



12<sup>e</sup> journée des gestionnaires d'espaces naturels de Bourgogne-Franche-Comté  
« Des nouvelles technologies au service de la gestion des espaces naturels »

SESSION 2 - Télédétection et modélisation cartographique

# **Graphab, un outil pour modéliser et gérer les réseaux écologiques**

**Laboratoire ThéMA UMR 6049 / CNRS Université de Franche-Comté**

**Ligue pour la Protection des Oiseaux de Bourgogne Franche-Comté**

*Xavier Girardet / Amélie Vaniscotte*

*Enseignant-Chercheur / Chargée de mission*

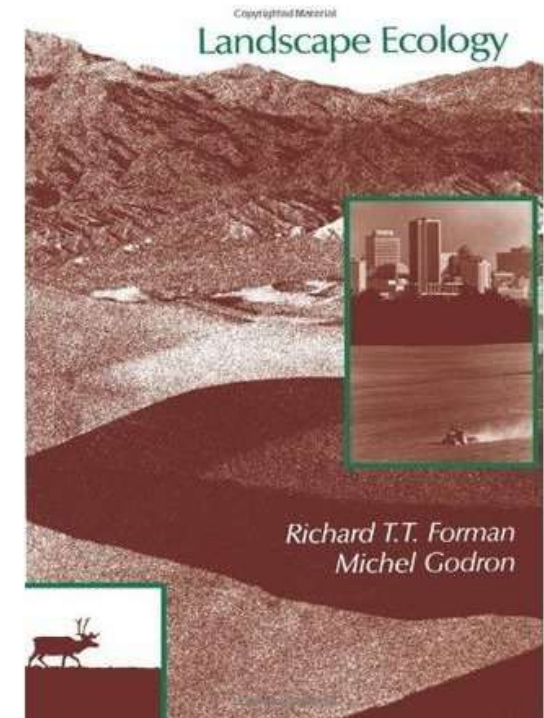
# Ecologie du paysage, politiques de protection et modélisation

## Ecologie du paysage

Domaine interdisciplinaire  
écologie, géographie, aménagement, urbanisme...

### 3 principes fondamentaux

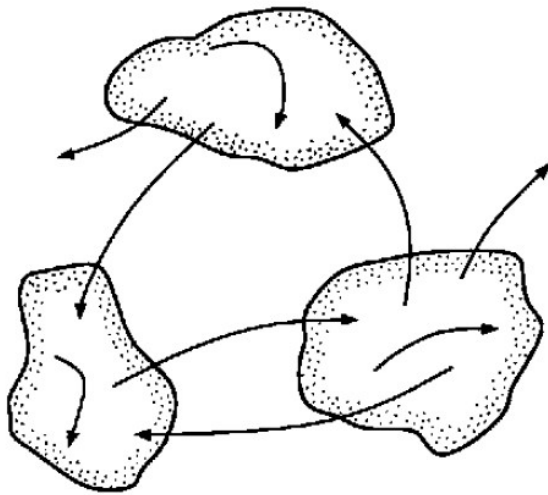
- rôle de l'hétérogénéité spatiale sur les processus écologiques
- paysage = niveau d'organisation des écosystèmes
- prise en compte explicite du facteur humain



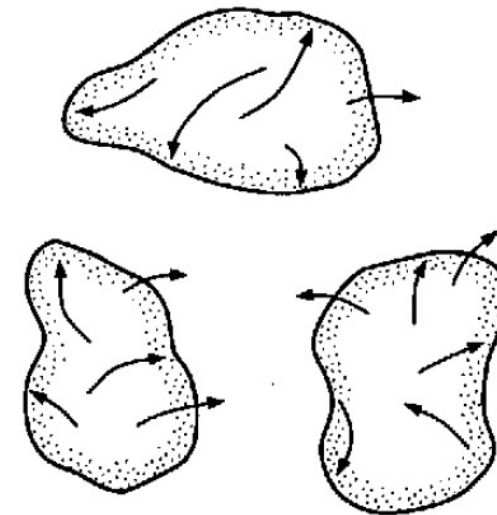
# Ecologie du paysage, politiques de protection et modélisation

## Concept fondamental : la connectivité écologique

- Connectivité structurelle : telle que « donnée » par le paysage
- Connectivité fonctionnelle : tient compte des capacités de déplacement des espèces



Espèce à forte capacité de déplacement



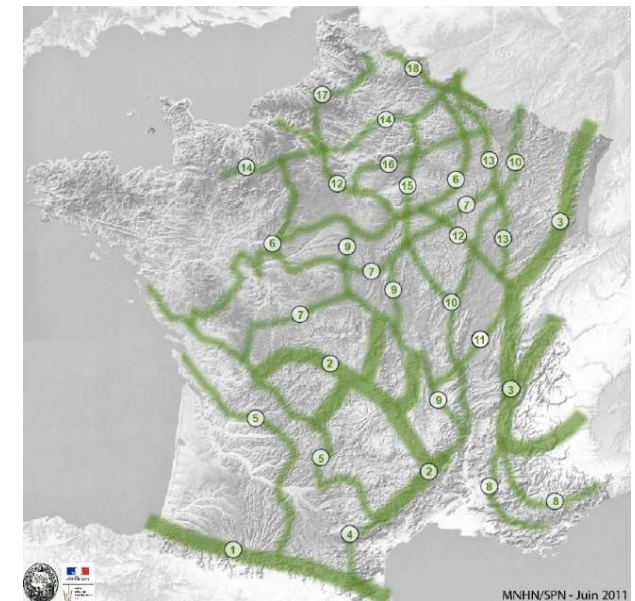
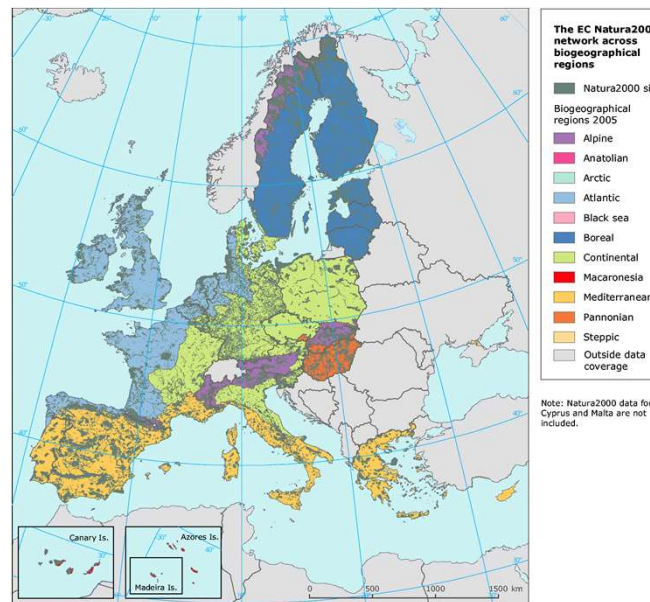
Espèce à faible capacité de déplacement

# Ecologie du paysage, politiques de protection et modélisation

## Connectivité des habitats

- Limite le risque d'extinction
- Facilite les changements d'aire de distribution
- Facilite les migrations saisonnières et les mouvements quotidiens
- Influence la structure génétique des populations

Prise en compte  
 grandissante des  
 réseaux écologiques





# Ecologie du paysage, politiques de protection et modélisation

## Pourquoi modéliser ?

- Connaissance systématique des flux biologiques (démographie, déplacements) impossible par le terrain
- Fortes limites des approches cartographiques trop descriptives et subjectives

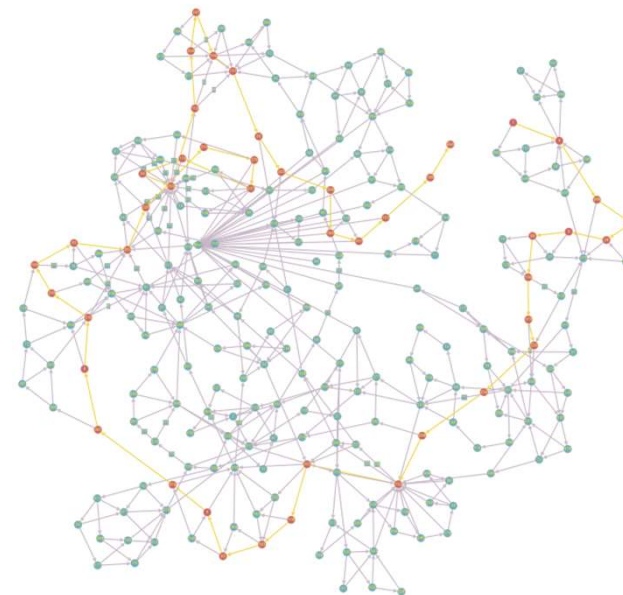
## Modéliser avec quels objectifs ?

- Connaissances sur le rôle du paysage sur le fonctionnement des écosystèmes
- Evaluation environnementale, aide à la prise de décision en aménagement et en conservation biologique

## Les graphes

### Définition générale

- Ensemble d'éléments mis en relation entre eux
- Transports · Réseaux sociaux · Chimie
- Graphiquement : Des nœuds et de liens

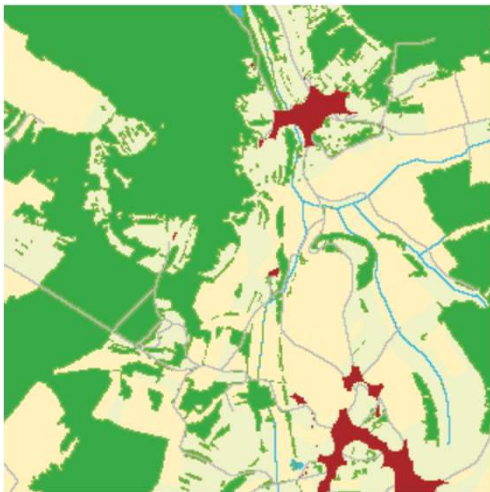


### Adaptés à l'écologie du paysage

- Modélisation des interactions potentielles entre les taches d'habitats
- Prise en compte des traits fonctionnels de l'espèce cible (faune)

## Les graphes paysagers

### Construction du modèle



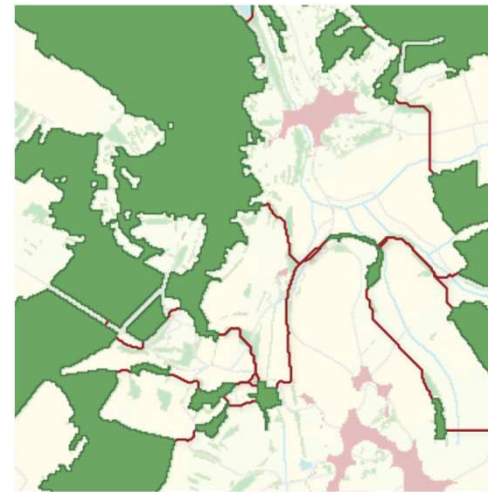
#### Donnée en entrée

Occupation du sol  
Paysage qui influence  
les déplacements



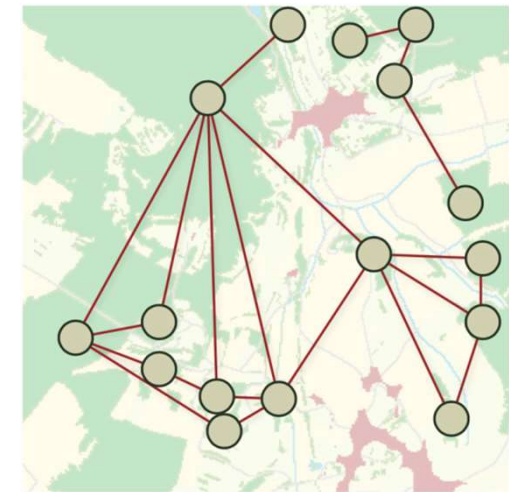
#### Identification des taches d'habitat

Espaces liés au cycle  
de vie (abri, chasse,  
reproduction ...)



#### Identification des liens

Relations entre les  
taches (déplacement)



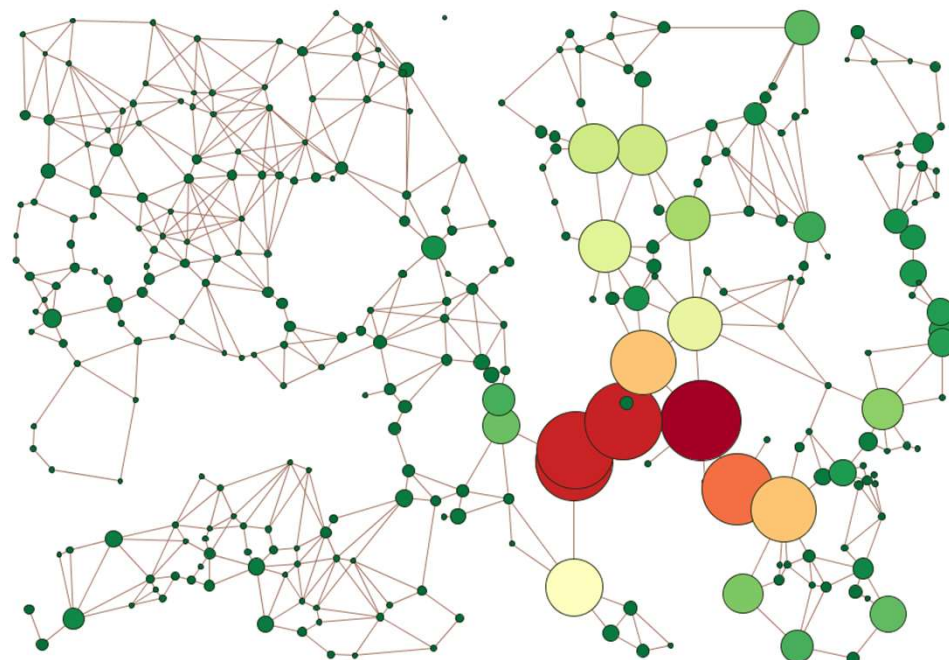
#### Traduction en graphe

Objet mathématique  
Calcul d'indices  
Modification simple

## Les graphes paysagers

### Diagnostic et analyses prospectives

- Quantifier la connectivité,  
Hiérarchiser les éléments du réseau
  - Comprendre la dispersion des espèces
  - Cibler les zones à protéger/restaurer  
ou à déconnecter
- Modifier le paysage / le graphe
  - Tester l'impact de différents scénarios  
d'aménagement ou de gestion de l'espace  
sur la connectivité





Graphab est composé de 4 modules





12<sup>e</sup> journée des gestionnaires d'espaces naturels de Bourgogne-Franche-Comté  
« Des nouvelles technologies au service de la gestion des espaces naturels »

SESSION 2 - Télédétection et modélisation cartographique



Jean-Christophe Foltête, Professeur  
Laboratoire ThéMA, Université de Bourgogne-Franche-Comté



Gilles Vuidel, Ingénieur de recherche CNRS  
Laboratoire ThéMA



Céline Clauzel, Maître de conférences  
LADYSS, Université Paris Diderot



Marc Bourgeois, Maître de conférences  
Laboratoire EVS, Université Lyon 3 Jean Moulin



Yohan Sahraoui, Maître de conférences  
Laboratoire ThéMA, Université de Bourgogne-Franche-Comté



Paul Savary, Post-doctorant  
Laboratoire ThéMA, Université de Bourgogne-Franche-Comté



Anissa Bellil, Doctorante  
Laboratoire ThéMA, Université de Bourgogne-Franche-Comté



## Offre de formation 2022

### Initiation

- 1<sup>er</sup> et 2 juin 2023

### Utilisation avancée / perfectionnement

- 7 et 8 décembre 2023

<https://sourcesup.renater.fr/www/graphab>





12<sup>e</sup> journée des gestionnaires d'espaces naturels de Bourgogne-Franche-Comté  
« Des nouvelles technologies au service de la gestion des espaces naturels »

SESSION 2 - Télédétection et modélisation cartographique

# **Analyse des continuités multi-habitats et multi-espèces pour les territoires**

***Démarche méthodologique et applications***

- ✓ Travail partenarial: structures productrices et gestionnaires de données, experts taxonomiques, ingénieurs/chercheurs
- ✓ Pour les collectivités, structures gestionnaires, ...etc.

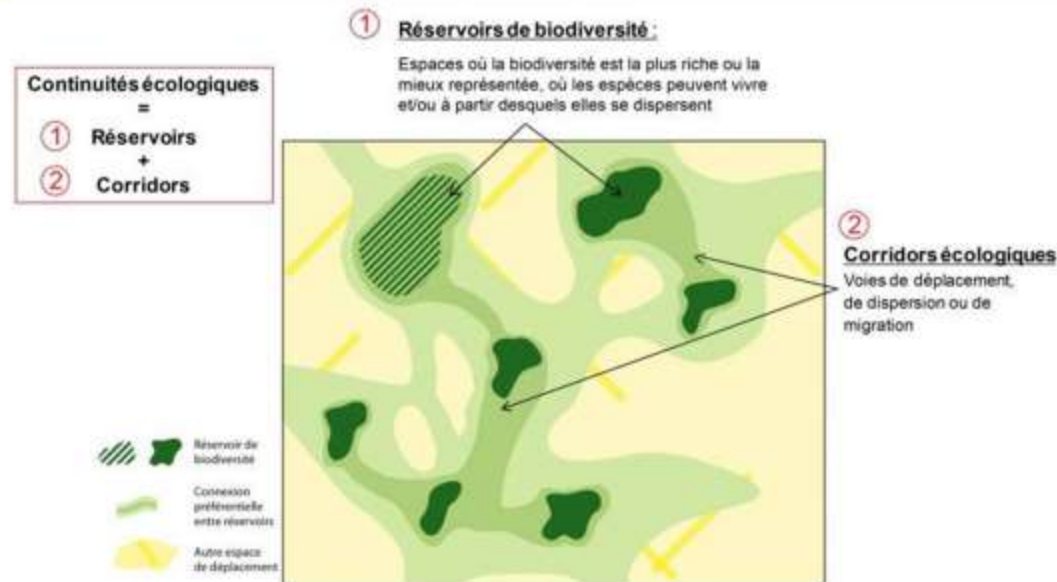


### Objectifs appliqués:

⇒ Préservation, voire la restauration des **habitats** et des **continuités écologiques**

⇒ Apporter des éléments pour la révision des documents d'objectifs Natura 2000, des SCOTs ou des futurs documents d'urbanisme (PLUi, PLU et cartes communales)

## Les continuités écologiques c'est quoi ?



## Continuités écologiques

=

Réservoirs de biodiversité/cœurs de nature

+

Corridors écologiques qui les relie

Exemple 1

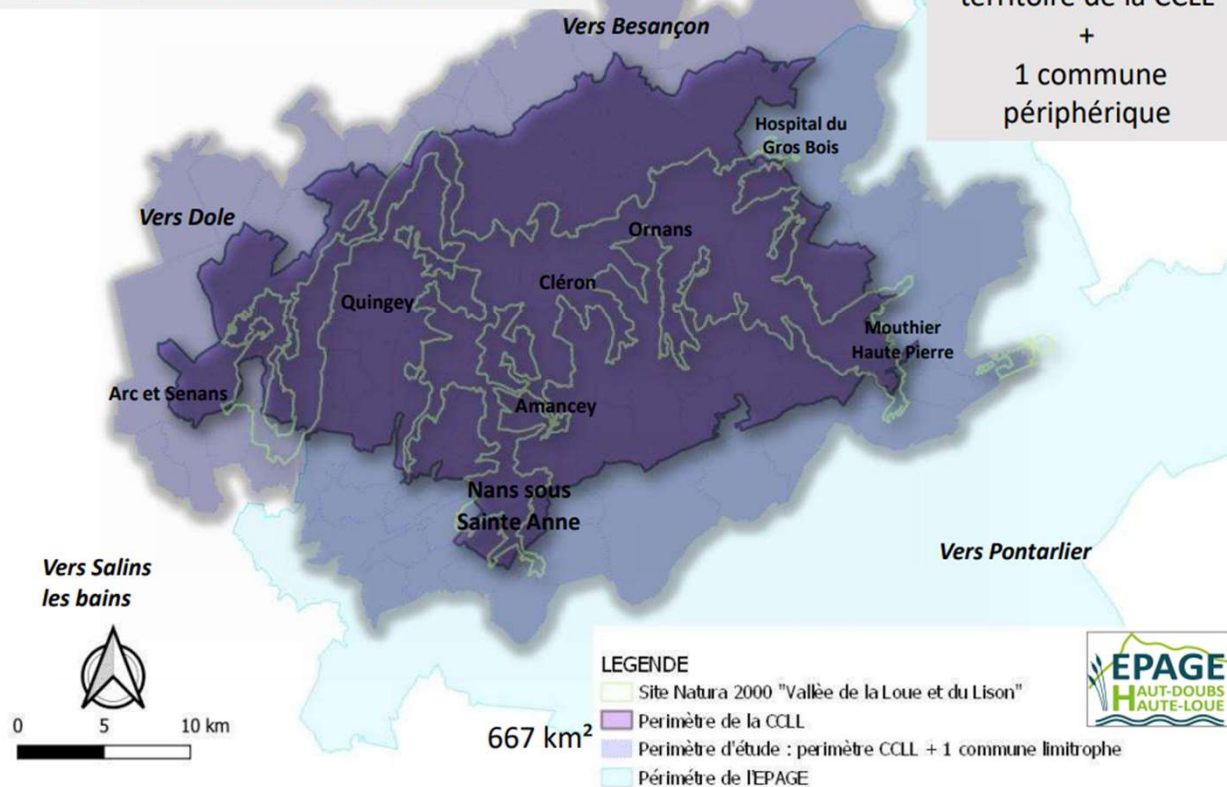
EPAGE Haut-Doubs Haute-Loue, (2020)

**Identification des continuités  
 écologiques et des enjeux relatifs au  
 patrimoine naturel du territoire de la  
 communauté de communes Loue-Lison**

Contexte : site d'étude

1/3 du territoire de la CCLL en Natura 2000

**Site d'étude =**  
 territoire de la CCLL  
 +  
 1 commune  
 périphérique



## Exemple 2



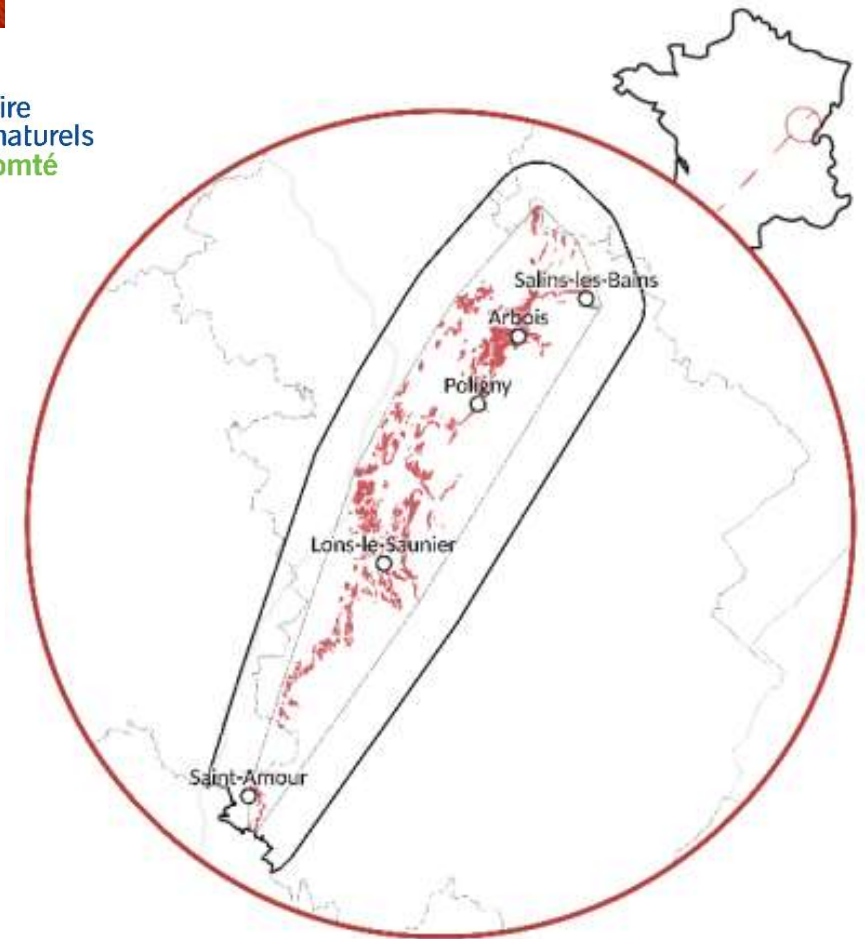
AGIR pour la  
BIODIVERSITÉ  
BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ



### **Analyse des continuités écologiques des habitats associés au vignoble jurassien**

Objectifs :

- Identifier les réservoirs et les continuités écologiques des habitats associés au vignoble jurassien
- Développer un outil d'aide à la décision intégrant la notion de connectivité paysagère à la gestion et l'aménagement des parcelles de vignes

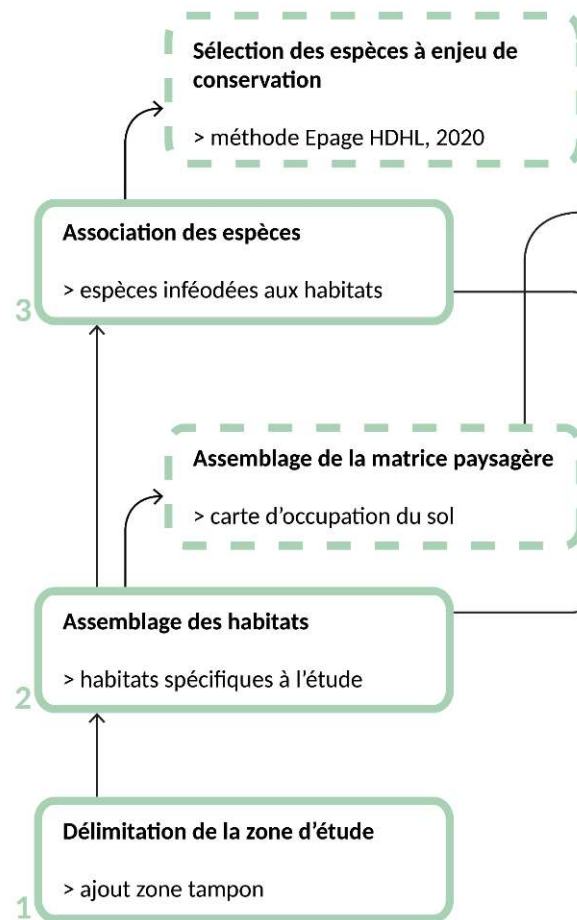


Carte 1. Zone d'étude avec parcelles de vignes et parcelles AOC viticole  
(source : Florie Poirel, 2021)



## Démarche méthodologique

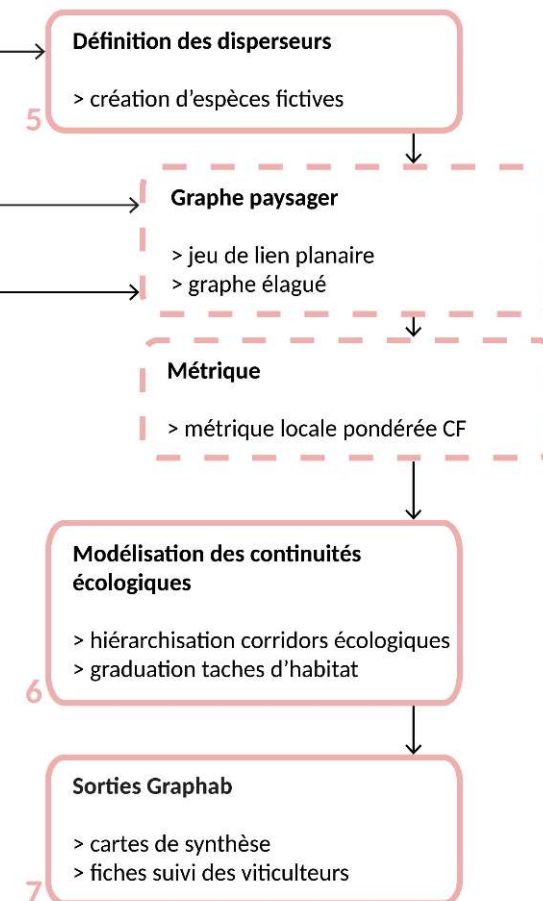
### PHASE 1 : PRÉPARATION DES DONNÉES



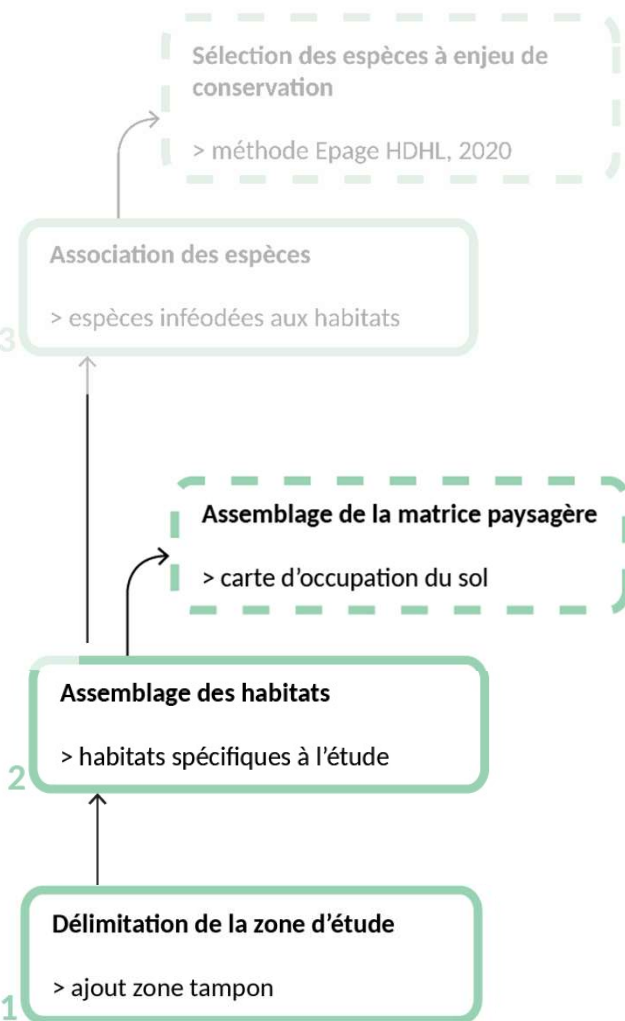
### PHASE 2 : DÉFINITION DES RÉSERVOIRS



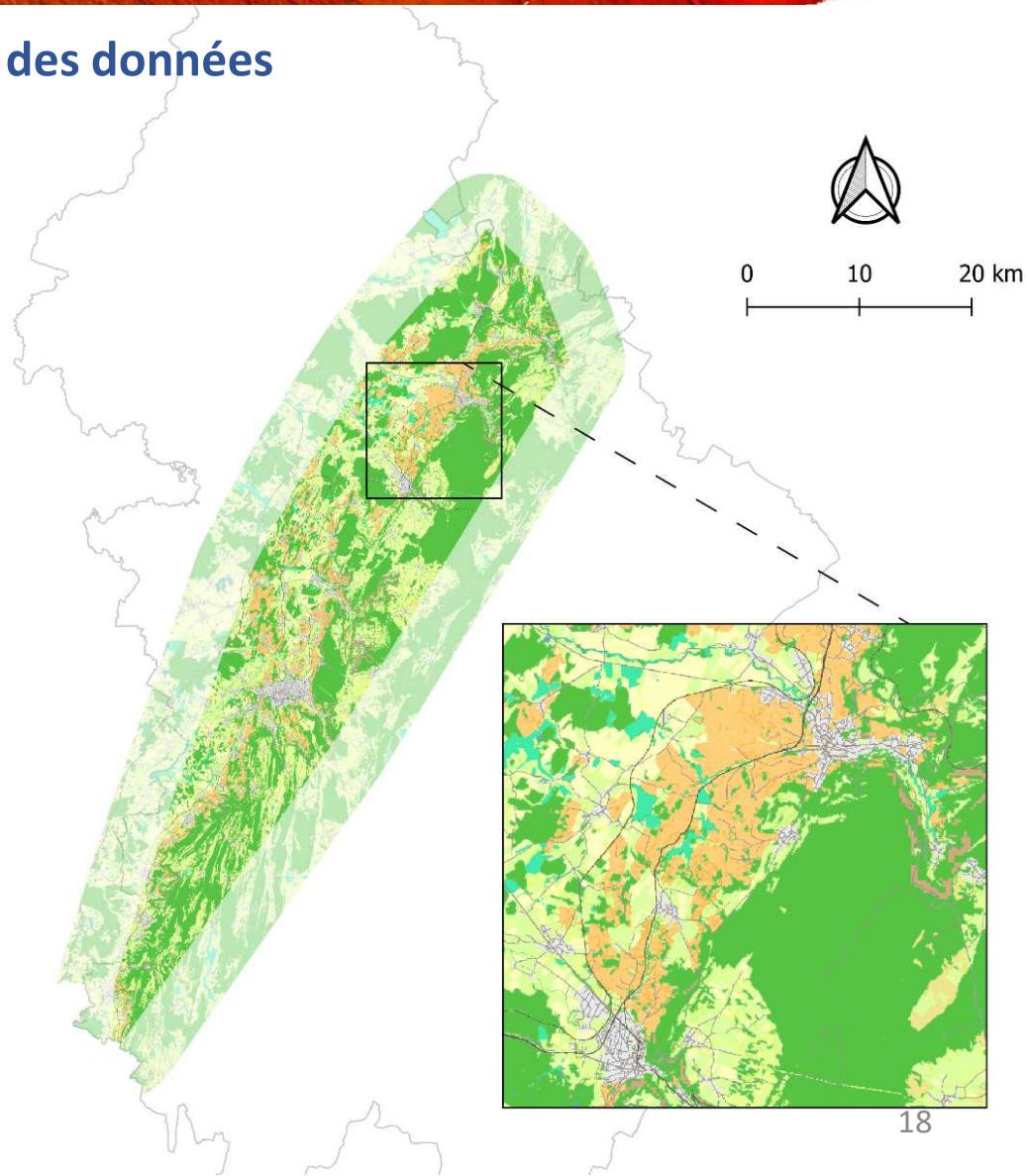
### PHASE 3 : ANALYSE DE CONTINUITÉ

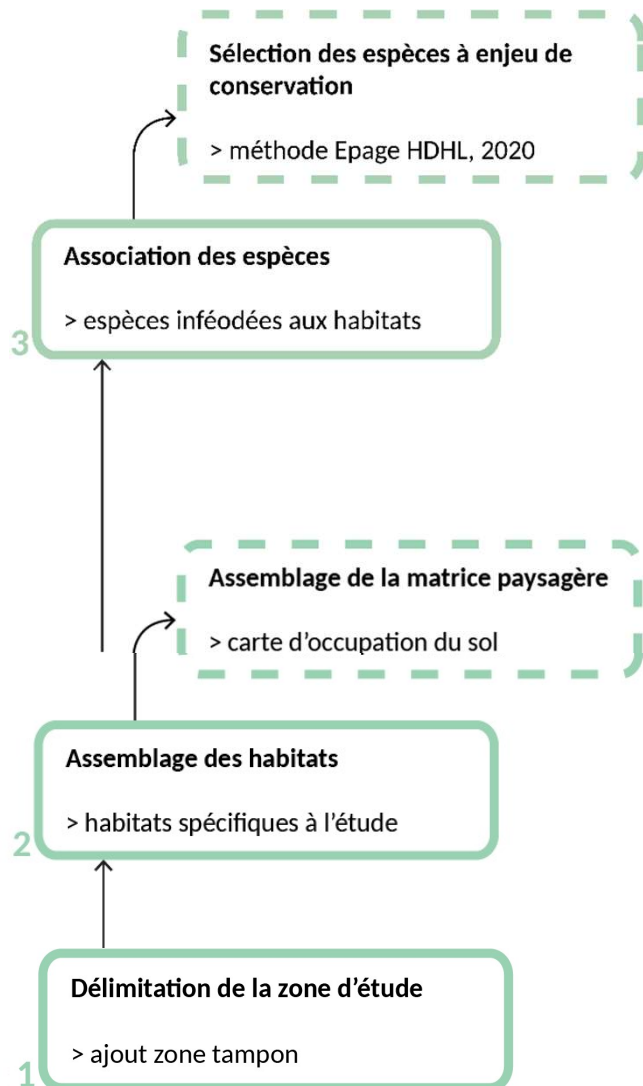


### Phase 1 : Préparation des données



- Milieux xériques
- Milieux humides
- Milieux rupestres et bâti
- Milieux aquatiques
- Carrières
- Transports secondaires
- Lisières forestières
- Milieux forestiers
- Haies milieux vignes
- Milieux vignes
- Haies milieux prairiaux et bocagers
- Milieux prairiaux et bocagers
- Haies milieux cultivés
- Milieux cultivés
- Milieux urbains
- Transports principaux





## Phase 1 : Préparation des données

- Croisement des différents statuts de conservation et de protection (ZNIEFF, APPB,..)
- Niveaux d'enjeu :
  - **Moyen** espèce non menacée mais déterminante, reproductrice, presque menacée
  - **Fort** espèce vulnérable, directive habitats-faune-flore, espèce rare
  - **Très fort** espèce en danger d'extinction, déterminante de ZNIEFF, faisant l'objet d'un plan de conservation régional ou national

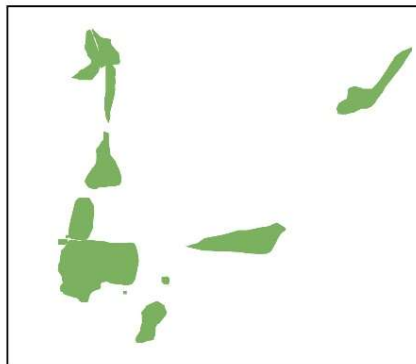
## Phase 2 : Définition des réservoirs

Identification des réservoirs de biodiversité

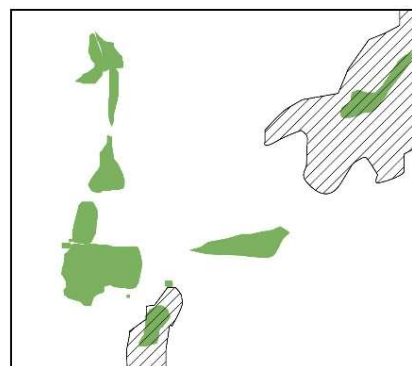
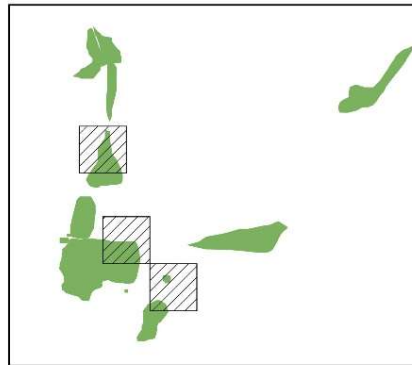
> méthode Epage HDHL, 2020

4

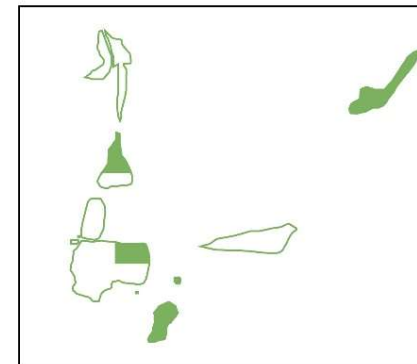
2 données de présence (*majoritairement opportunistes*)



1 taches d'habitat



3 zonages de protection




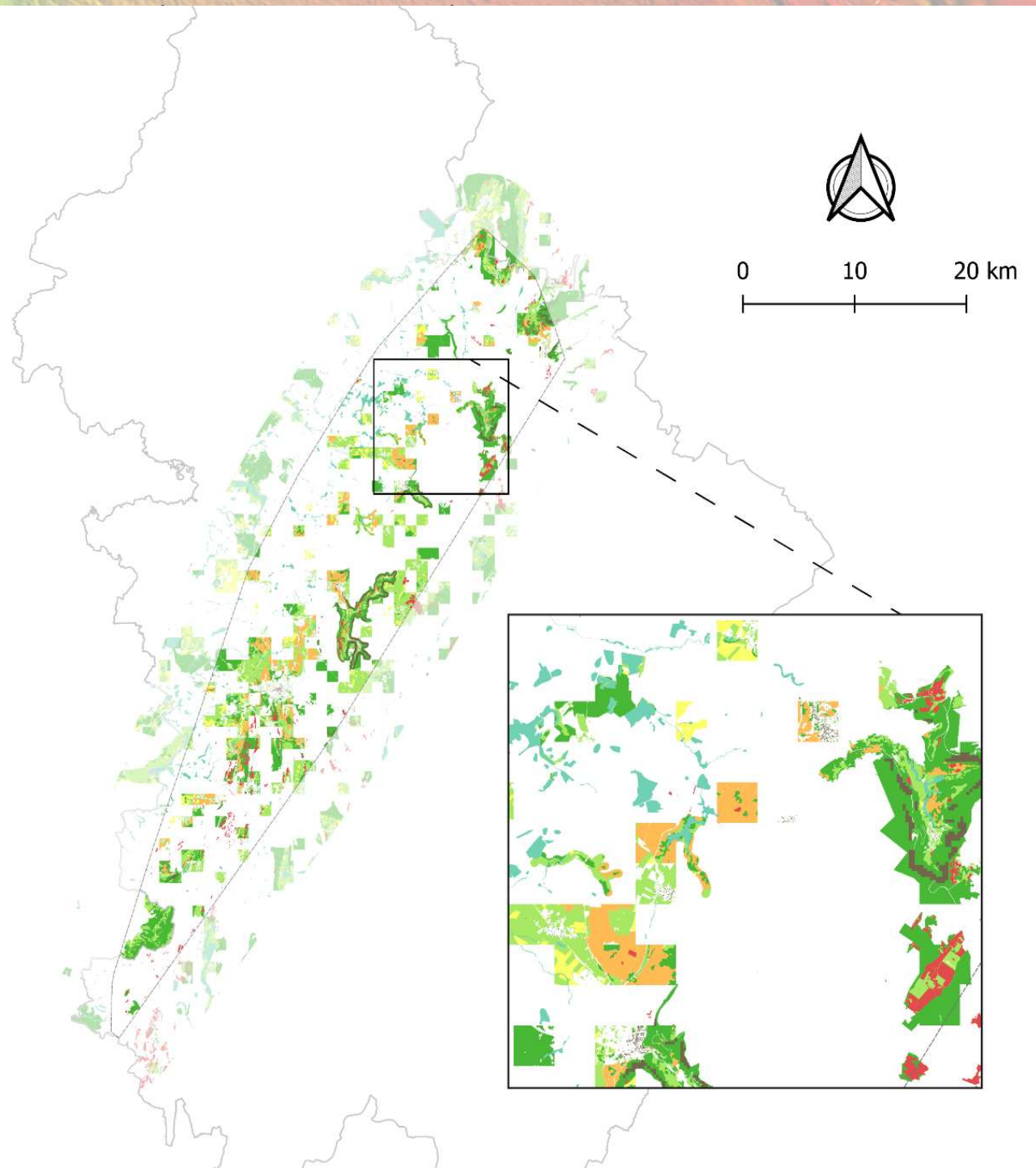
4 réservoirs de biodiversité



## Résultat

## Réservoirs de biodiversité

- Milieus xériques 
- Milieus humides 
- Milieus vignes 
- Milieus rupestres et bâti 
- Milieus forestiers 
- Milieus prairiaux et bocagers 
- Milieus cultivés 



### Phase 3 : Analyse de continuité

#### Définition des disperseurs

> création d'espèces fictives

#### Graphe paysager

> jeu de lien planaire  
> graphe élagué

#### Métrieque

> métrieque locale pondérée CF

#### Modélisation des continuités écologiques

> hiérarchisation corridors écologiques  
> graduation taches d'habitat

#### Sorties Graphab

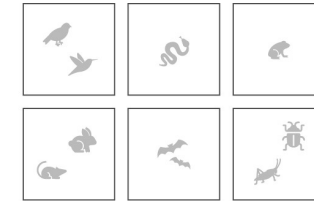
> cartes de synthèse  
> fiches suivi des viticulteurs



Cortège d'espèces associées à un habitat



Sélection des espèces à enjeux de conservation



Regroupement par groupe taxonomique

Création d'espèces virtuelles

Définition des comportements (valeurs de résistances)

Définition de la capacité de dispersion en deux classes :  
- grand disperseur  
- petit disperseur

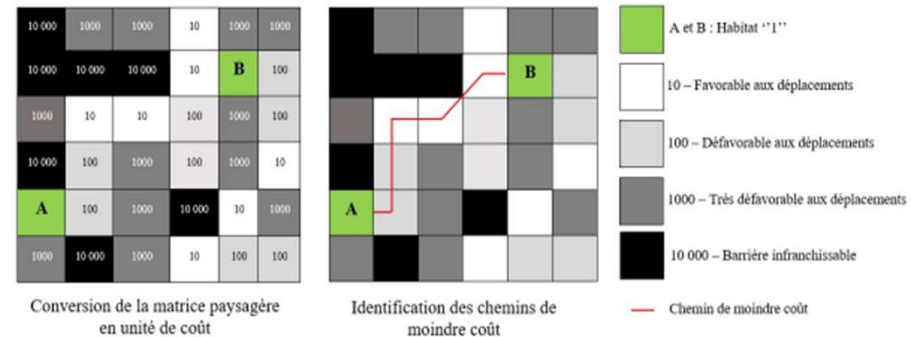


Figure 8 : Exemple d'attribution de valeurs de coût (de 1 à 10 000) à chaque cellule représentée par un type donné (à gauche) et identification du chemin de moindre coût (en rouge) entre les deux habitats A et B (à droite). Modifiée d'après Tarabon, (2020).



### Phase 3 : Analyse de continuité

#### Définition des disperseurs

> création d'espèces fictives

#### Graphe paysager

> jeu de lien planaire  
> graphe élagué

#### Métrique

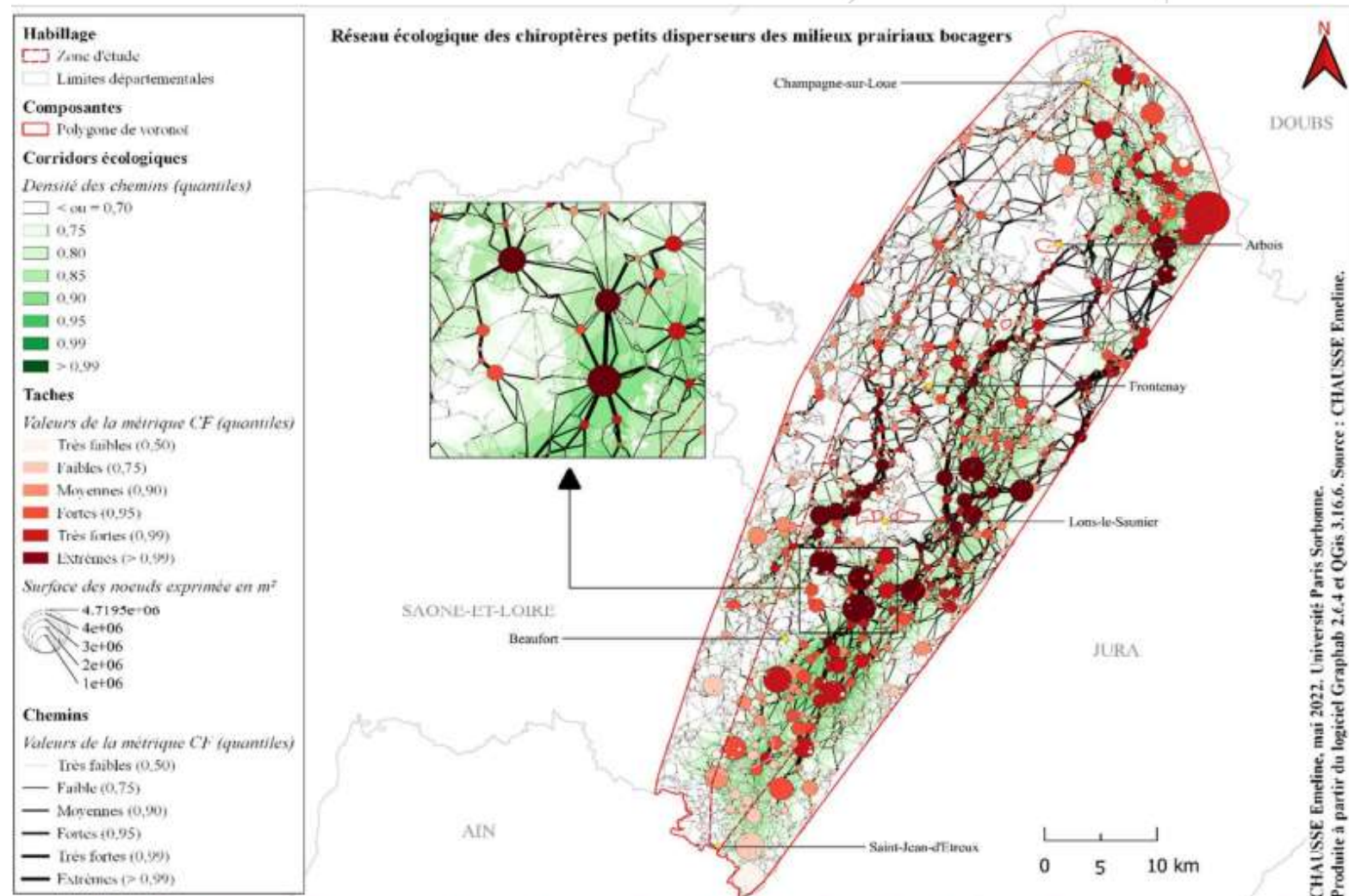
> métrique locale pondérée CF

#### Modélisation des continuités écologiques

> hiérarchisation corridors écologiques  
> graduation taches d'habitat

#### Sorties Graphab

> cartes de synthèse  
> fiches suivi des viticulteurs



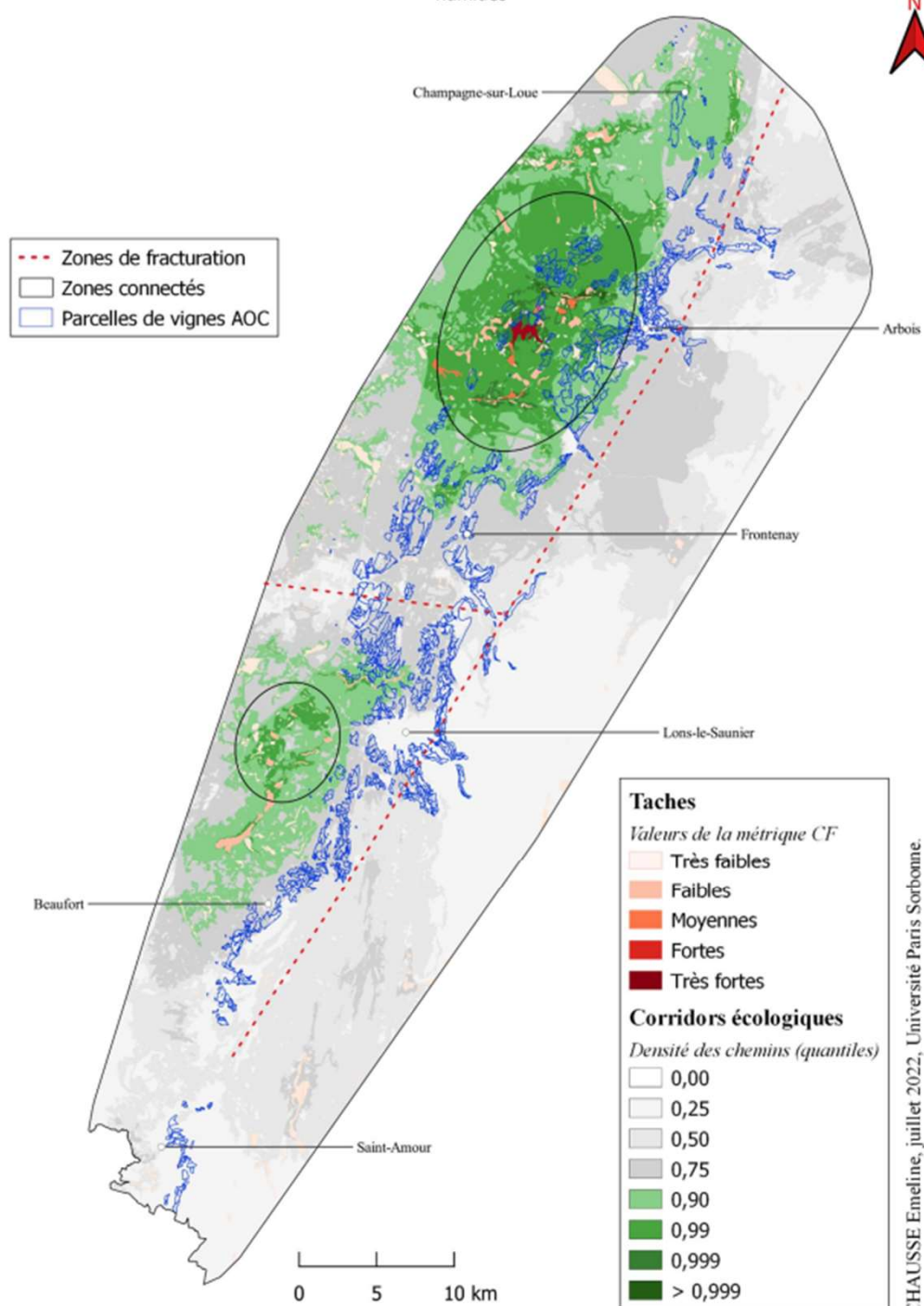


## Résultats

Synthèse multi-taxon  
par habitat/sous trame

Echelle territoire

Analyse multi-taxon de la connectivité du territoire associé au vignoble jurassien des milieux humides



Carte 10 : Continuités écologiques multi-taxons des milieux humides à proximité du vignoble jurassien.

## Résultats

### Synthèse multi-taxon par habitat/sous trame

### Echelle paysagère

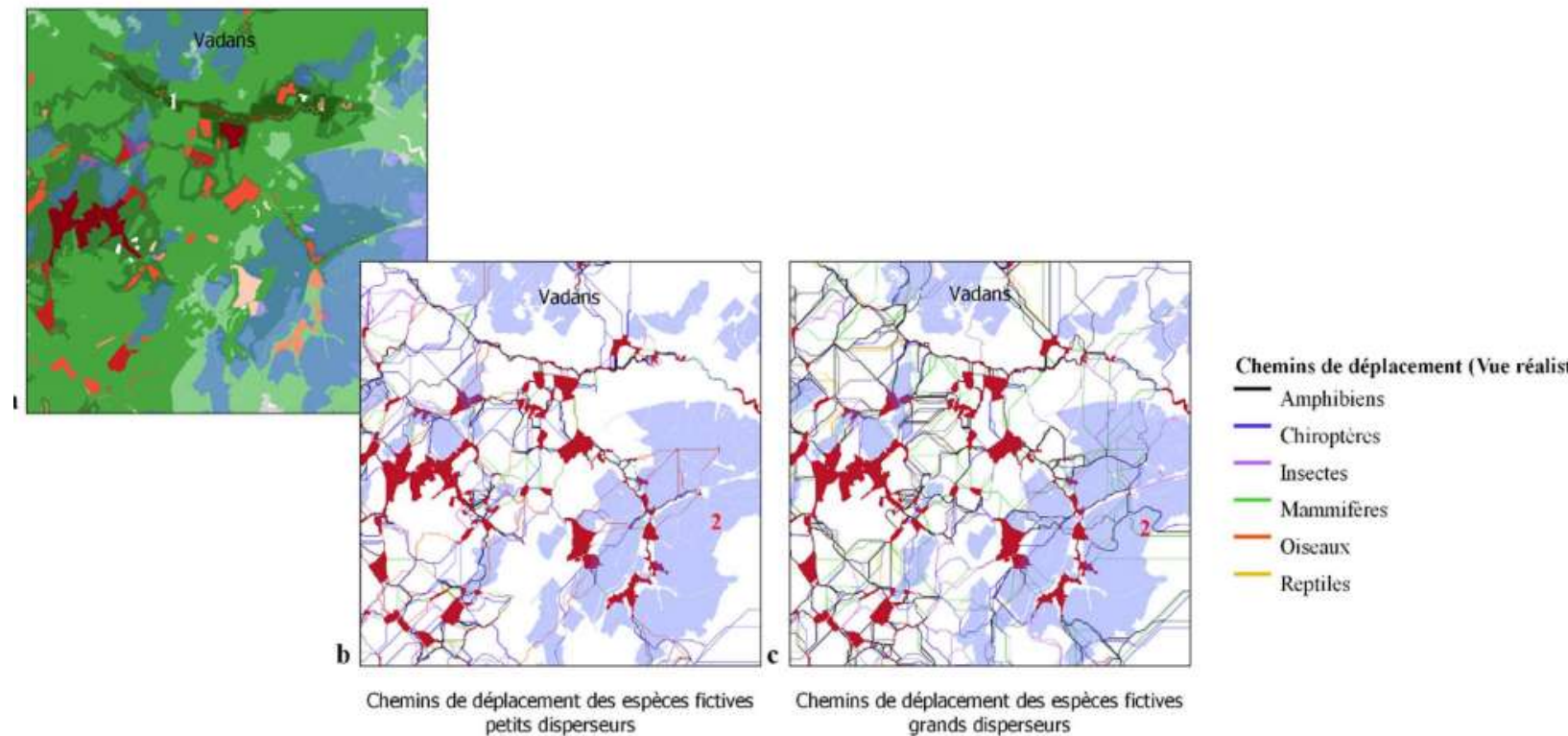


Figure 12 : Analyse locale du réseau écologique multi-taxons des milieux humides sur le secteur Nord-Ouest d'Arbois (Nœuds/taches d'habitats, composantes, corridors écologiques, liens/chemins). (Source : CHAUSSE, 2022).

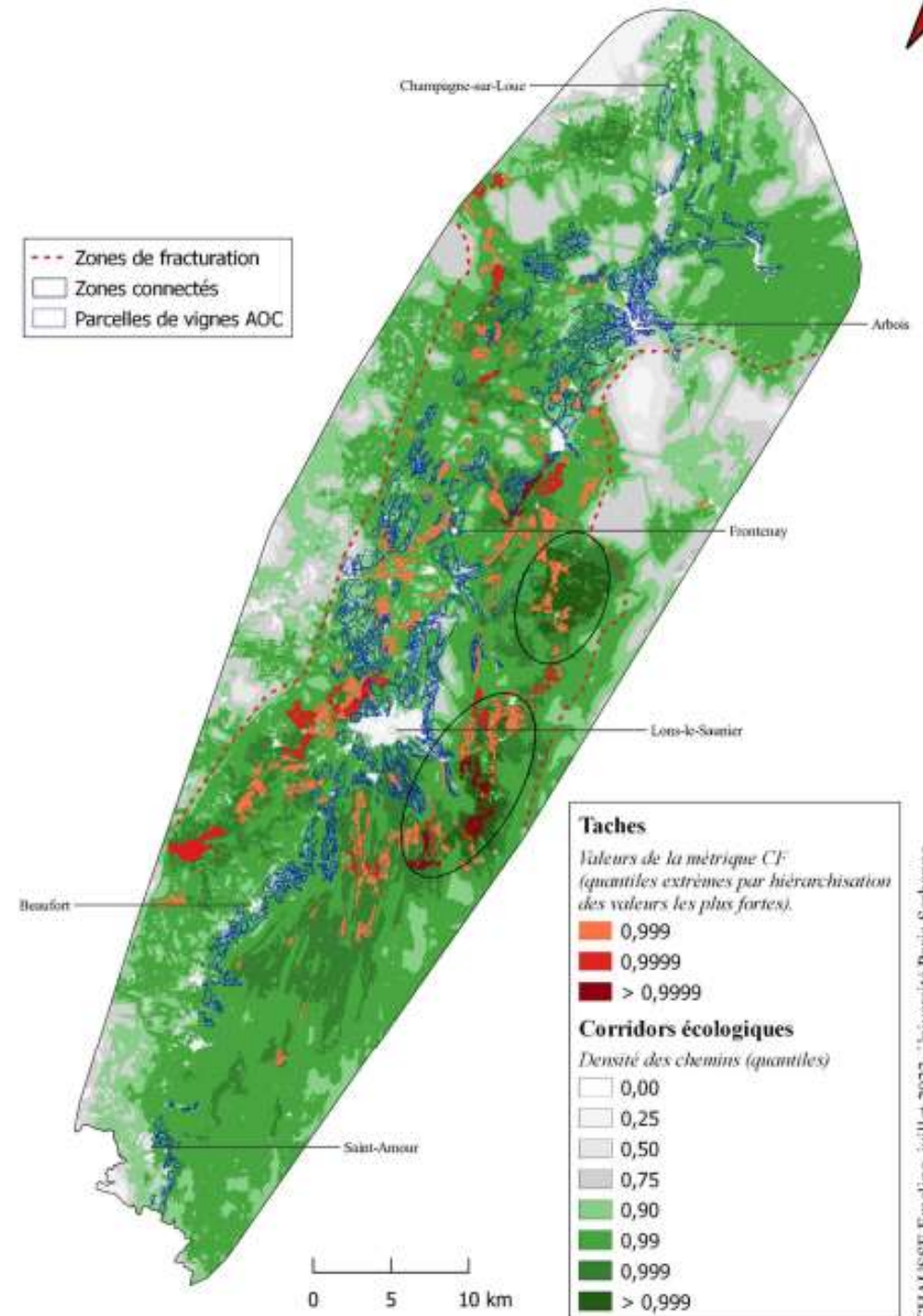


graphab

12<sup>e</sup> jour  
« Des nouvelles

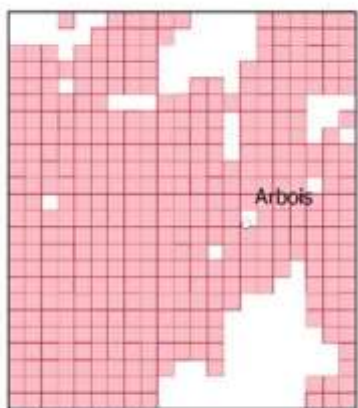
## Résultats

Analyse multi-taxon de la connectivité du territoire associé au vignoble jurassien des milieux prairiaux bocagers

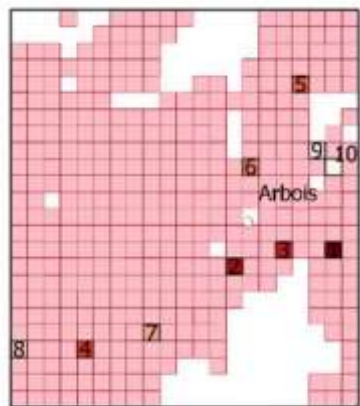


## Résultat

### Ajout de tâches => Où renforcer les continuités ?



a



b



a



b

Carte 14 : (a) Identification de l'emplacement des pixels (ordre de priorité 1 à 10) qui maximise l'habitat accessible aux espèces fictives (chiroptères grands disperseurs) de l'approche multi-taxonomique des milieux prairiaux bocagers, grille d'échantillonnage au 500 m (Source : CHAUSSE, 2022). (b) Zoom carte Continuités écologiques multi-taxons des milieux prairiaux bocagers à proximité du vignoble jurassien.

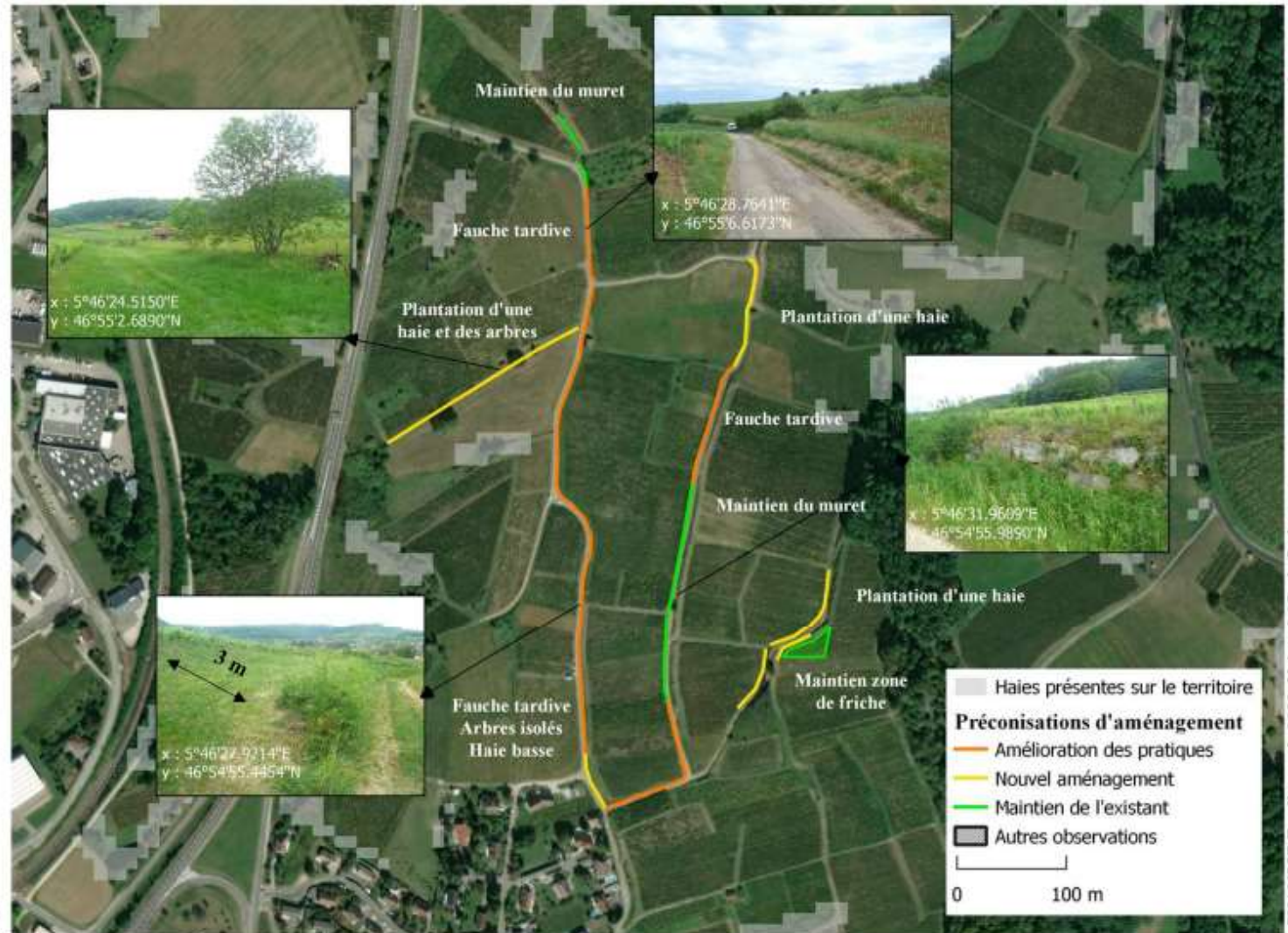


graphab

Exemple diagnostique terrain.



Zoom sur le pixel 6 (bleue)



Echelle parcellaire





12<sup>e</sup> journée des gestionnaires d'espaces naturels de Bourgogne-Franche-Comté  
« Des nouvelles technologies au service de la gestion des espaces naturels »

SESSION 2 - Télédétection et modélisation cartographique

# Merci de votre attention

## Contacts :

**Laboratoire ThéMA UMR 6049 CNRS Université de Franche-Comté**

*Xavier Girardet, Enseignant-Chercheur*

[xavier.girardet@univ-fcomte.fr](mailto:xavier.girardet@univ-fcomte.fr)

**LPO BFC**

*Amélie Vaniscotte, Chargée de mission*

[amelie.vaniscotte@lpo.fr](mailto:amelie.vaniscotte@lpo.fr)