



12^e 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

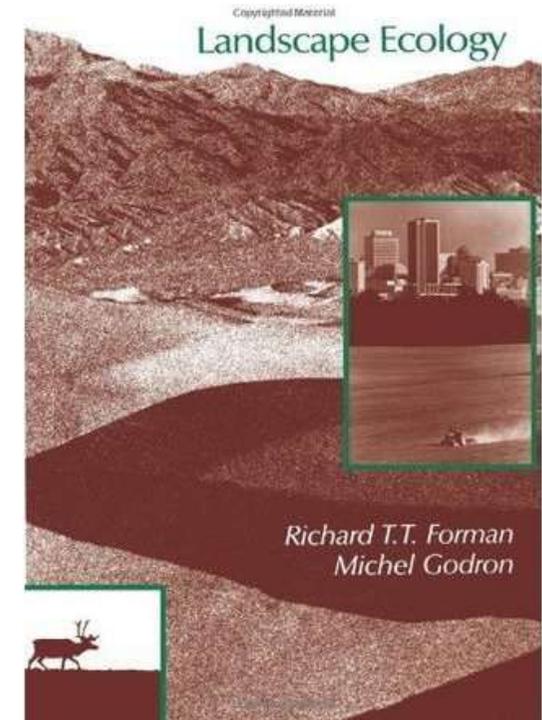
Ecologie du paysage, politiques de protection et modélisation

Ecologie du paysage

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

3 principes fondamentaux

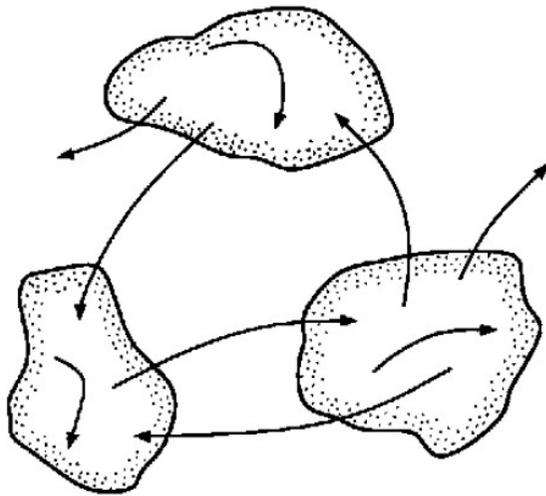
- rôle de l'hétérogénéité spatiale sur les processus écologiques
- paysage = niveau d'organisation des écosystèmes
- prise en compte explicite du facteur humain



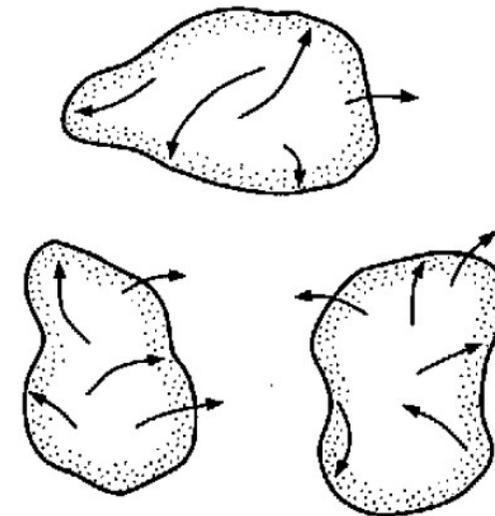
Ecologie du paysage, politiques de protection et modélisation

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



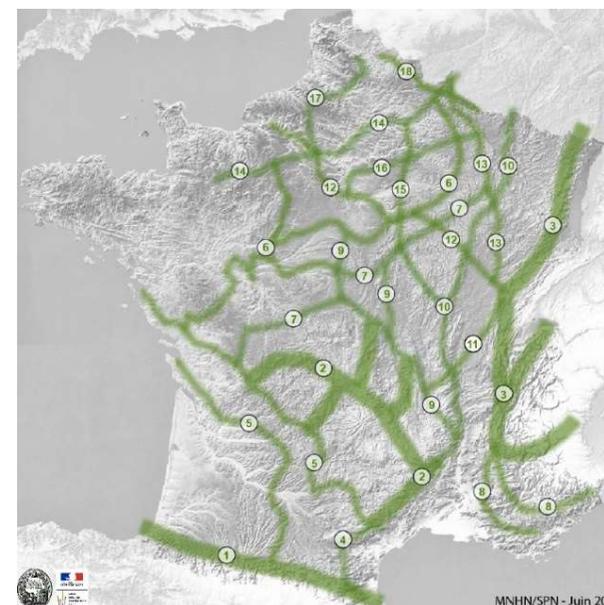
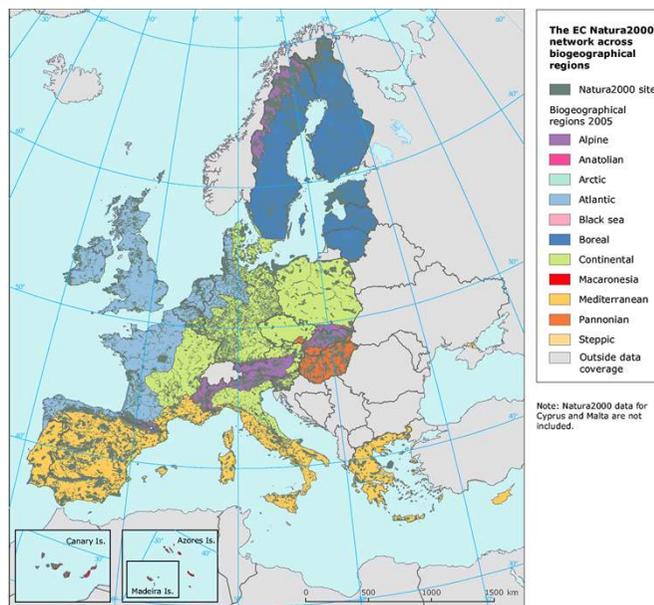
Espèce à faible capacité de déplacement

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

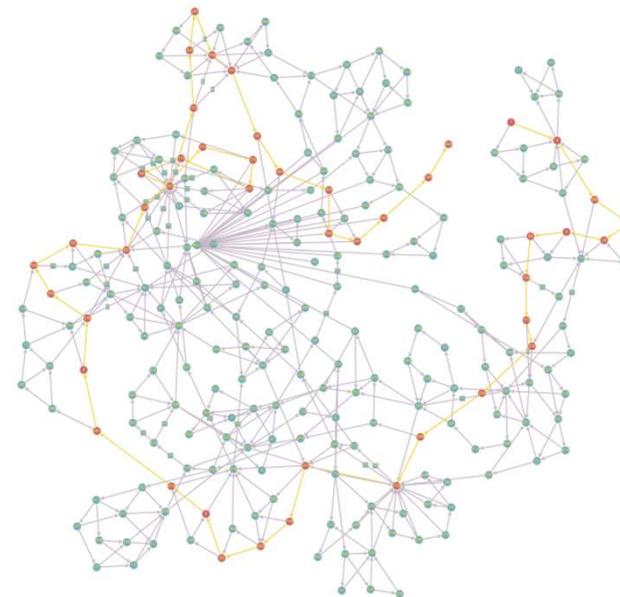
Modéliser avec quels objectifs ?

- 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



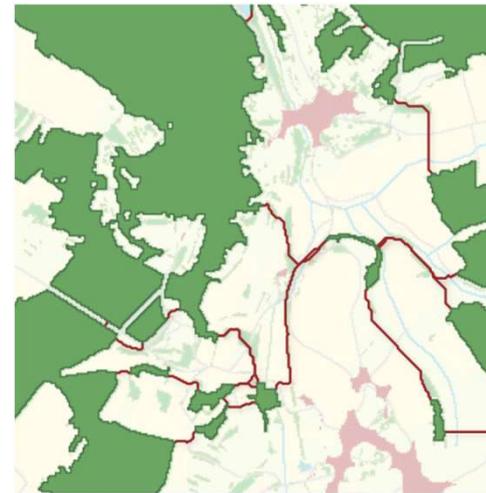
Donnée en entrée

Occupation du sol
Paysage qui influence
les déplacements



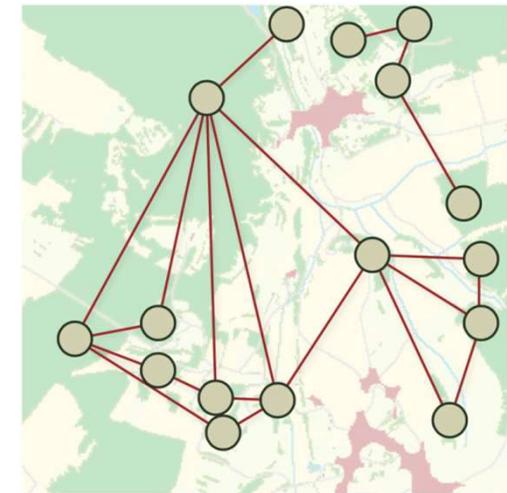
Identification des taches d'habitat

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



Identification des liens

Relations entre les
taches (déplacement)



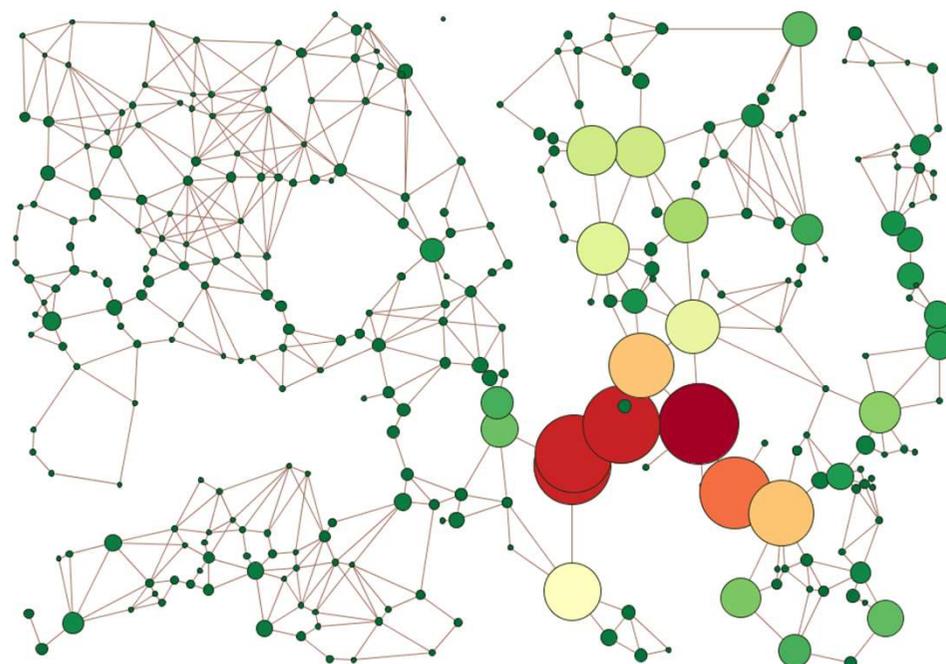
Traduction en graphe

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^e 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^{er} et 2 juin 2023

Utilisation avancée / perfectionnement

- 7 et 8 décembre 2023

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





12^e 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.

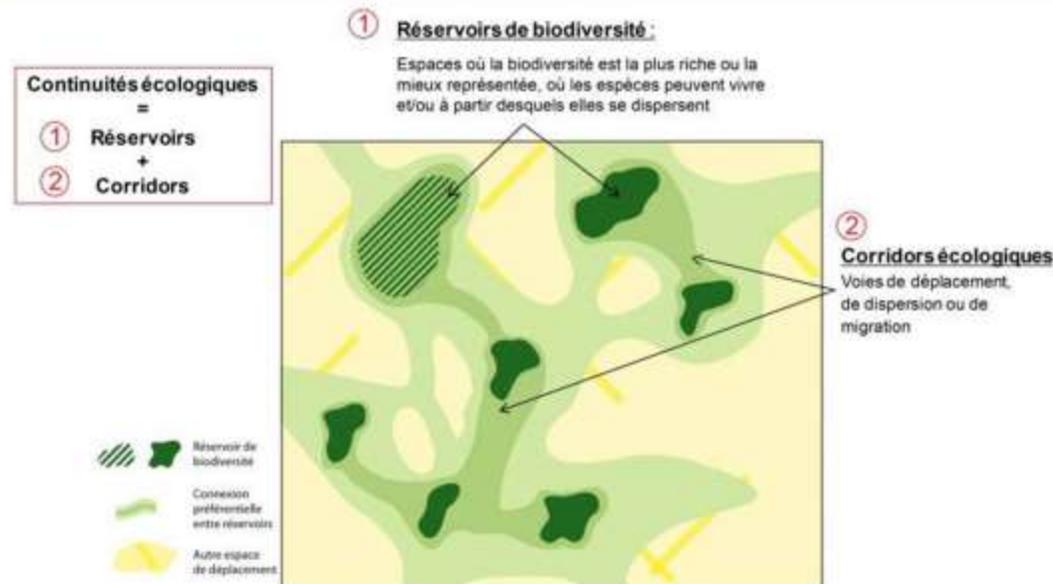


Objectifs appliqués:

⇒ 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

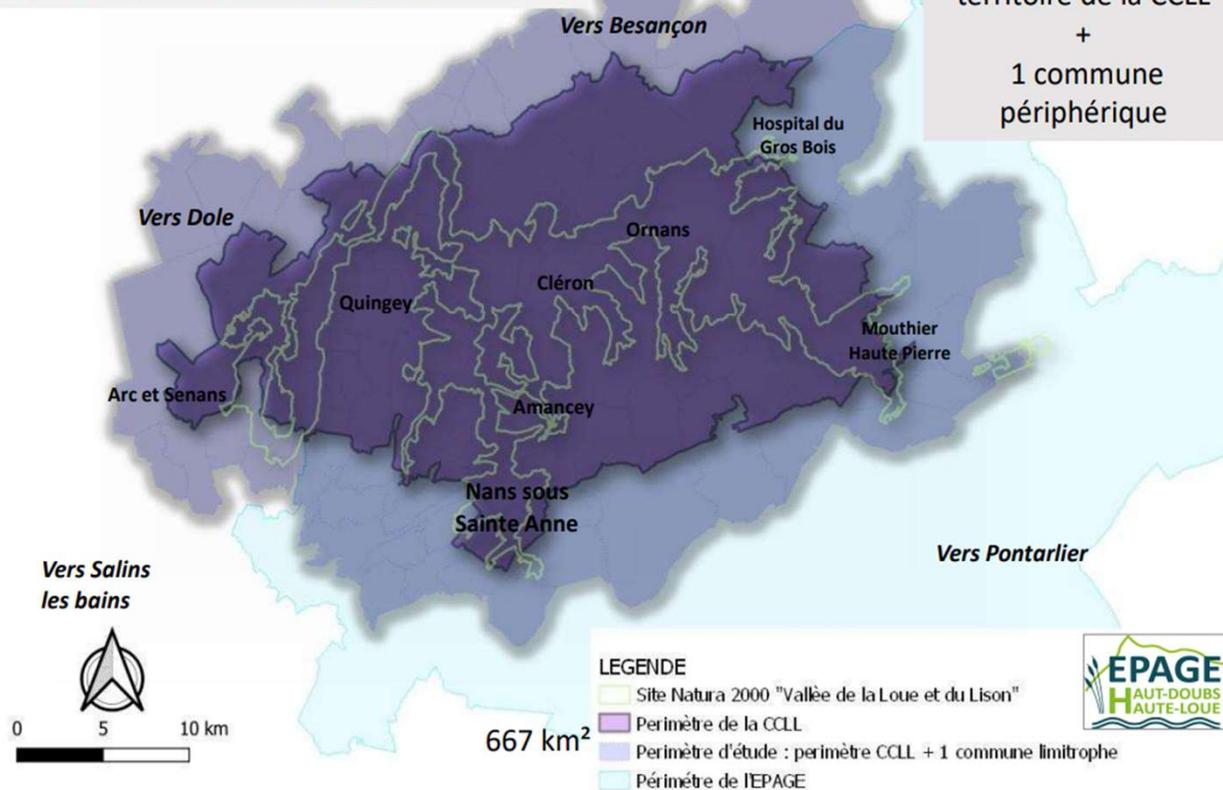
EPAGE Haut-Doubs Haute-Loue, (2020)

**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



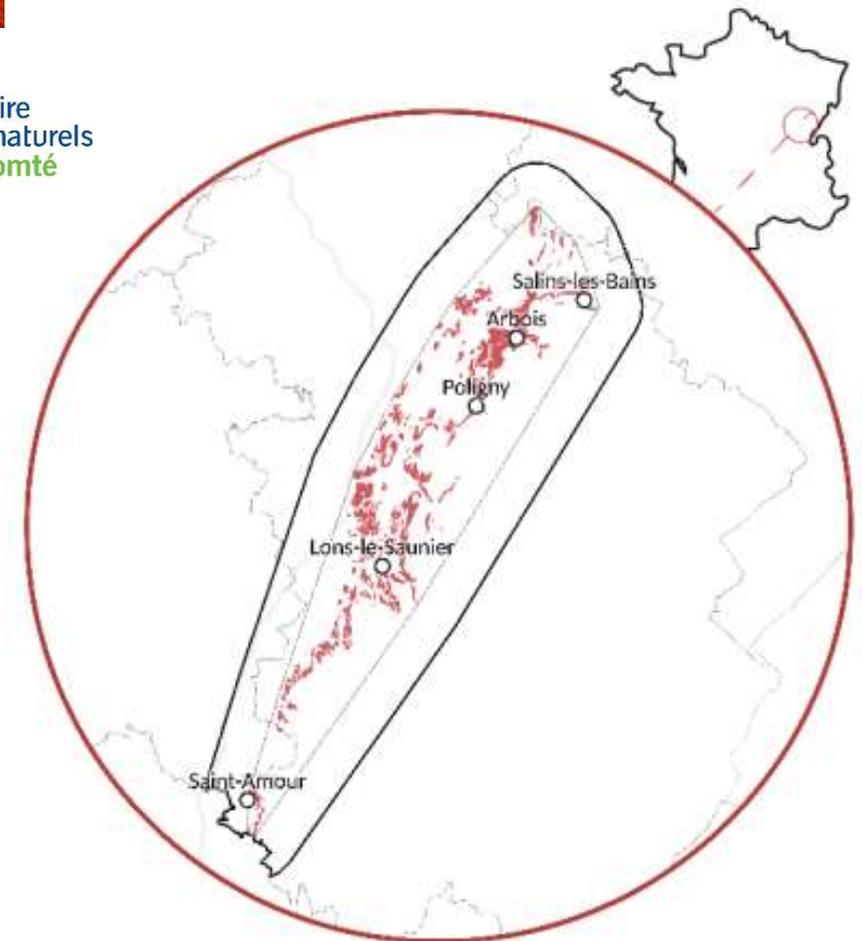
AGIR pour la
BIODIVERSITÉ
BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ



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



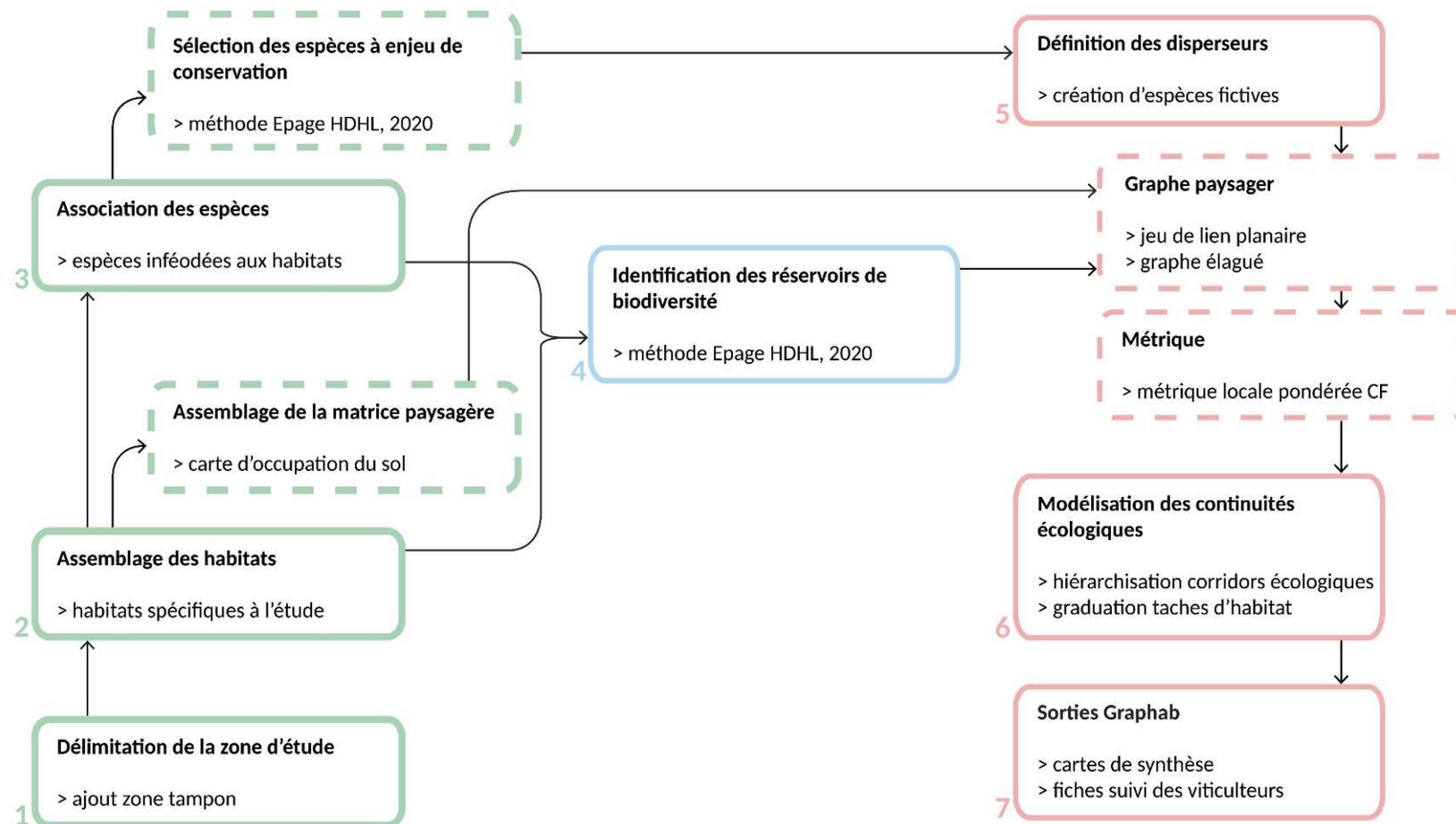
Carte 1. Zone d'étude avec parcelles de vignes et parcelles AOC viticole
(source : Florie Poirel, 2021)

Démarche méthodologique

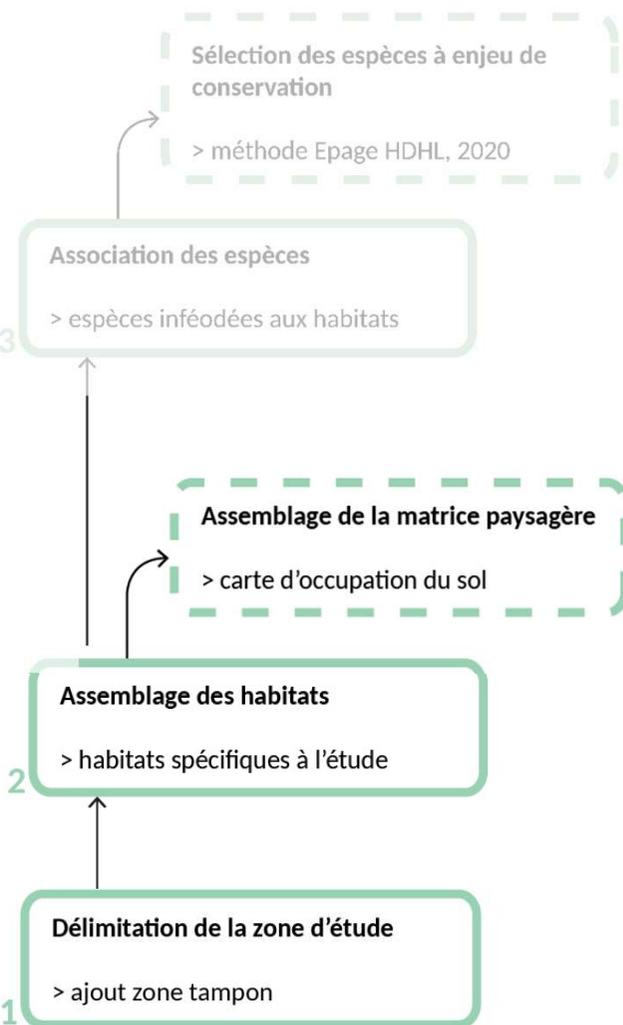
PHASE 1 : PRÉPARATION DES DONNÉES

PHASE 2 : DÉFINITION DES RÉSERVOIRS

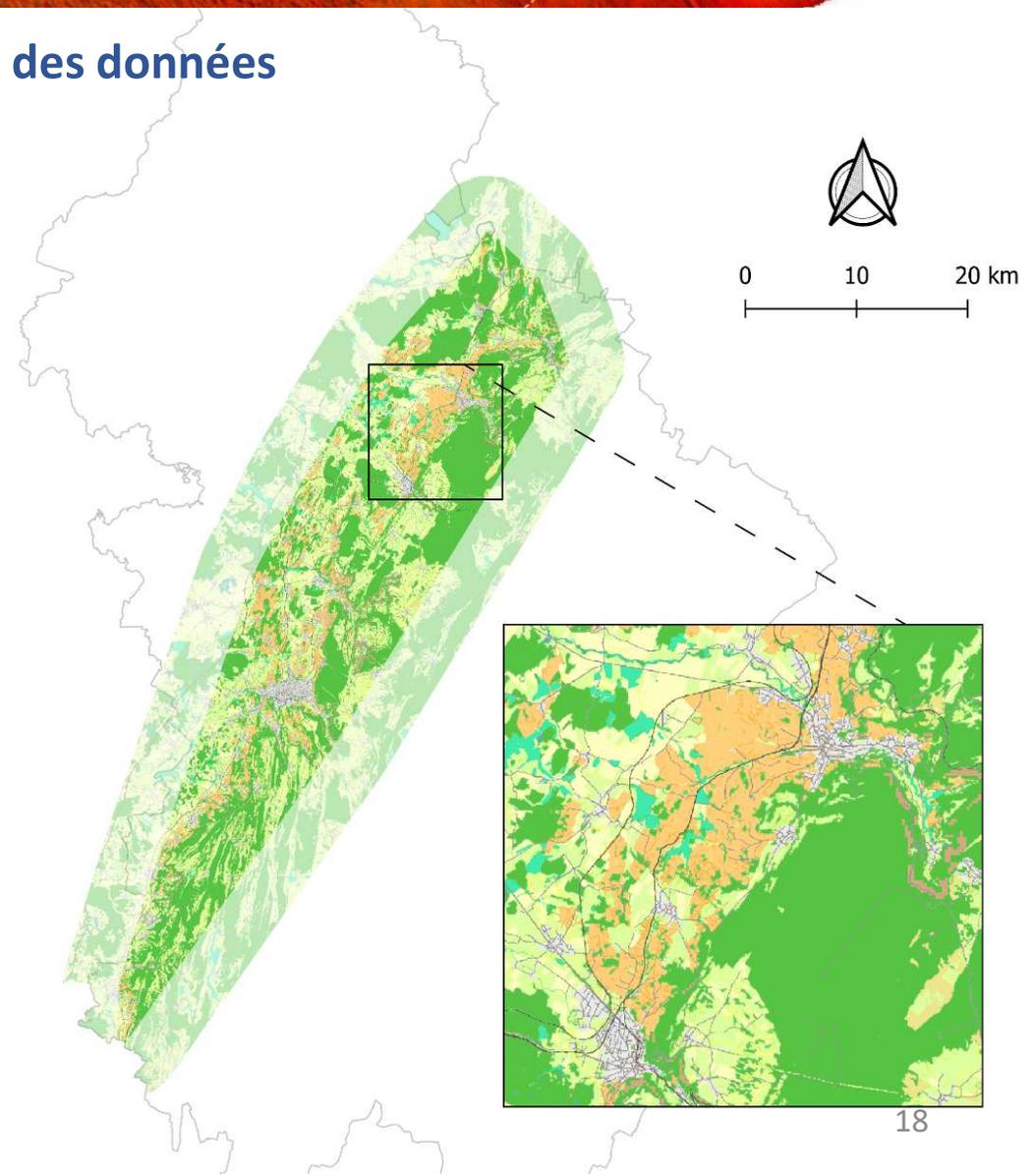
PHASE 3 : ANALYSE DE CONTINUITÉ



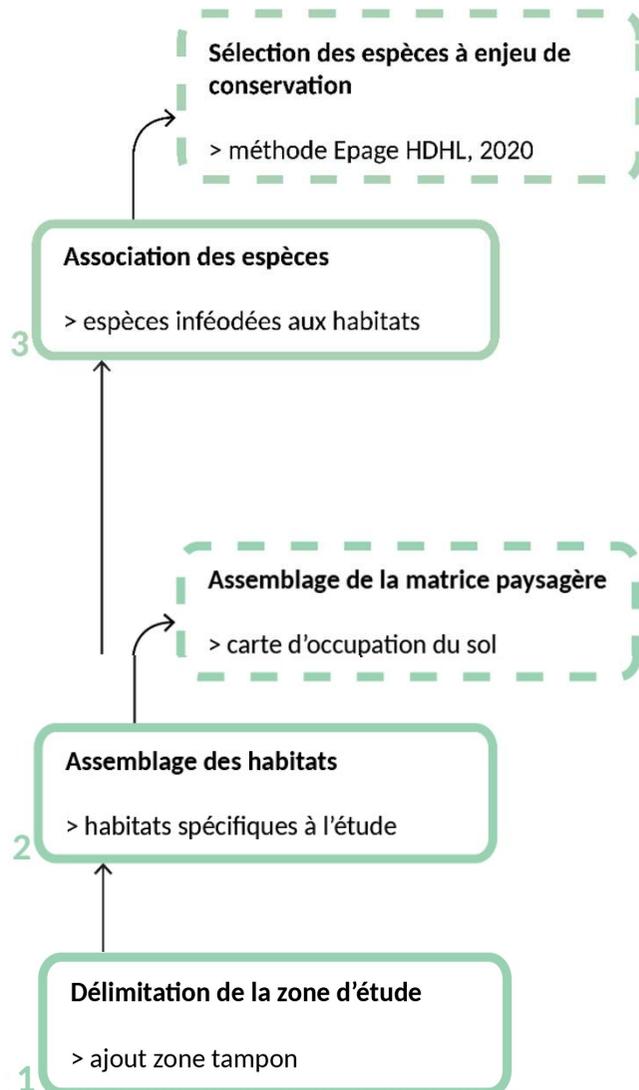
Phase 1 : Préparation des données



- 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

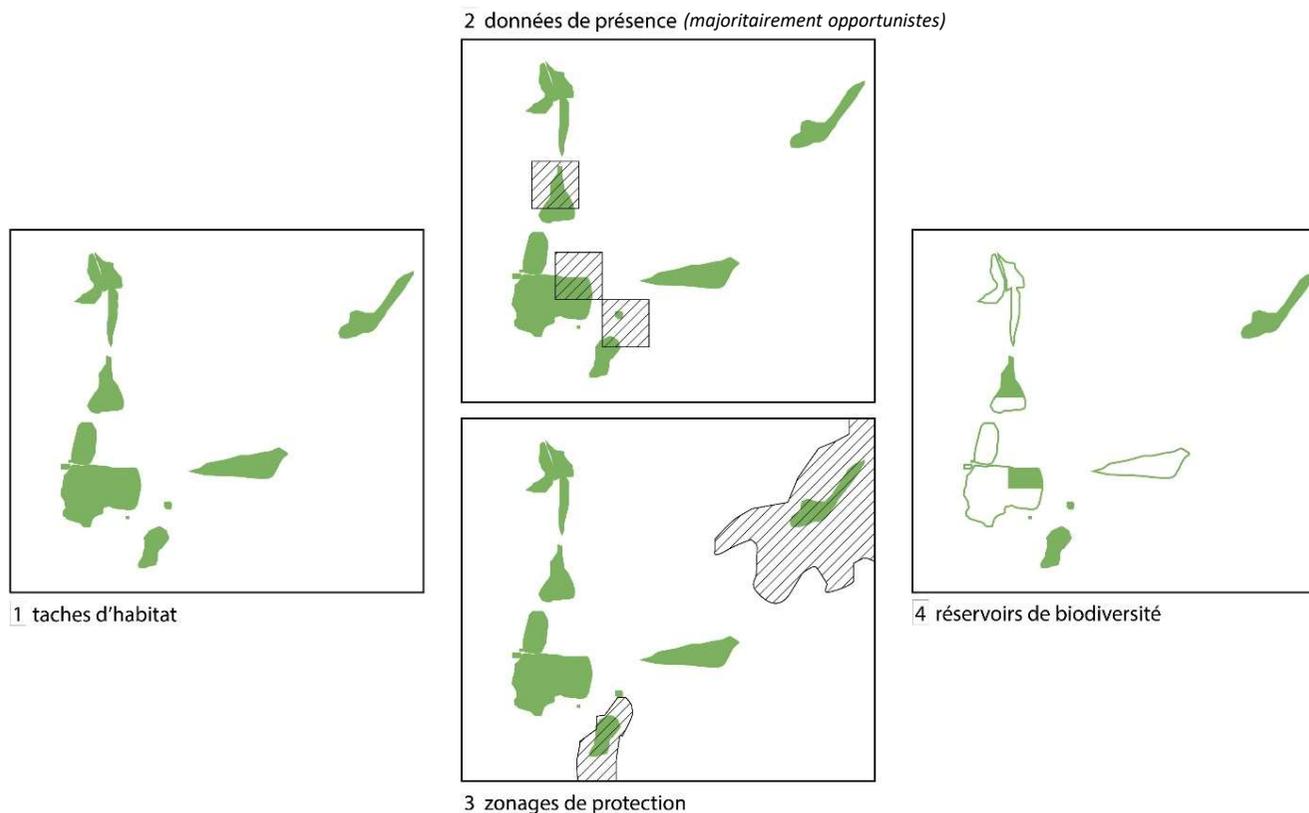


- Croisement des différents statuts de conservation et de protection (ZNIEFF, APPB,..)
- Niveaux d'enjeu :
 - **Moyen** espèce non menacée mais déterminante, reproductrice, presque menacée
 - **Fort** espèce vulnérable, directive habitats-faune-flore, espèce rare
 - **Très fort** espèce en danger d'extinction,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

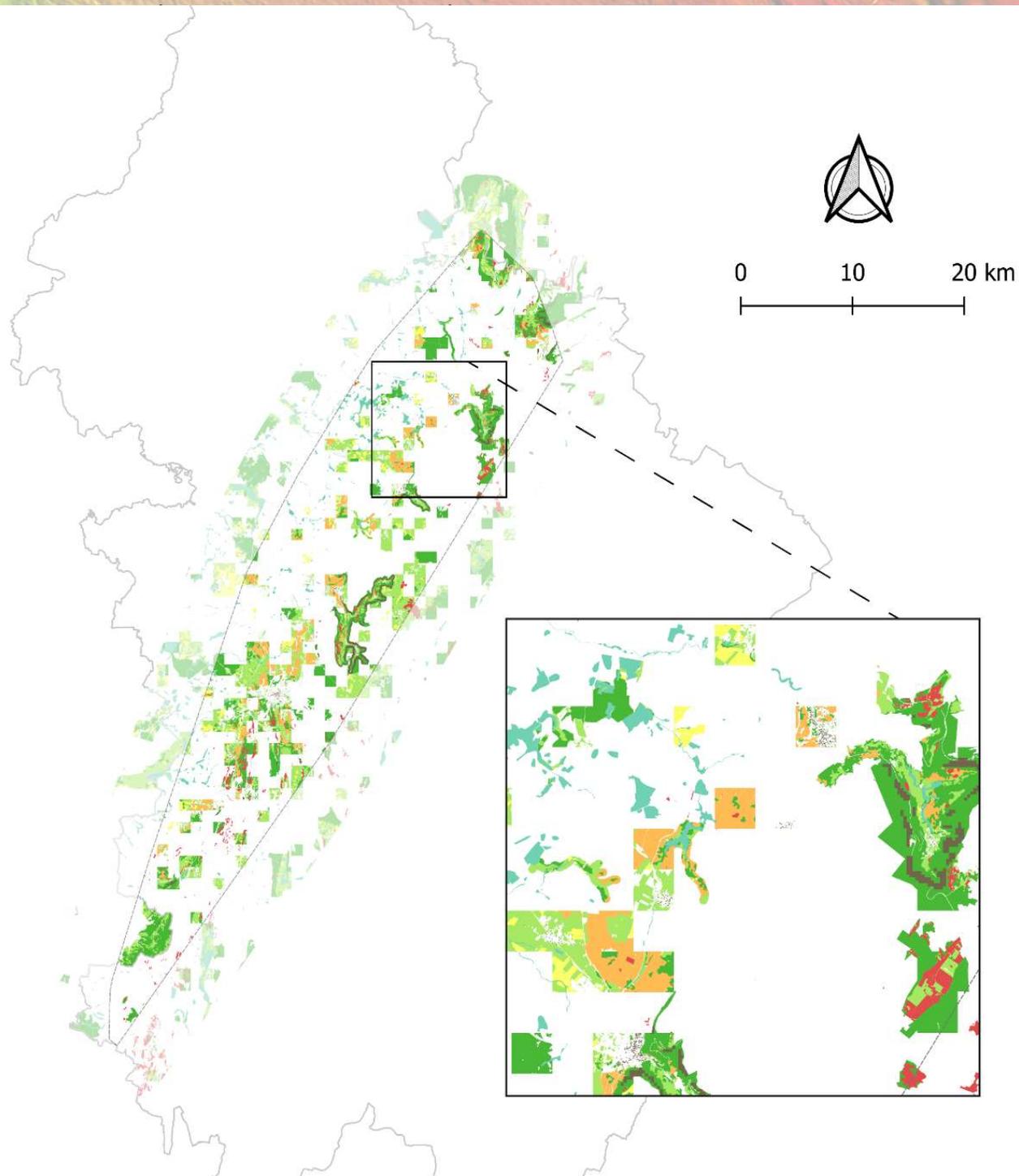




Résultat

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

Métrie

> métrique locale pondérée CF

Modélisation des continuités écologiques

> hiérarchisation corridors écologiques
> graduation taches d'habitat

Sorties Graphab

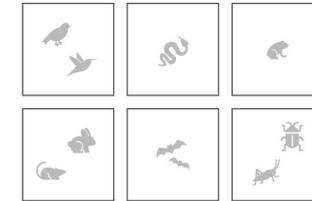
> cartes de synthèse
> fiches suivi des viticulteurs



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

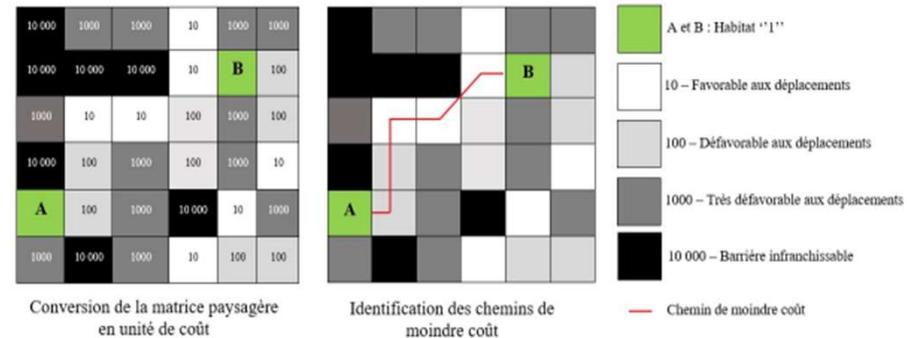


Figure 8 : Exemple d'attribution de valeurs de coût (de 1 à 10 000) à chaque cellule représentée par un type donné (à gauche) et identification du chemin de moindre coût (en rouge) entre les deux habitats A et B (à droite). Modifiée d'après Tarabon, (2020).



Phase 3 : Analyse de continuité

Ex: Habitat forestier ⇔ 5 espèces fictives

Habitat	Groupe taxonomique	Espèces réelles	Espèces fictives	Valeurs de résistances																
				Forêt	Lisière forestière	Prairie	Prairie hale	Pelouse	Culture	Culture hale	Vigne	Vigne hale	Humide	Rupestre et bâti	Urbain	Transport Secondaire	Transport Principal	Carrière	Aquatique	
				8	7	12	11	1	14	13	10	9	2	3	15	6	16	5	4	
Forestier	Amphibiens	Grenouille rousse	Petit disperseur (1000 m)	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	1000	10000	1000	10000	100	10	
		Triton ponctué																		
		Triton crêté																		
	Oiseaux	Pic cendré	Petit disperseur (1000 m)	1	10	10	10	10	100	10	10	10	10	100	1000	1000	1000	1000	100	100
		Pic mar																		
		Pouillot siffleur																		
		Héron pourpré																		
		Bouvreuil pivoine																		
	Mésange boréale																			
	Mammifères	Lynx	Grand disperseur (5000 m)	1	10	10	10	10	100	10	100	10	10	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000
		Chat forestier																		
		Crocidure leucode	Petit disperseur (1000 m)	1	10	100	10	100	100	10	100	10	10	100	1000	1000	10000	100	1000	
	Insectes	Bacchante	Grand disperseur (4000 m)	1	10	100	100	100	1000	1000	100	100	100	10000	10000	10000	10000	10000	1000	1000
		Morio																		
		Grand Sylvain																		
Petit Mars changeant																				
Thécla de l'orme																				
Sylvandre																				

Phase 3 : Analyse de continuité

Définition des disperseurs

> création d'espèces fictives

Graphe paysager

> jeu de lien planaire
> graphe élagué

Métrique

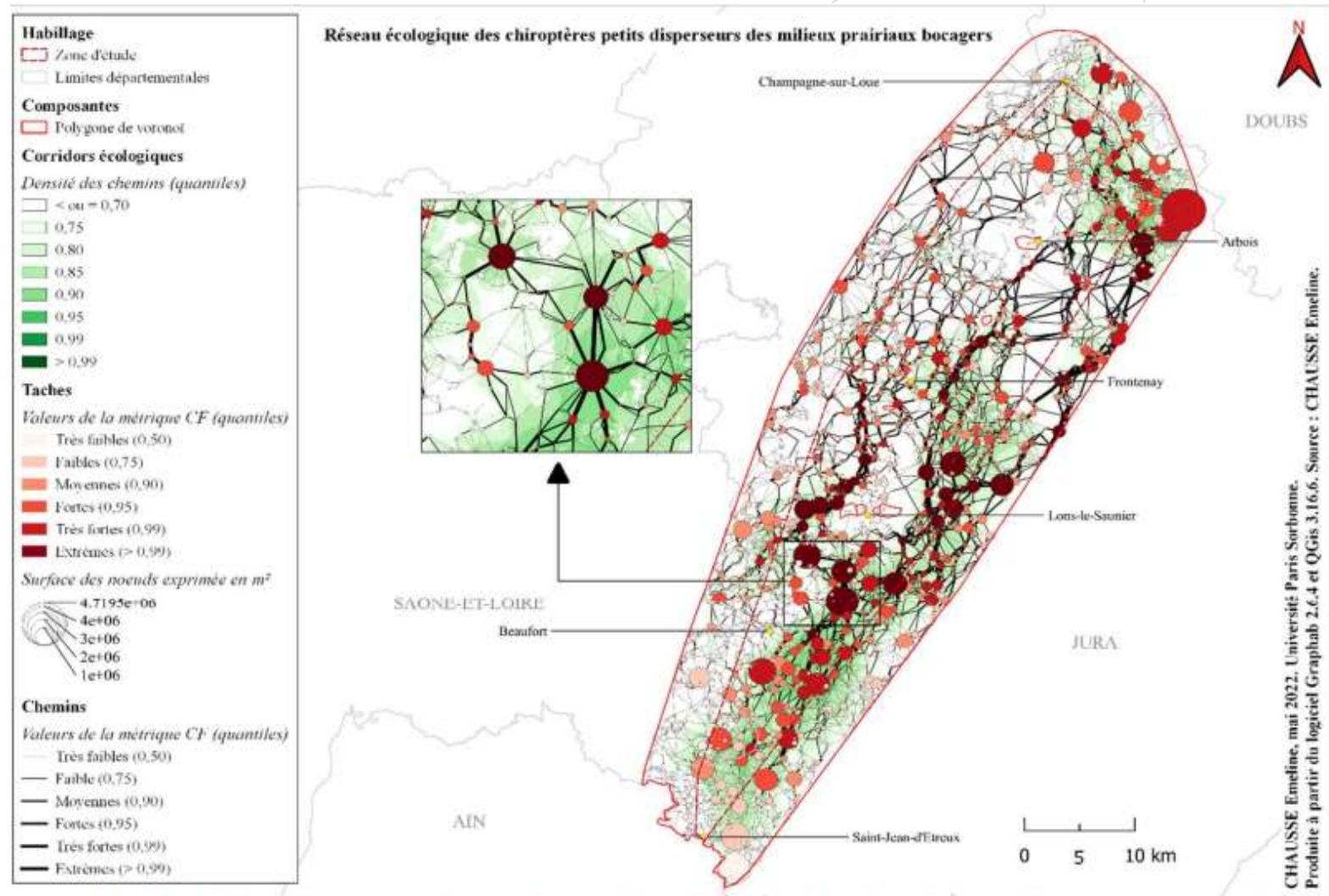
> métrique locale pondérée CF

Modélisation des continuités écologiques

> hiérarchisation corridors écologiques
> graduation taches d'habitat

Sorties Graphab

> cartes de synthèse
> fiches suivi des viticulteurs

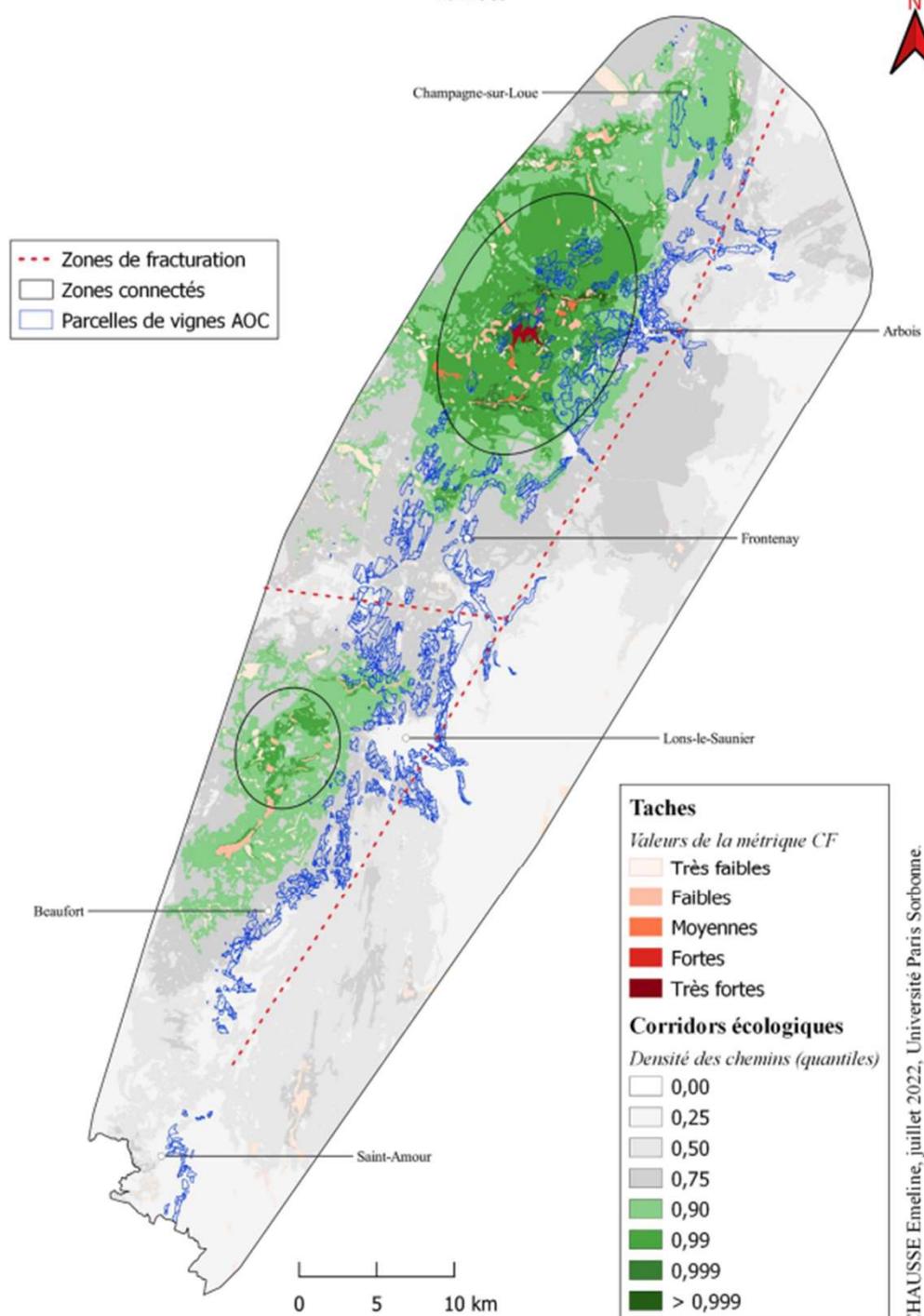


Résultats

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

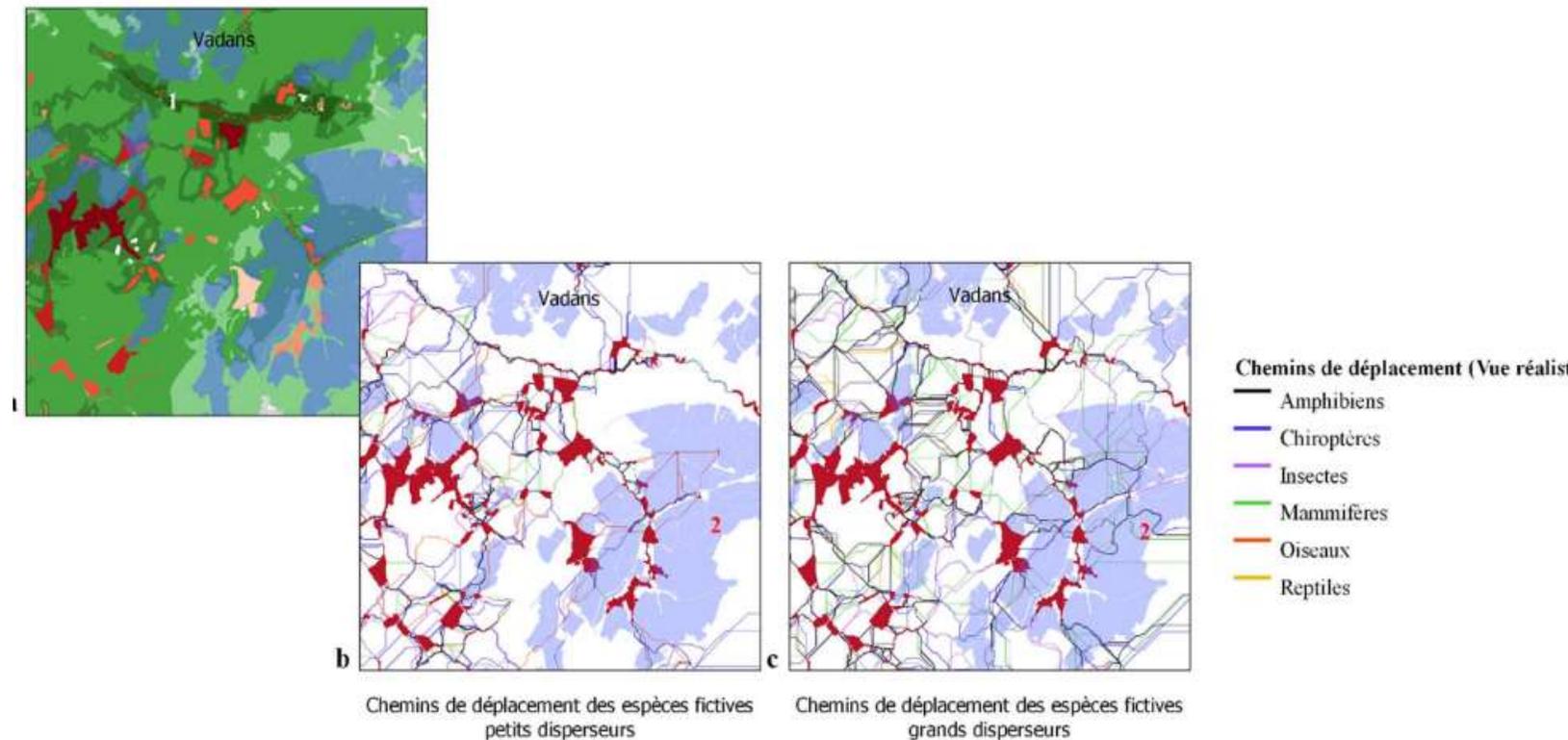


Figure 12 : Analyse locale du réseau écologique multi-taxons des milieux humides sur le secteur Nord-Ouest d'Arbois (Nœuds/taches d'habitats, composantes, corridors écologiques, liens/chemins). (Source : CHAUSSE, 2022).

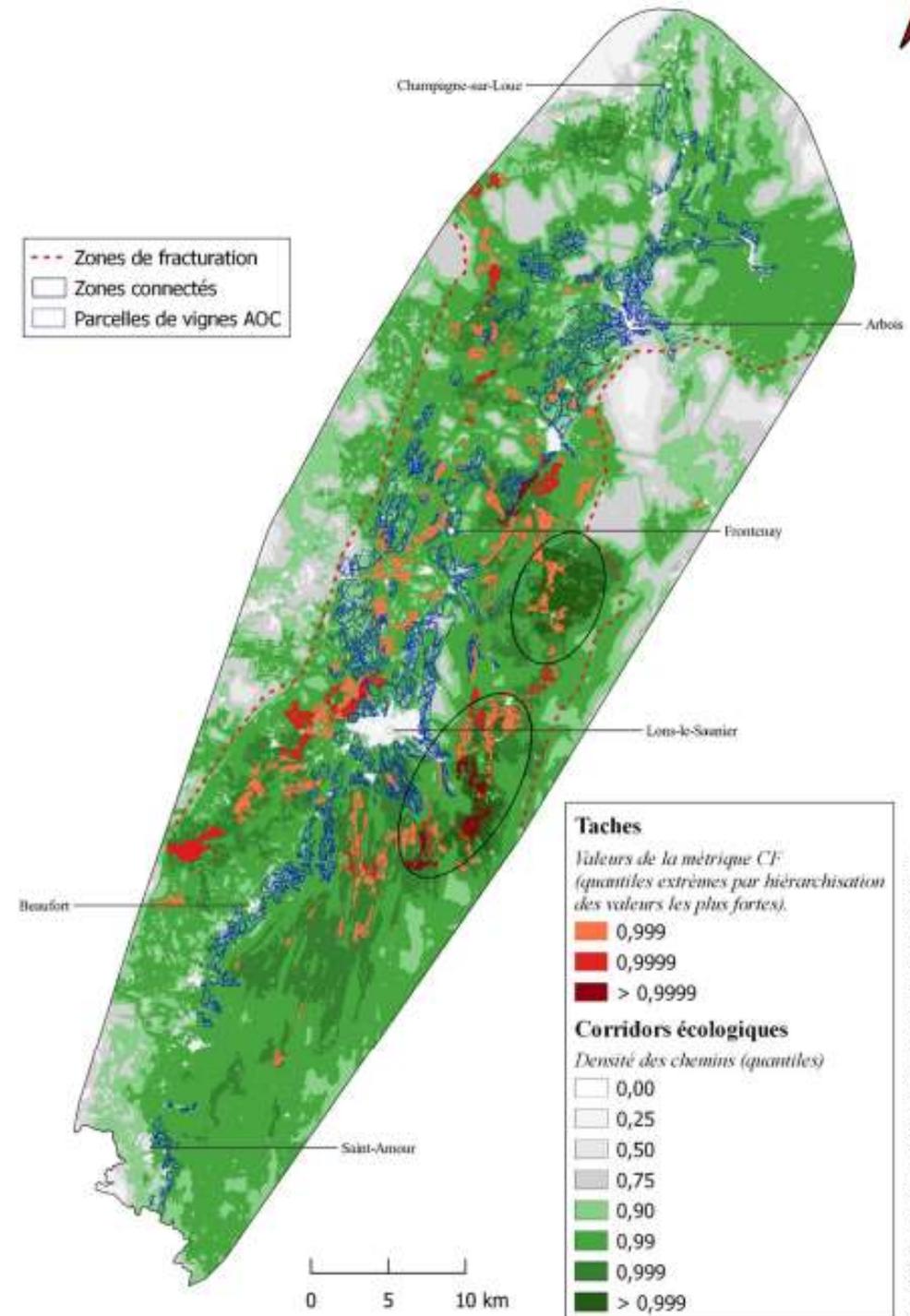


graphab

12^e jour
« Des nouvelles

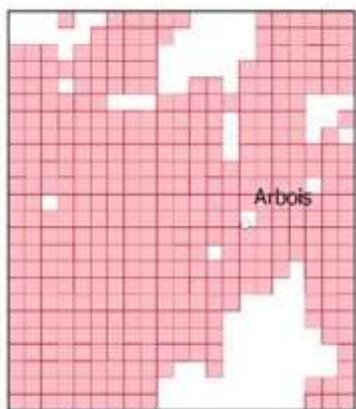
Résultats

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

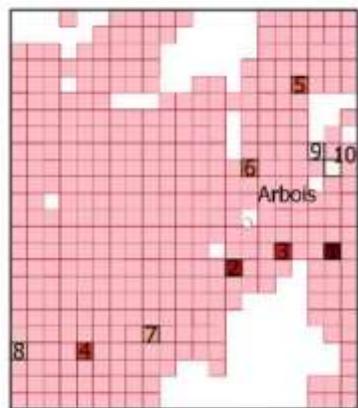


Résultat

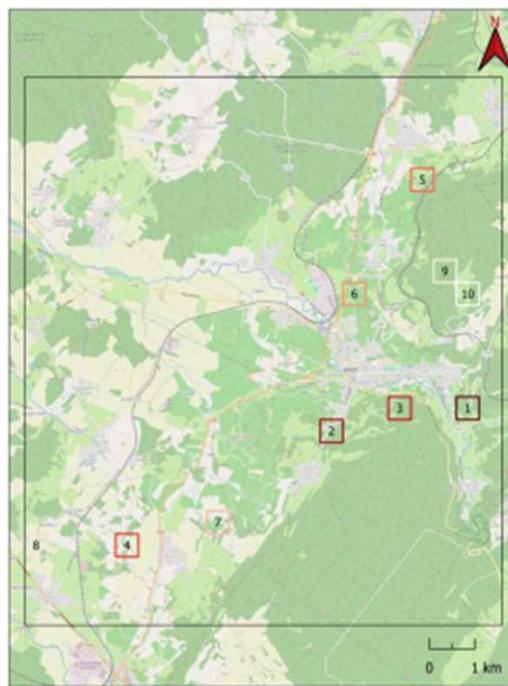
Ajout de tâches => Où renforcer les continuités ?



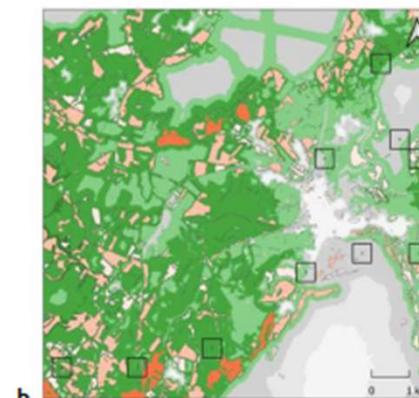
a



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.

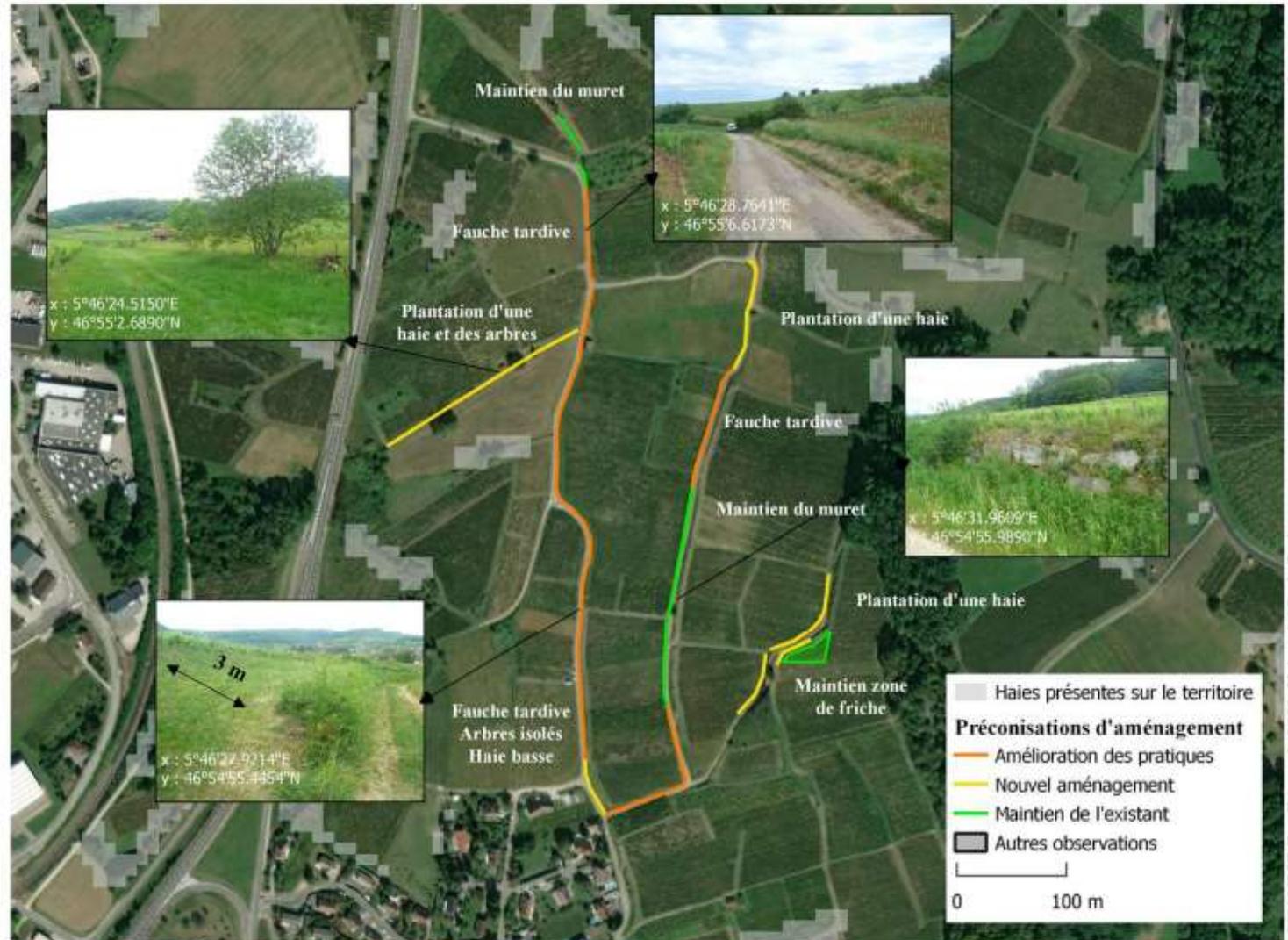


graphab

Exemple diagnostique terrain.



Zoom sur le pixel 6 (bleue)



Echelle parcellaire

Haies présentes sur le territoire
 Amélioration des pratiques
 Nouvel aménagement
 Maintien de l'existant
 Autres observations

Préconisations d'aménagement

0 100 m



12^e 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

LPO BFC

Amélie Vaniscotte, Chargée de mission

amelie.vaniscotte@lpo.fr