

# Mares en réseaux

## Les apports de la modélisation spatiale

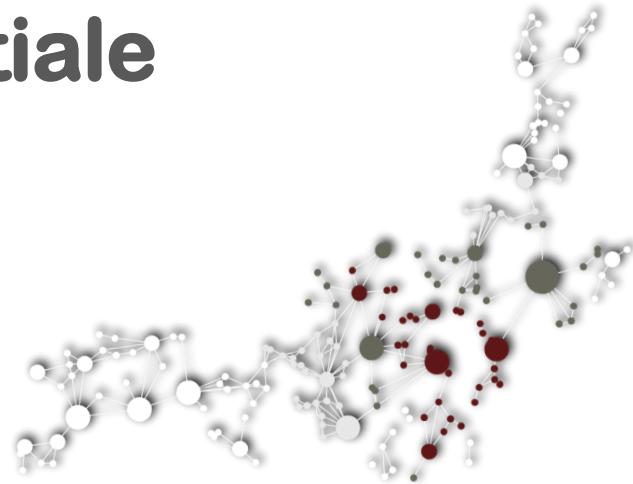
**Céline Clauzel**

Enseignante-chercheuse

Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

UMR CNRS LADYSS

[celine.clauzel@univ-paris1.fr](mailto:celine.clauzel@univ-paris1.fr)



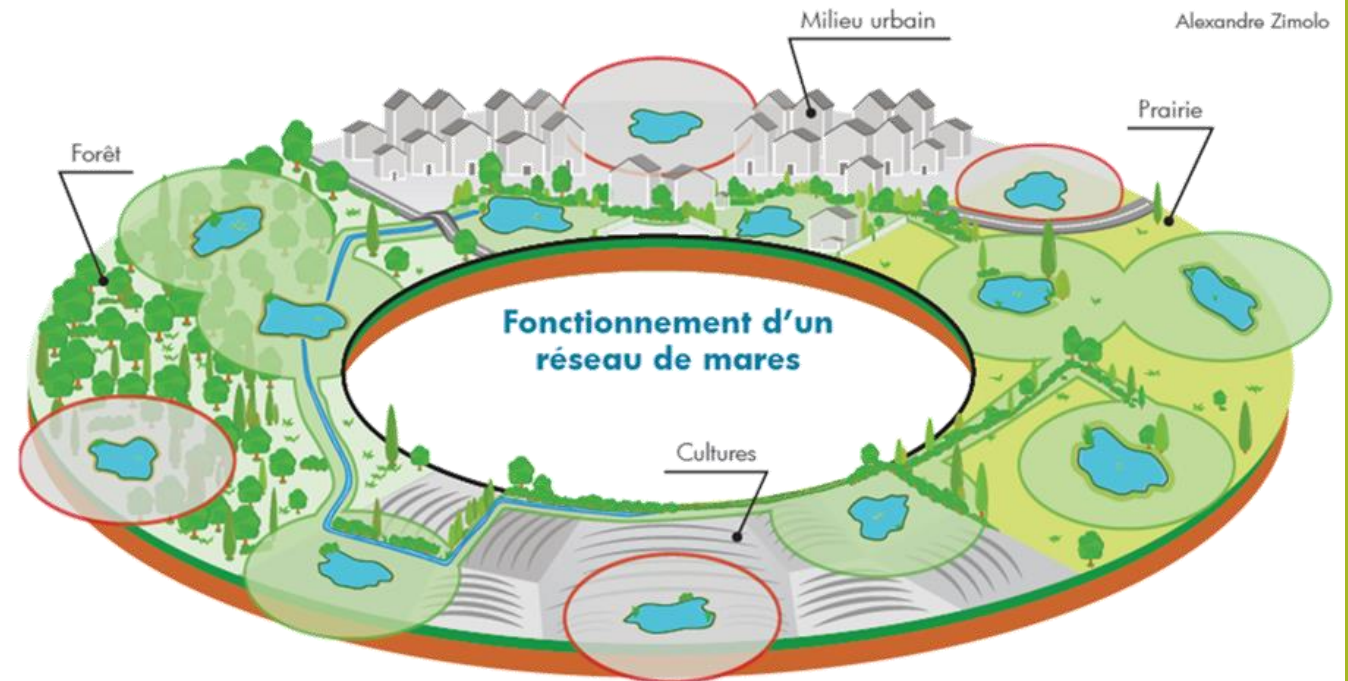
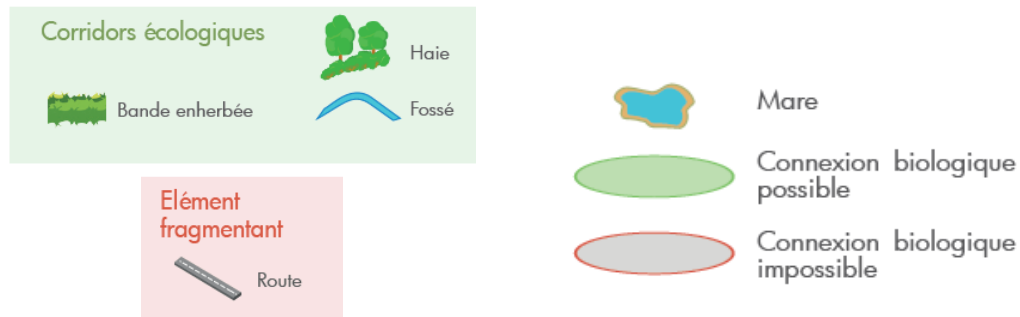
# Continuités écologiques et connectivité des mares

## > Les réseaux de mares

- Ensembles de mares « proches »
- Déplacement d'espèces au sein du réseau
- Distance de dispersion variable selon les espèces

## > Les obstacles au déplacement

- Infrastructures de transport
- Zones urbanisées
- Distance



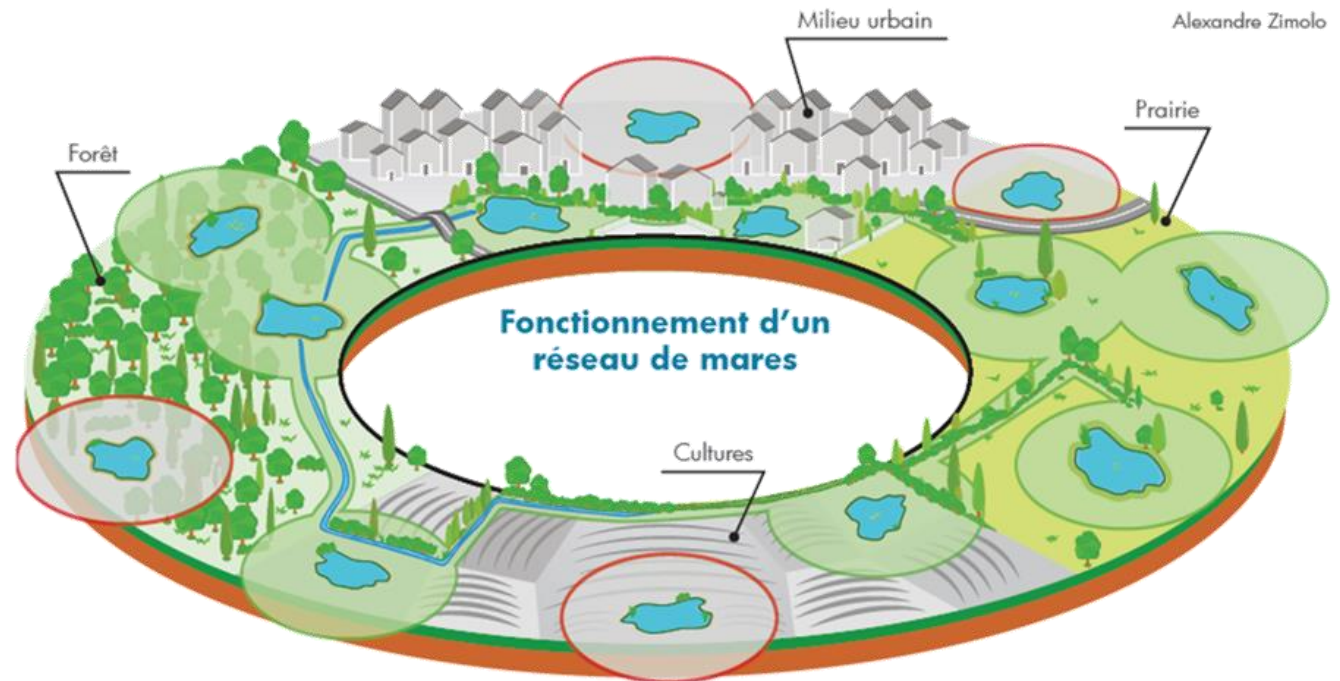
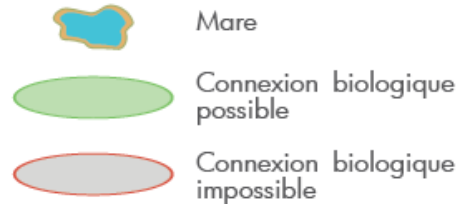
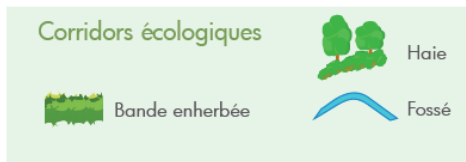
*Principe de fonctionnement des continuités écologiques*

*(Alexandre Zimolo) Diaporama Maité Pelzer, 2019*



# Questionnements

- Quelles sont les mares connectées entre elles ?
- En cas de transformations paysagères, quels changements dans le réseau ?
- Où restaurer des mares pour renforcer les réseaux ?



Principe de fonctionnement des continuités écologiques -

(Alexandre Zimolo) Diaporama Maité Pelzer, 2019



# Questionnements

- Comment intégrer la connectivité dans la gestion des réseaux de mares ?



Projet TRAMARE. Carole Gaber, 2019

Mares issues de l'inventaire participatif de la SNPN

Expertise de terrain, locale,  
sur certaines espèces



Outils « simples », libres,  
de modélisation spatiale

QGIS

CIRCUITSCAPE.ORG

graphab

Outils complexes, souvent  
propriétaires, de simulation

Vortex 10

A stochastic simulation of the extinction process  
Version 10.5.0.0

Sim  
Oïko



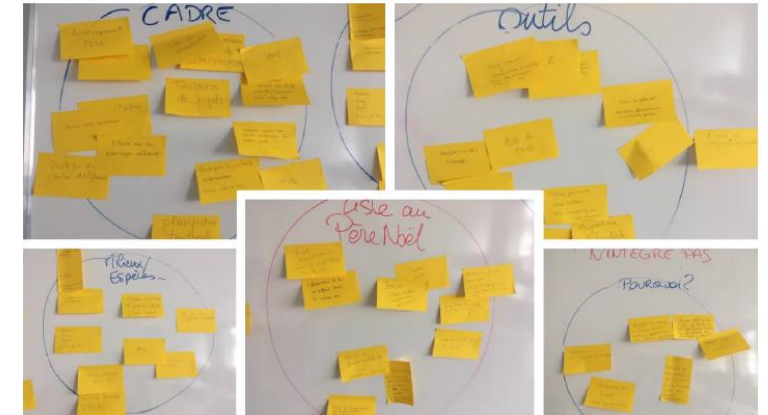
# Projet TRAMARE

Collaboration LADYSS – SNPN  
(2019-2020)



## Objectifs du projet

- Faciliter l'appropriation d'un outil cartographique d'aide à la décision pour les gestionnaires, pour :
- Préserver, gérer et restaurer les continuités écologiques entre les mares d'Île-de-France
- Concertation avec les acteurs du territoire pour prendre en compte leurs avis et besoins



Ateliers TRAMARE (2019)

Questions	Moyenne (/10)
1- Connaissez-vous la notion de continuités écologiques ?	7,9
2- Connaissez-vous la notion de connectivité du paysage ?	6,8
3- Prenez-vous en compte la connectivité dans vos études ?	5,4
4- Si oui, les outils et méthodes que vous mobilisez vous satisfont-ils ?	3,1
5- Pensez-vous que la connectivité reçoive suffisamment d'attention dans les projets d'aménagement du territoire ?	3,5



# Projet TRAMARE

Collaboration LADYSS – SNPN  
(2019-2020)



- Logiciel libre et open-source : pas d'effet « boîte-noire »
- Différents niveaux de complexité



- Applications opérationnelles

Diagnostic      Évaluation d'impact      ERC      Création habitat/corridor

**graphab**  
Modélisation des réseaux écologiques par la théorie des graphes

Aide à l'utilisation de Graphab

FICHE 3 | MÉTRIQUES DE CONNECTIVITÉ

Claudel C., Gaber C., Godet C., 2020.  
Fiches méthodologiques pour la prise en main de Graphab. LADYSS-SNPN  
Source des images : X. Girardet.

Création de cinq fiches  
tutoriel pour l'utilisation du  
logiciel Graphab

## MÉTRIQUES GLOBALES

**Définition :** Caractérisent la connectivité d'un graphe entier (un graphe = une valeur).

**Intérêt :** Comparer le niveau de connectivité d'un même réseau avant/après un aménagement pour une évaluation d'impact : quel est la perte/gain de connectivité engendré par la construction de cet aménagement ?

Métrique	Explication
<b>Probabilité de connectivité (PC)</b>	<p>Probabilité que deux individus tirés au hasard dans la zone d'étude parviennent à entrer en contact, soit parce qu'ils sont situés dans la même tâche d'habitat, soit parce qu'ils sont dans deux tâches connectées entre elles.</p> <p>Les valeurs correspondent à une probabilité.</p> <p>Valeur minimale : 0 0% de chance que deux individus entrent en contact, c'est le cas lorsque la zone d'étude ne contient aucun habitat</p> <p>Valeur maximale : 1 100% de chance que deux individus soient connectés, ce qui est possible uniquement si la zone d'étude est intégralement constituée d'habitat</p> <p>Attention : cette métrique est désactivée si la capacité n'est pas la surface des tâches. Dans ce cas, il faut utiliser la métrique EC.</p>
<b>Connectivité équivalente (EC)</b>	<p>Indique la quantité d'habitat atteignable. Comme le PC, il tient compte de la surface d'habitat total et des connexions entre les tâches d'habitat.</p> <p>L'unité correspond à l'unité des capacités des tâches.</p> <p>Valeur minimale : 0 (aucun habitat) la zone d'étude ne contient aucun habitat</p> <p>Valeur maximale : capacité totale des tâches</p> <p>l'ensemble de la zone d'étude est intégralement constituée d'habitat</p> <p>Remarque : La métrique EC remplace le PC lorsque la capacité n'est pas définie par la surface des tâches.</p>

Dans le projet « Ilicorne naine », nous choisissons de calculer la métrique « Connectivité équivalente » (EC). L'objectif est de mesurer l'évolution de la connectivité globale avant/après la construction d'une route. Deux projets Graphab ont été réalisés à partir d'une carte de paysage initiale et d'une carte de paysage modifiée par l'autoroute (cf. Fiche 4 – cas 2). Les valeurs de EC des deux graphes sont comparées :

Métriques

graphes graph\_sauille\_1500m\_154000

Métrique  
Connectivité équivalente (EC)

Paramètres

o (2.066022257622443E-4)

o = -log(p) / d

d 14500 coût

p 0,05

β 1/2

OK Annuler

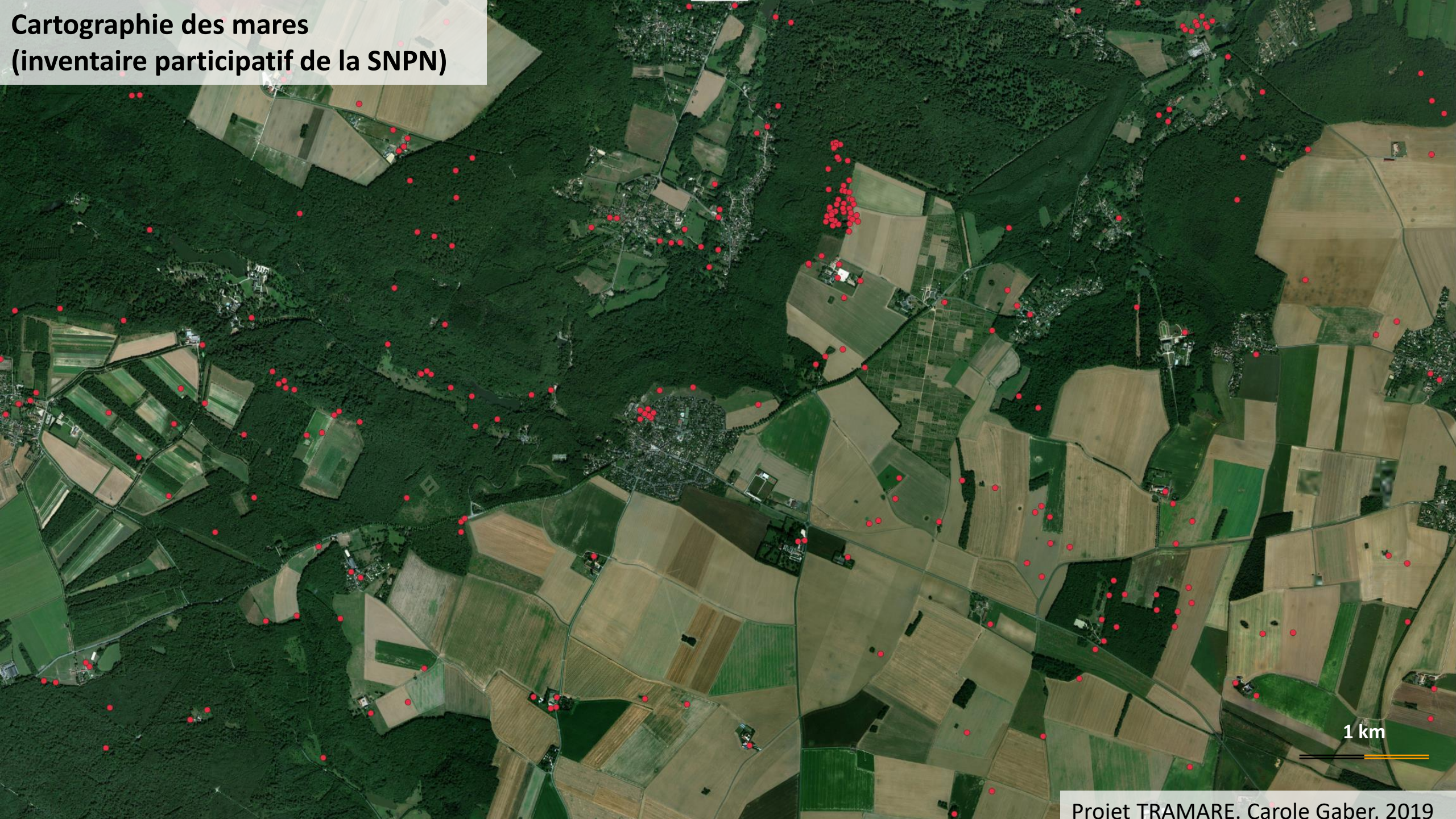
EC\_011600\_p0\_06 : [2049;1761;22301979]

EC\_05200\_p0\_06 : [679;63995066911]

OK

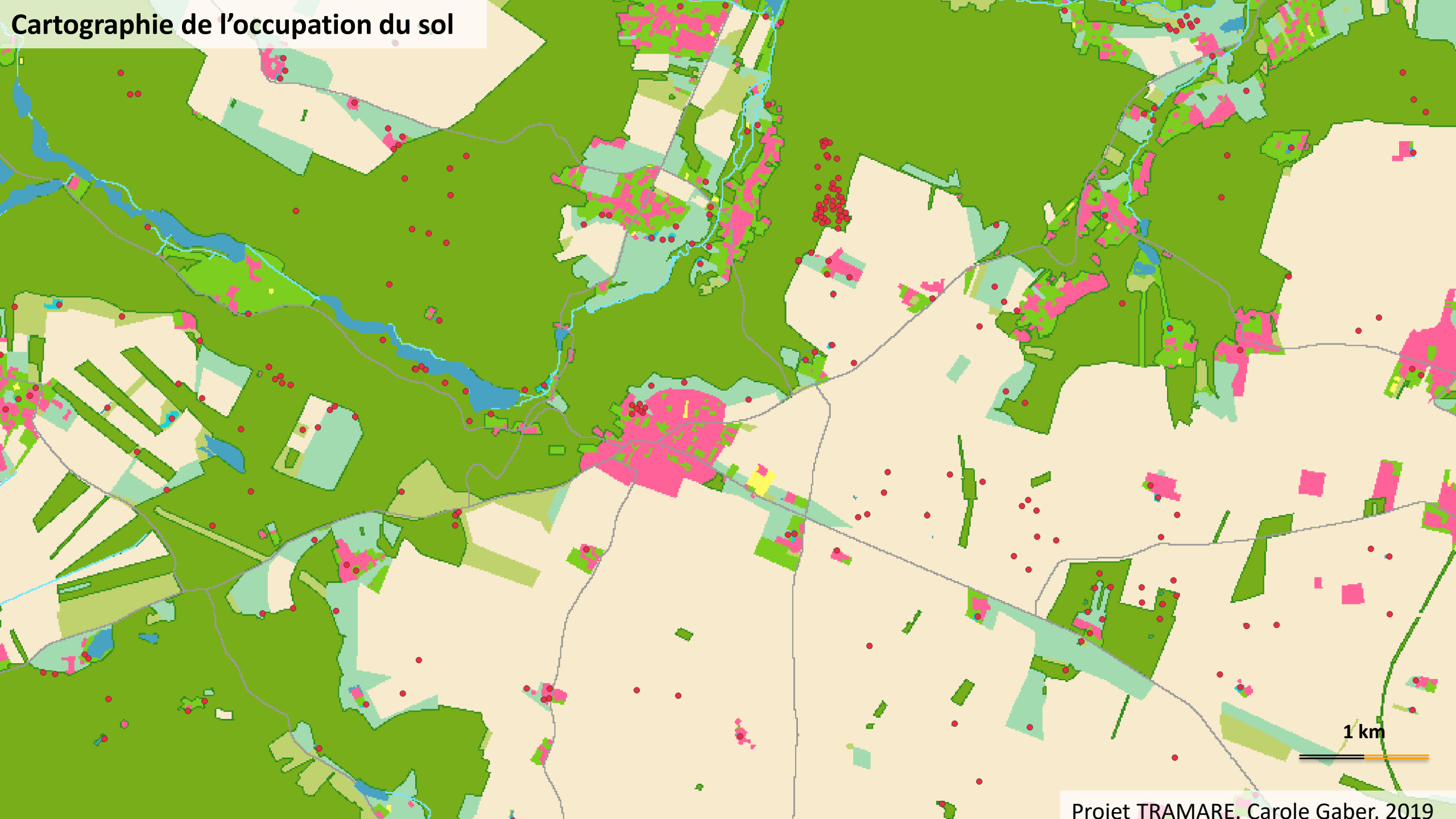
Fig2. A gauche : Fenêtre métriques globales et paramétrage du EC ; à droite en haut : résultat de la métrique EC avant la construction d'une route ; à droite en bas : résultat de la métrique EC après la construction d'une route.

# Cartographie des mares (inventaire participatif de la SNPN)



1 km

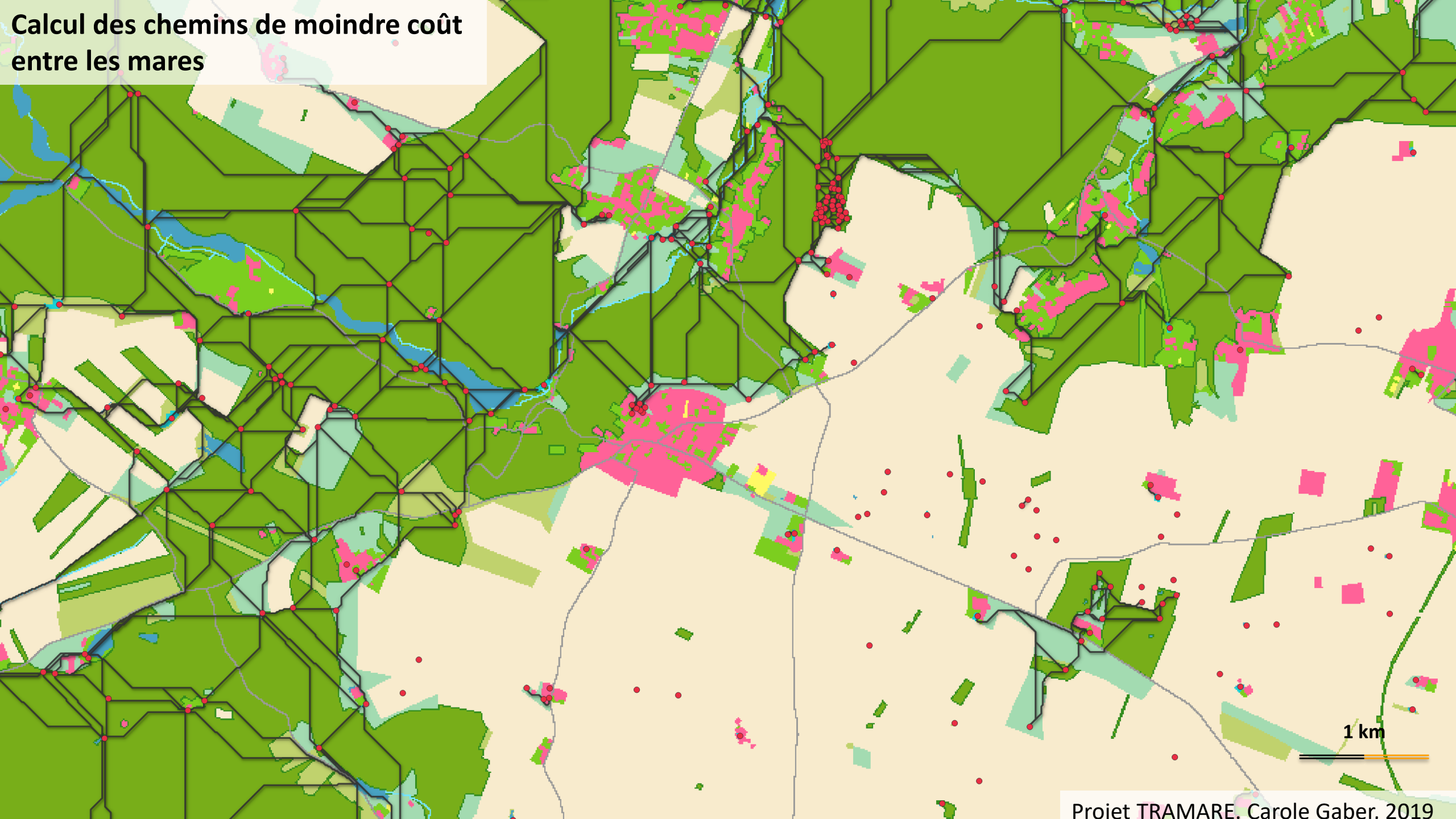
# Cartographie de l'occupation du sol



1 km

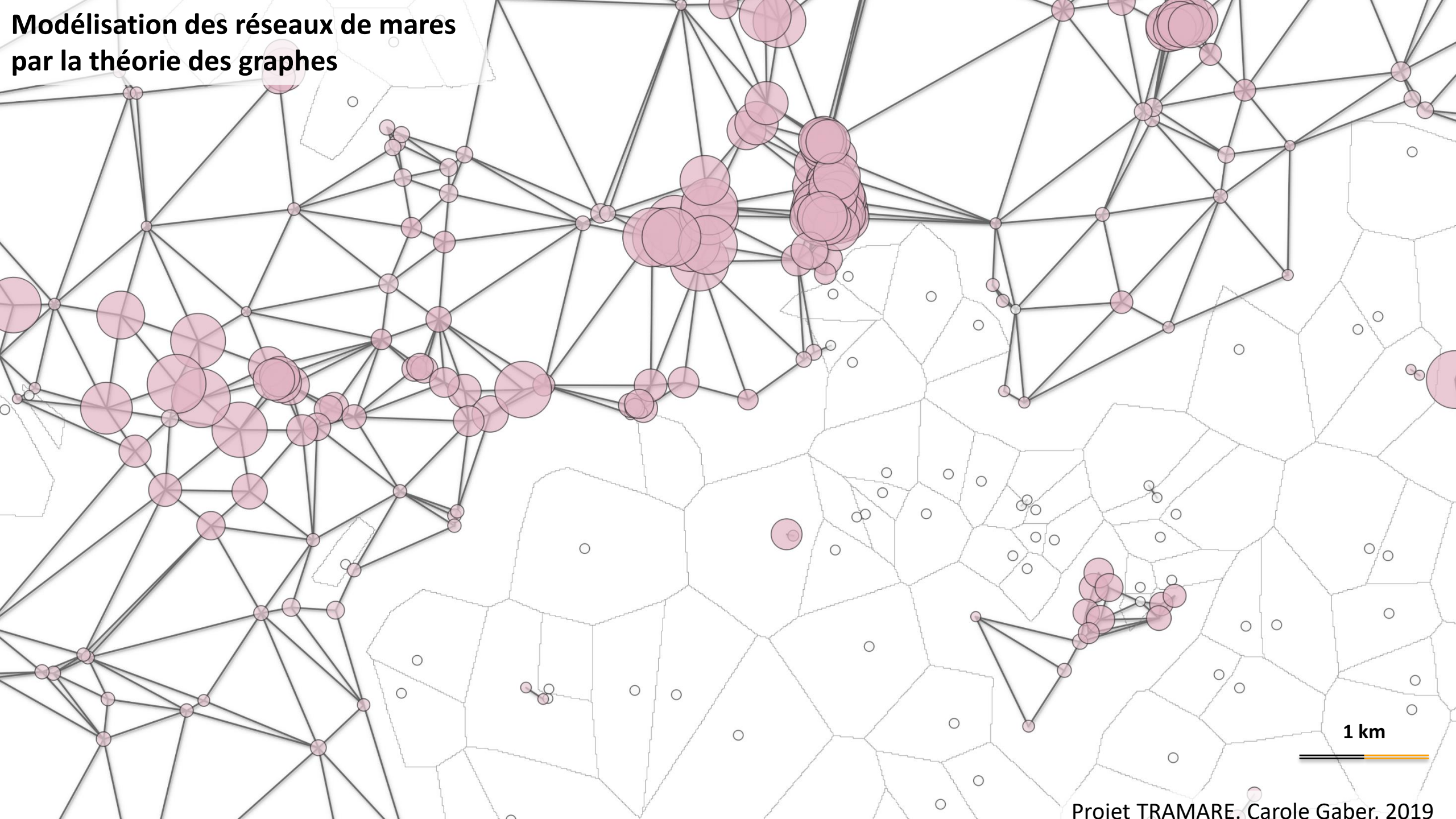


# Calcul des chemins de moindre coût entre les mares



1 km

# Modélisation des réseaux de mares par la théorie des graphes

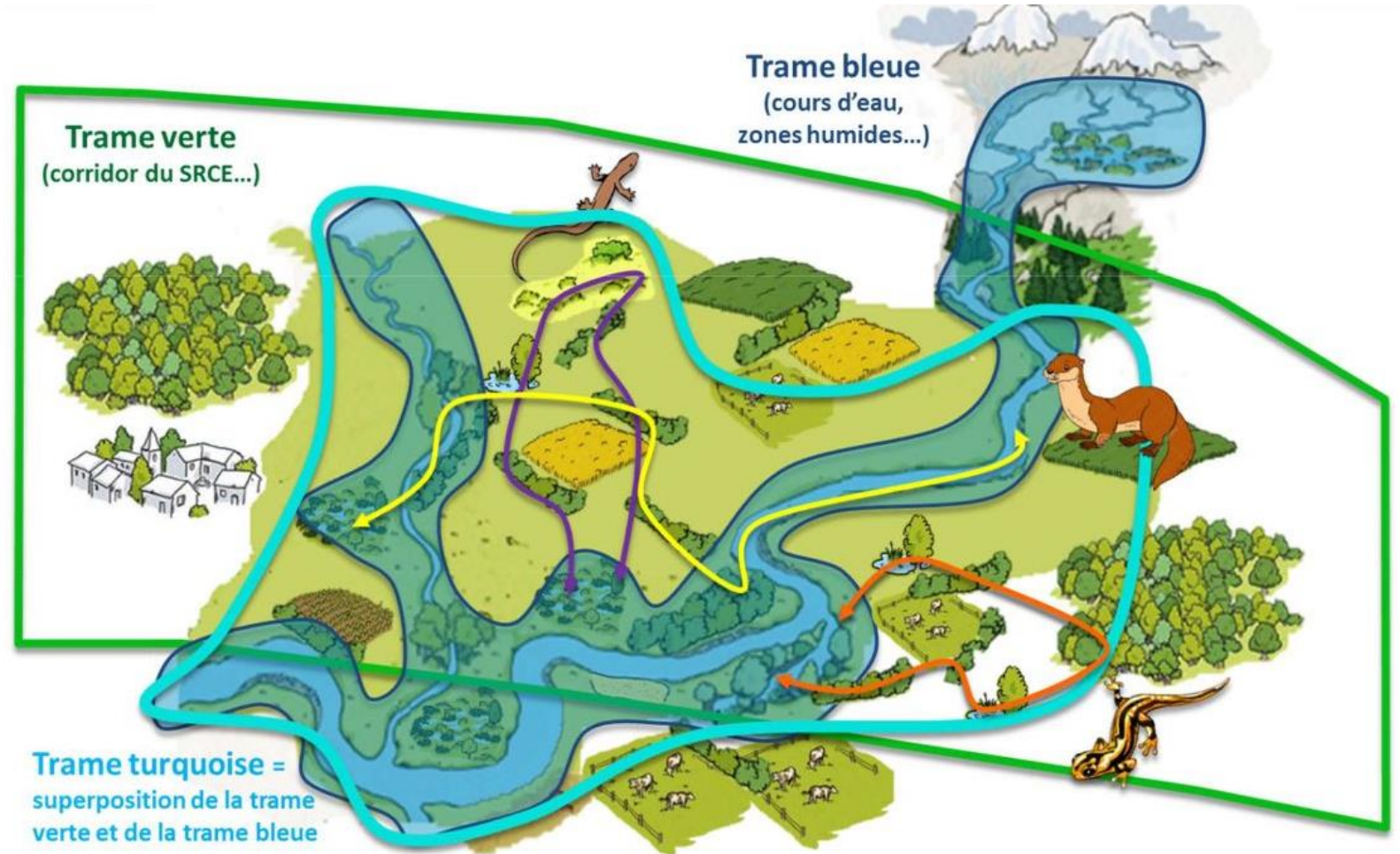
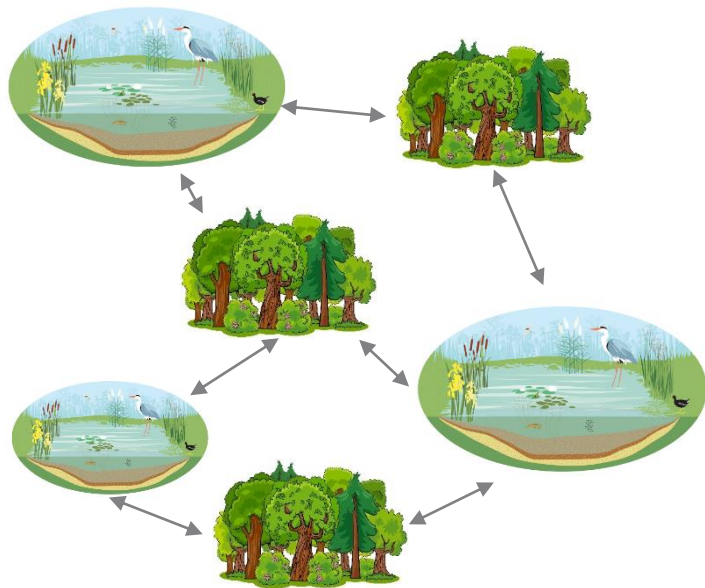




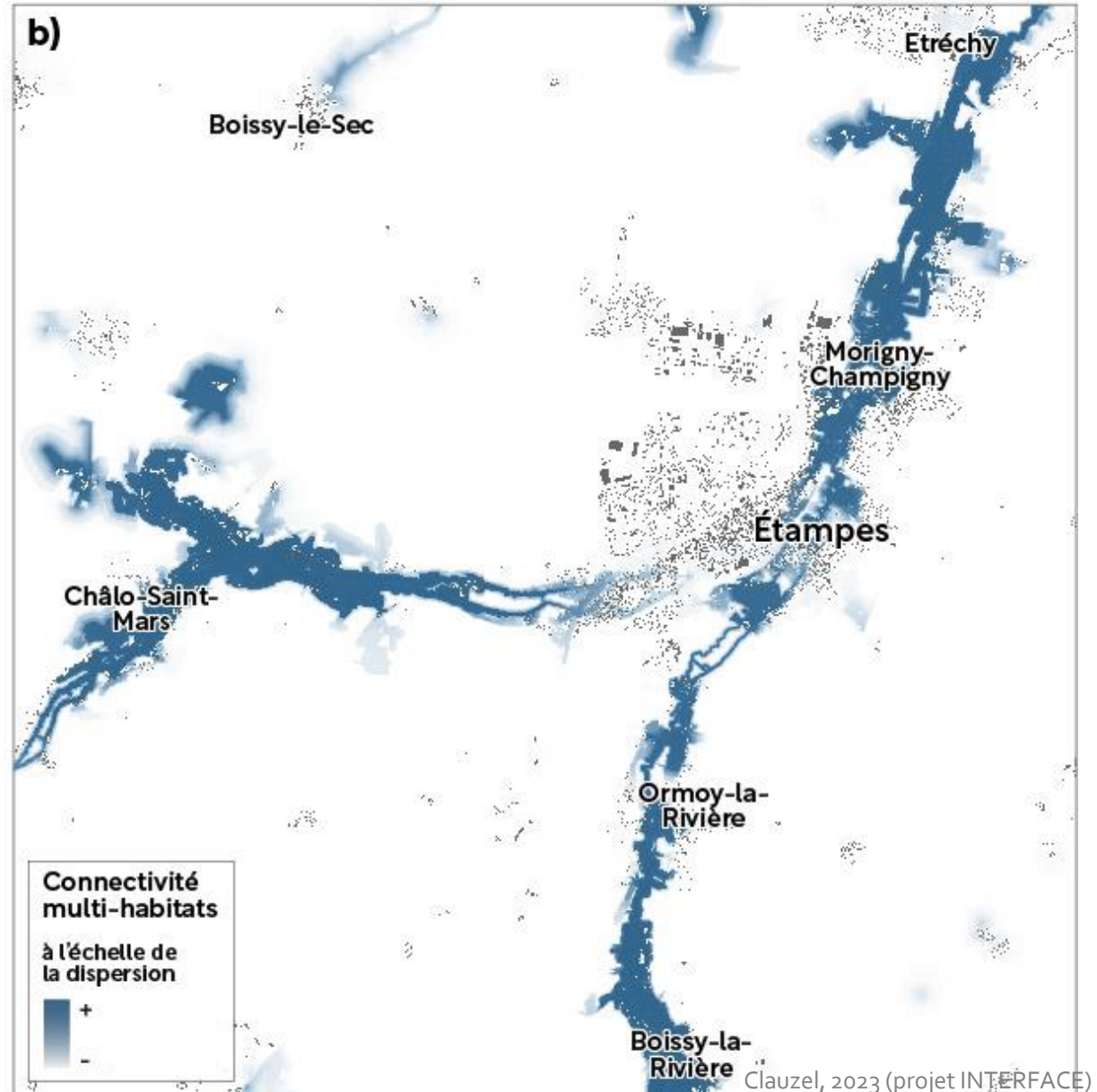
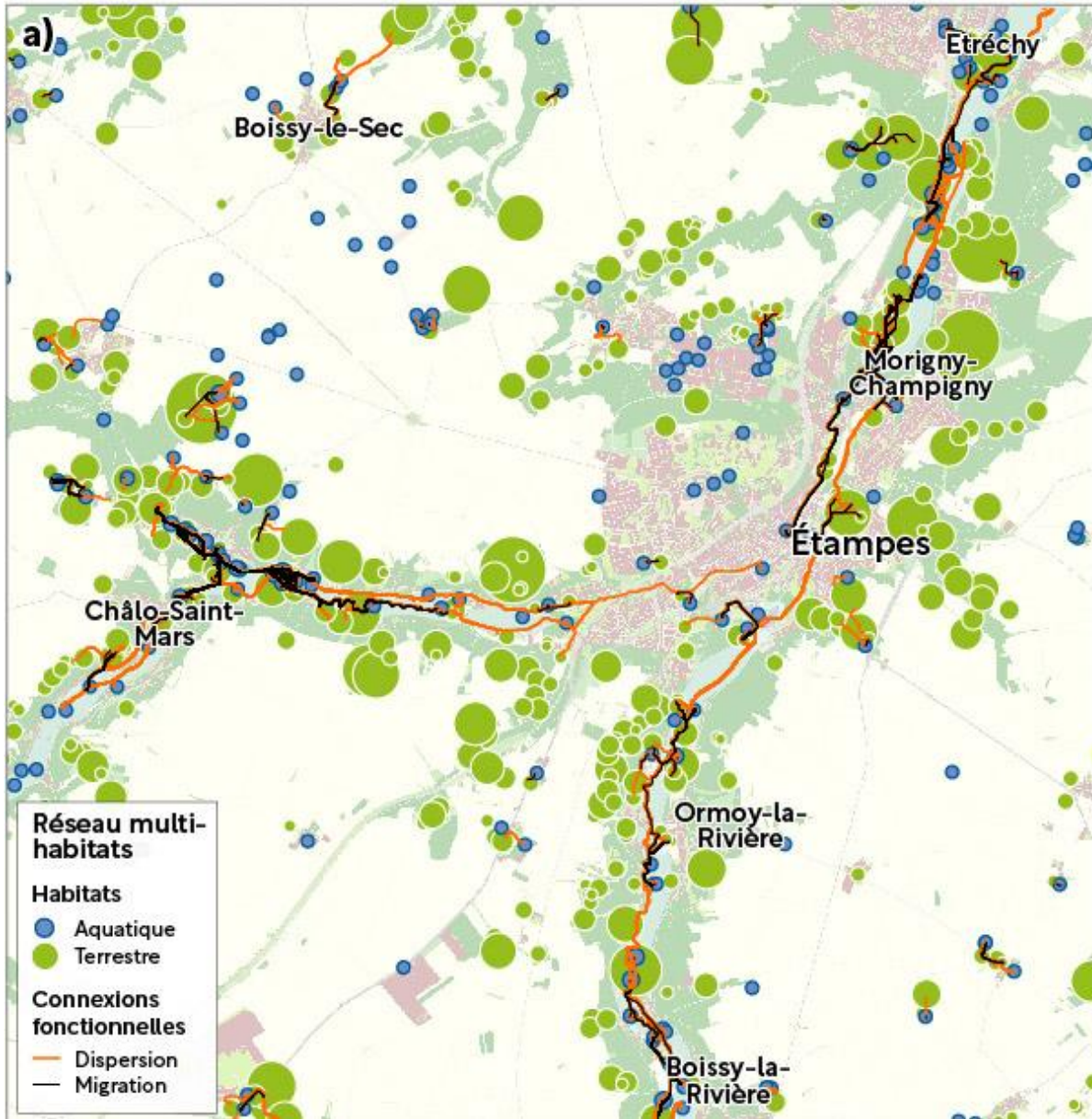
# Projet INTERFACE (2022-2023)



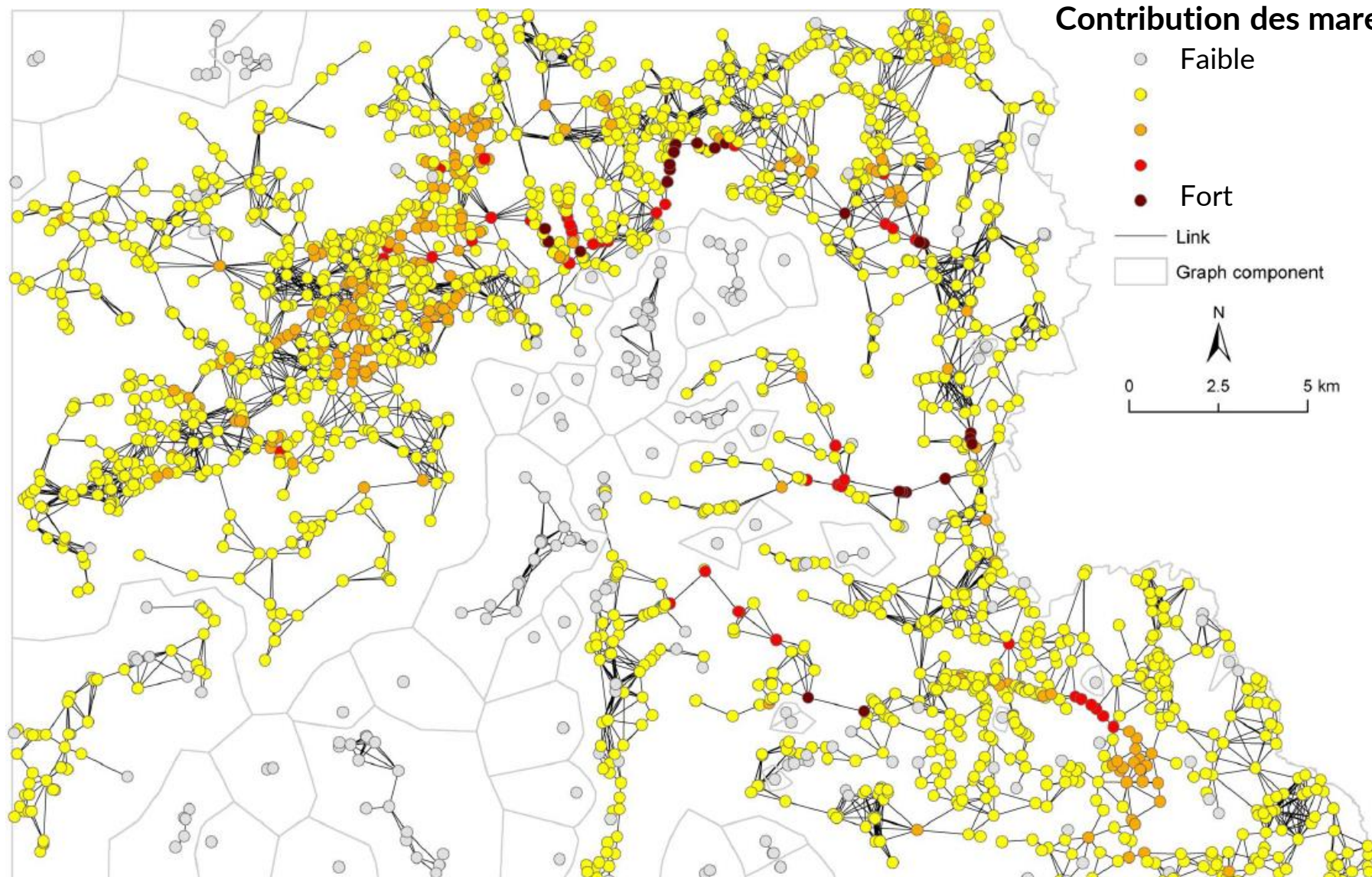
## Élargissement à la trame turquoise



# Diagnostic de la connectivité des réseaux de mares et de la trame turquoise



# Identifier les habitats et les corridors à préserver en priorité

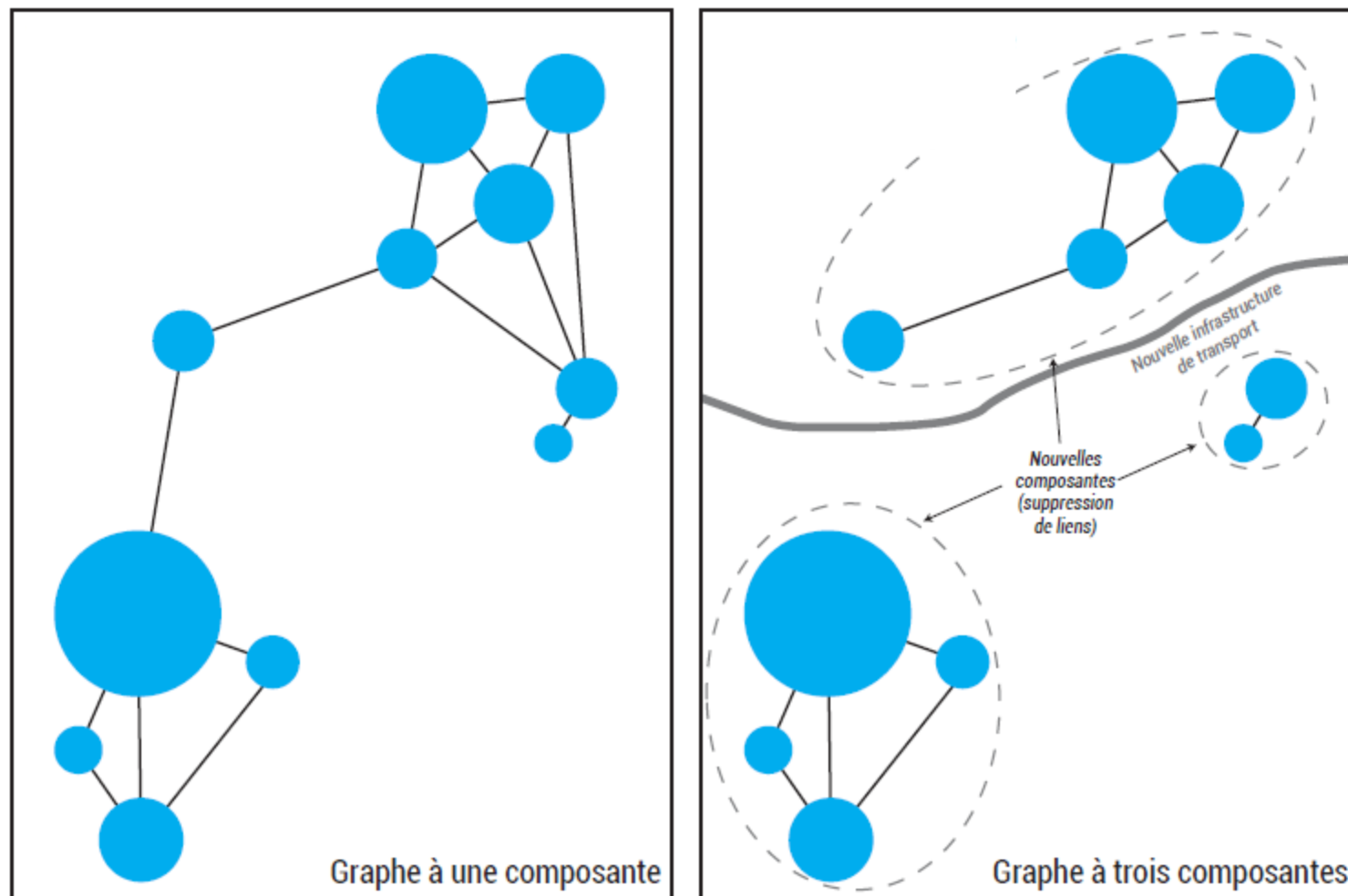


Contribution des mares à la connectivité du réseau

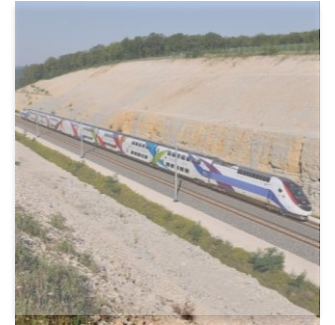
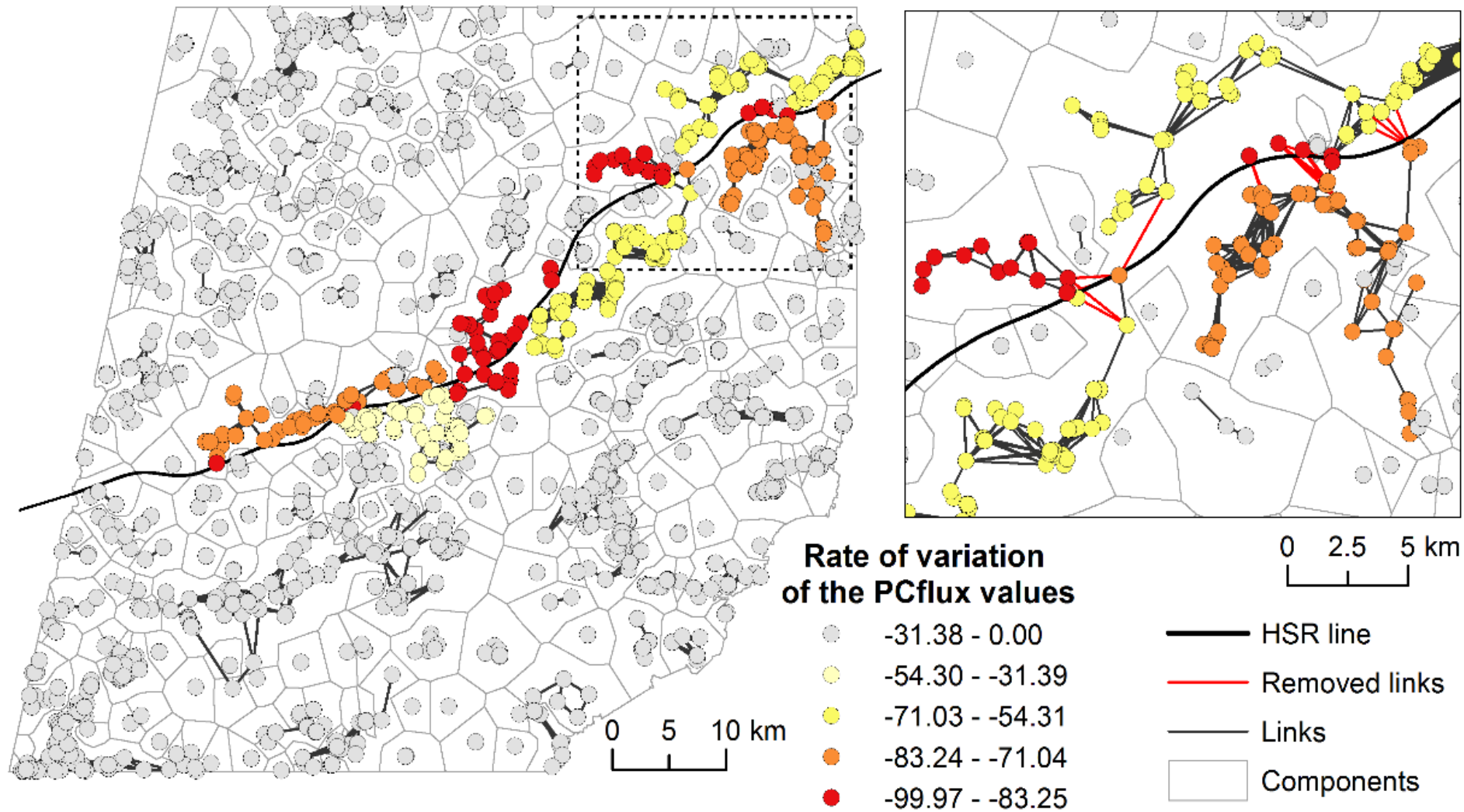
- Faible
  - (Yellow)
  - (Orange)
  - (Dark Red) Fort
  - Link
  - Graph component
- N
- 0 2.5 5 km

*Réseau de mares en  
Franche-Comté*

# Évaluation des impacts d'un projet d'aménagement sur le réseau de mares



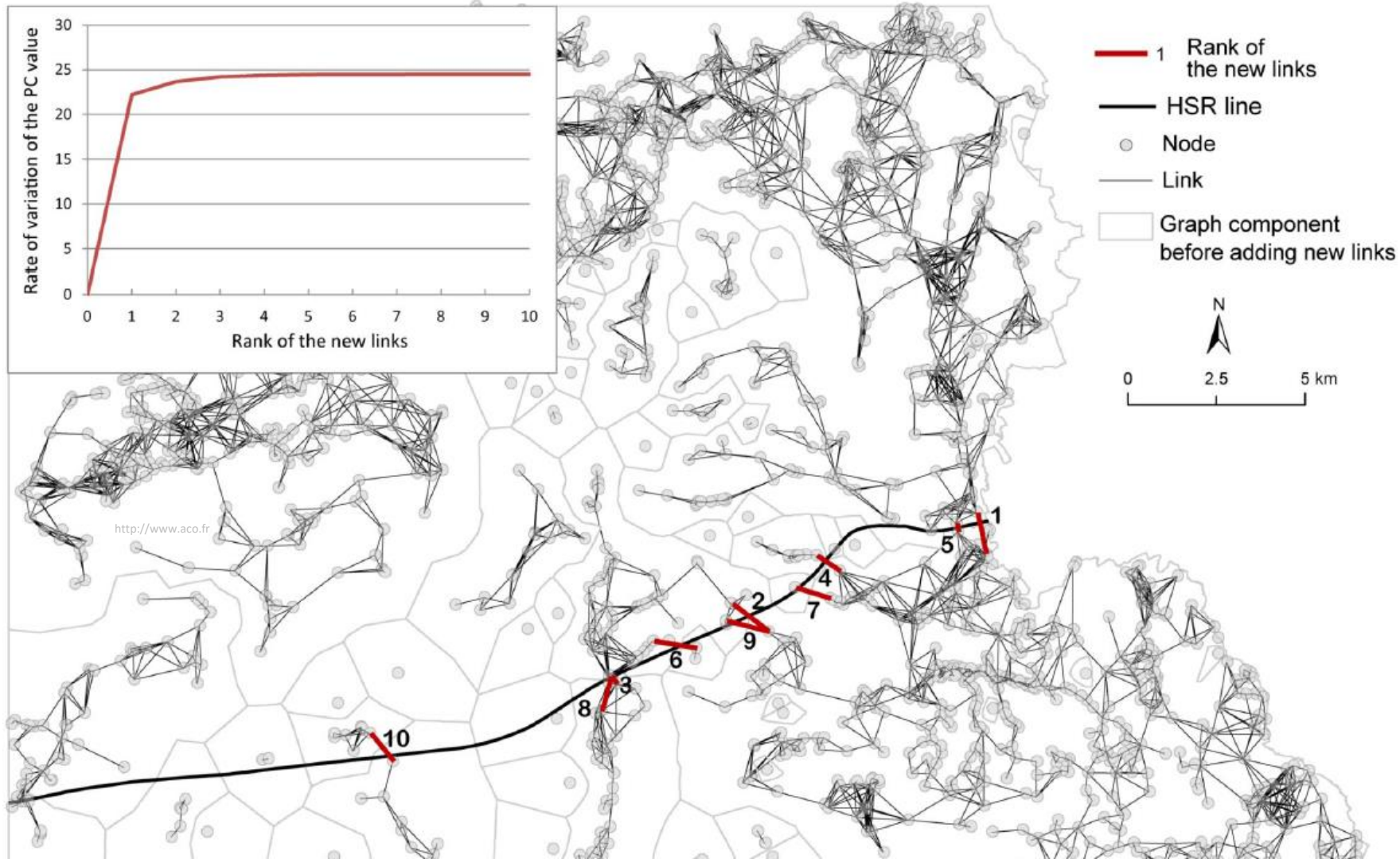
# Évaluation des impacts d'un projet d'aménagement sur le réseau de mares



Clauzel, 2013 (projet GRAPHAB)

*Mares subissant une baisse potentielle de connectivité en raison des déconnexions provoquées par la LGV Rhin-Rhône.*

# Identification des « meilleurs » emplacements pour restaurer les connexions



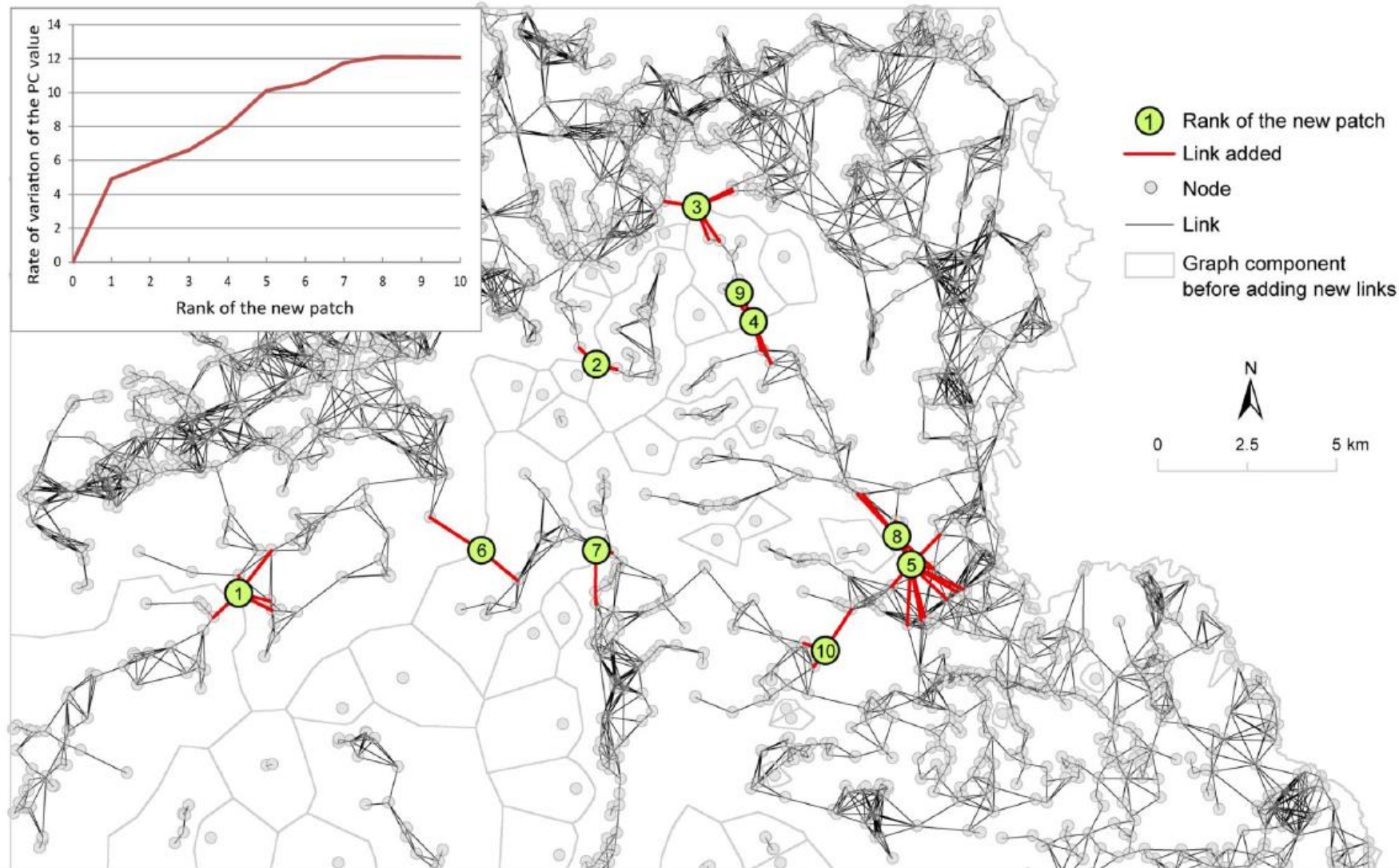
Clauzel, 2013 (projet GRAPHAB)

*Hierarchisation des zones de reconnexion du réseau de mares le long de la LGV Rhin Rhône*

<http://www.aco.fr>



# Identification des « meilleurs » emplacements pour restaurer des habitats



Rainette arboricole  
(*Hyla arborea*)

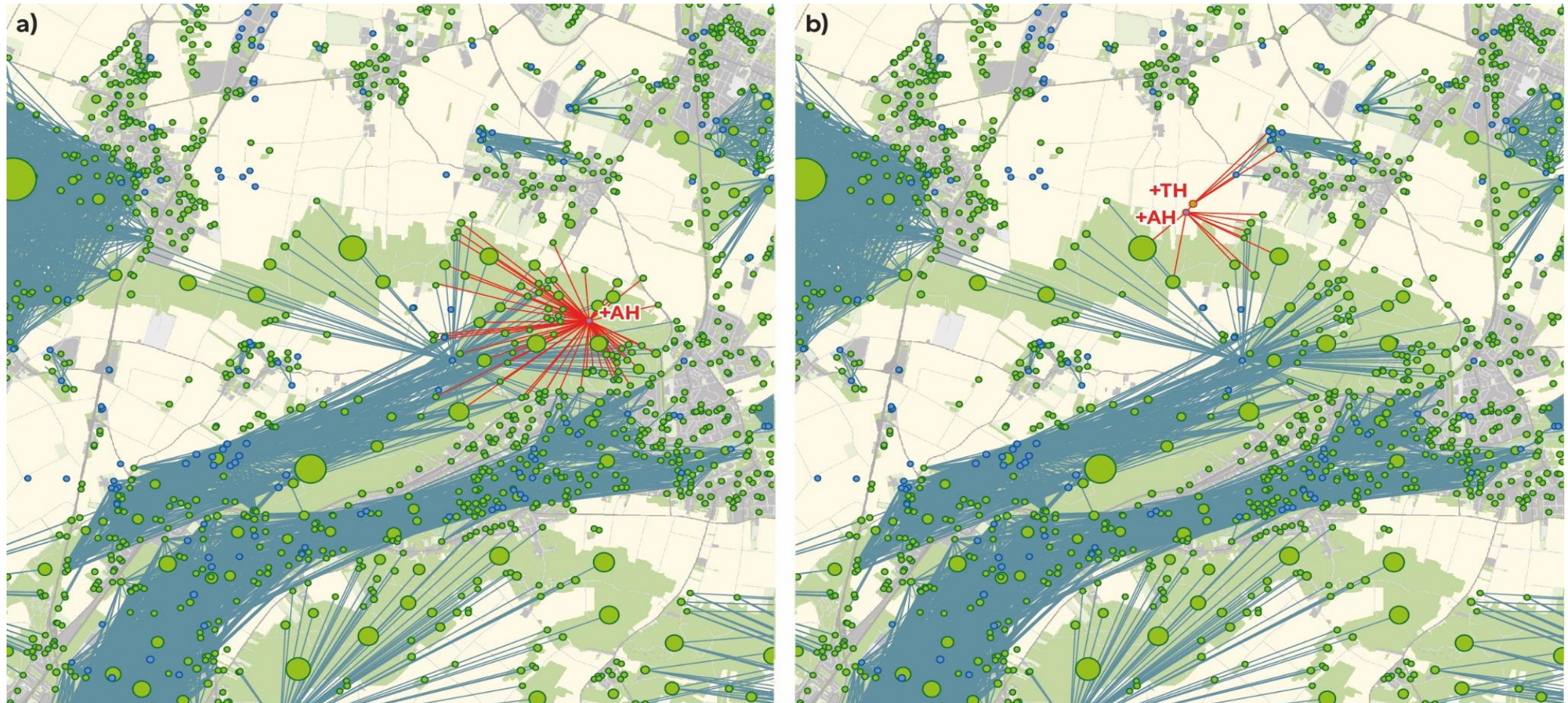
Clauzel, 2013 (projet GRAPHAB)

*Hierarchisation des zones pour la restauration des mares en vue de renforcer le réseau*

# Identification des « meilleurs » emplacements pour restaurer des habitats

Application à la trame turquoise pour les habitats aquatiques et terrestres

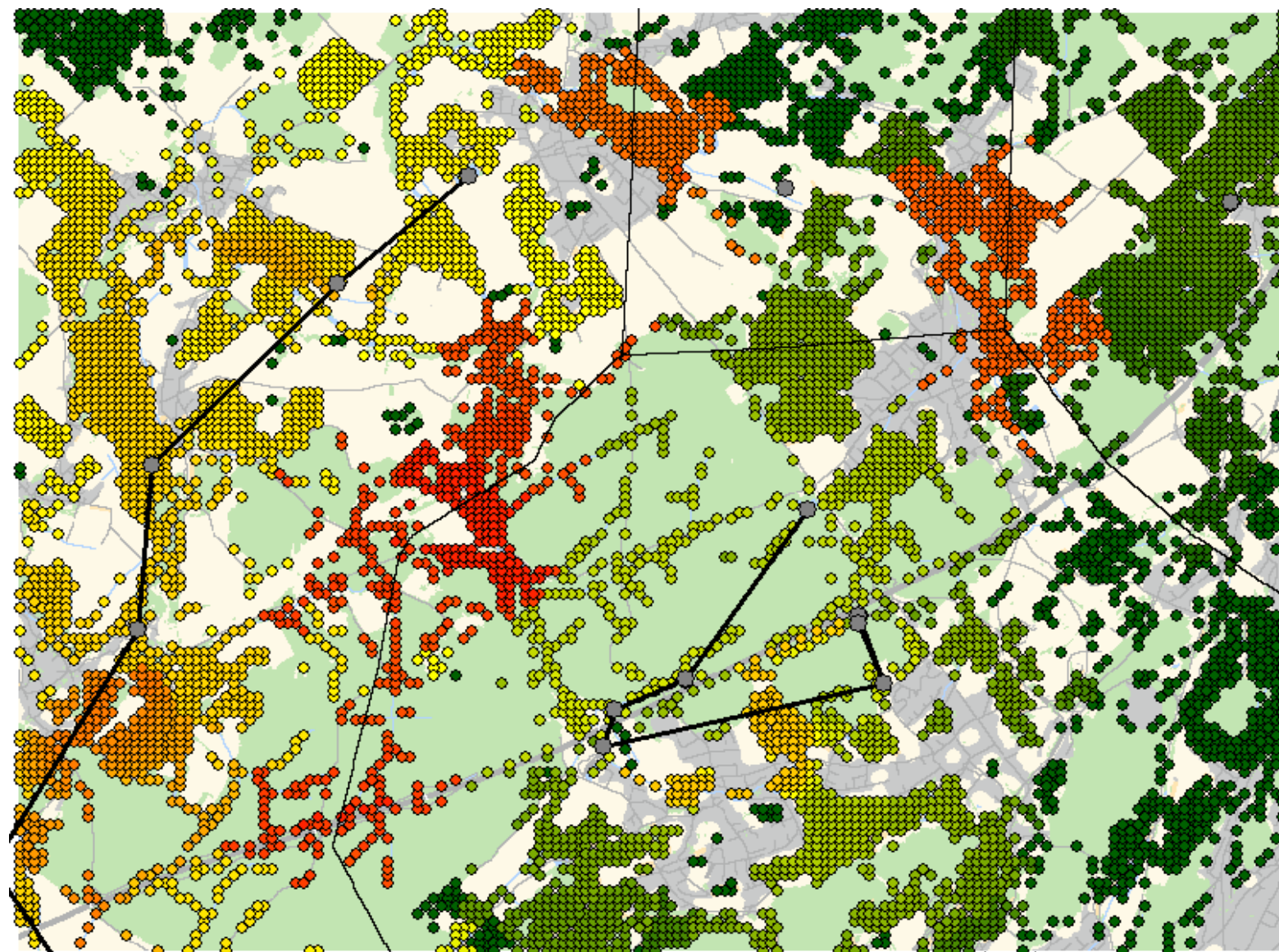
Projet INTERFACE (2022-2023)



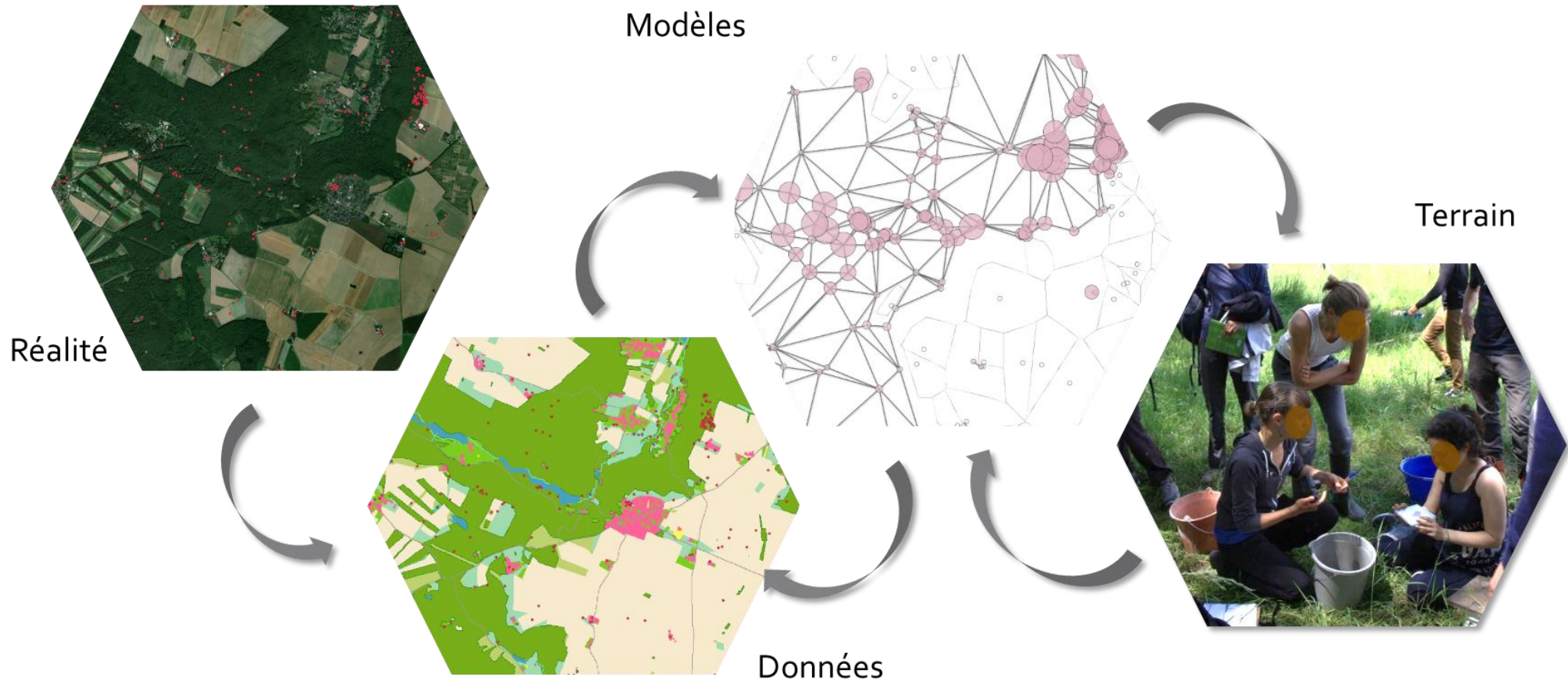
# Identification des « meilleurs » emplacements pour restaurer des habitats

La modélisation,  
un outil d'aide à la  
décision

- Cellule testées pour la création de la 1<sup>ère</sup> tache
- Gain fort de connectivité
- Gain faible de connectivité



# La modélisation, un outil d'aide à la décision pour mener des actions de terrain intégrant la connectivité du paysage





# Merci pour votre attention

Céline Clauzel

[celine.clauzel@univ-paris1.fr](mailto:celine.clauzel@univ-paris1.fr)



<https://graphab2024.sciencesconf.org/>