



INTÉGRATION DE LA MODÉLISATION DES RÉSEAUX ÉCOLOGIQUES DANS UN DISPOSITIF PARTICIPATIF IMPLIQUANT LES ACTEURS DU TERRITOIRE

APPLICATION À BORDEAUX MÉTROPOLE

YOHAN SAHRAOUI ^{1,2}
CHARLES DE GODOY LESKI ^{1,3}
LAURE CARASSOU ³
INGE VAN HALDER ⁴
FRÉDÉRIC REVERS ⁴
MARIE BARNEIX ⁵
GILLES VUIDEL ⁶
DENIS SALLES ³
MARIE-LISE BENOT ⁴

¹ UNIVERSITÉ DE BORDEAUX, LABEX COTE
² UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES, IGEAT-GESTE
³ IRSTEA, CENTRE DE BORDEAUX
⁴ UMR BIOGECO, INRA, UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
⁵ OBSERVATOIRE AQUITAIN DE LA FAUNE SAUVAGE
⁶ UMR THÉMA, CNRS, UNIVERSITÉ BOURGOGNE
FRANCHE-COMTÉ



Contexte de la recherche

Réseaux écologiques et aménagement du territoire

- Maîtrise du développement urbain → préoccupation majeure en aménagement face à la réduction et la fragmentation et des habitats naturels ;
- Prise en compte de ces enjeux en France → PLUi, TVB, etc.

Contexte de la recherche

Réseaux écologiques et aménagement du territoire

- Maîtrise du développement urbain → préoccupation majeure en aménagement face à la réduction et la fragmentation et des habitats naturels ;
- Prise en compte de ces enjeux en France → PLUi, TVB, etc.

Développement urbain *versus* préservation des continuités écologiques à Bordeaux Métropole



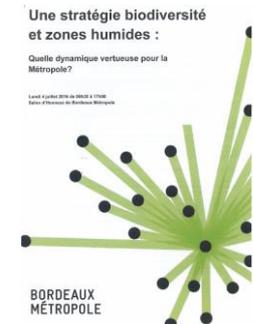
Développement urbain

Objectif de Bordeaux Métropole
1 millions d'habitants en 2030

?

Biodiversité

55 000
hectares pour la nature
Synthèse de la démarche

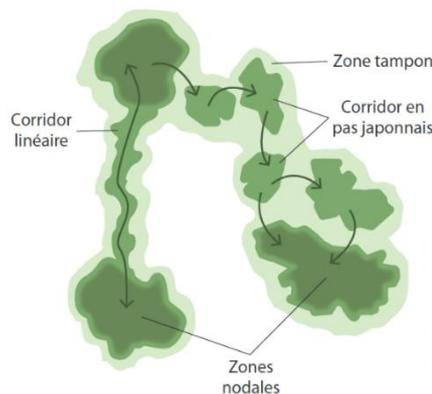


Contexte de la recherche

Réseaux écologiques et aménagement du territoire

- Maîtrise du développement urbain → préoccupation majeure en aménagement face à la réduction et la fragmentation et des habitats naturels ;
- Prise en compte de ces enjeux en France → PLUi, TVB, etc.

Développement urbain *versus* préservation des continuités écologiques à Bordeaux Métropole



Contexte de la recherche

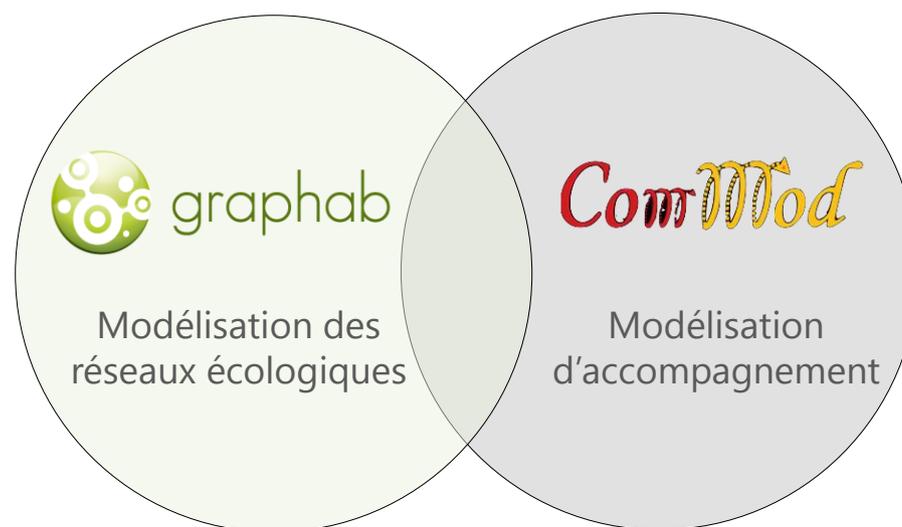
Réseaux écologiques et aménagement du territoire

- Maîtrise du développement urbain → préoccupation majeure en aménagement face à la réduction et la fragmentation et des habitats naturels ;
- Prise en compte de ces enjeux en France → PLUi, TVB, etc.

Développement urbain *versus* préservation des continuités écologiques à Bordeaux Métropole

Une démarche de modélisation participative impliquant les acteurs du territoire

- **Constat** → nécessité d'un dialogue entre les différents acteurs de l'aménagement du territoire et de l'environnement à l'échelle locale et régionale ;
- **Proposition d'une démarche de modélisation participative** → Intégration de la modélisation des réseaux écologiques dans un dispositif participatif (modélisation d'accompagnement adaptée).



Un travail à l'interface entre géographie, écologie du paysage et sociologie de l'action publique.

Approche adoptée

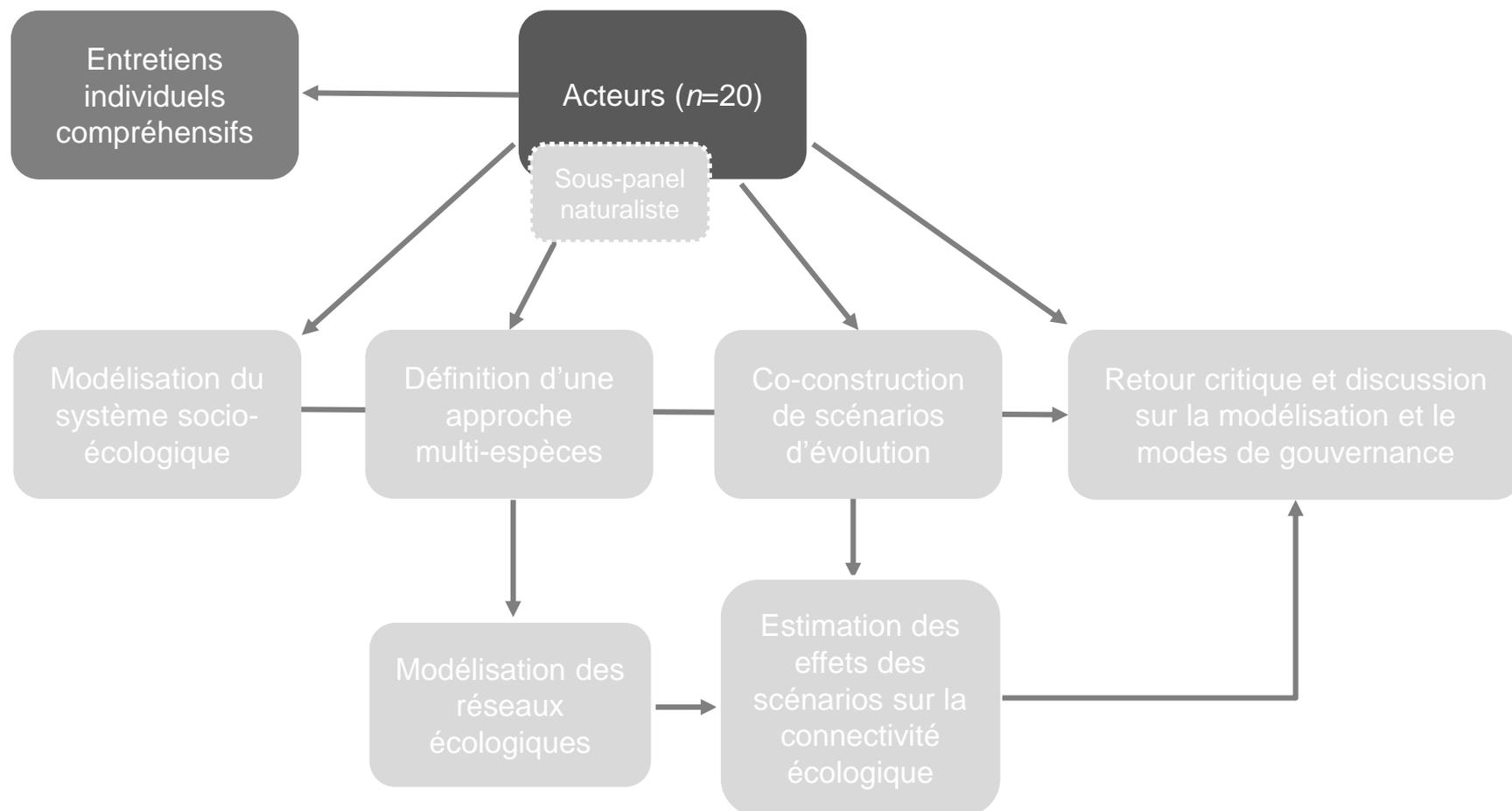
Une démarche de modélisation participative impliquant les acteurs du territoire



Crédit photo : Yohan Sahraoui

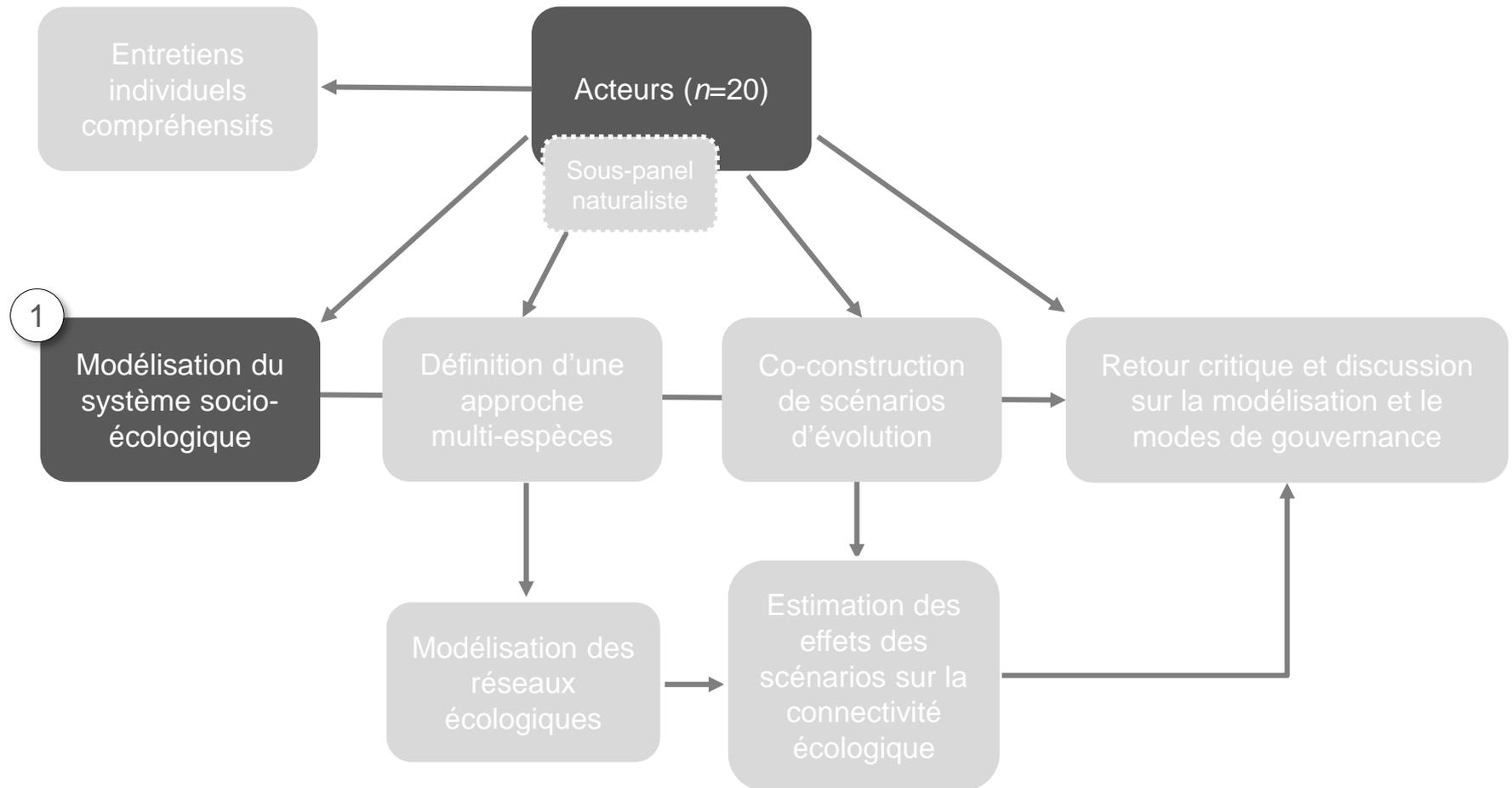
Approche adoptée

Une démarche de modélisation participative impliquant les acteurs du territoire



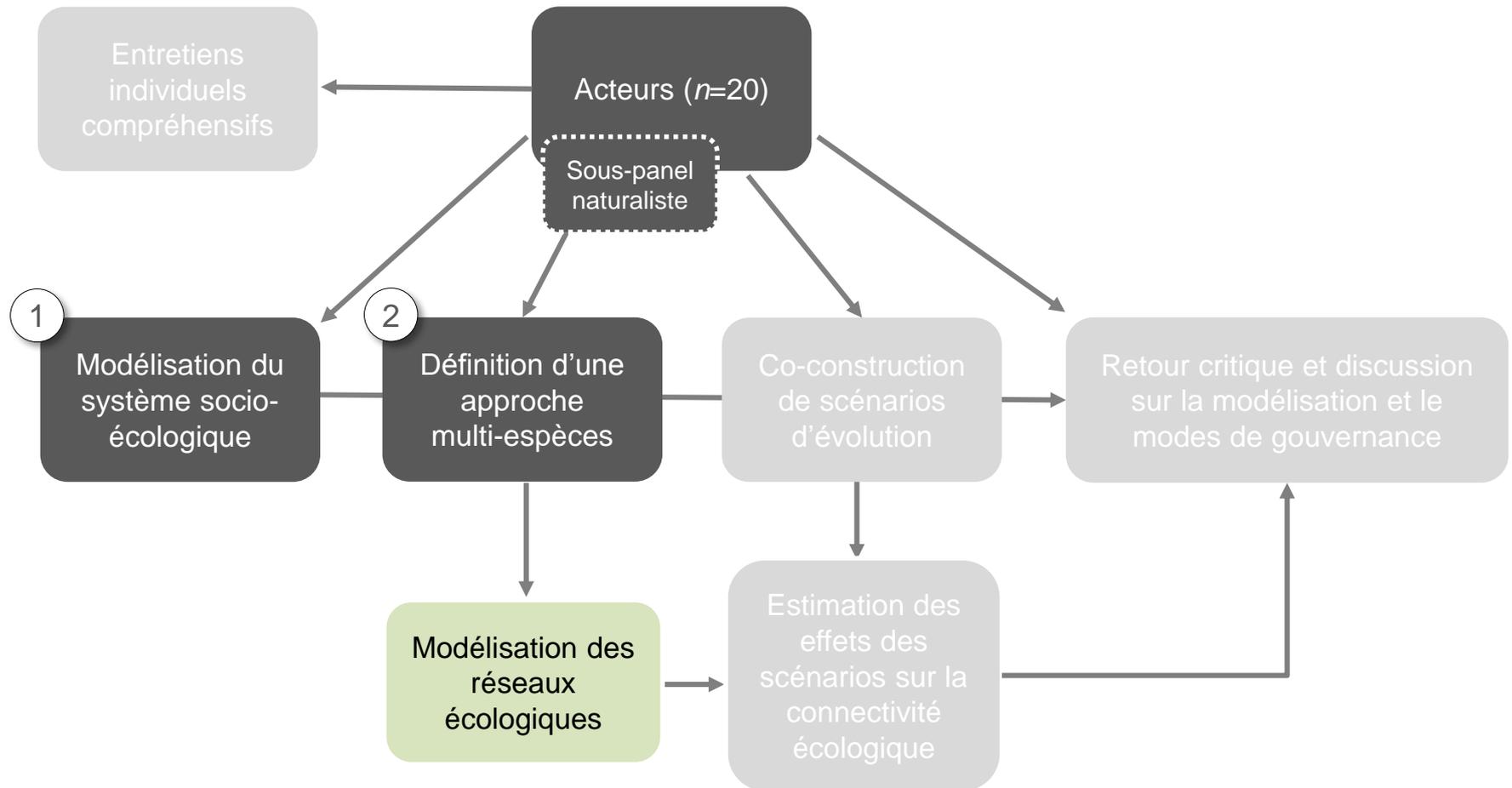
Approche adoptée

Une démarche de modélisation participative impliquant les acteurs du territoire



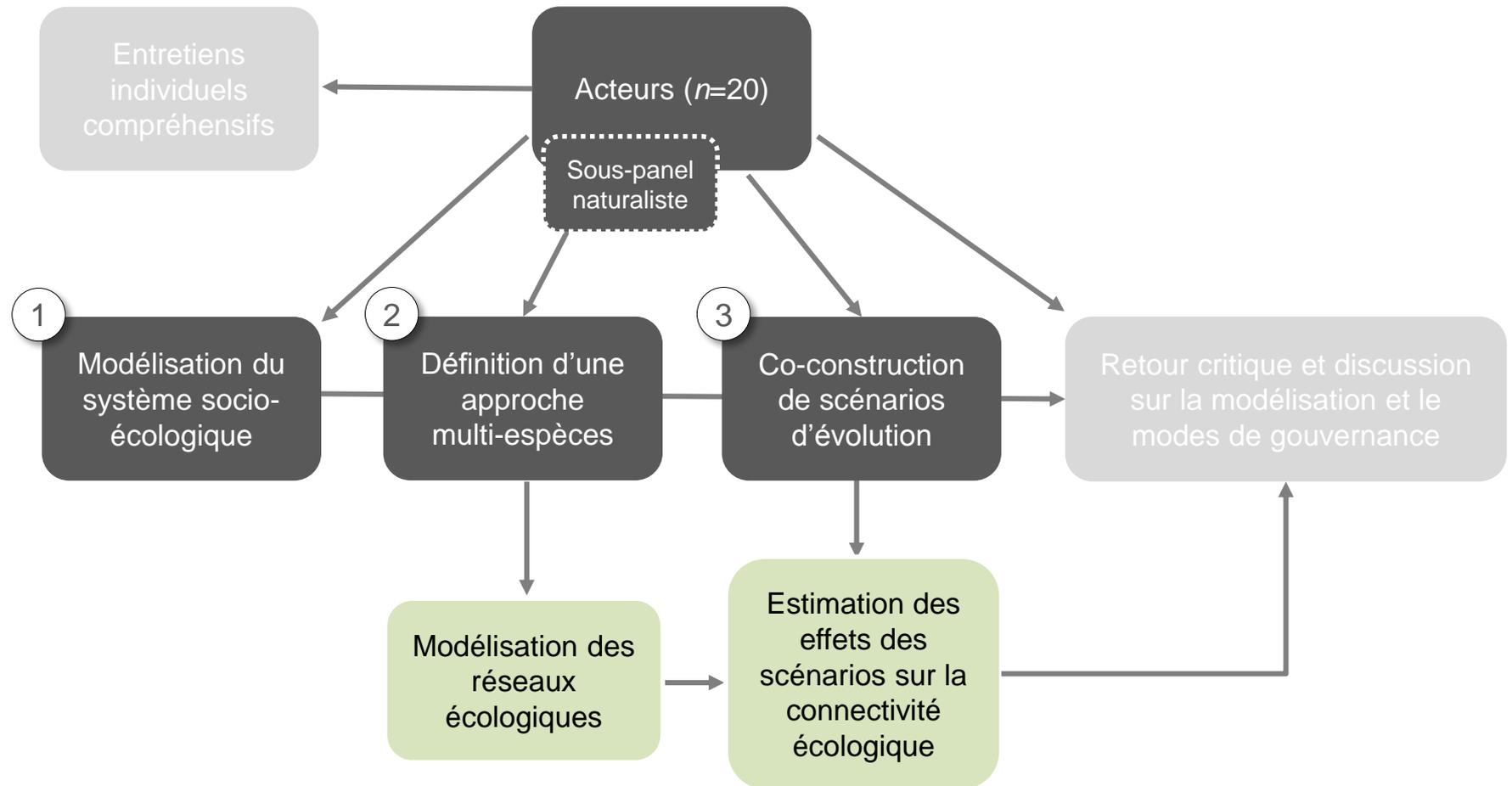
Approche adoptée

Une démarche de modélisation participative impliquant les acteurs du territoire



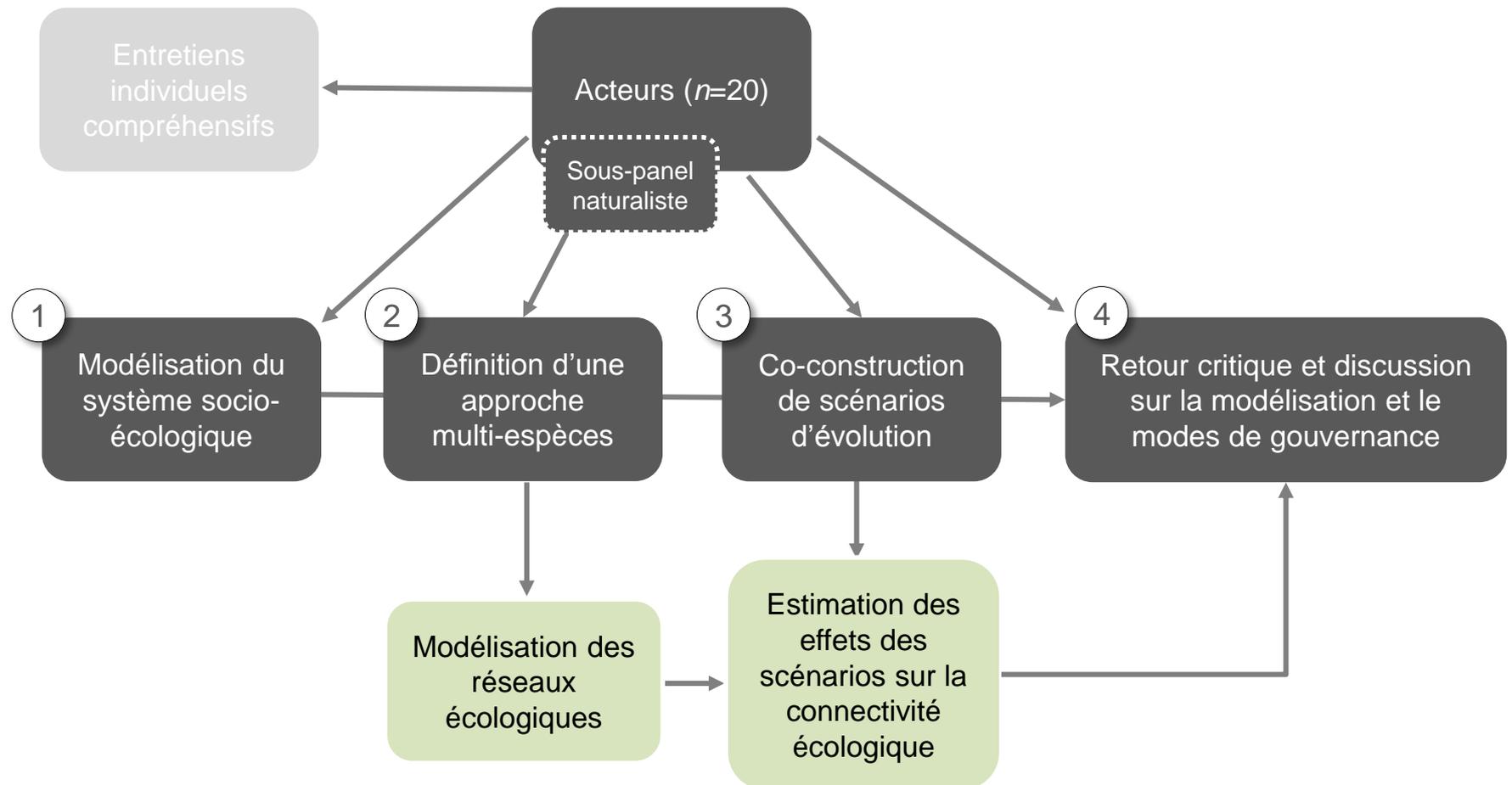
Approche adoptée

Une démarche de modélisation participative impliquant les acteurs du territoire



Approche adoptée

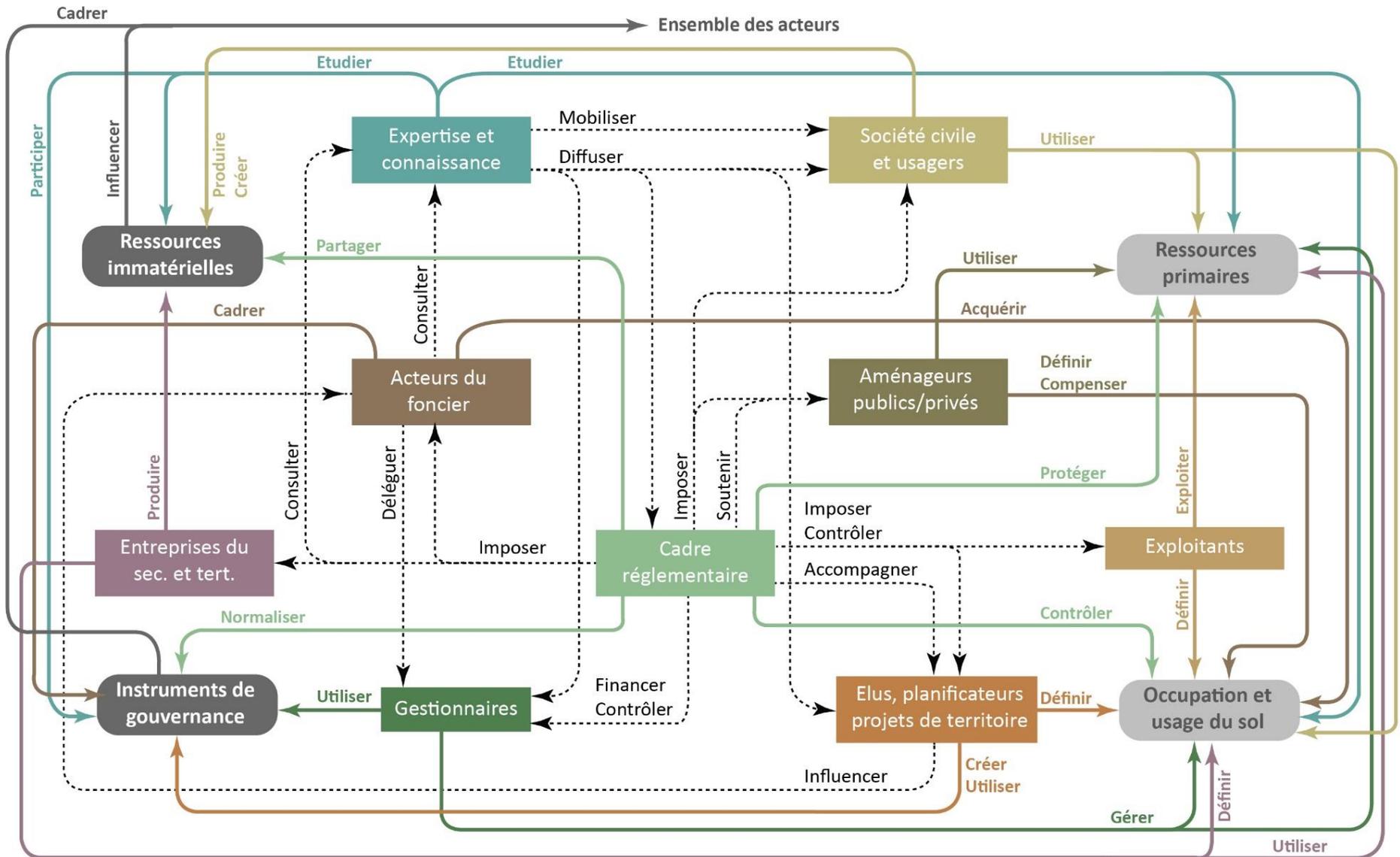
Une démarche de modélisation participative impliquant les acteurs du territoire



1

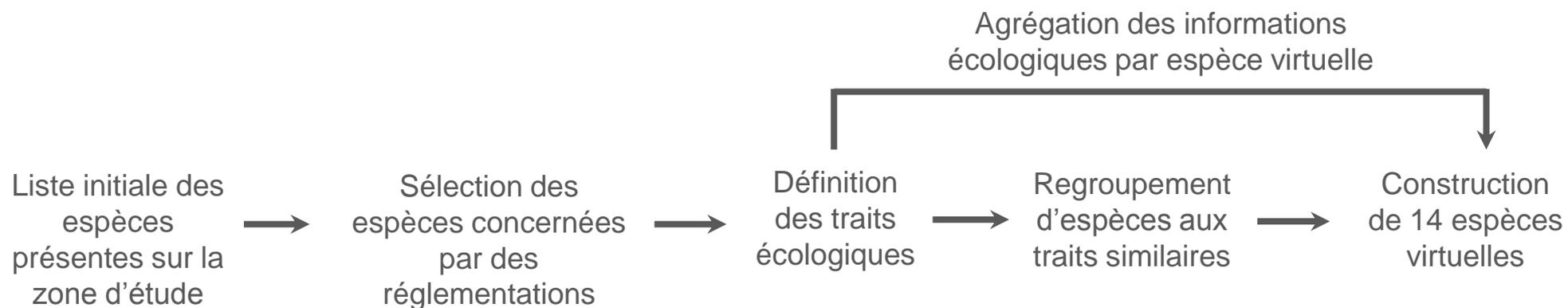
Modélisation participative du système socio-écologique métropolitain

Application de la démarche ARDI (Acteurs, Ressources, Dynamiques, Interactions)



2 Modélisation des réseaux écologiques

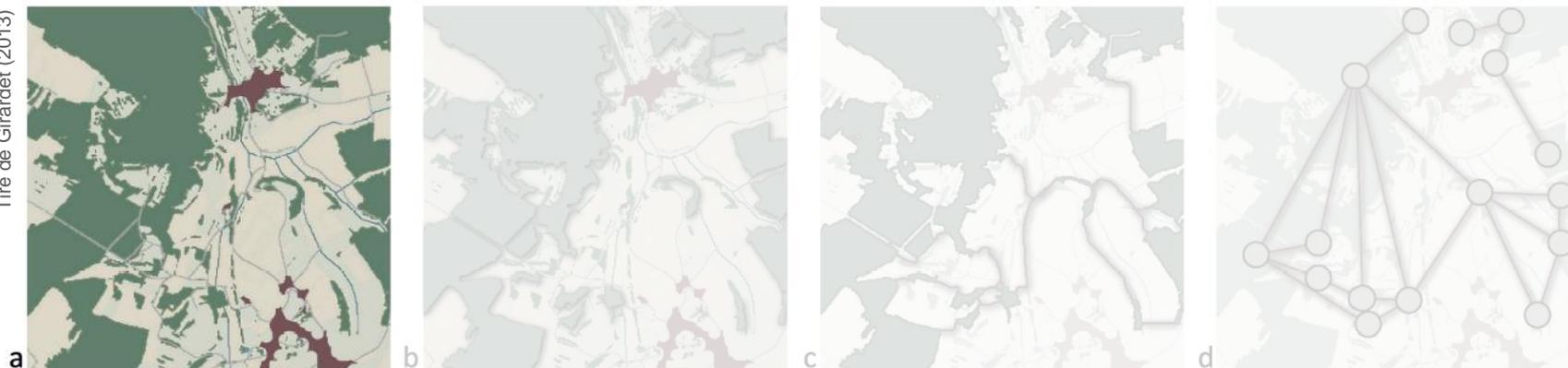
Définition d'une approche multi-espèces



2 Modélisation des réseaux écologiques

Application de la méthode des graphes paysagers

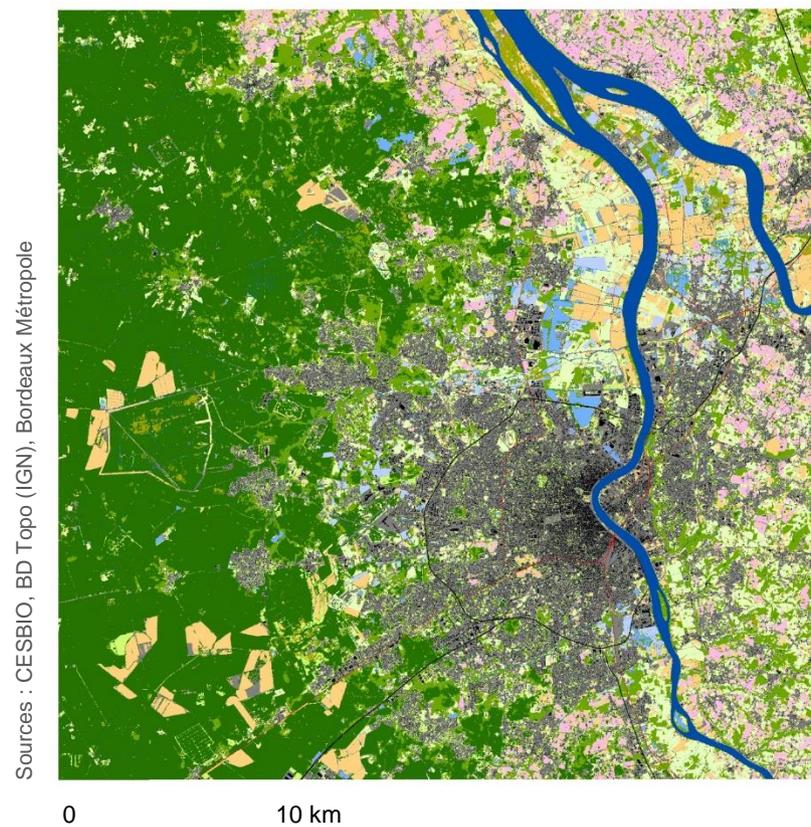
Tiré de Girardet (2013)



Cartographie de l'occupation du sol

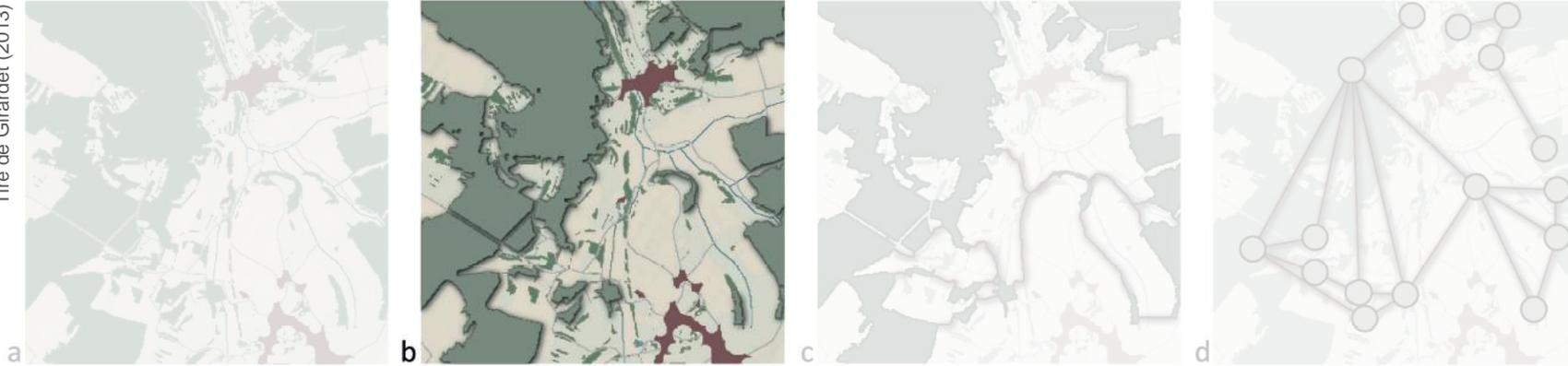
Combinaison de plusieurs sources de données :

- BD Topo IGN
- Bordeaux Métropole
- CESBIO / Pôle Théia



2 **Modélisation des réseaux écologiques**
Application de la méthode des graphes paysagers

Tiré de Girardet (2013)



Exemple de construction d'un graphe
Espèces de milieux ouverts mixtes à faible distance de dispersion

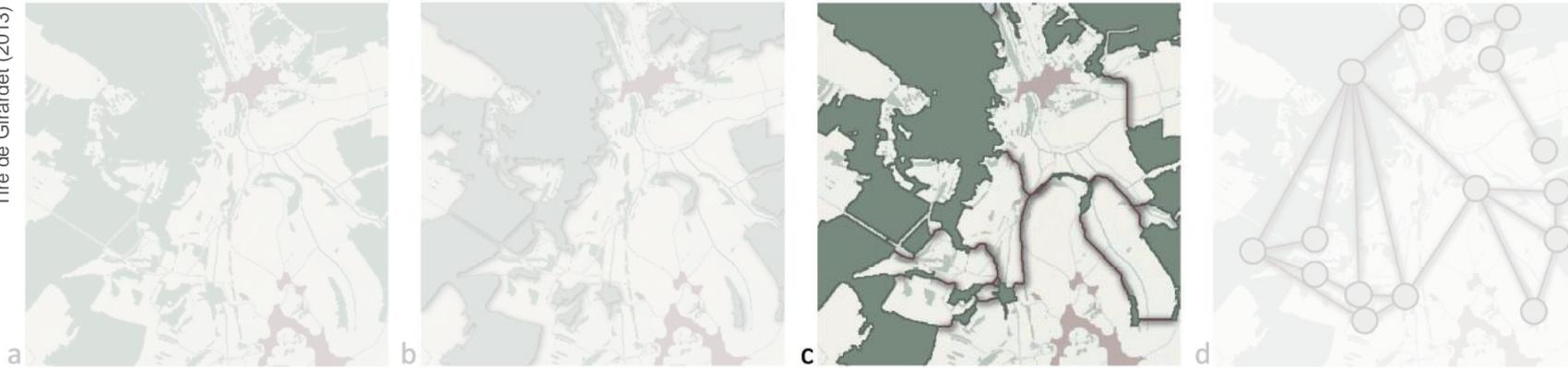
Sources : CESBIO, BD Topo (IGN), Bordeaux Métropole



0 10 km

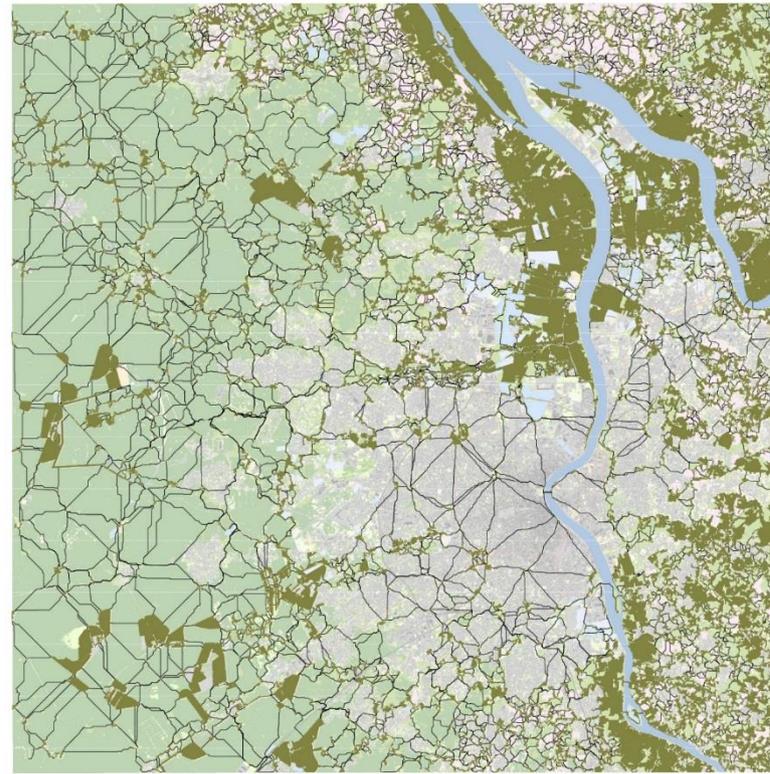
2 **Modélisation des réseaux écologiques**
Application de la méthode des graphes paysagers

Tiré de Girardet (2013)



Exemple de construction d'un graphe
Espèces de milieux ouverts mixtes à faible distance de dispersion

Sources : CESBIO, BD Topo (IGN), Bordeaux Métropole

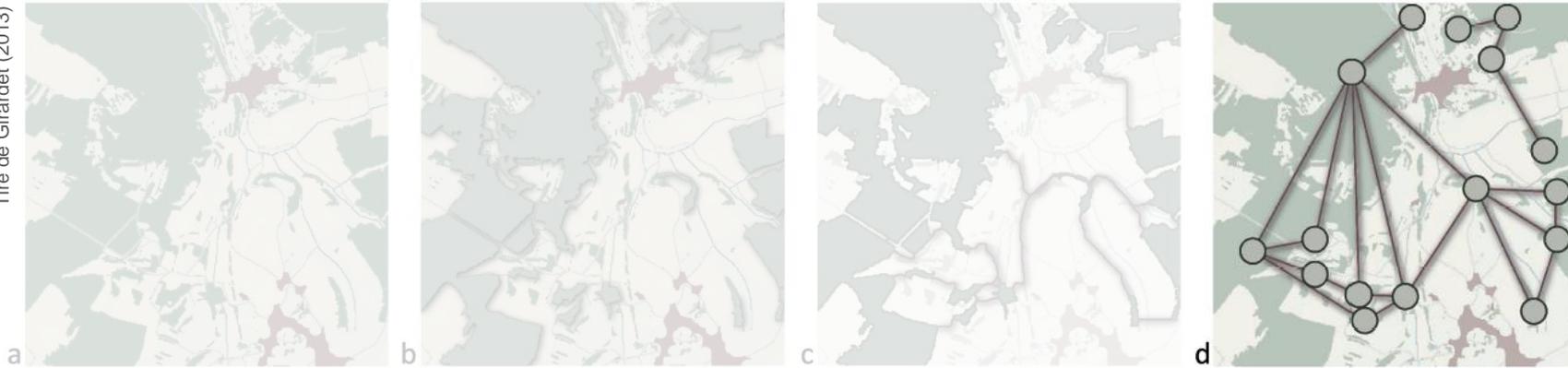


0 10 km

2 Modélisation des réseaux écologiques

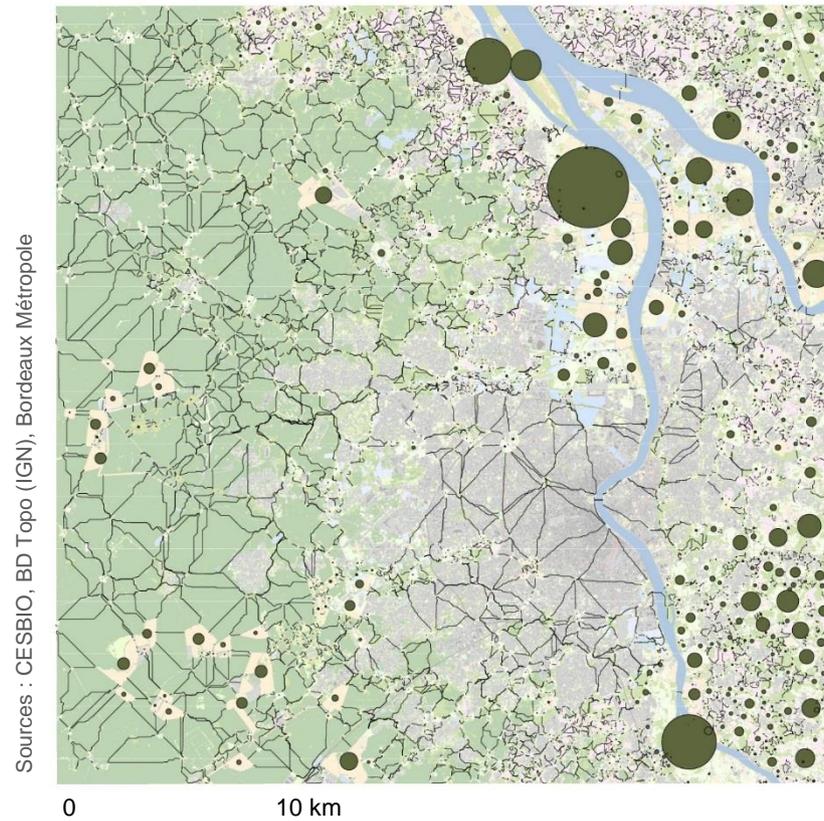
Application de la méthode des graphes paysagers

Tiré de Girardet (2013)



Exemple de construction d'un graphe

Espèces de milieux ouverts mixtes à faible distance de dispersion



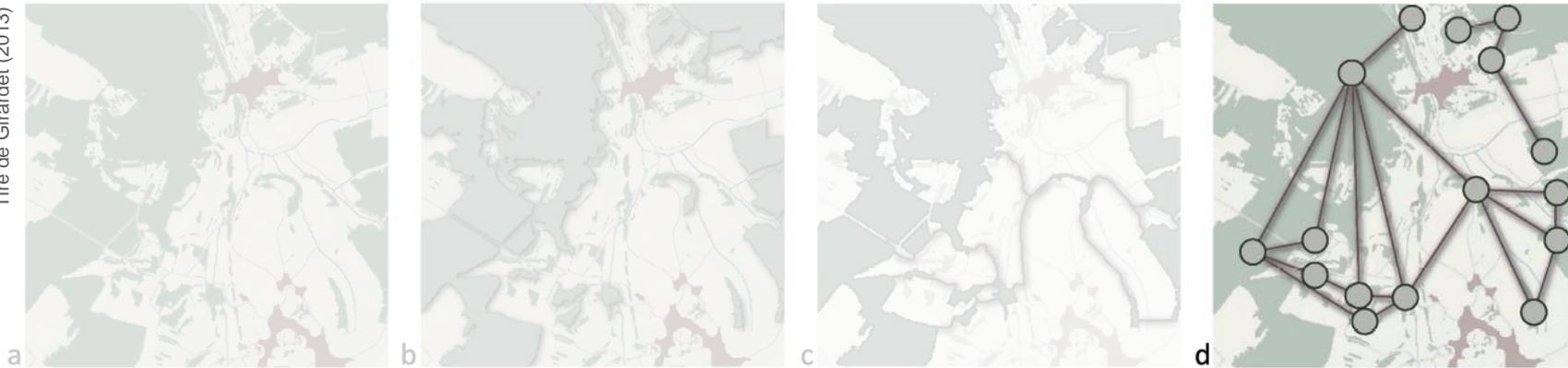
Sources : CESBIO, BD Topo (IGN), Bordeaux Métropole

Connectivité locale

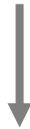


2 **Modélisation des réseaux écologiques**
Application de la méthode des graphes paysagers

Tiré de Girardet (2013)

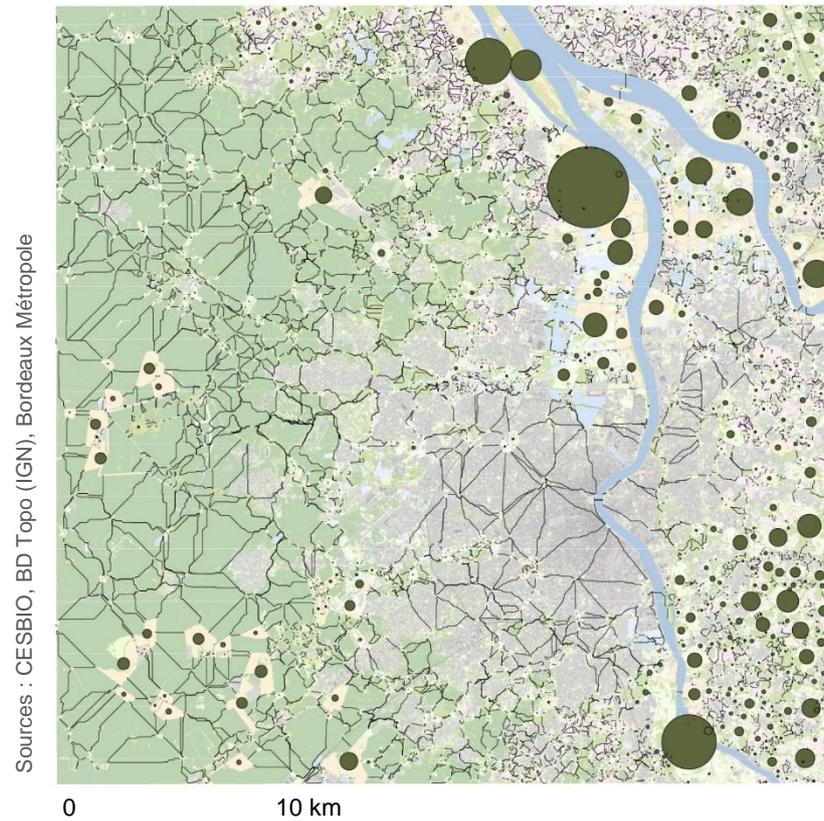


Exemple de construction d'un graphe
Espèces de milieux ouverts mixtes à faible distance de dispersion



Mesure de la connectivité globale
Pour les 14 espèces virtuelles définies

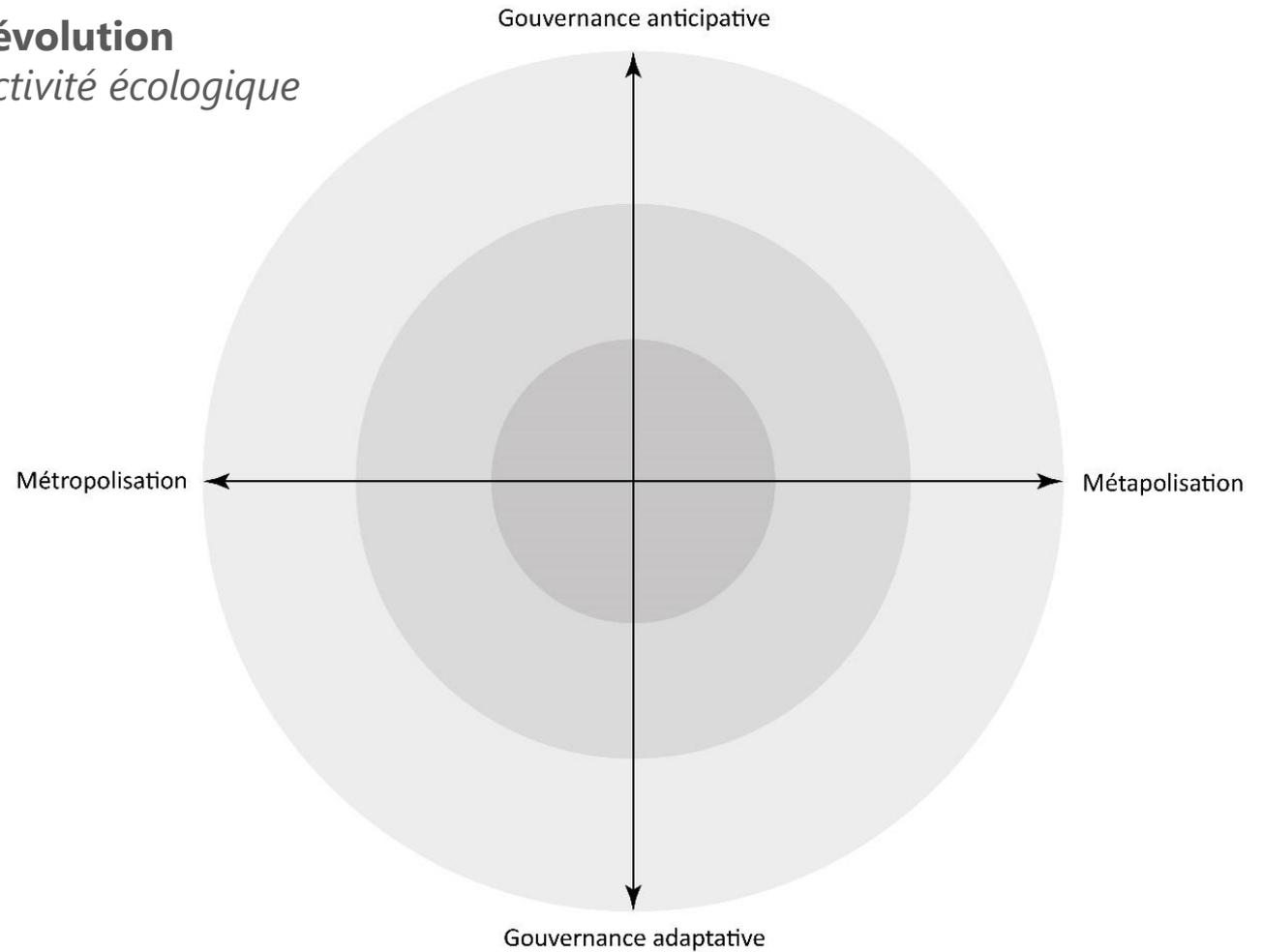
$$EC = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j e^{-\alpha d_{ij}}}$$



Sources : CESBIO, BD Topo (IGN), Bordeaux Métropole

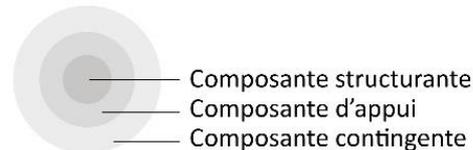
Connectivité locale
 ●●● Elevée
 ●● Faible

3 **Co-construction de scénarios d'évolution**
Impacts des scénarios sur la connectivité écologique



Matrice des scénarios

↔ Drivers

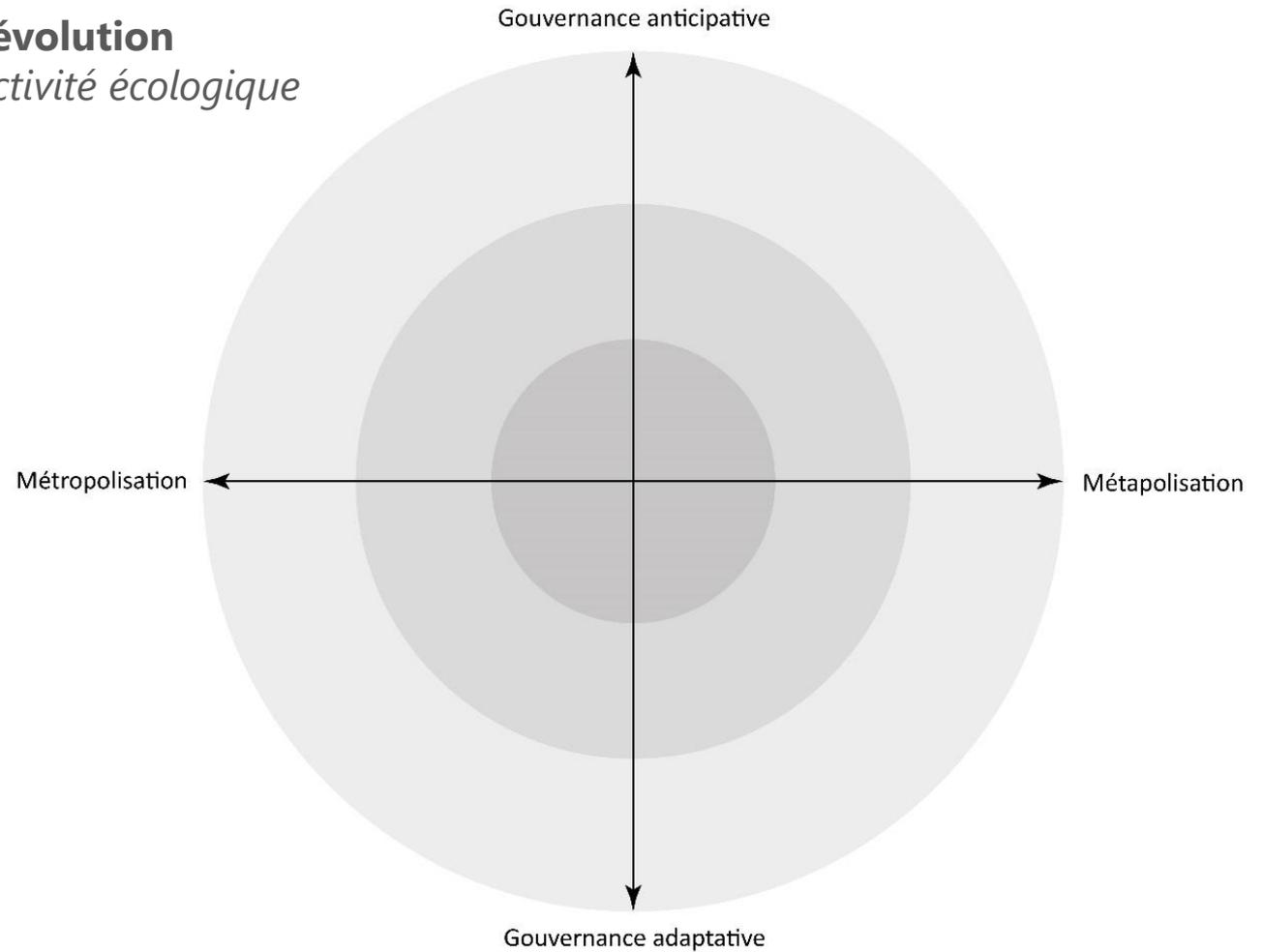
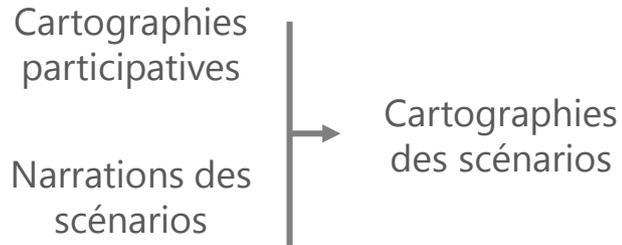


Composantes des scénarios

- 1 → Trajectoires scénaristiques
- Fabrique urbaine
- Gouvernance
- Configurations écologiques

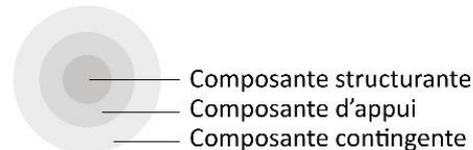
3 Co-construction de scénarios d'évolution

Impacts des scénarios sur la connectivité écologique



Matrice des scénarios

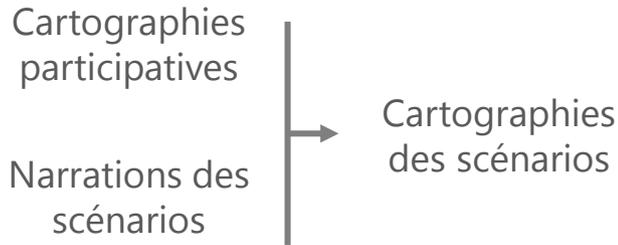
↔ Drivers



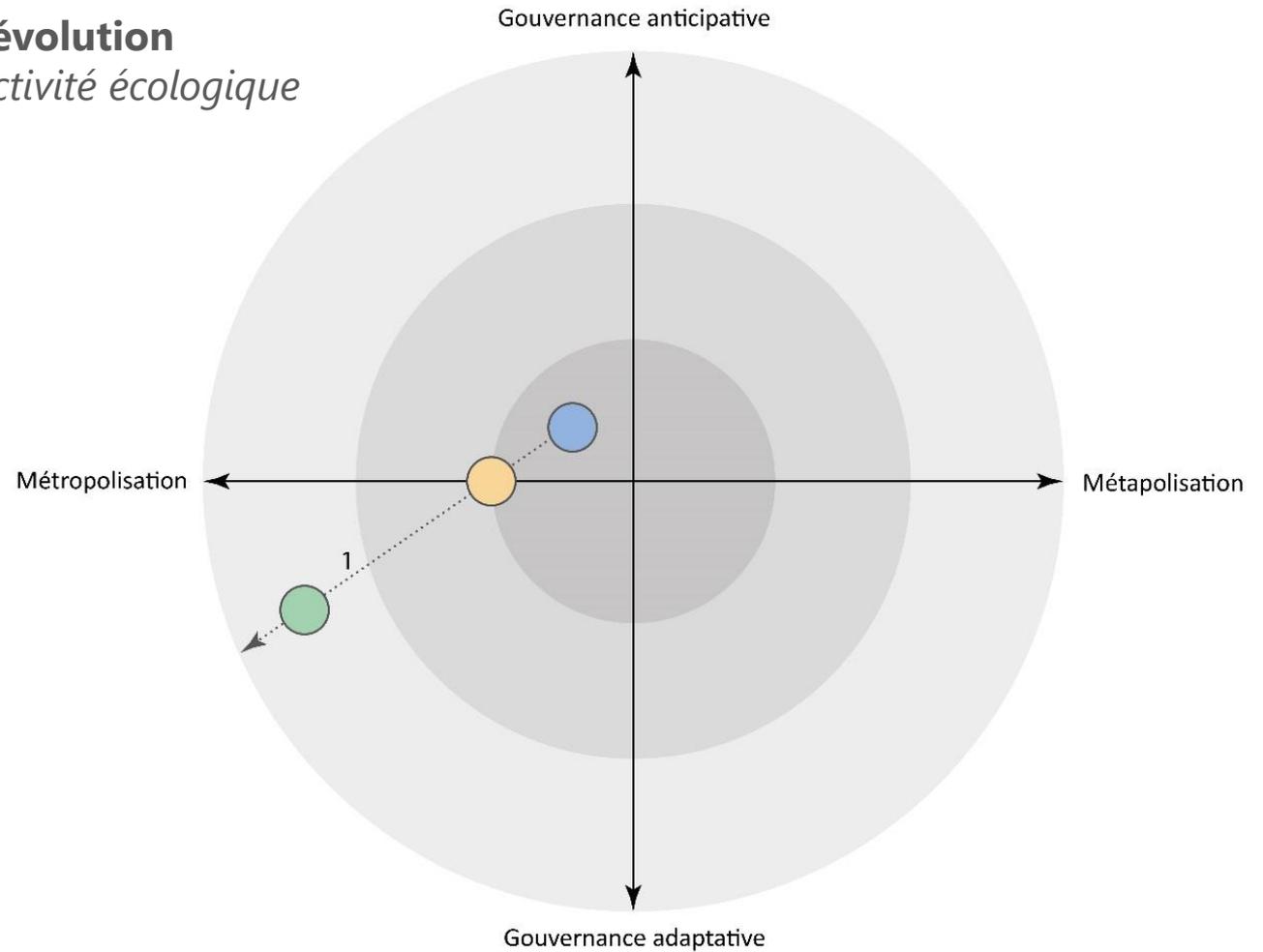
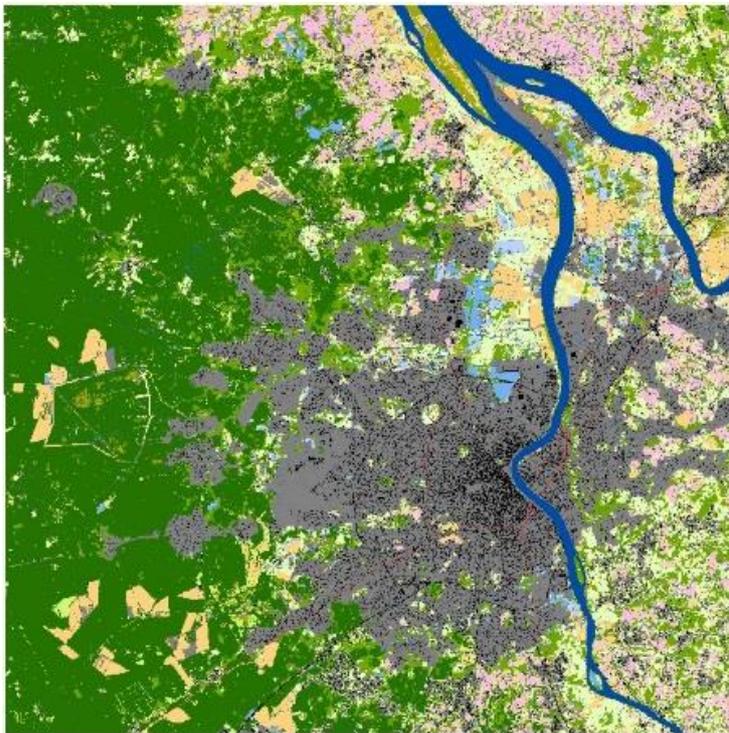
Composantes des scénarios

- 1 → Trajectoires scénaristiques
- Fabrique urbaine
- Gouvernance
- Configurations écologiques

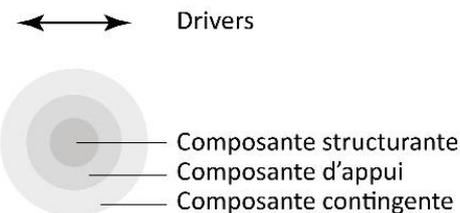
3 Co-construction de scénarios d'évolution
Impacts des scénarios sur la connectivité écologique



1 = Scénario tendanciel
Ville dense



Matrice des scénarios

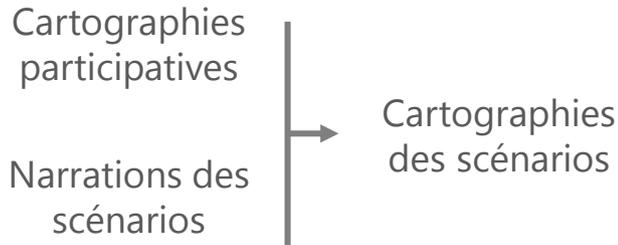


Composantes des scénarios



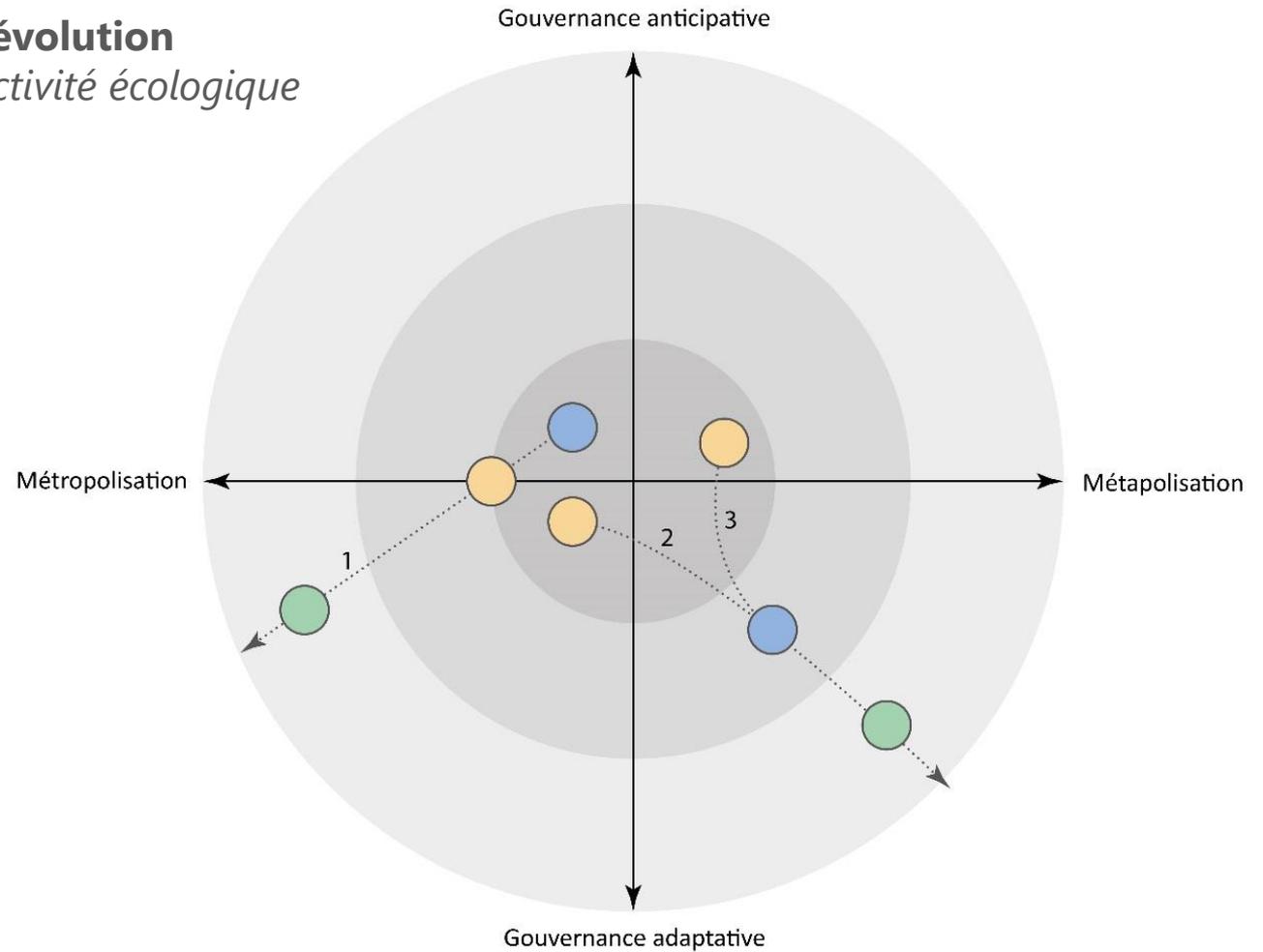
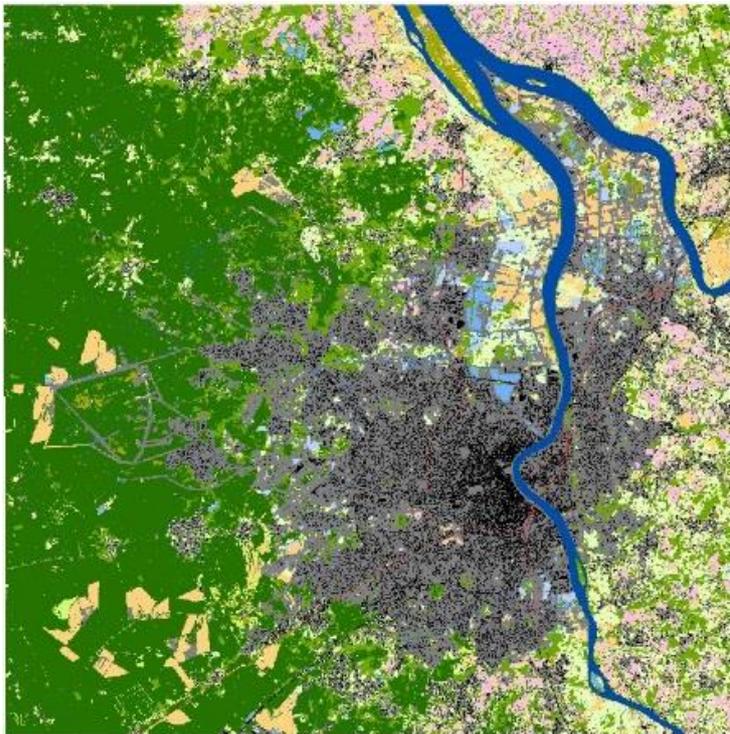
3 Co-construction de scénarios d'évolution

Impacts des scénarios sur la connectivité écologique



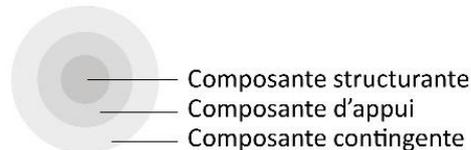
2 = Scénario dystopique

Opposition ville-nature



Matrice des scénarios

↔ Drivers

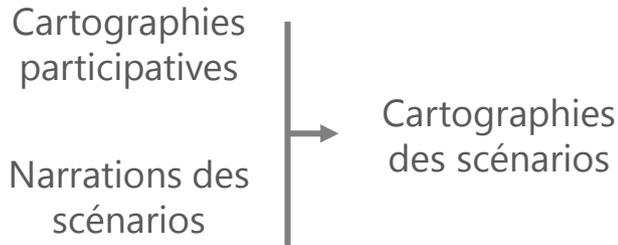


Composantes des scénarios

- 1 → Trajectoires scénaristiques
- Fabrique urbaine
- Gouvernance
- Configurations écologiques

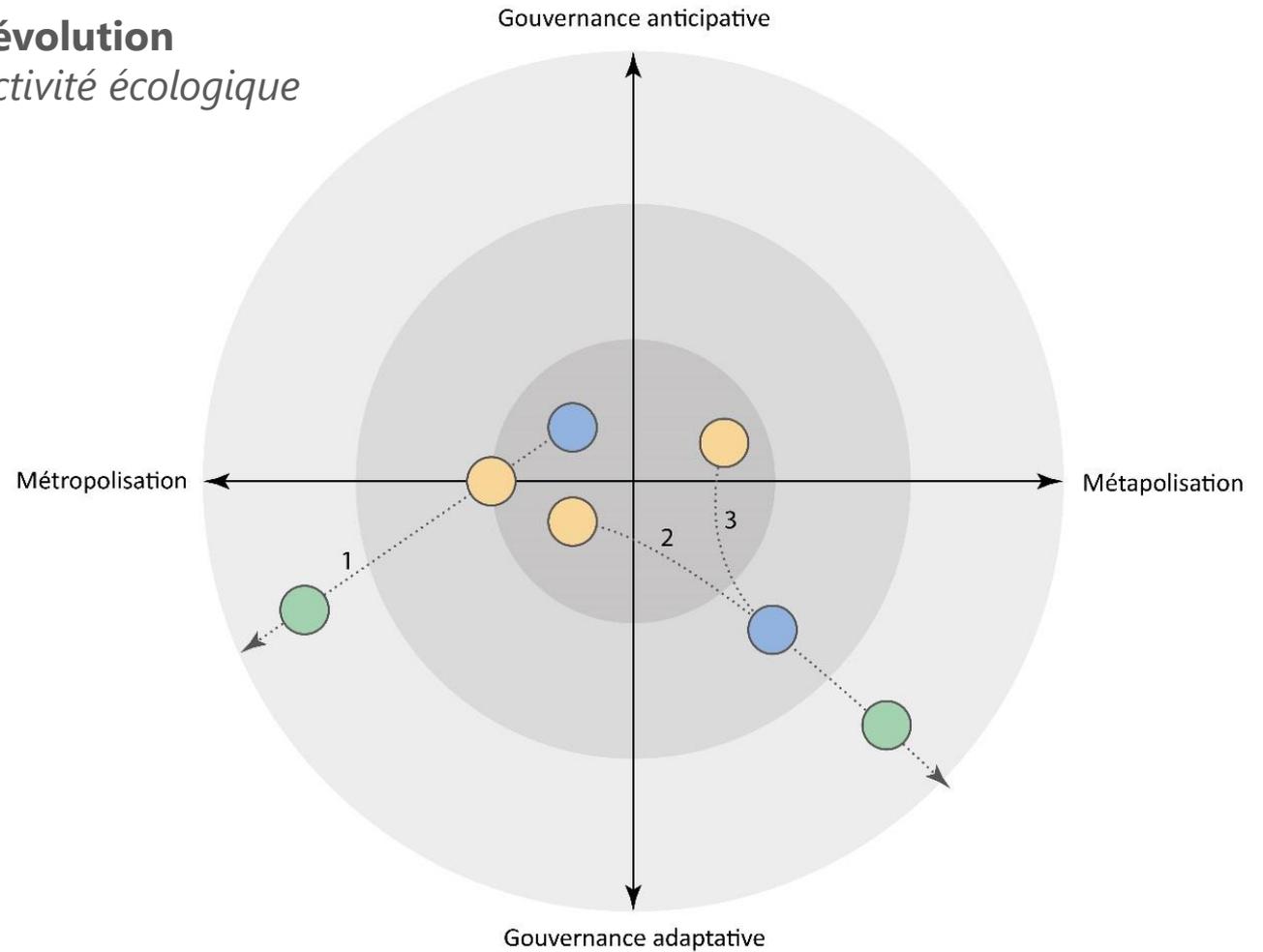
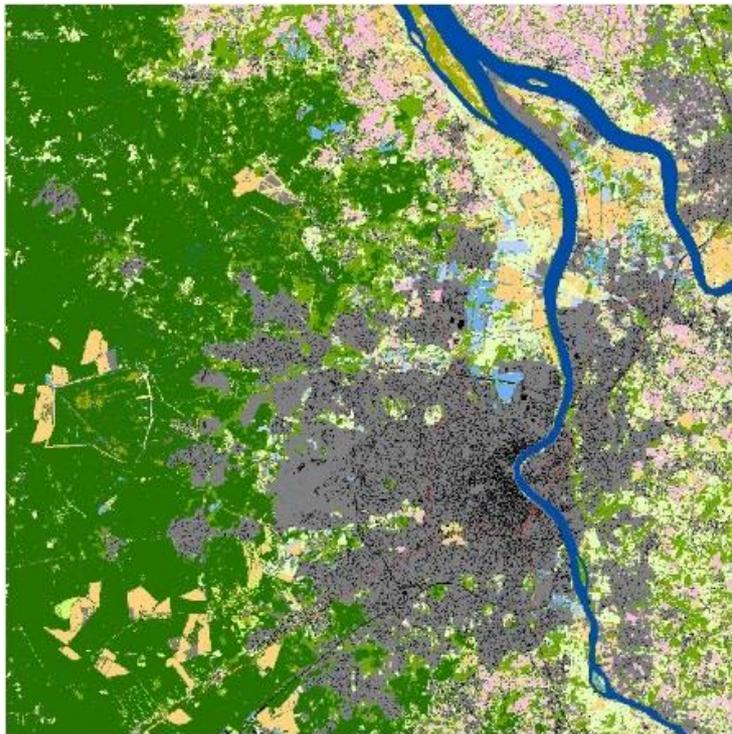
3 Co-construction de scénarios d'évolution

Impacts des scénarios sur la connectivité écologique



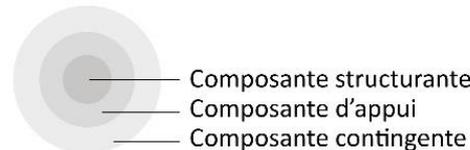
3 = Scénario dystopique

Imbrication ville-nature



Matrice des scénarios

↔ Drivers

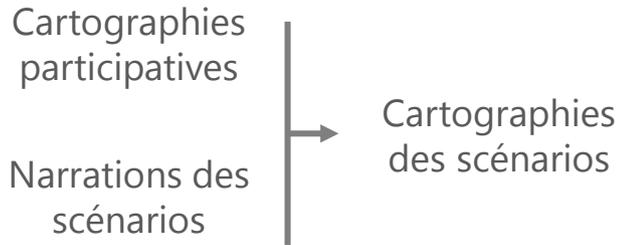


Composantes des scénarios

- 1 → Trajectoires scénaristiques
- Fabrique urbaine
- Gouvernance
- Configurations écologiques

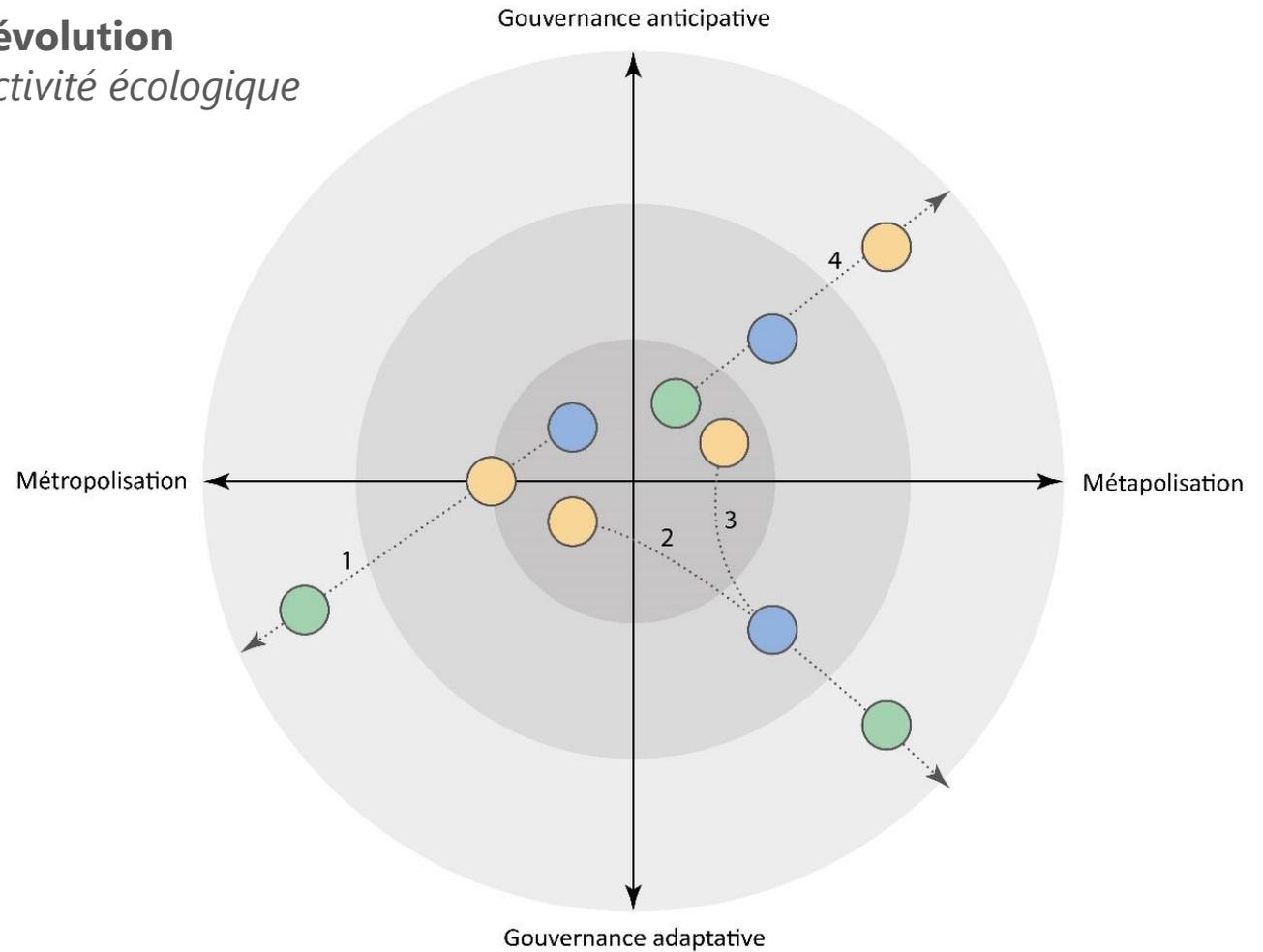
3 Co-construction de scénarios d'évolution

Impacts des scénarios sur la connectivité écologique



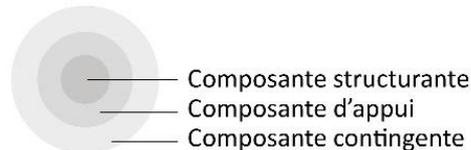
4 = Scénario utopique

- 4.1. Restauration écologique radicale
- 4.2. Conciliation optimale



Matrice des scénarios

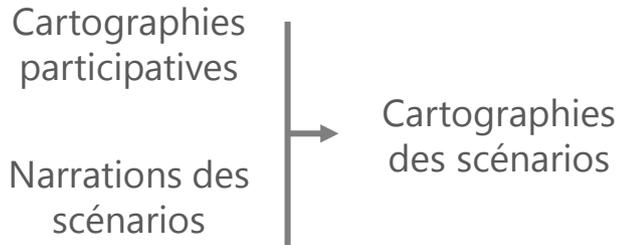
↔ Drivers



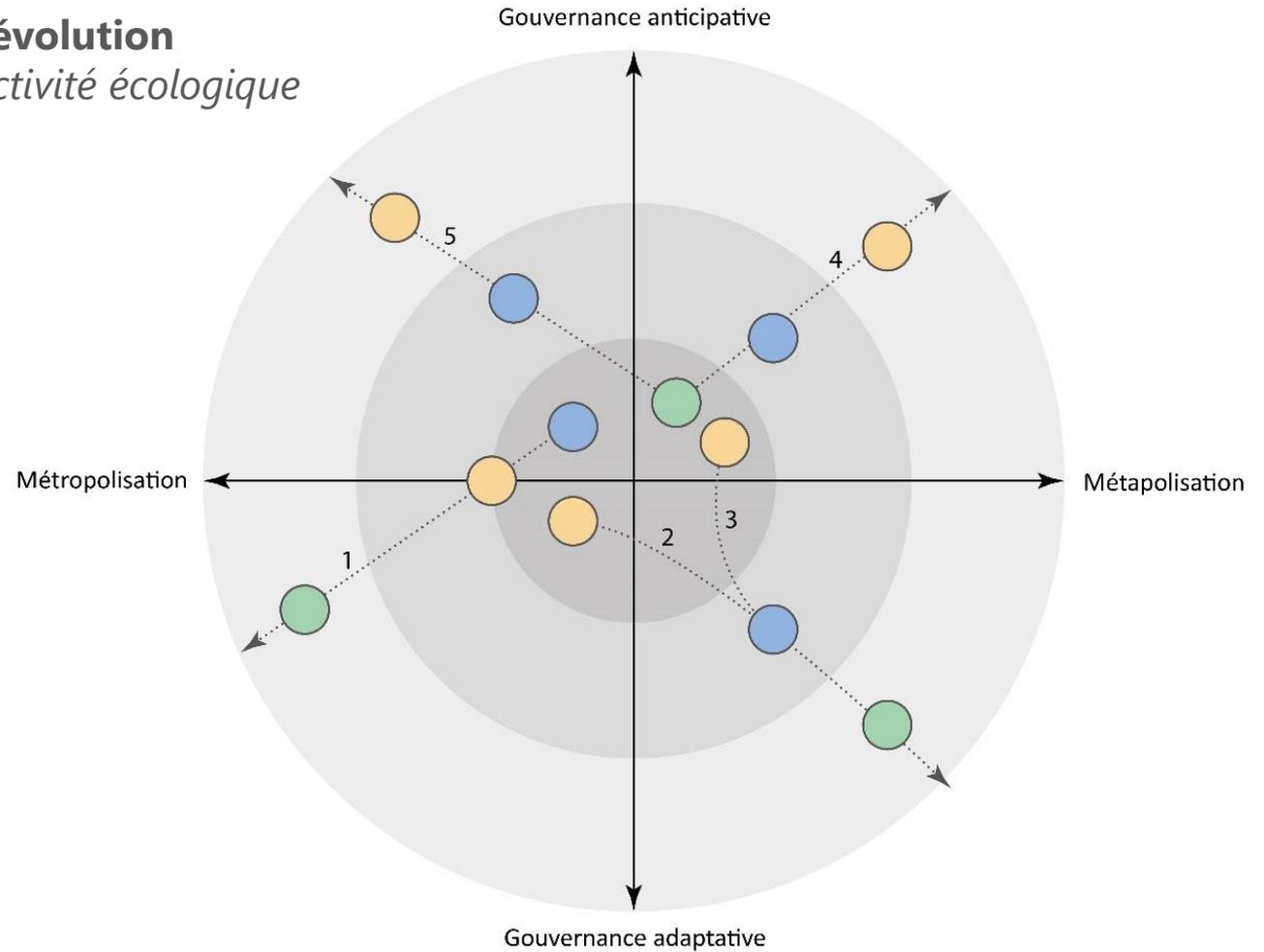
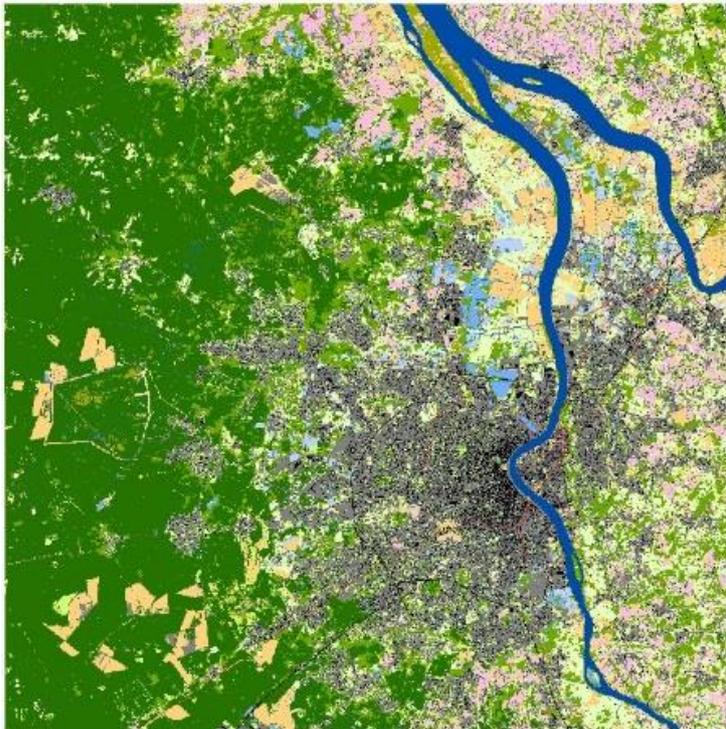
Composantes des scénarios

- 1 → Trajectoires scénaristiques
- Fabrique urbaine
- Gouvernance
- Configurations écologiques

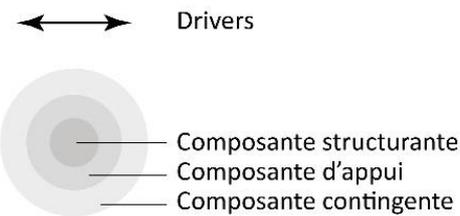
3 Co-construction de scénarios d'évolution
Impacts des scénarios sur la connectivité écologique



5 = Scénario souhaitable
Ville résiliente



Matrice des scénarios



Composantes des scénarios



3 Co-construction de scénarios d'évolution

Impacts des scénarios sur la connectivité écologique



Etat initial



**Connectivité
globale initial**

$$EC = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j e^{-\alpha d_{ij}}}$$

3 **Co-construction de scénarios d'évolution**
Impacts des scénarios sur la connectivité écologique



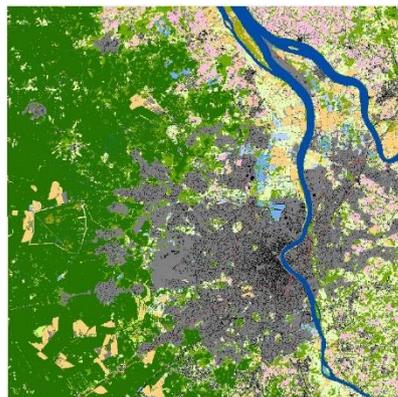
Etat initial



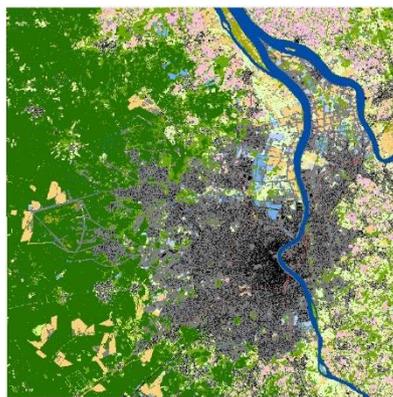
Connectivité globale initial

$$EC = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j e^{-\alpha d_{ij}}}$$

Connectivité globale après scénarios



Scénario 1



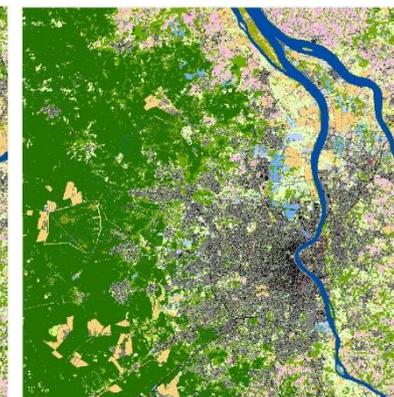
Scénario 2



Scénario 3



Scénario 4



Scénario 5

3 **Co-construction de scénarios d'évolution**
Impacts des scénarios sur la connectivité écologique



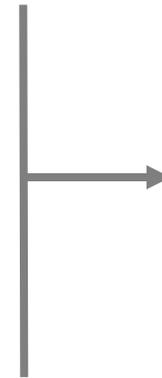
Etat initial



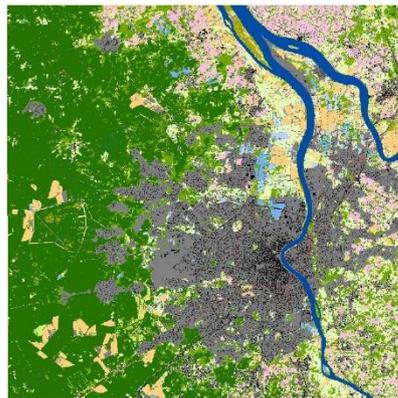
Connectivité globale initial

$$EC = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j e^{-\alpha d_{ij}}}$$

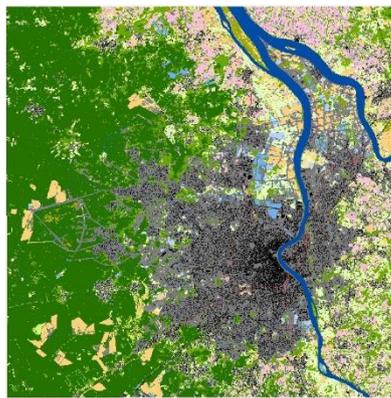
Connectivité globale après scénarios



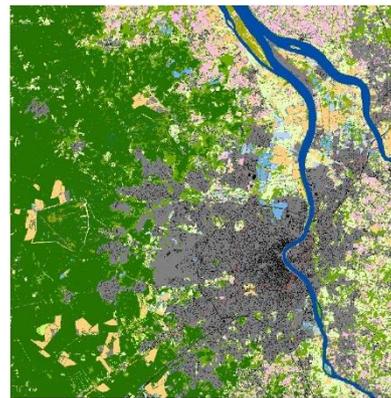
Impacts des scénarios sur la connectivité



Scénario 1



Scénario 2



Scénario 3



Scénario 4

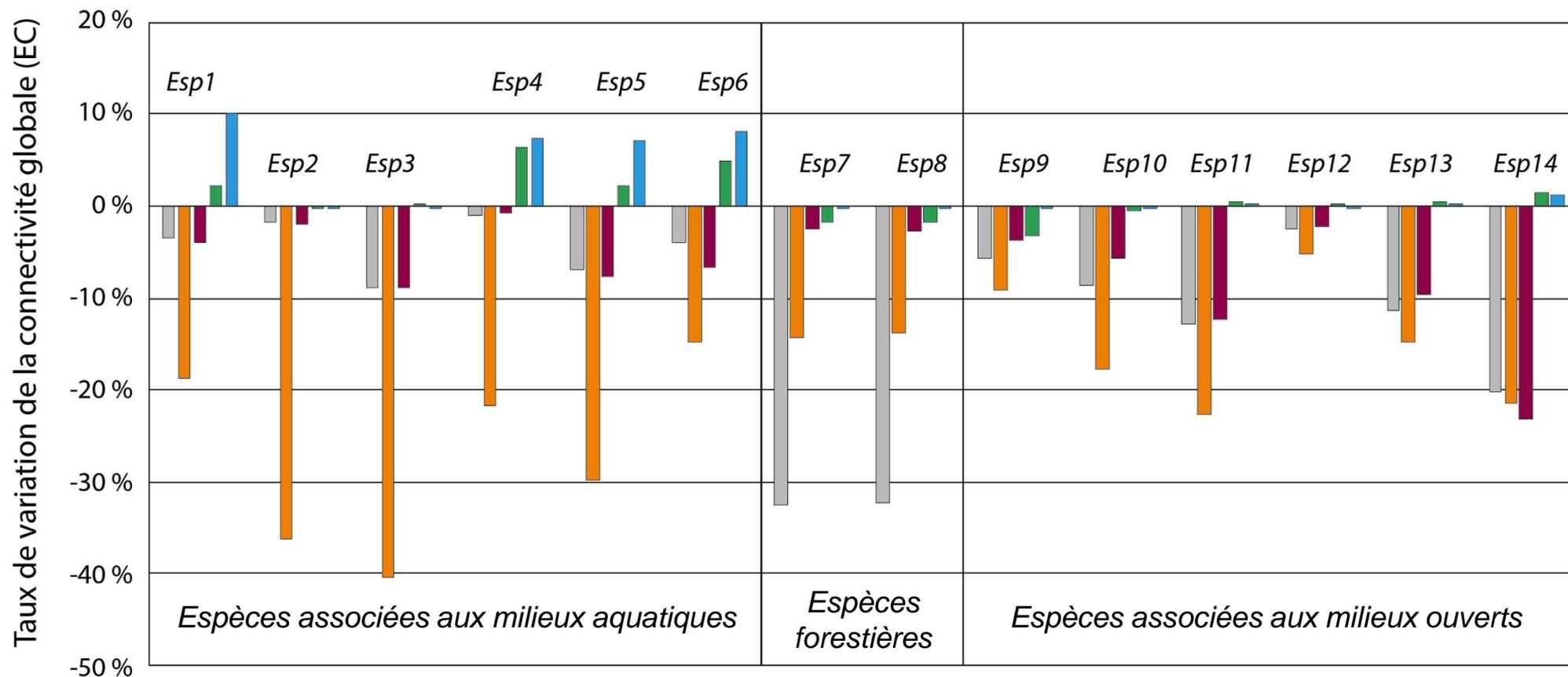


Scénario 5

3

Co-construction de scénarios d'évolution

Impacts des scénarios sur la connectivité écologique par espèce

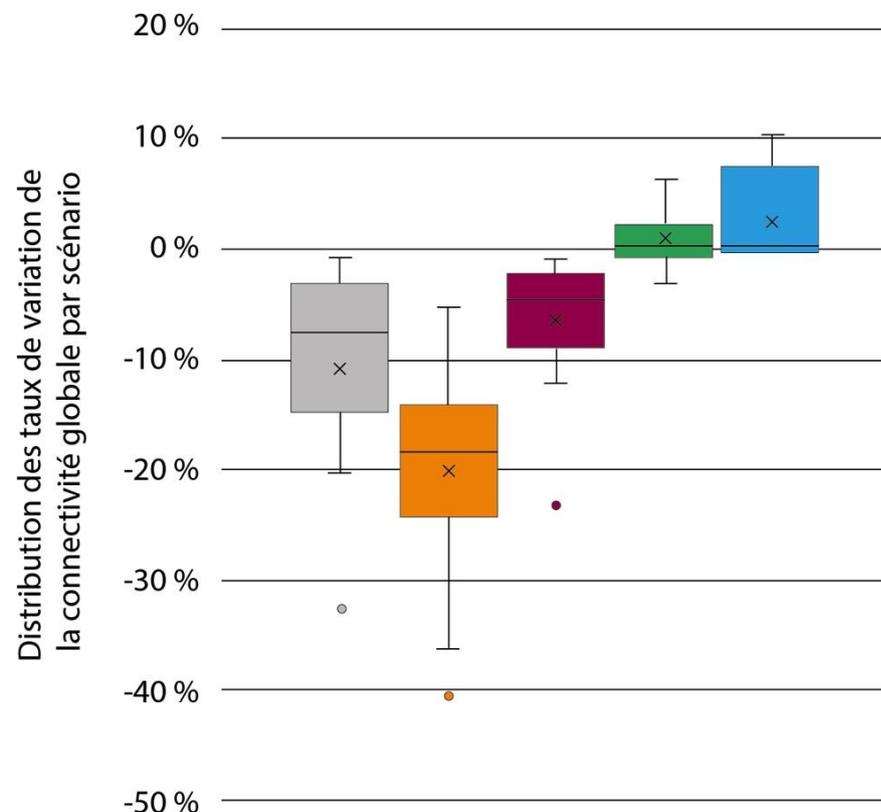


- Scénario 1**
Tendanciel ville dense
- Scénario 2**
Opposition ville-nature
- Scénarios 4**
4.1. Restauration écologique radicale
4.2. Conciliation optimale
- Scénario 3**
Imbrication ville-nature
- Scénario 5**
Ville résiliente

3 Co-construction de scénarios d'évolution

Impacts des scénarios sur la connectivité écologique par scénario

- Scénario 1**
Tendanciel ville dense
- Scénario 2**
Opposition ville-nature
- Scénario 3**
Imbrication ville-nature
- Scénarios 4**
4.1. Restauration écologique radicale
4.2. Conciliation optimale
- Scénario 5**
Ville résiliente



- Opposition entre les scénarios tendanciel (1) et dystopiques (2 et 3) ;
- Impacts négatifs relatifs du scénario dystopique (3) comparé au scénario tendanciel (1) ;
- Impacts positifs moins clairs pour le scénario utopique radical/optimal (4) que pour le scénario utopique résilient (5).

4 Retours critiques et discussion

Un retour réflexif sur la démarche

- La question de la transdisciplinarité au sein du projet de recherche ;
- Des biais associés à l'absence de certains acteurs → tensions géopolitiques locales ;
- Limites de la modélisation des réseaux écologiques.

4 Retours critiques et discussion

Un retour réflexif sur la démarche

- La question de la transdisciplinarité au sein du projet de recherche ;
- Des biais associés à l'absence de certains acteurs → tensions géopolitiques locales ;
- Limites de la modélisation des réseaux écologiques.

Perspectives de recherche

- Perspectives écologiques → planification systématique de la conservation intégrant d'autres variables ;
- Perspectives sociologiques → mise en visibilité des interdépendances territoriales ;
- Perspectives géographique → spatialisation des réseaux socio-politiques et de gouvernance.

4 Retours critiques et discussion

Un retour réflexif sur la démarche

- La question de la transdisciplinarité au sein du projet de recherche ;
- Des biais associés à l'absence de certains acteurs → tensions géopolitiques locales ;
- Limites de la modélisation des réseaux écologiques.

Perspectives de recherche

- Perspectives écologiques → planification systématique de la conservation intégrant d'autres variables ;
- Perspectives sociologiques → mise en visibilité des interdépendances territoriales ;
- Perspectives géographique → spatialisation des réseaux socio-politiques et de gouvernance.

L'aide à la décision en questions

- La vulgarisation des travaux scientifiques au risque de l'effet « boîte noire » ;
- Temps de la recherche *versus* temps du politique ;
- La fonction sociale des connaissances scientifiques : quelles relations entre la science et la société ?

4 Retours critiques et discussion

Un retour réflexif sur la démarche

- La question de la transdisciplinarité au sein du projet de recherche ;
- Des biais associés à l'absence de certains acteurs → tensions géopolitiques locales ;
- Limites de la modélisation des réseaux écologiques.

Perspectives de recherche

- Perspectives écologiques → planification systématique de la conservation intégrant d'autres variables ;
- Perspectives sociologiques → mise en visibilité des interdépendances territoriales ;
- Perspectives géographique → spatialisation des réseaux socio-politiques et de gouvernance.

L'aide à la décision en questions

- La vulgarisation des travaux scientifiques au risque de l'effet « boîte noire » ;
- Temps de la recherche *versus* temps du politique ;
- La fonction sociale des connaissances scientifiques : quelles relations entre la science et la société ?

Reproductibilité de la démarche → possibilités d'intégration d'autres types de modèles dans des processus participatifs ?

INTÉGRATION DE LA MODÉLISATION DES RÉSEAUX ÉCOLOGIQUES DANS UN DISPOSITIF PARTICIPATIF IMPLIQUANT LES ACTEURS DU TERRITOIRE

APPLICATION À BORDEAUX MÉTROPOLE

YOHAN SAHRAOUI ^{1,2}
CHARLES DE GODOY LESKI ^{1,3}
LAURE CARASSOU ³
INGE VAN HALDER ⁴
FRÉDÉRIC REVERS ⁴
MARIE BARNEIX ⁵
GILLES VUIDEL ⁶
DENIS SALLES ³
MARIE-LISE BENOT ⁴



AVEC LA PARTICIPATION DE :

ADELINE AIRD, MARIE-LISE BENOT, CHRISTINE COT, LAURENT COUZI, AURE DE MELO, JEANNE DACHARY-BERNARD, LIONEL DEFRANOUX, FRANÇOISE GROSS, BAPTISTE HAUTDIDIER, GUILLEMETTE HUSSON, CAMILLE JOURDAIN, JEAN MARTIN, LAURE MAUTTHIEUSSENT, ERIC PESME, DIANE-LAURE SORREL, DAVID SOULET, MATTHIEU BERRONEAU, MAGALI CONTRASTY, PAULINE HERAUD, FRÉDÉRIC REVERS, PHILIPPE BOËT, JEAN MARIEU

¹ UNIVERSITÉ DE BORDEAUX, LABEX COTE
² UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES, IGEAT-GESTE
³ IRSTEA, CENTRE DE BORDEAUX
⁴ UMR BIOGECO, INRA, UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
⁵ OBSERVATOIRE AQUITAIN DE LA FAUNE SAUVAGE
⁶ UMR THÉMA, CNRS, UNIVERSITÉ BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ