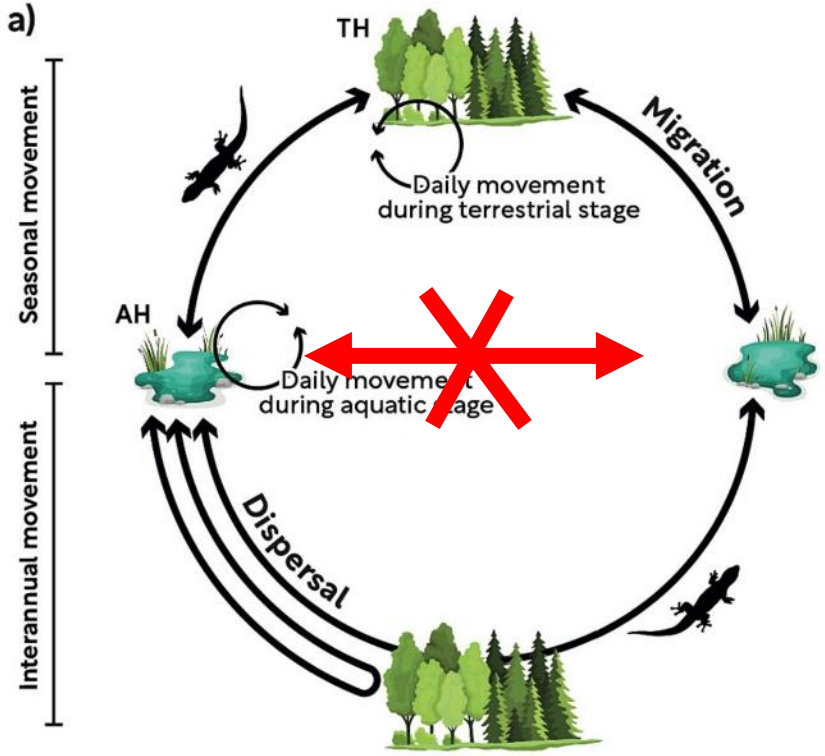
INTERFACE

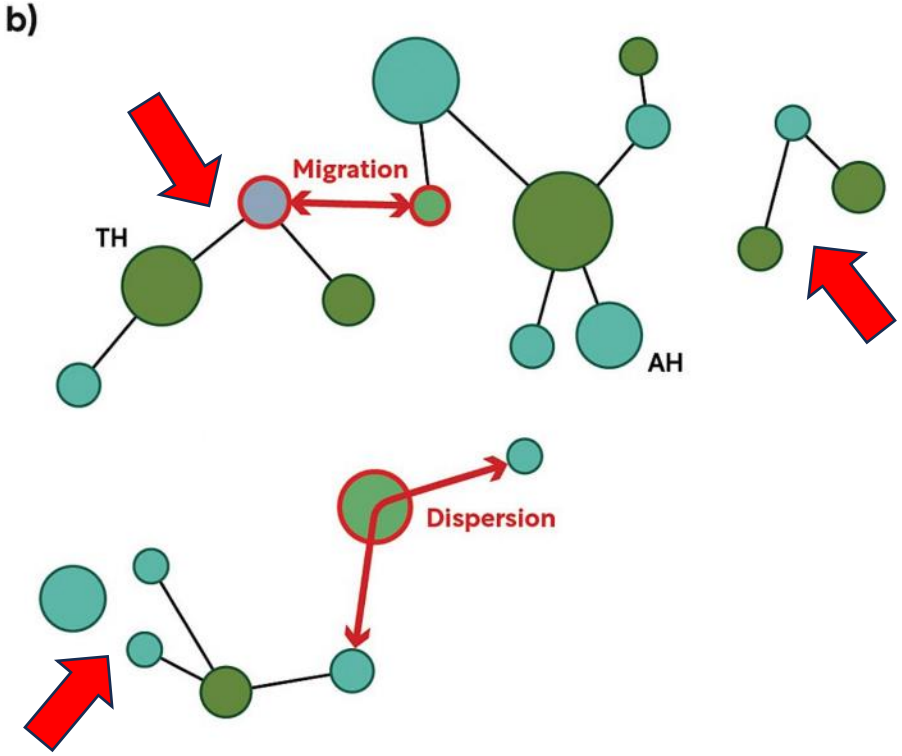
2022-2023 - FRB

Trame turquoise

2024-2025 - IUF

Nécessité d'une connexion entre habitats aquatiques et habitats terrestres au cours du cycle biologique





Trame turquoise :

Zones d'interface entre des milieux aquatiques (eau de surface courante ou stagnante, permanente ou temporaire) et des milieux terrestres **en interaction** et qui constituent un **ensemble d'habitats composites et fonctionnels** pour les **espèces biphasiques**

= ensemble d'habitats composites (aquatiques + terrestres) et fonctionnels pour les espèces biphasiques

N'est pas un mélange ni une interface de trame bleue et de trame verte !

Sciences Eaux & Territoires
INRAE

Analyser la connectivité de la trame turquoise : définition, caractérisation et enjeux opérationnels

Céline CLAUZEL[1], Christophe EGGERT[2], Simon TARABON[3], Liti PASQUET[4], Gilles VUIDEL[5], Marion BAILLEUL[6], Claude MIAUD[7], Claire GODET[8]

Landscape and Urban Planning 245 (2024) 105016

Contents lists available at ScienceDirect

Landscape and Urban Planning

journal homepage: www.elsevier.com/locate/landurbplan

Turquoise infrastructure: Assessing the impacts of global change on multi-habitat connectivity from a landscape management perspective

Simon Tarabon[a,*], Claire Godet[b], Gilles Vuidel[c], Christophe Eggert[d], Marion Bailleul[e], Claude Miaud[f], Céline Clauzel[g]

Biological Conservation 289 (2024) 110418

Contents lists available at ScienceDirect

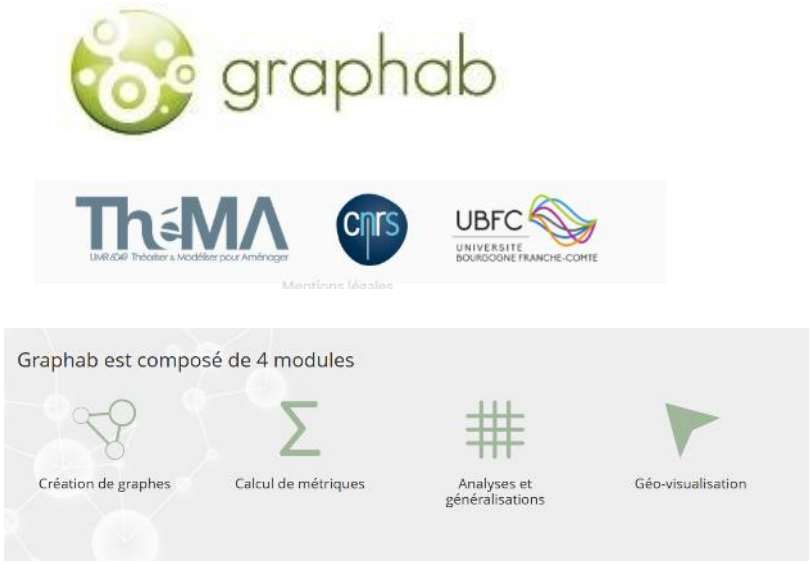
Biological Conservation

journal homepage: www.elsevier.com/locate/biocon

From single to multiple habitat connectivity: The key role of composite ecological networks for amphibian conservation and habitat restoration

Céline Clauzel[a,g,*], Claire Godet[a], Simon Tarabon[b], Christophe Eggert[c], Gilles Vuidel[d], Marion Bailleul[e], Claude Miaud[f]

Exemples de modélisation de la connectivité de la trame turquoise



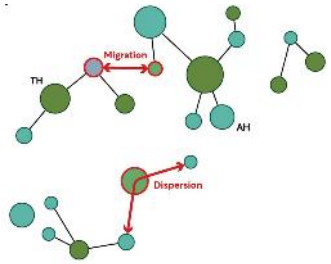
Nouvelle version « multi-habitat » du logiciel Graphab (v.3.0) réalisée par le laboratoire Thema

https://sourcesup.renater.fr/www/graphab/fr/home.html

Un **réseau écologique** est modélisé par un graphe dans lequel les **nœuds** correspondent aux habitats de l'espèce considérée, et les **liens** aux connexions potentielles entre ces habitats en tenant compte de la résistance du paysage aux déplacements.

Le graphe contient deux types d'habitats nécessaires distincts (des habitats aquatiques et des habitats terrestres) reliés par un jeu de liens inter-habitat.

Approche <u>par espèce</u>



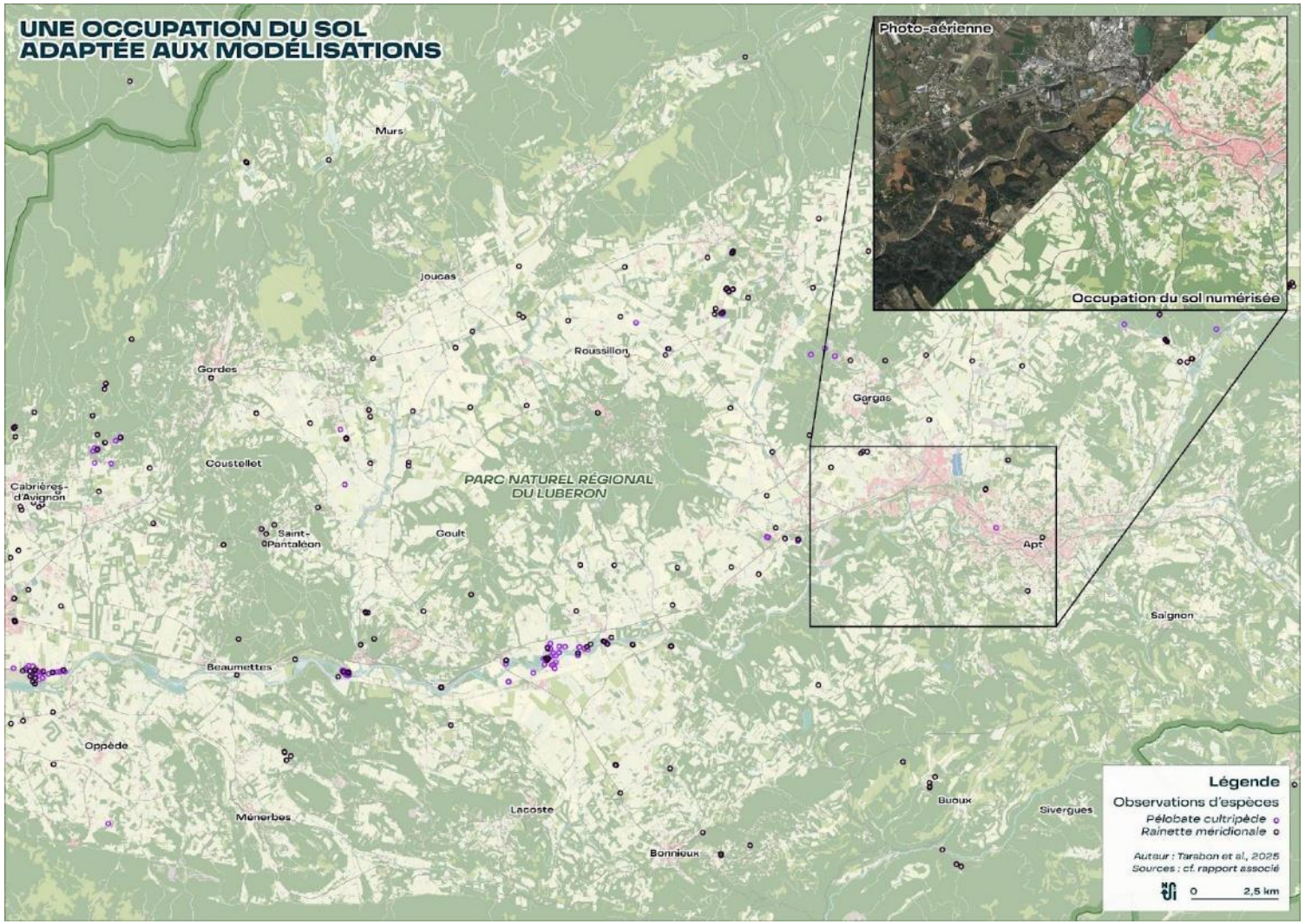
Données spécifiques

Expérimentation sur le Vaucluse

Carte d’occupation des sols

Habitats aquatiques et terrestres

+ Cartographie d’occurrence des espèces



Carte d’occupation des sols combinant diverses sources : DataSud (2021), surfaces agricoles (Registre Parcellaire Graphique), infrastructures de transport, surfaces en eau et les haies (BD TOPO® IGN, 2022), mares (inventaire participatif des mares, DataSud, 2024) et les zones humides (DataSud). Les terrasses alluviales, constituant des habitats favorables au Pélobate cultripède, ont été digitalisées manuellement à partir de photographies aériennes.

Clauzel C., Tarabon S., Godet C., Eggert C. (2025) à paraitre

Données spécifiques

Expérimentation sur le Vaucluse

Paramètres par espèce cible

Espèces	Capacité de déplacement (maximale)	Habitat préférentiel	Points de présence sur la zone d'étude
Pélobate cultripède	Distance de dispersion : **1,5 km** Distance de migration : **750 m** Mouvement journalier : **100 m**	*Habitats de reproduction :* **Petits plans d'eau** *Habitats terrestres :* **Forêts humides, prairies et terrasses alluviales sableuses.**	**559 occurrences**
Rainette méridionale	Distance de dispersion : **1 km** Distance de migration : **500 m** Mouvement journalier : **100 m**	*Habitats de reproduction :* **Petits plans d'eau** *Habitats terrestres :* **Haies, Forêts humides, bordures forestières et formation ligneuses**	**152 occurrences**

Tab. 2 - Valeurs de résistance associées aux différents types d'occupation du sol, en fonction des exigences écologiques spécifiques de la Rainette méridionale et du Pélobate cultripède

Code	Catégorie OS	Pélobate cultripède	Rainette méridionale
1	Cours d'eau	10	10
2	Petits plans d'eau	HR	HR
3	Grands plans d'eau	10	10
4	Routes secondaires	500	100
5	Routes tertiaires	100	100
6	Chemins	1	10
7	Haies	10	HT
8	Zones urbanisées	1000	100
9	Forêts humides	HT	HT
10	Bordures forestières humides	HT	HT
11	Prairies humides	10	10
12	Prairies	HT	10
13	Autres formations herbacées	10	100
14	Cultures	100	500
15	Forêts	500	10
16	Bordures forestières	10	HT
17	Formations ligneuses	10	HT
18	Vignes et vergers	1	10
19	Autres surfaces minérales	100	1000
20	Autres surfaces aquatiques	500	500
21	Passages à faune	100	100
22	Terrasses alluviales sableuses	HT	10

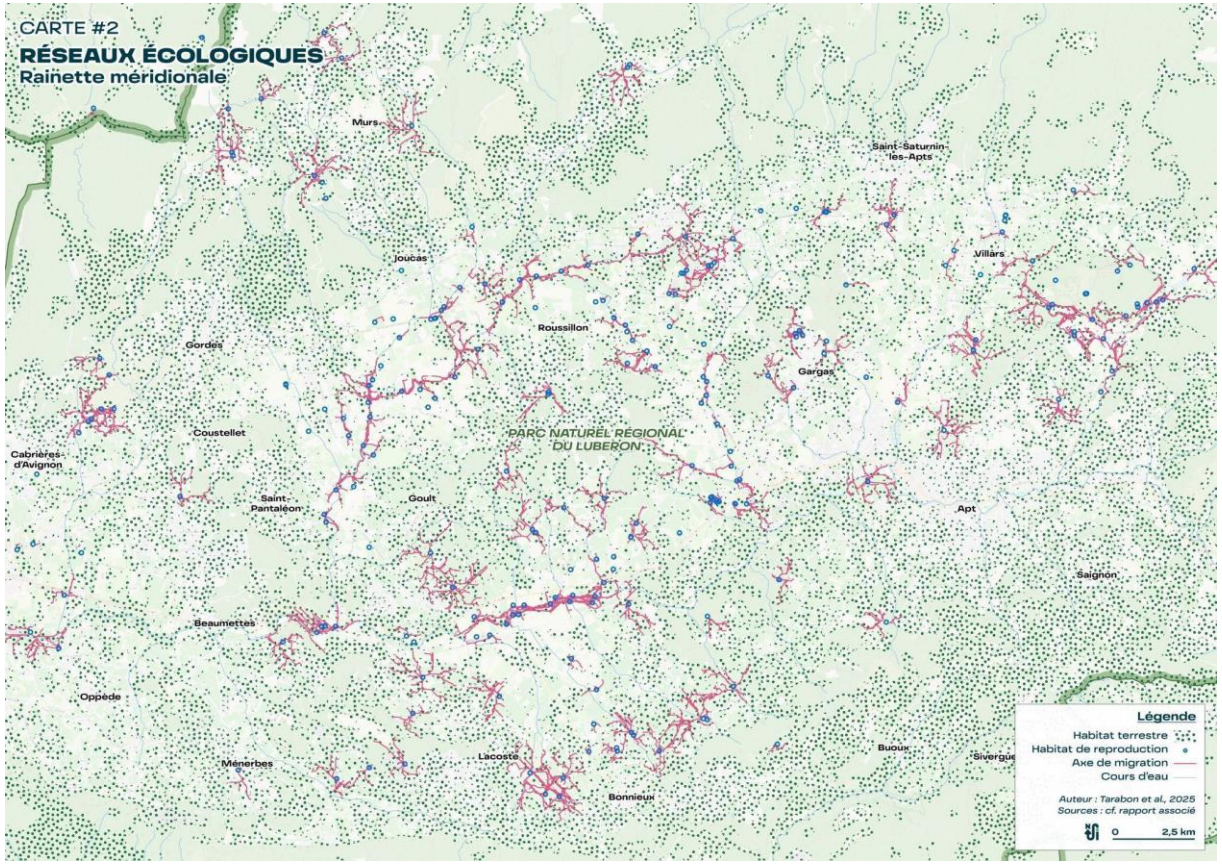
HR : Habitat de reproduction (plan d'eau) ; HT : Habitat terrestre

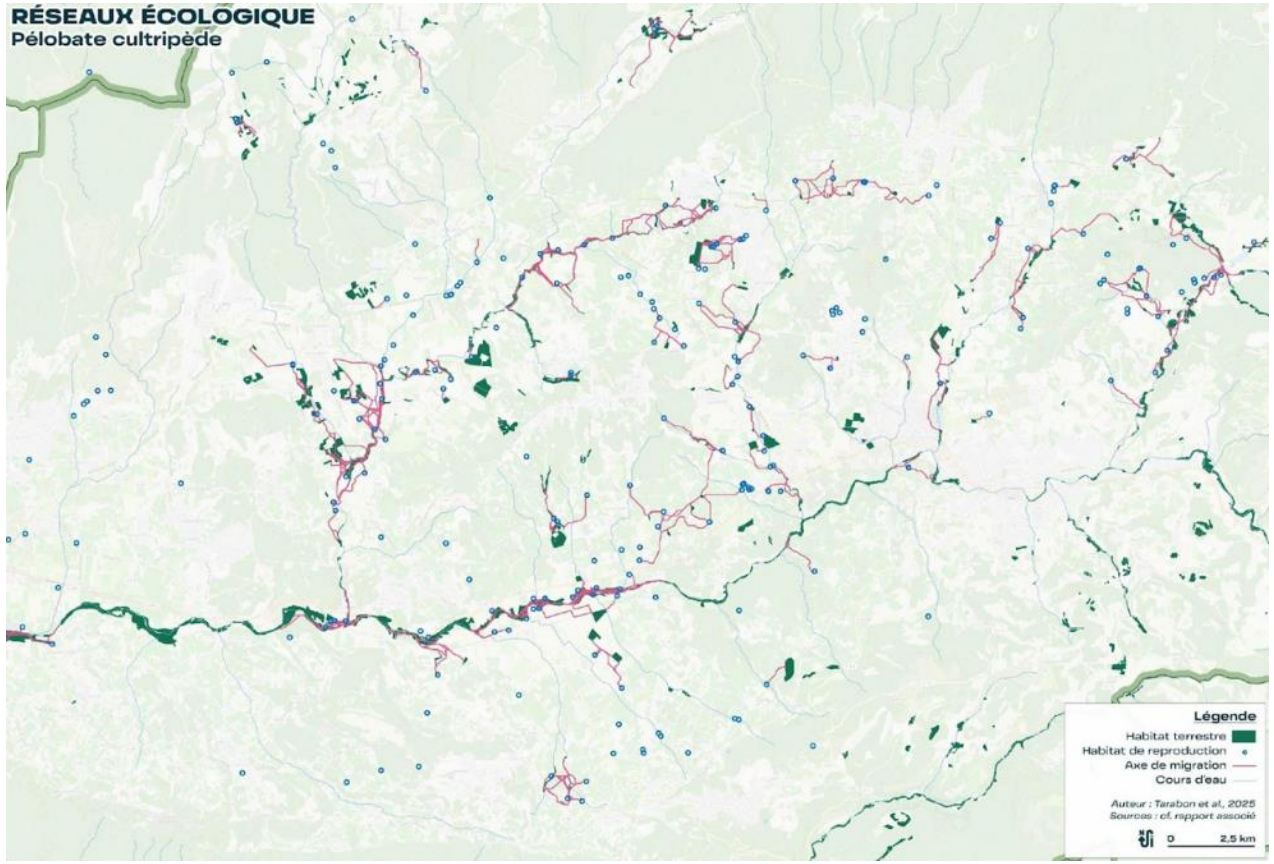
Classes de résistance des milieux	Coût
Habitats (HT / HR)	1
Très favorable	1
Favorable	10
Neutre	100
Défavorable	500
Très défavorable	1000
Obstacles	10000

Eggert C. 2024. Analyse de la robustesse du modèle multi-habitat pour la connectivité de la Trame turquoise (2024-2025). Éléments bibliographiques concernant les distances de déplacement, dispersion, migration et habitats des espèces cibles du projet. non publié. 14 pp.

✓ Carte des réseaux écologiques

Plus les liens roses sont épais et nombreux, plus il existe de chemins potentiels entre habitats de reproduction via des habitats terrestres. Cela reflète la présence de nombreux corridors écologiques et une connectivité élevée dans la zone

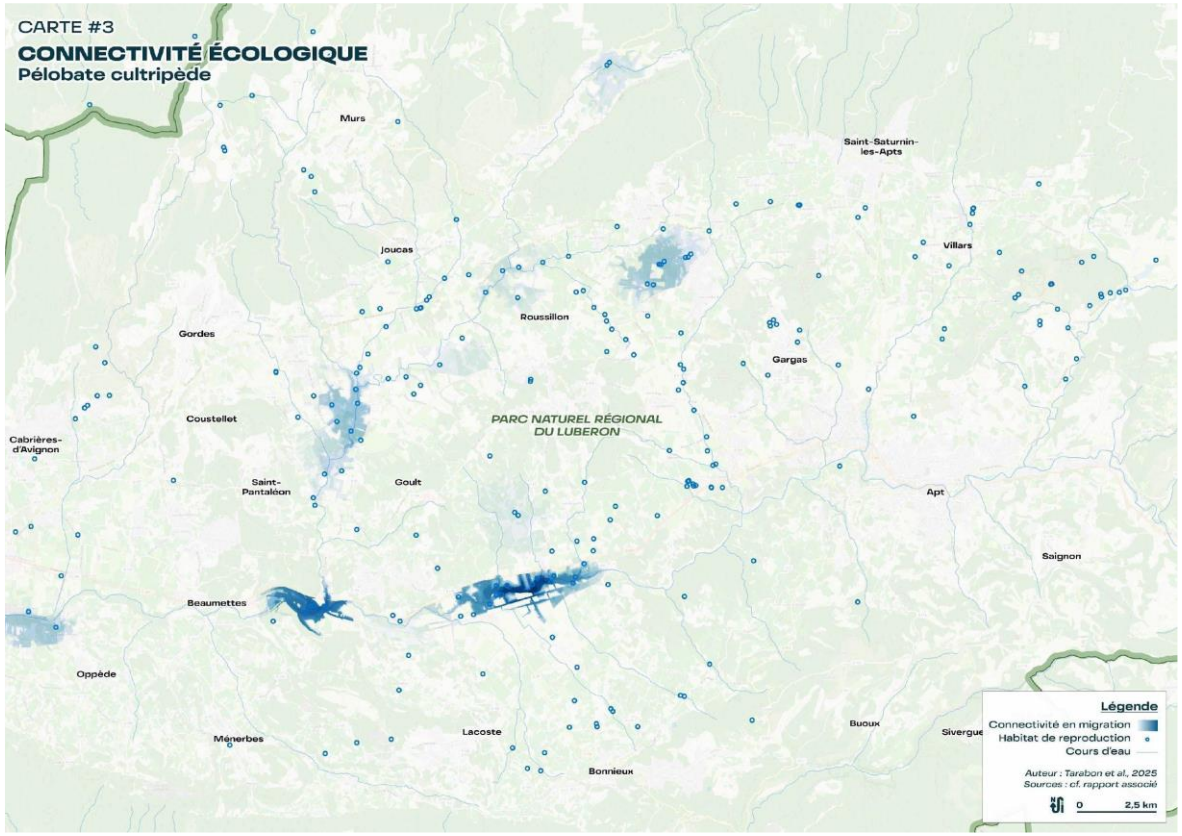


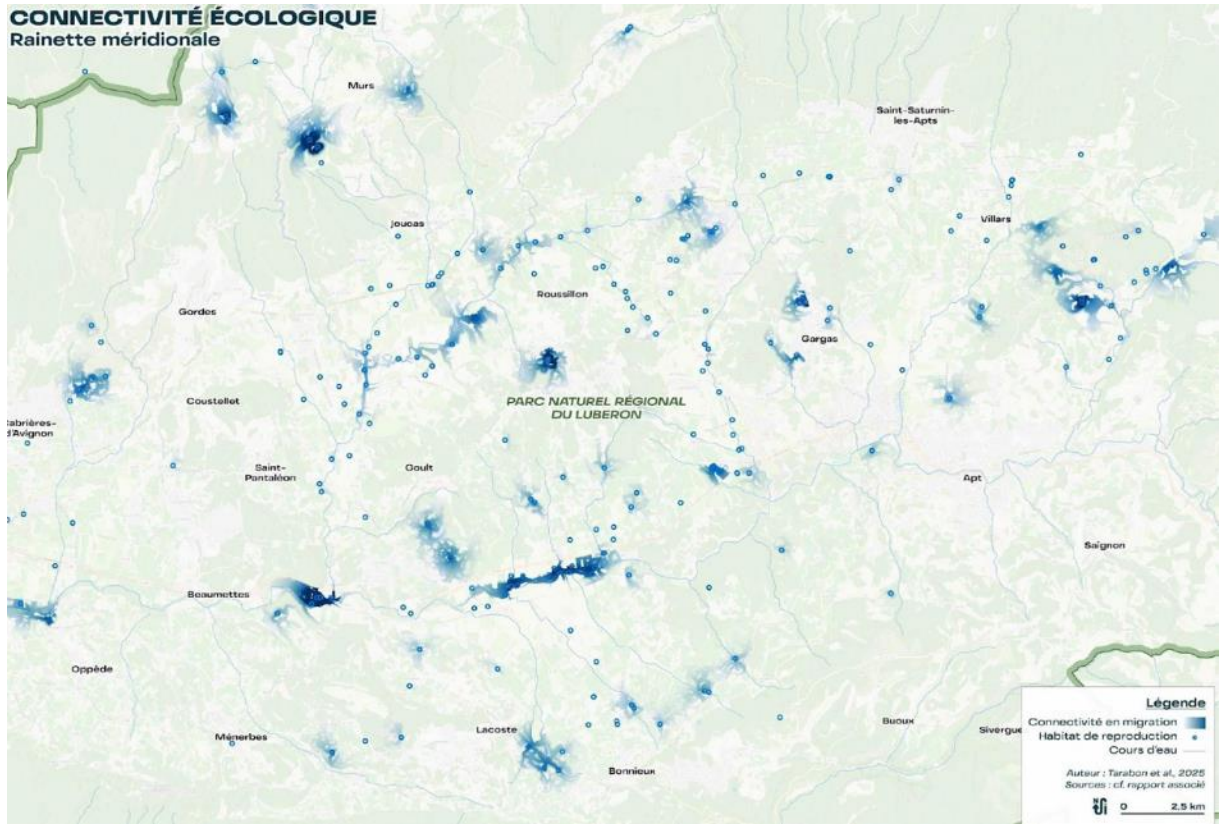


Clauzel C., Tarabon S., Godet C., Eggert C. (2025) à paraitre

Carte de connectivité écologique

Plus une zone est en bleu foncé, plus elle présente une forte connectivité entre habitats, facilitant ainsi les déplacements des individus dans le paysage





A chaque espèce sa trame turquoise

Clauzel C., Tarabon S., Godet C., Eggert C. (2025) à paraitre

Application → Données de présence x valeurs de connectivité

↳ Identification des enjeux par secteurs

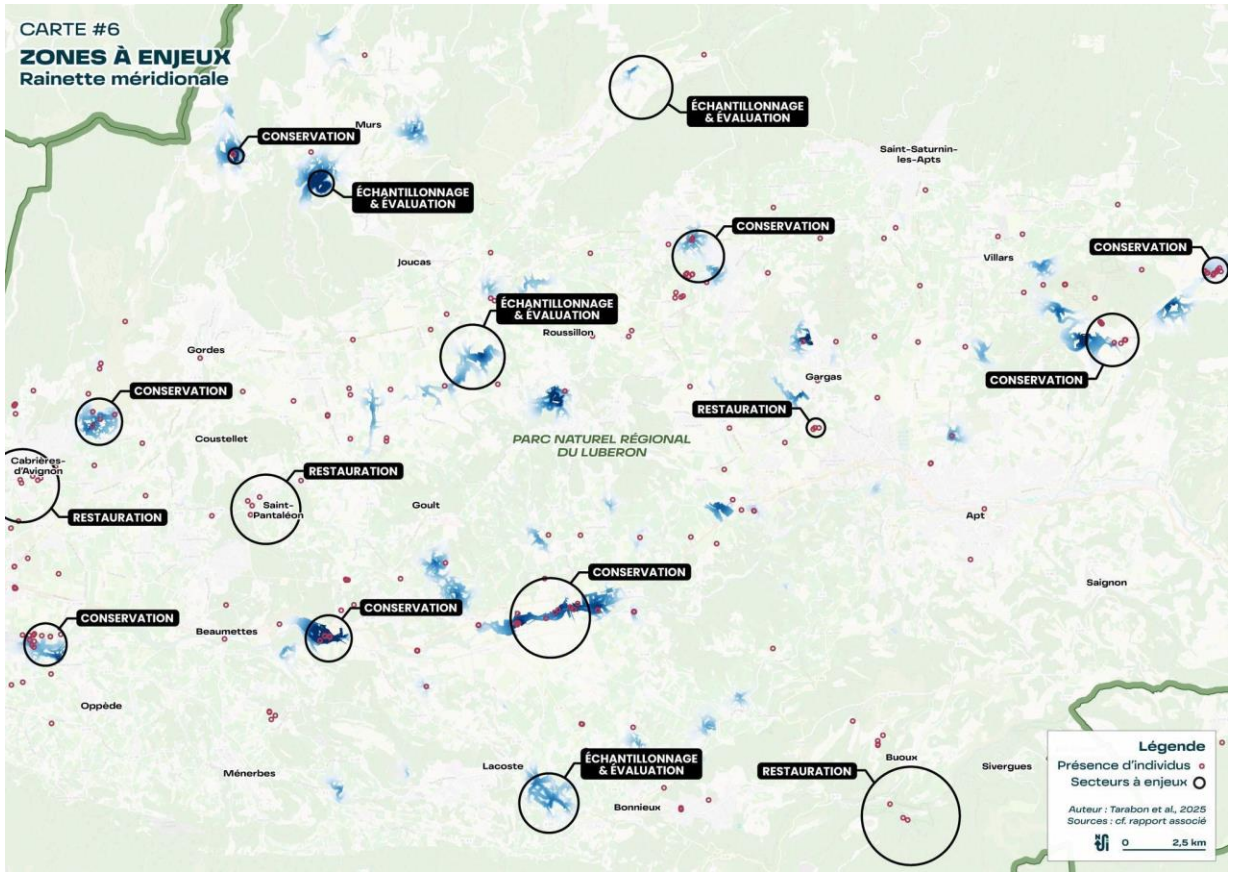
- **Secteurs à forte connectivité et présence de l'espèce ciblée : Priorité à la conservation**

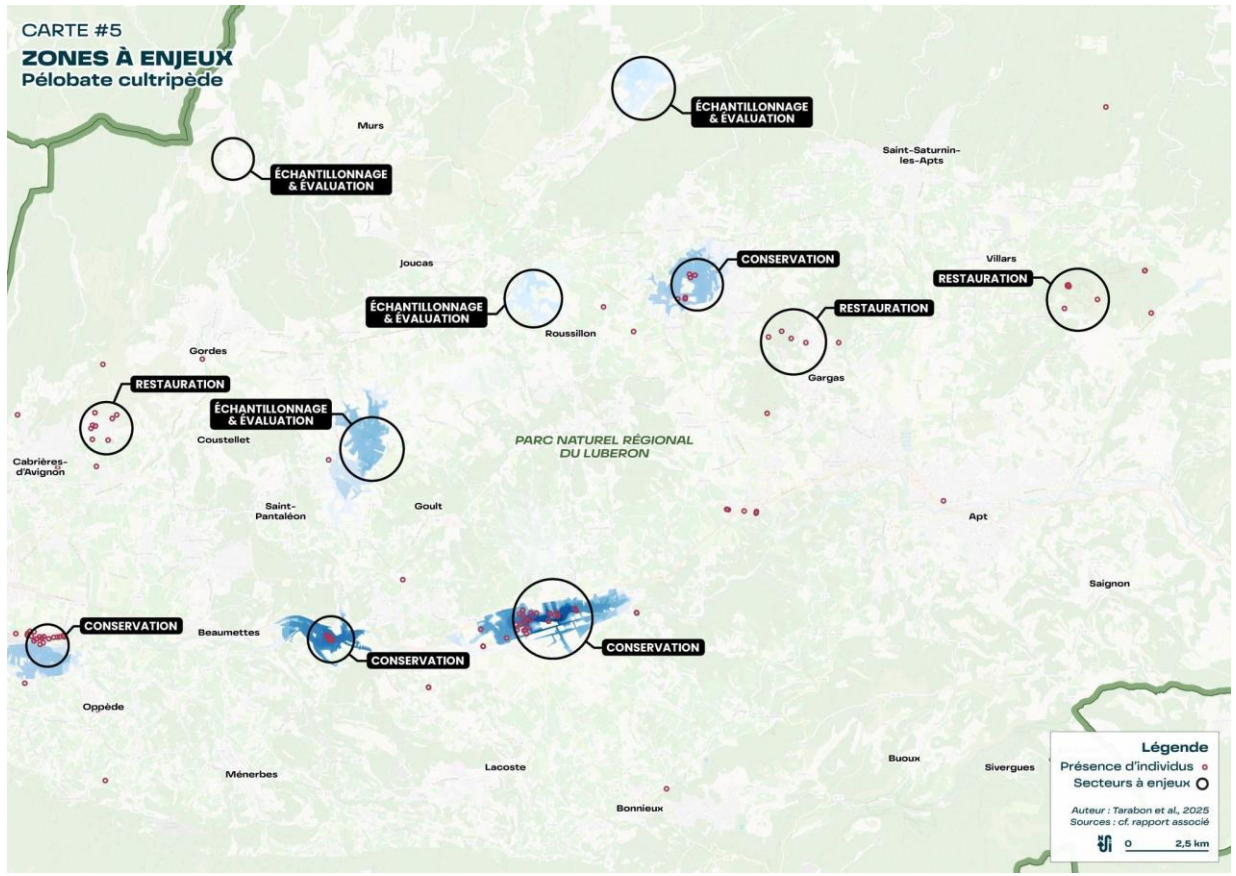
- **Secteurs à forte connectivité et absence de points d'observation d'espèces : Priorité à la prospection et à l'évaluation**

- **Secteurs avec présence d'espèces en dehors des zones de forte connectivité : Priorité à la restauration de la connectivité**

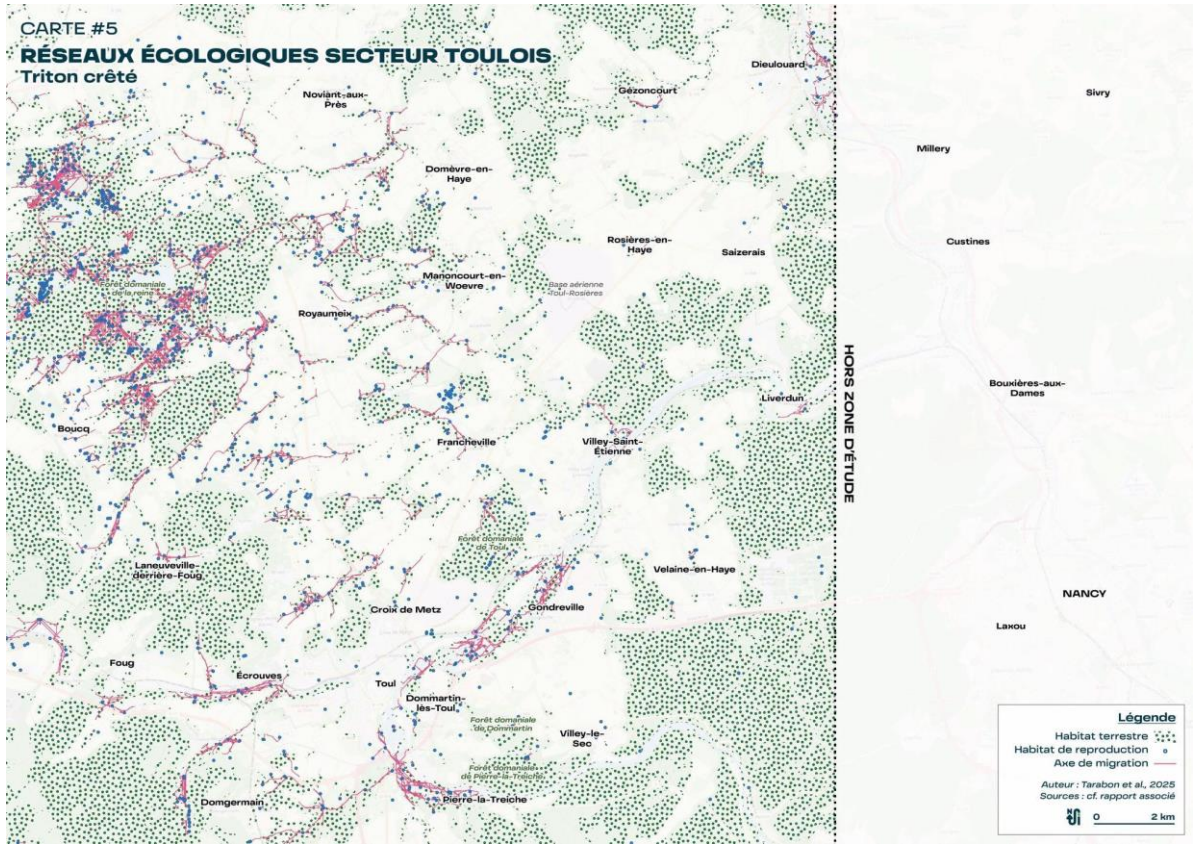
Application → Données de présence x valeurs de connectivité

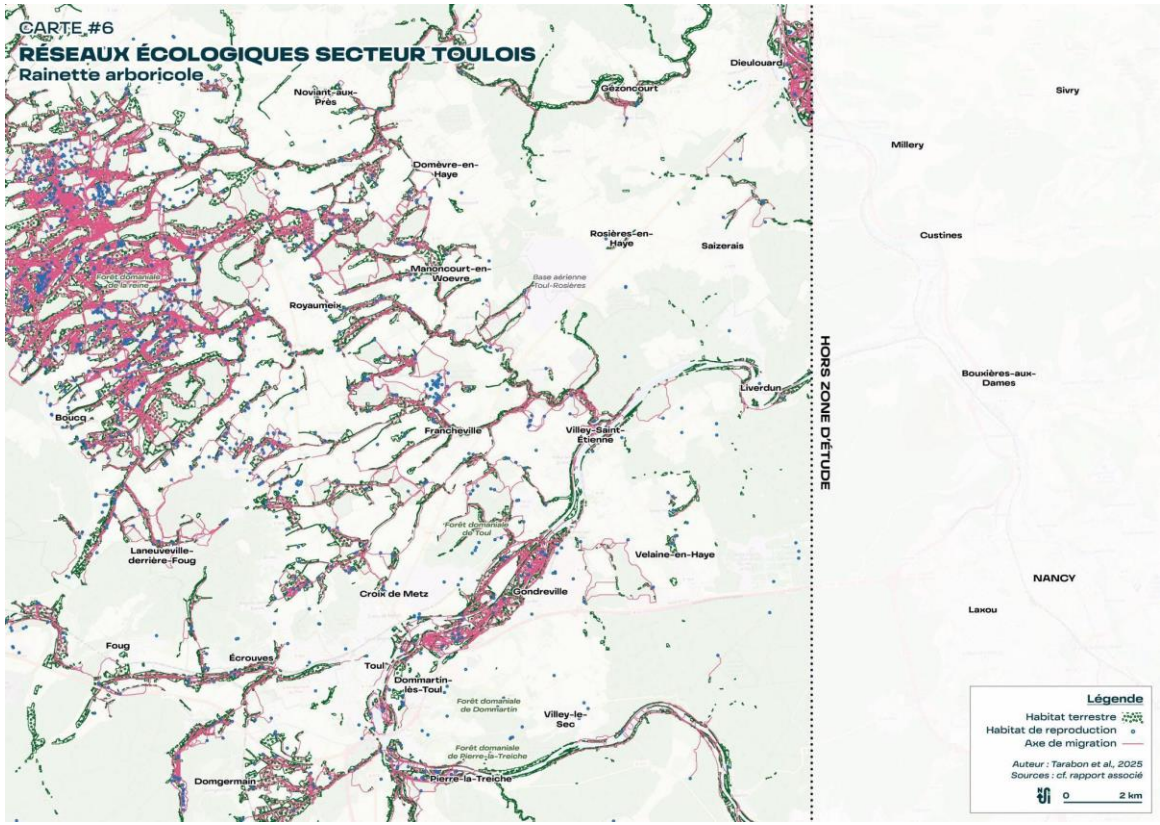
↳ Identification des enjeux par secteurs





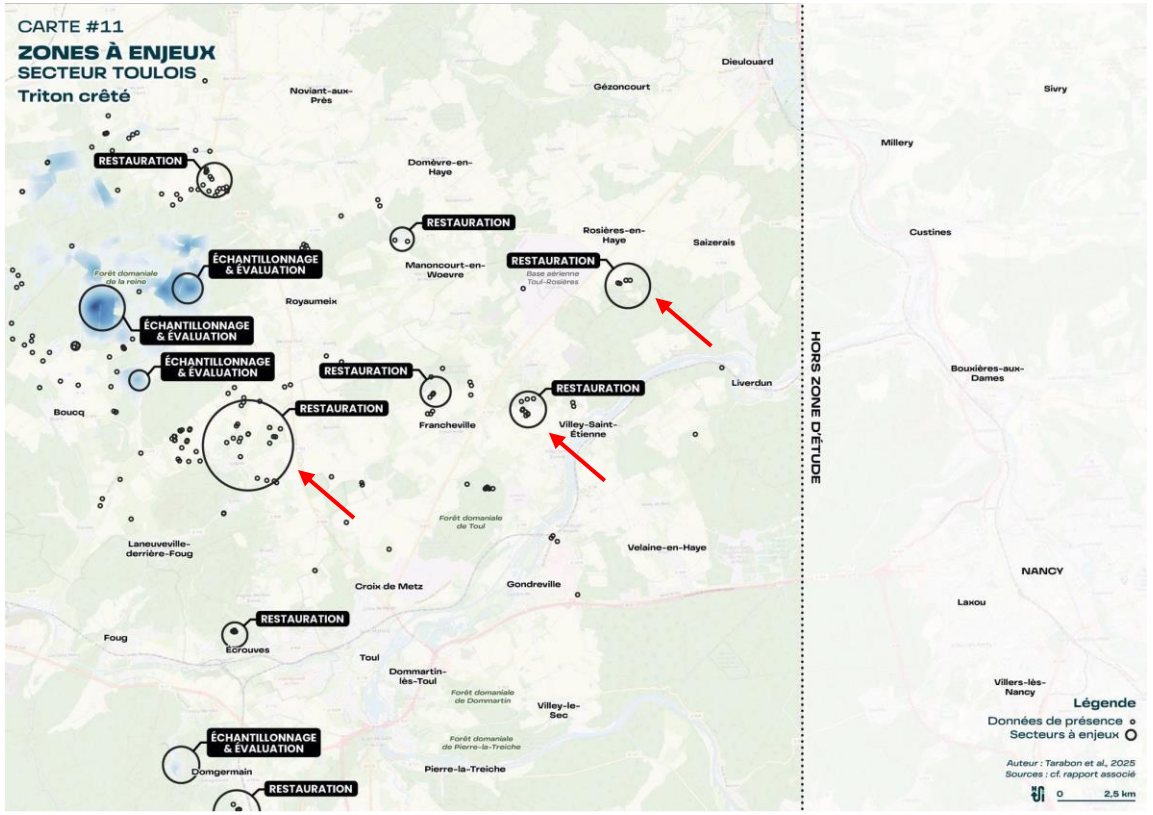
Travail similaire en Lorraine (Triton crêté, Rainette arboricole), en Bretagne (Crapaud épineux, Grenouille agile)…

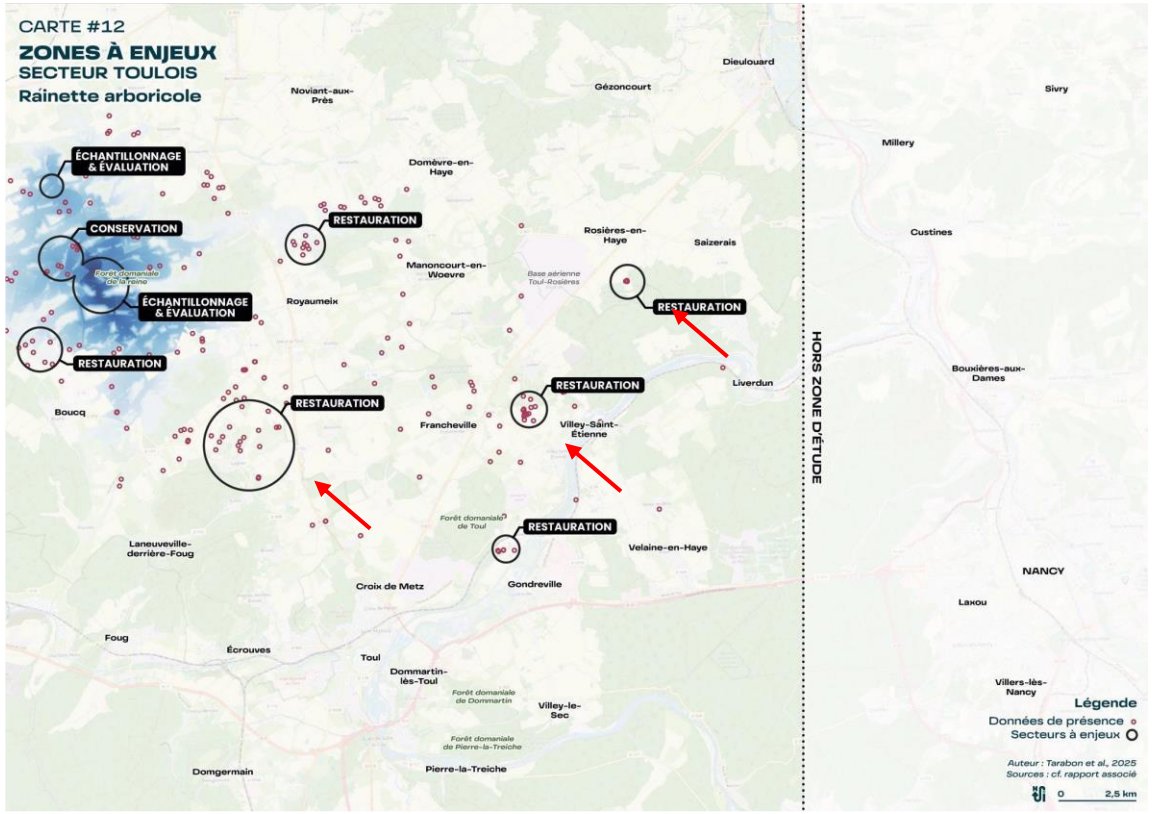




A chaque espèce sa trame turquoise

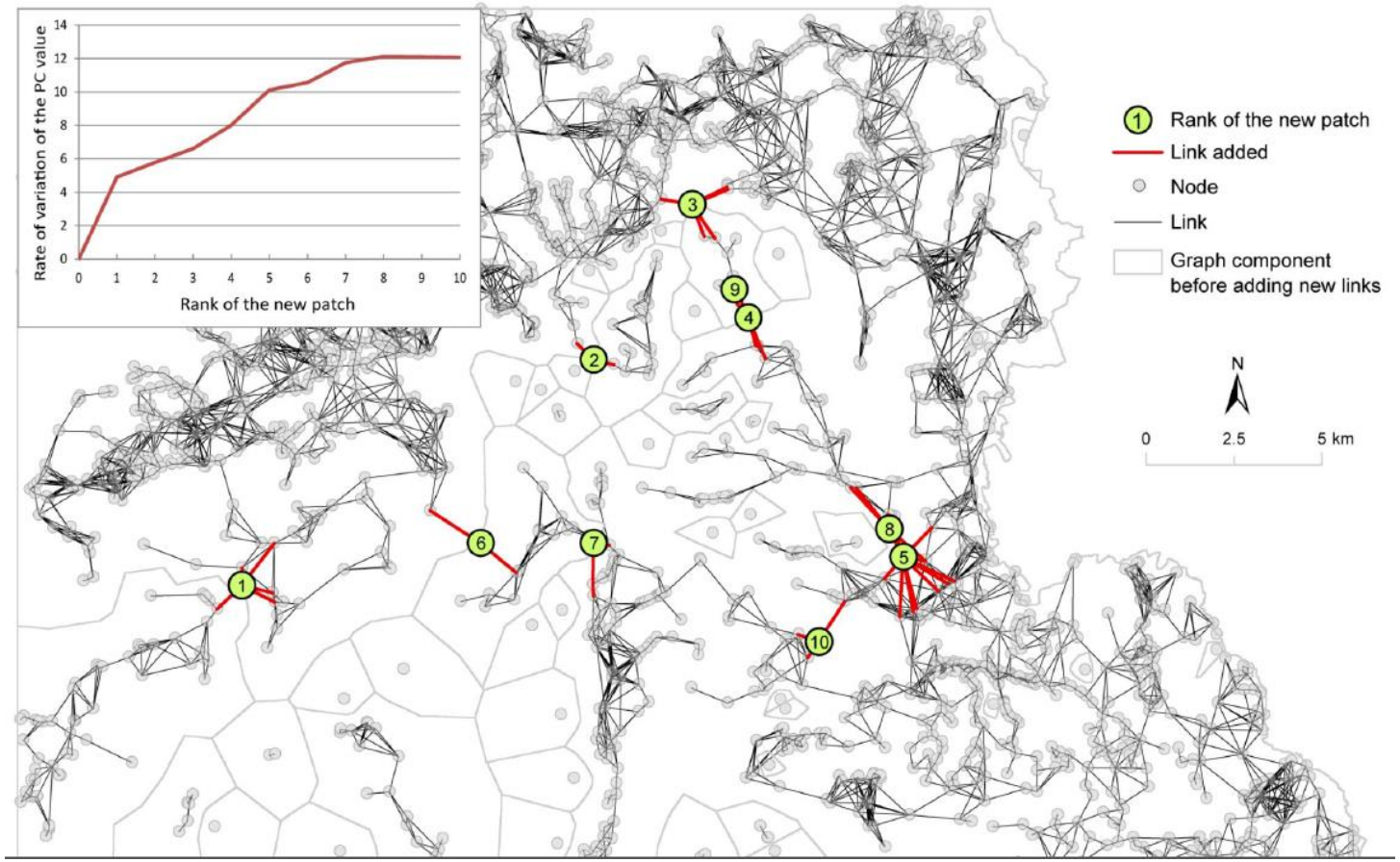
Travail similaire en Lorraine (Triton crêté, Rainette arboricole), en Bretagne (Crapaud épineux, Grenouille agile)…





Application → Projeter des scénarios et analyser les valeurs de connectivité

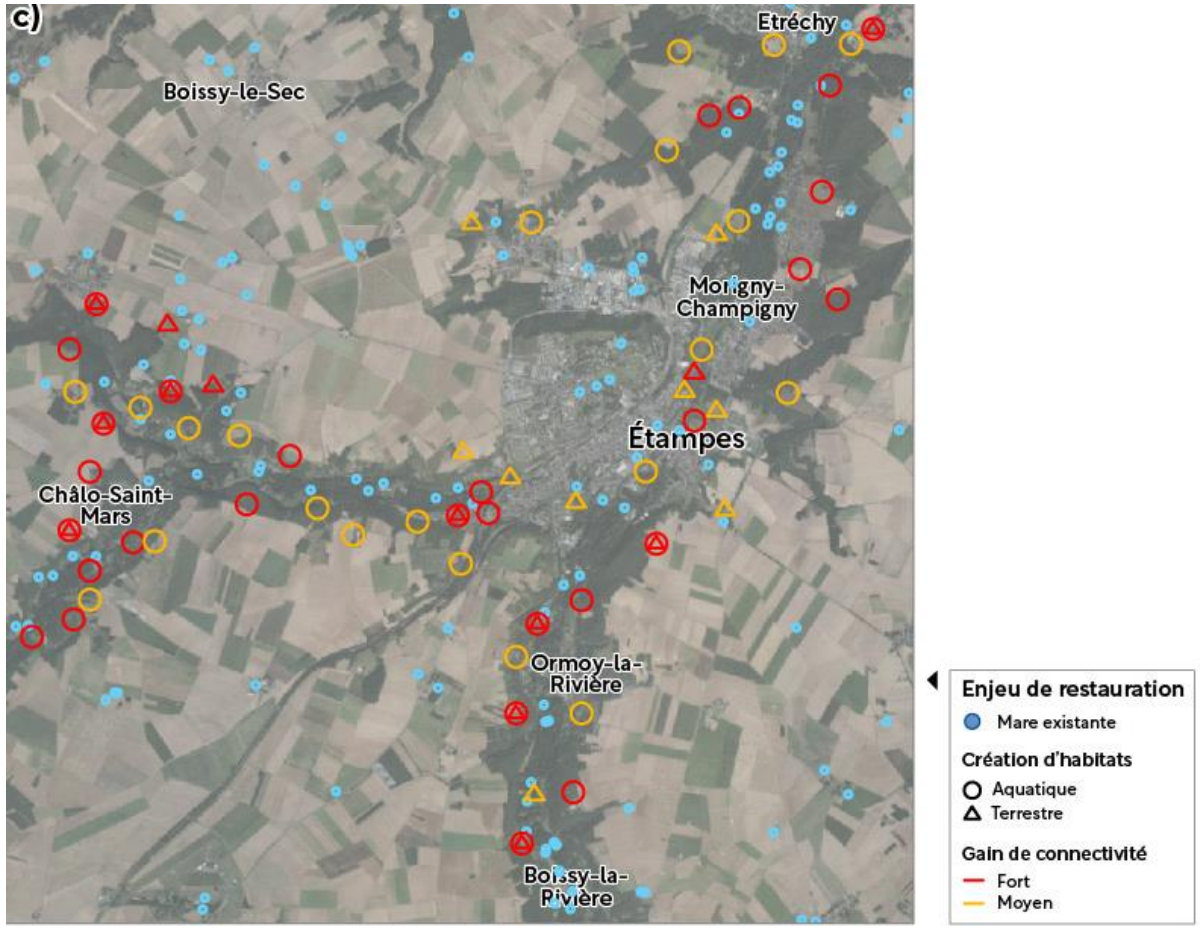
↳ Contributions ordonnées d'habitats terrestres ou aquatiques
Aide à la décision pour la création de connectivités



C. Clauzel (réseau de mares en Franche-Comté)

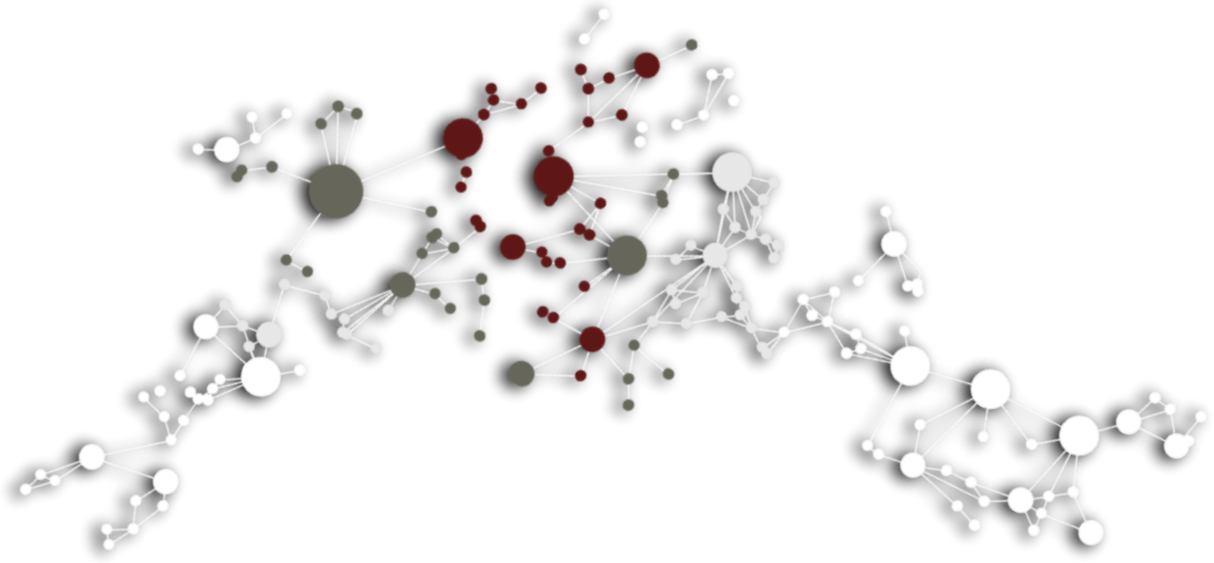
Application → Projeter des scénarios et analyser les valeurs de connectivité

↳ Contributions ordonnées d'habitats terrestres ou aquatiques
Aide à la décision pour la création de connectivités



Perspectives :

Autres espèces biphasiques, multiphasiques,
espèces exotiques,
prospectives / changements climatiques,
corrélations avec structuration génétique
…



Merci de votre attention

Christophe Eggert[1], Simon Tarabon[2], Claire Godet[3] & Céline Clauzel[4]

1: Fauna Consult, eggert@faunaconsult.fr
2 : Ubiquiste
3: Floé data
4 : Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne; UMR CNRS LADYSS