



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

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

*APPLICATION À BORDEAUX MÉTROPOLE*

<sup>1</sup> UNIVERSITÉ DE BORDEAUX, LABEX COTE  
<sup>2</sup> UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES, IGEAT-GESTE  
<sup>3</sup> IRSTEA, CENTRE DE BORDEAUX  
<sup>4</sup> UMR BIOGECO, INRA, UNIVERSITÉ DE BORDEAUX  
<sup>5</sup> OBSERVATOIRE AQUITAIN DE LA FAUNE SAUVAGE  
<sup>6</sup> 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



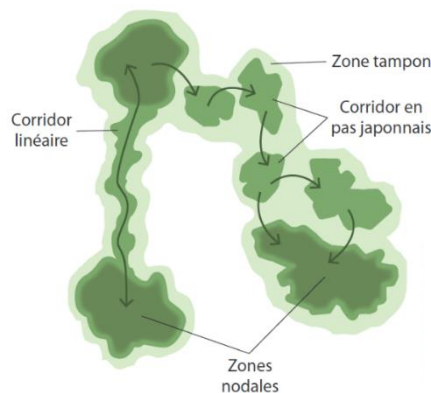
Biodiversité

## 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

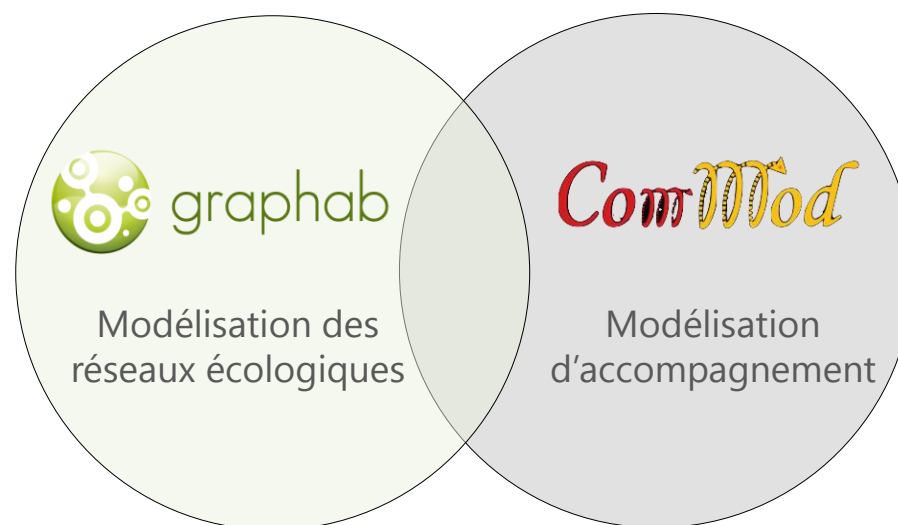
### Réseaux écologiques et aménagement du territoire

- 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

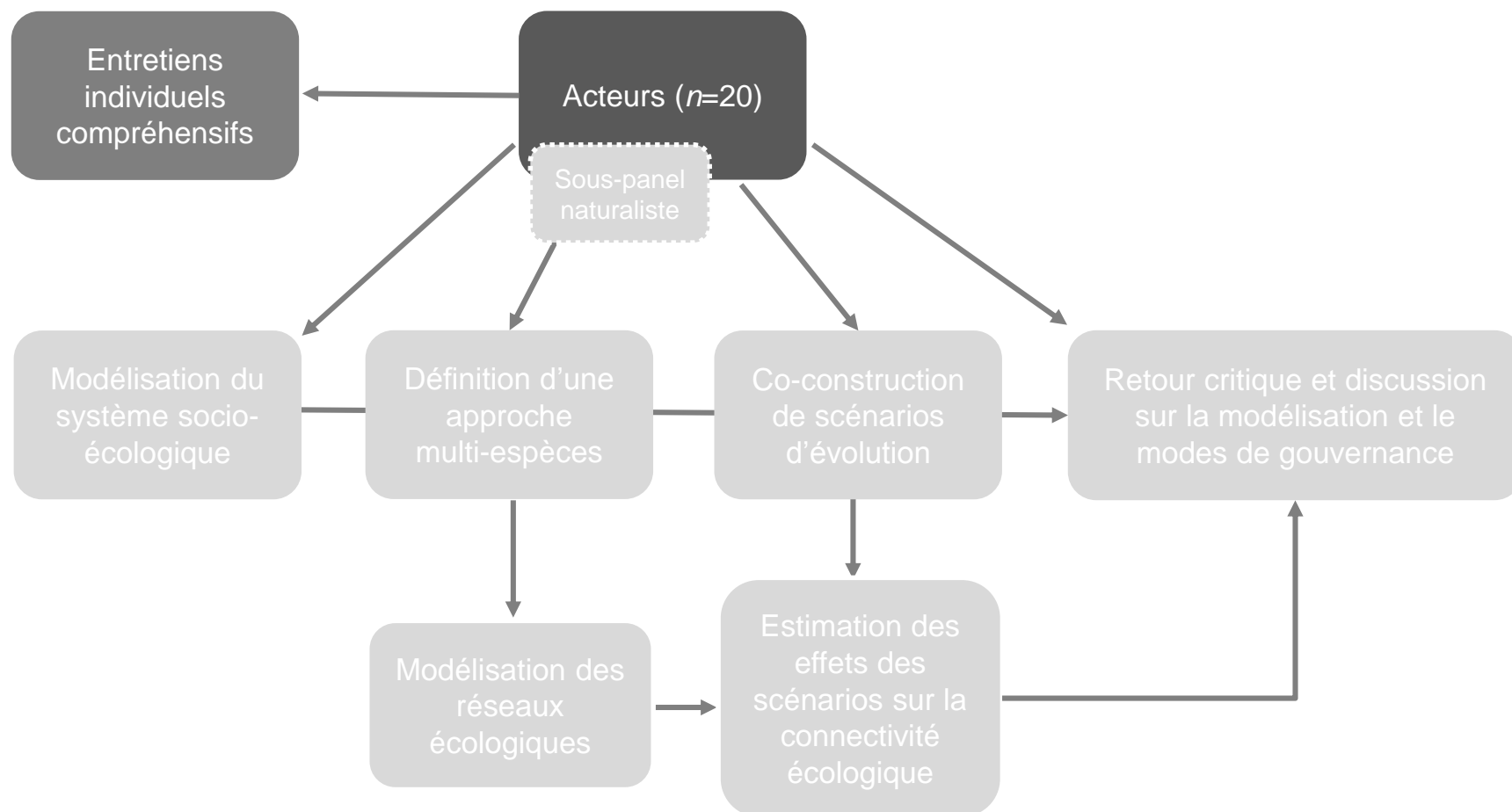
*Une démarche de modélisation participative impliquant les acteurs du territoire*



Crédit photo : Yohan Sahraoui

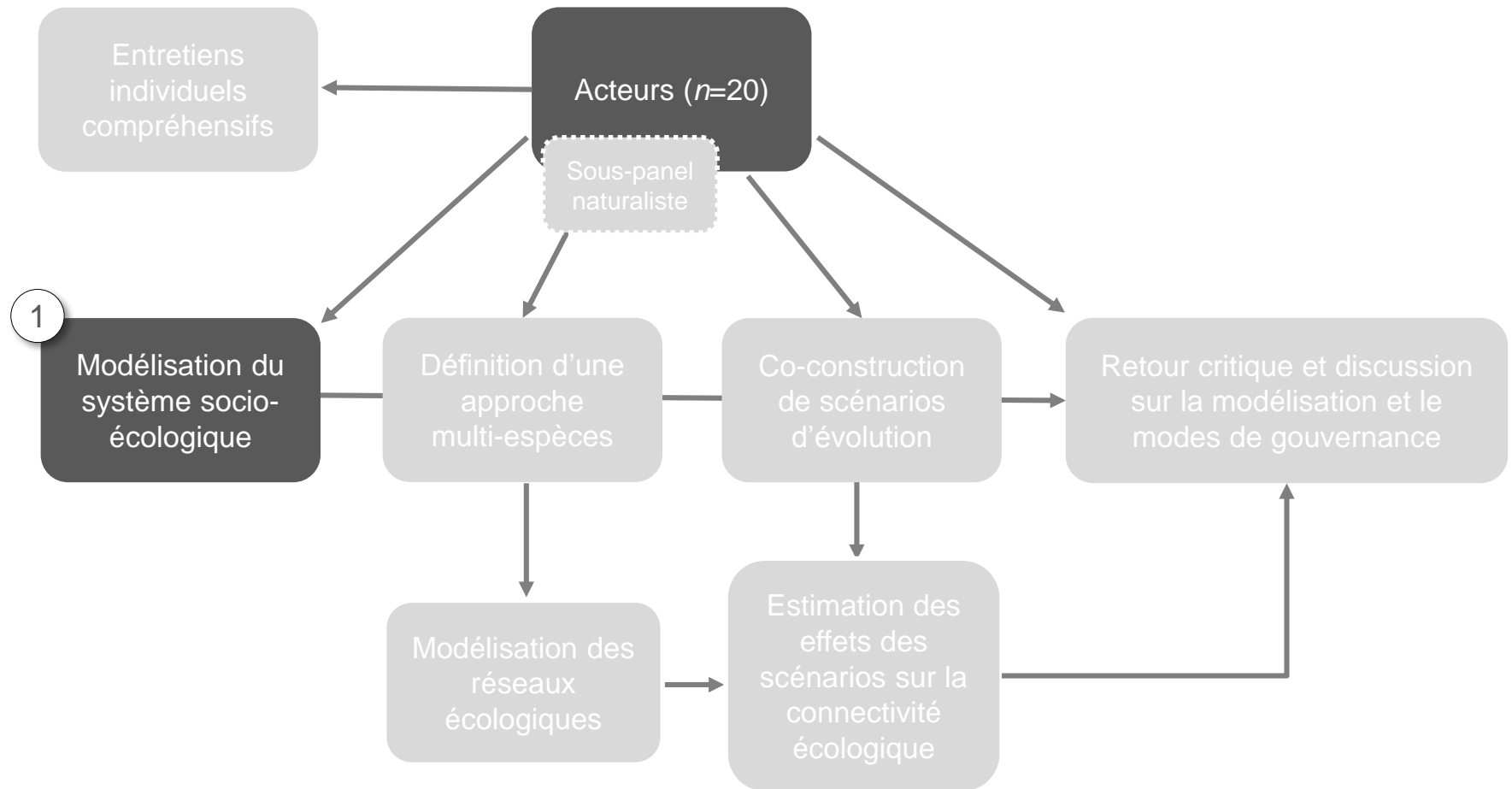
## Approche adoptée

*Une démarche de modélisation participative impliquant les acteurs du territoire*



## Approche adoptée

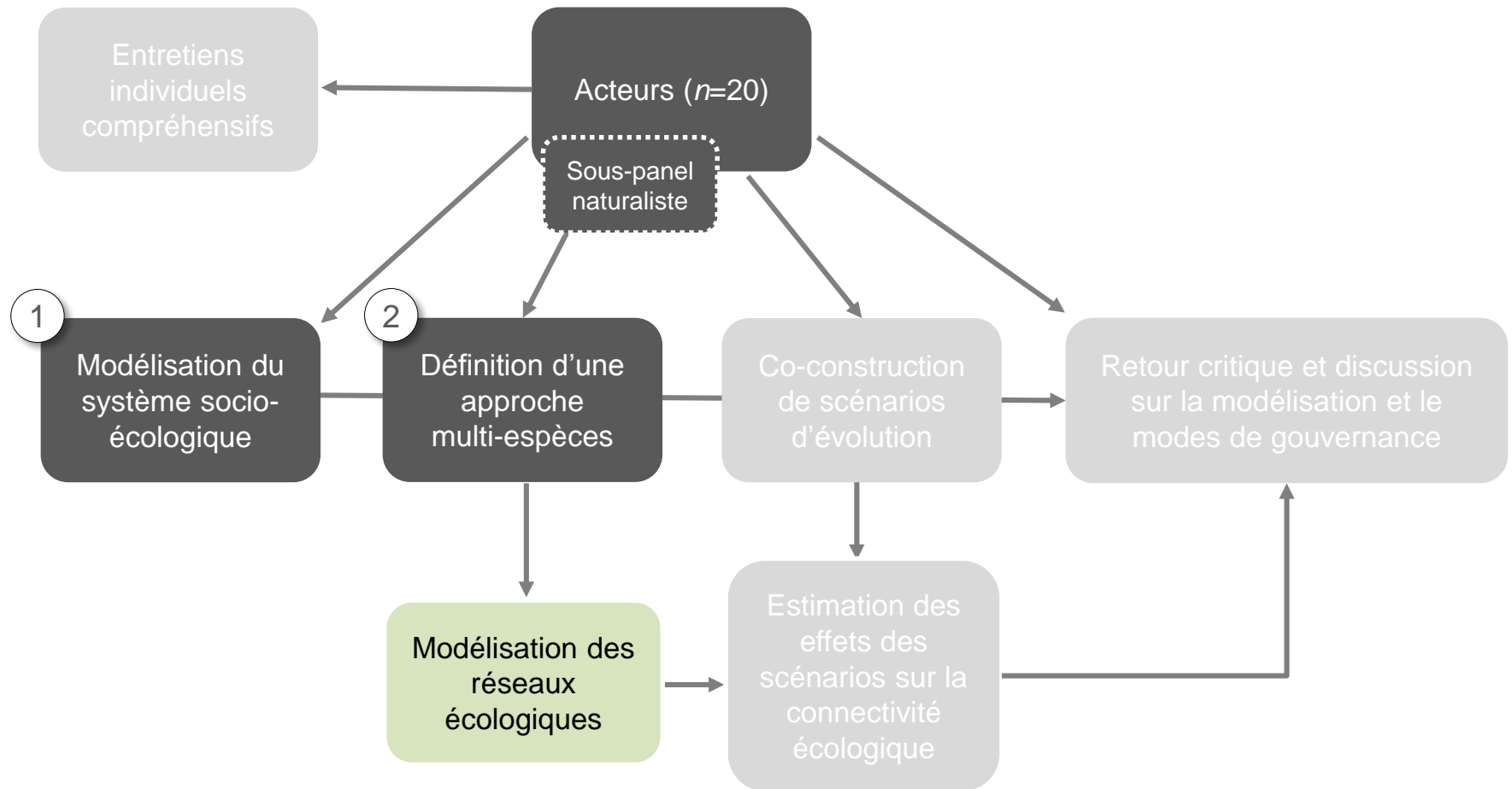
*Une démarche de modélisation participative impliquant les acteurs du territoire*





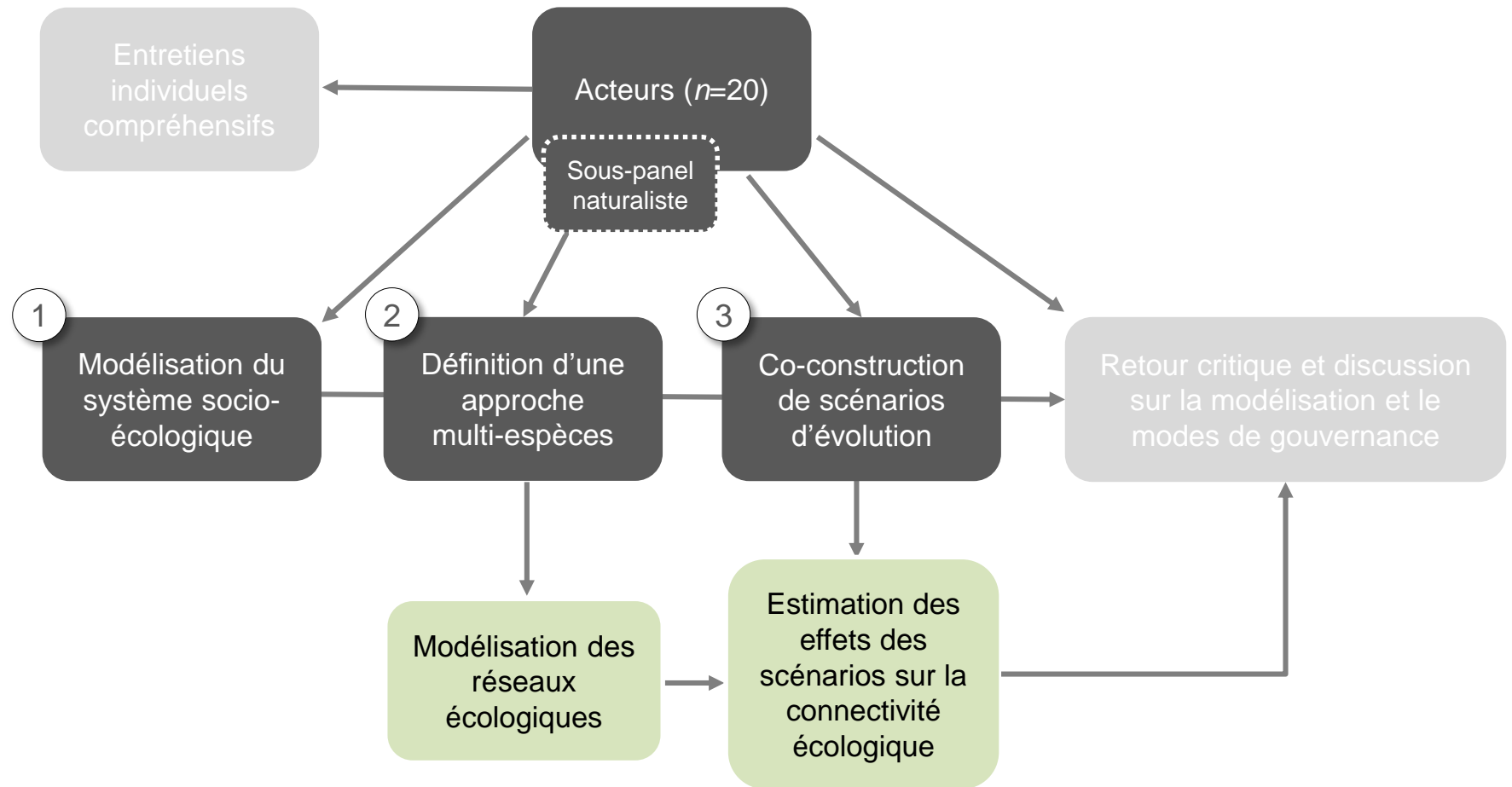
## Approche adoptée

*Une démarche de modélisation participative impliquant les acteurs du territoire*



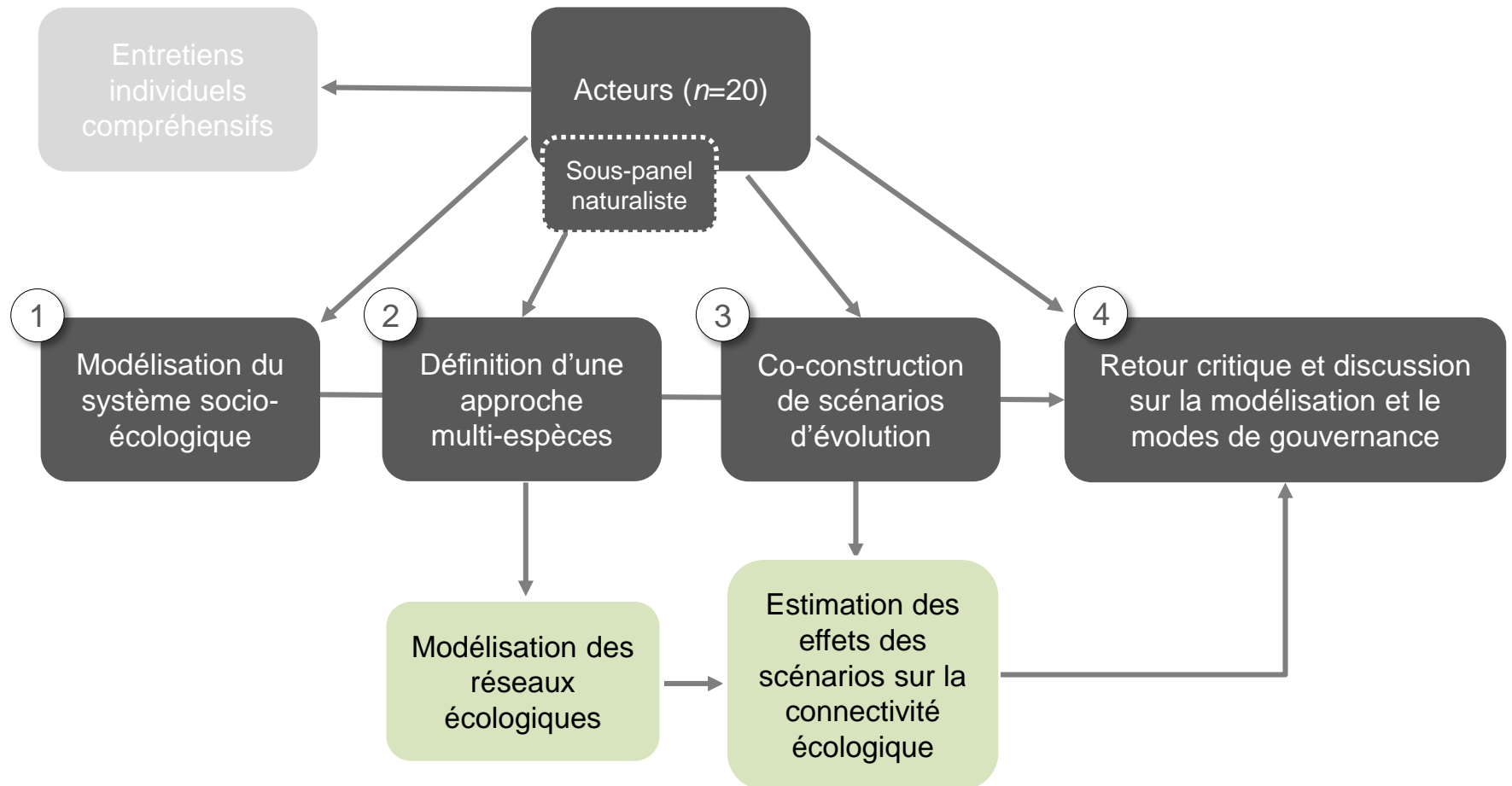
## Approche adoptée

*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)

3 étapes

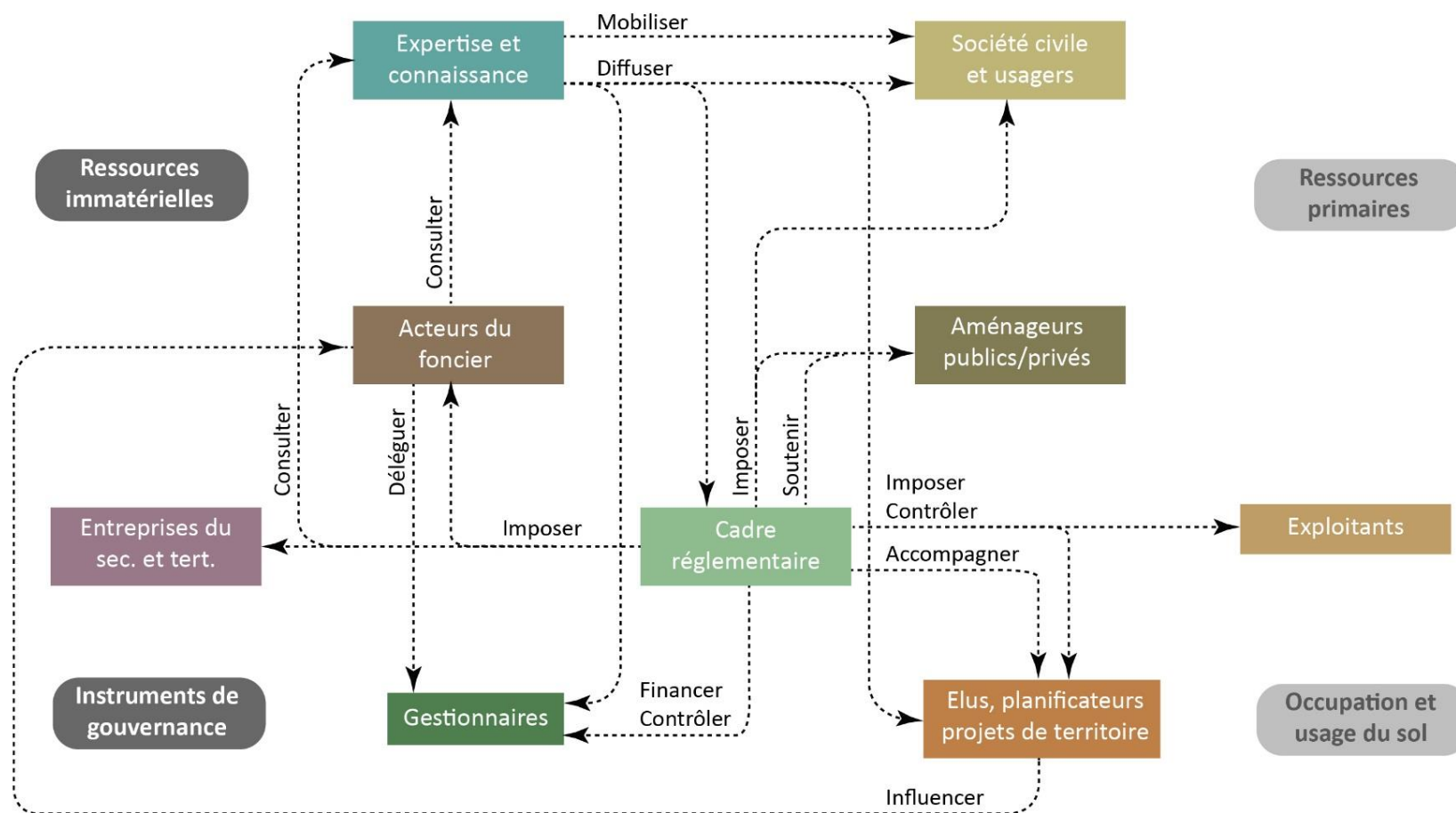
1. Identification des acteurs du territoire et de leurs relations
2. Identification des ressources du territoire et de leurs dynamiques
3. Identification des interactions entre acteurs et ressources





# 1 Modélisation participative du système socio-écologique métropolitain

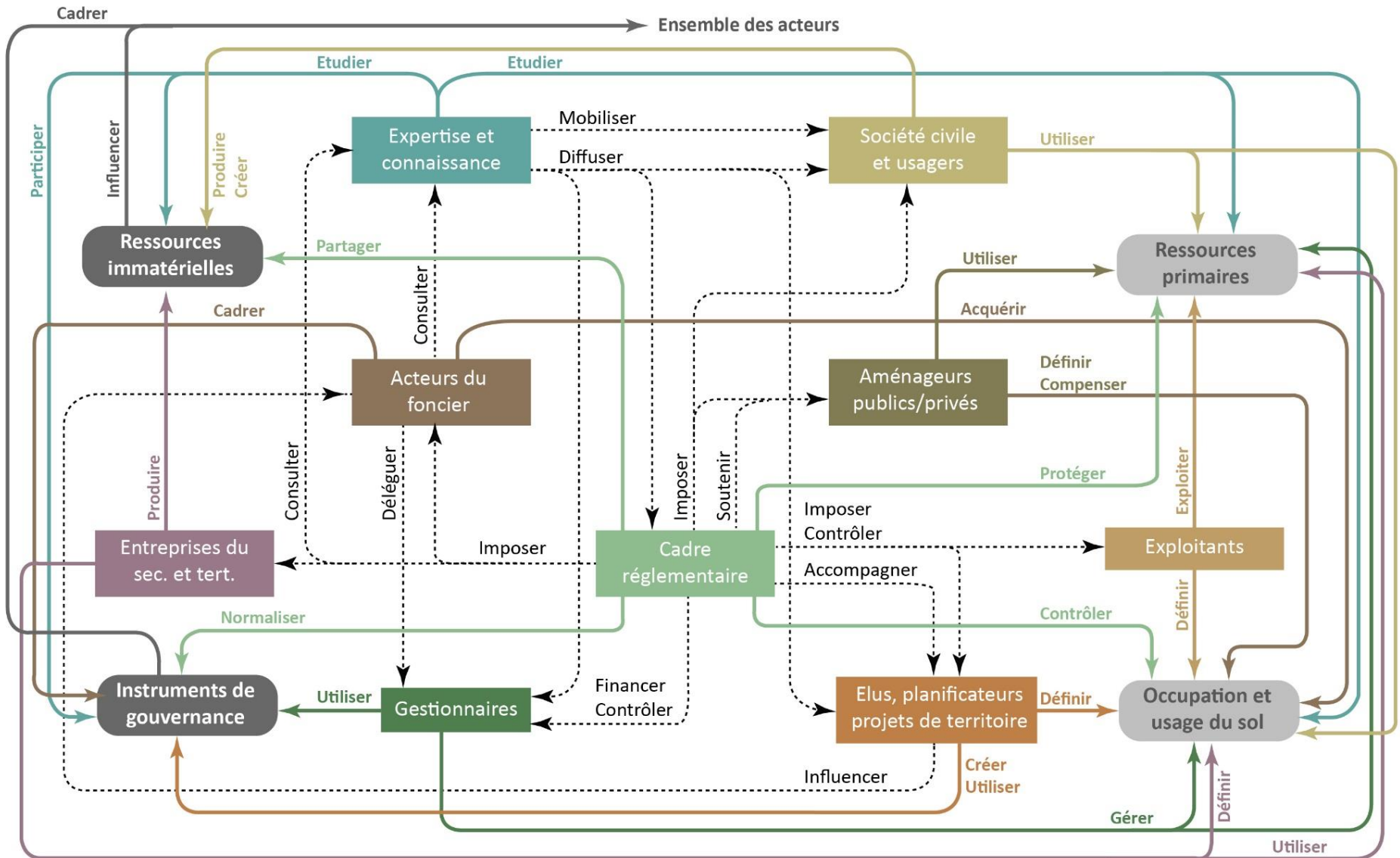
Application de la démarche ARDI (Acteurs, Ressources, Dynamiques, Interactions)



1

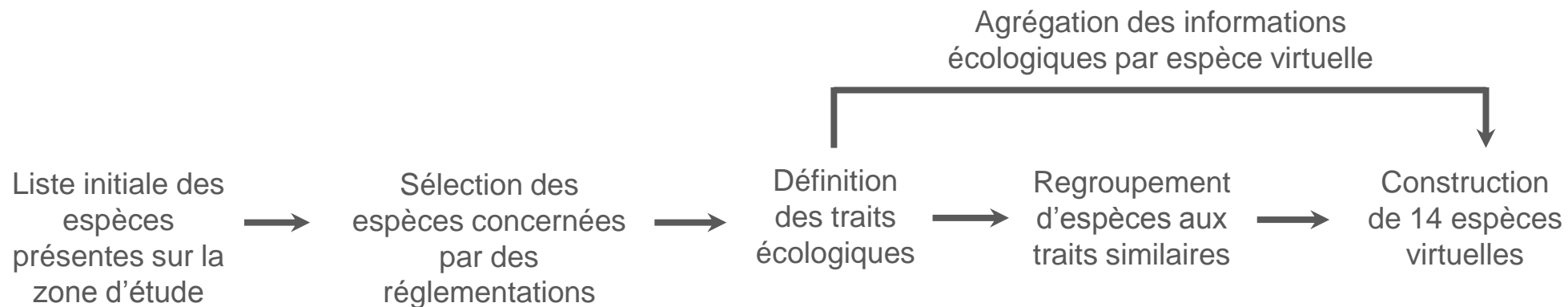
# Modélisation participative du système socio-écologique métropolitain

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*

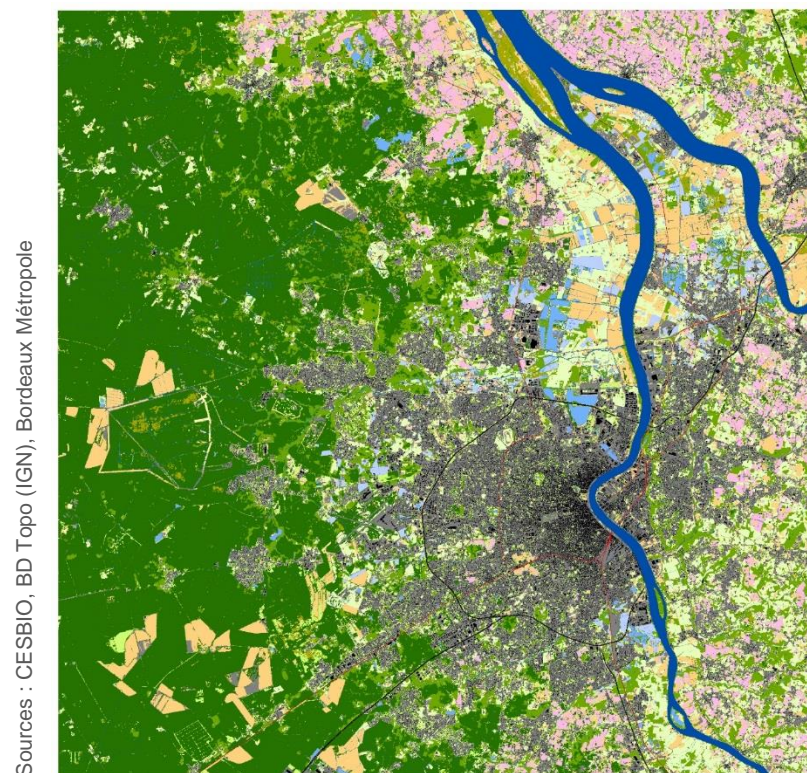
Tiré de Girardet (2013)



### Cartographie de l'occupation du sol

Combinaison de plusieurs sources de données :

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

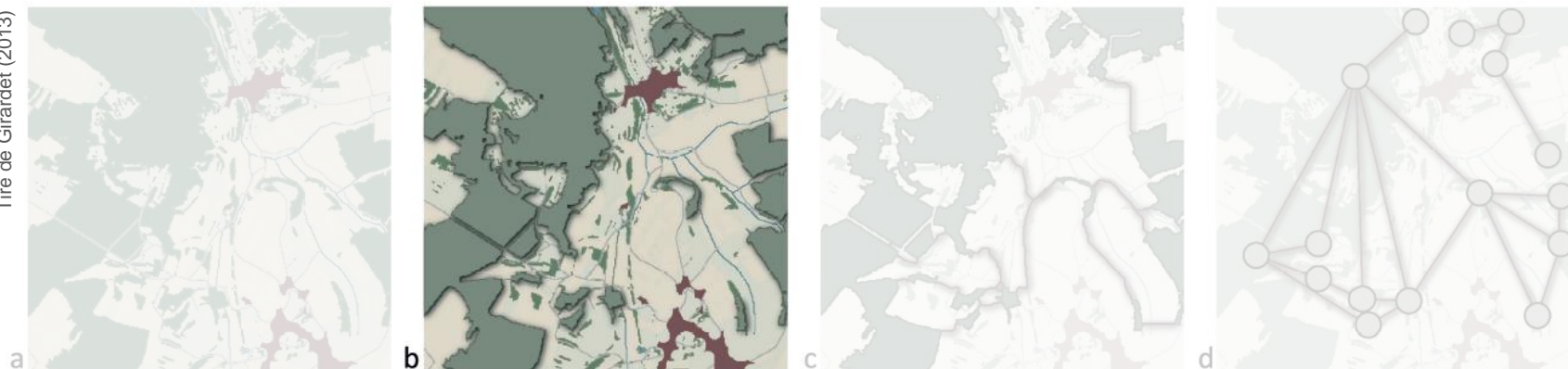


Sources : CESBIO, BD Topo (IGN), Bordeaux Métropole

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

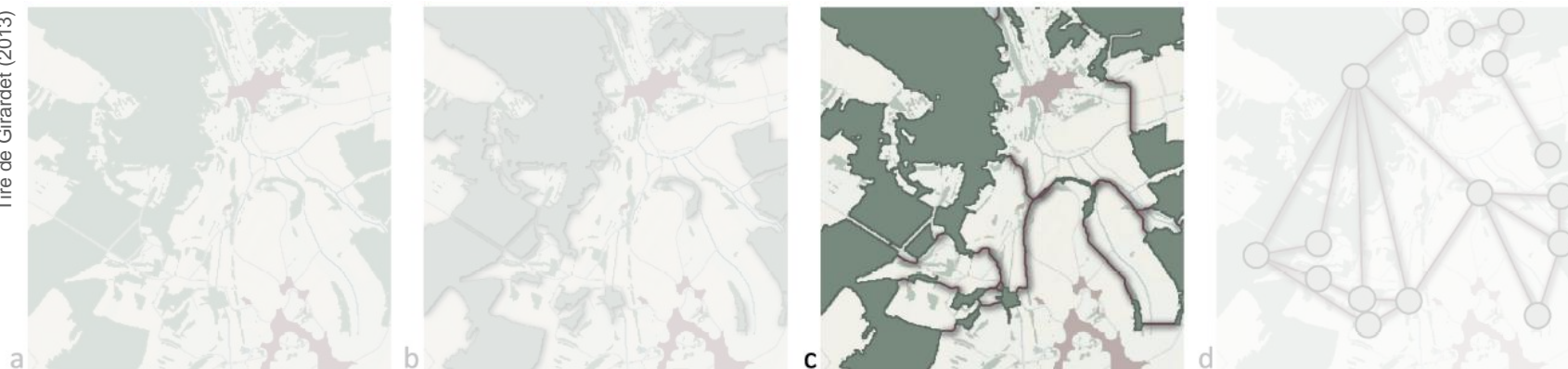


0 10 km

## 2 Modélisation des réseaux écologiques

*Application de la méthode des graphes paysagers*

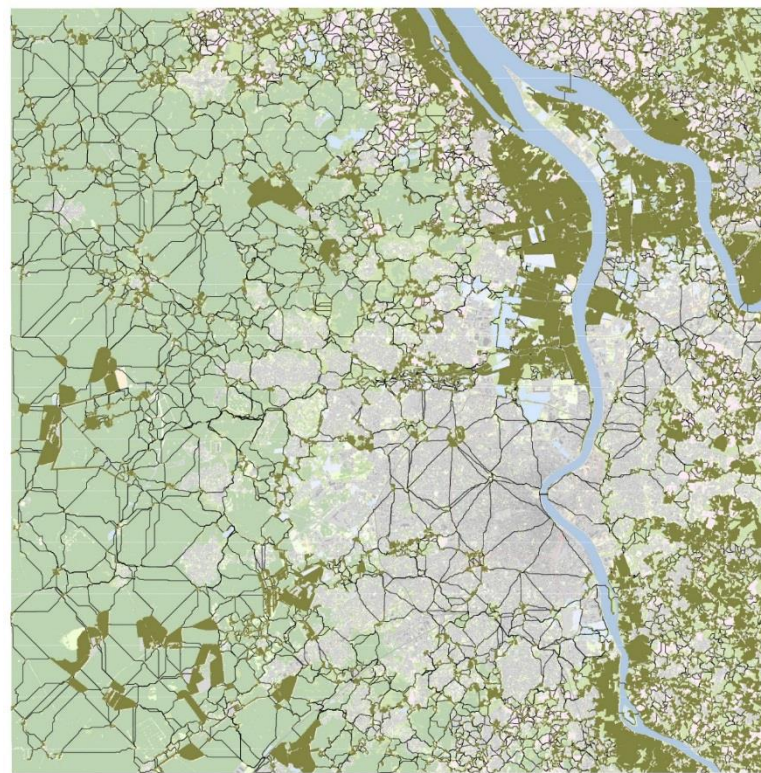
Tiré de Girardet (2013)



### Exemple de construction d'un graphe

*Espèces de milieux ouverts mixtes à faible distance de dispersion*

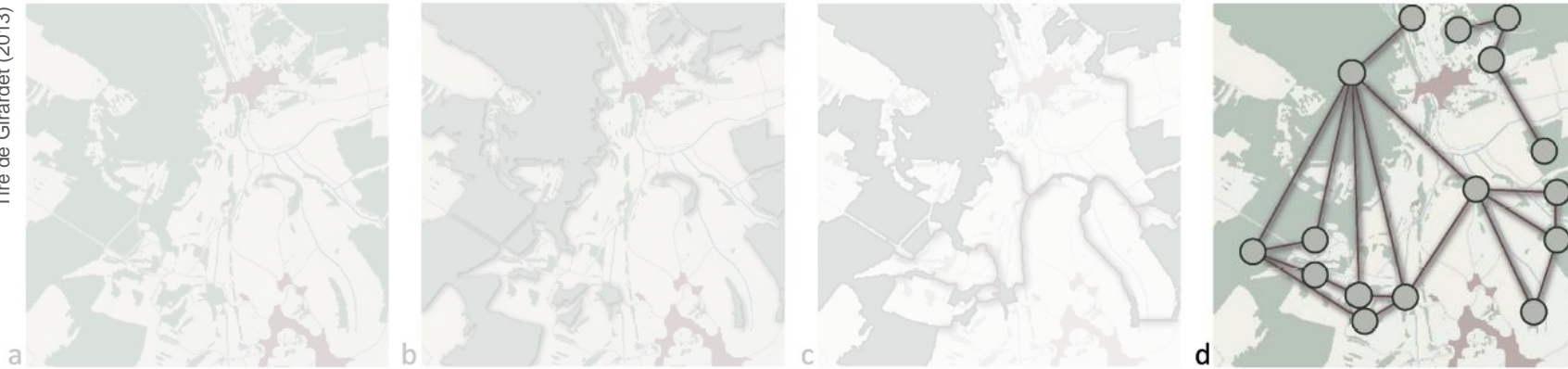
Sources : CESBIO, BD Topo (IGN), Bordeaux Métropole



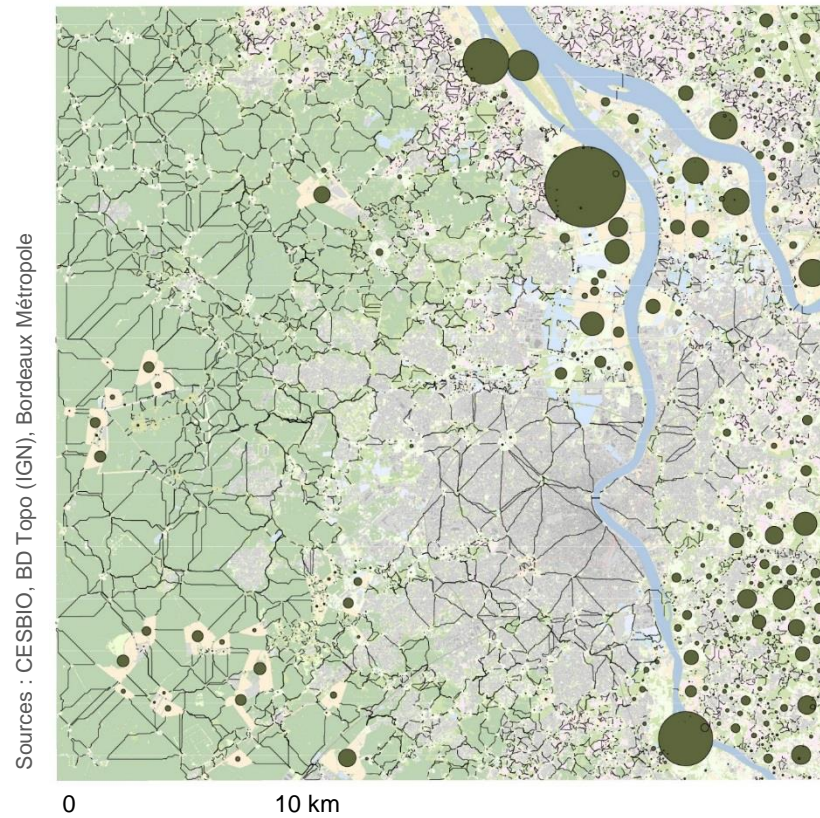
0 10 km

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*

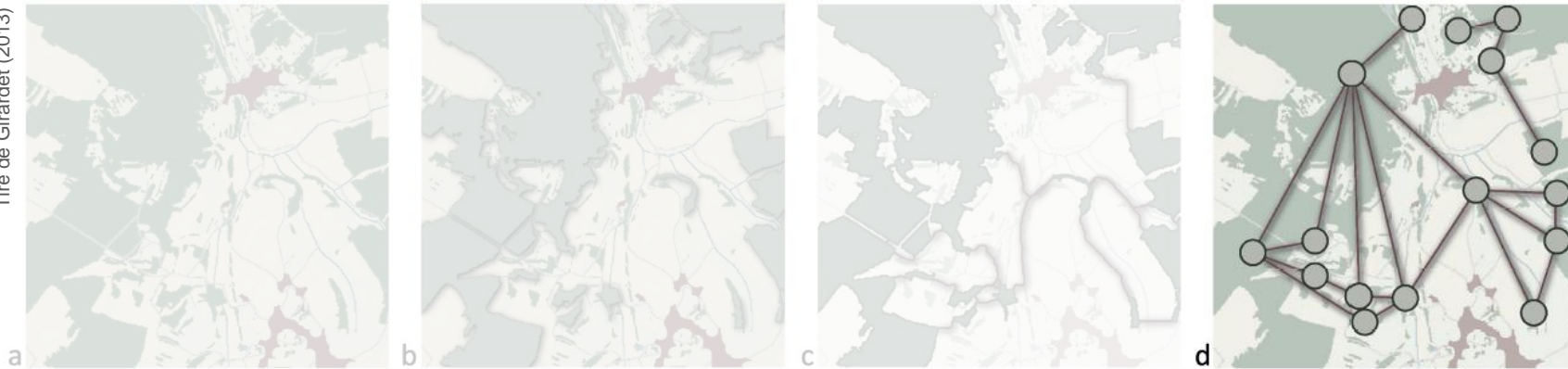


**Connectivité locale**



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

Tiré de Girardet (2013)

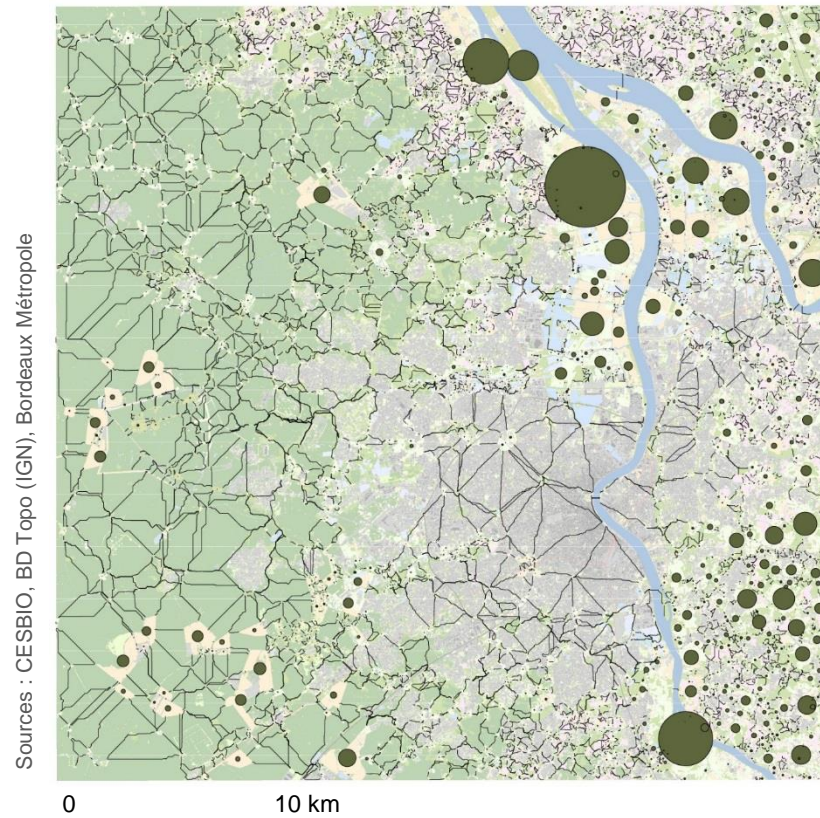


**Exemple de construction d'un graphe**  
*Espèces de milieux ouverts mixtes à faible distance de dispersion*



**Mesure de la connectivité globale**  
*Pour les 14 espèces virtuelles définies*

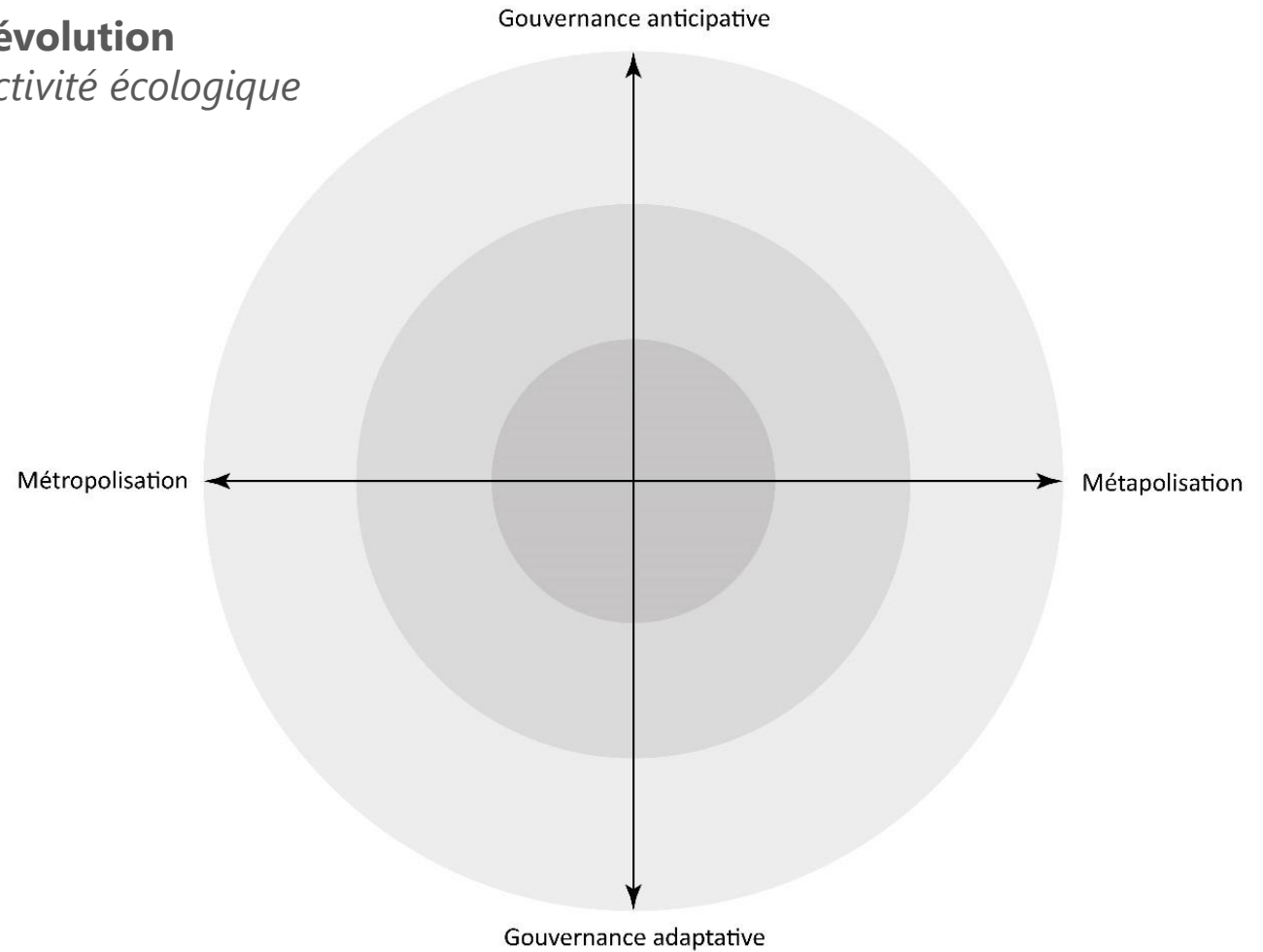
$$EC = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j e^{-\alpha d_{ij}}}$$



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

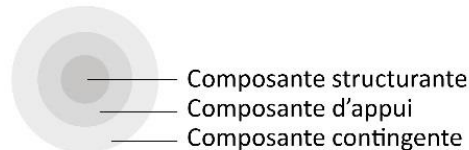
**Connectivité locale**  
 ● Elevée  
 ● Faible

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



**Matrice des scénarios**

↔ Drivers

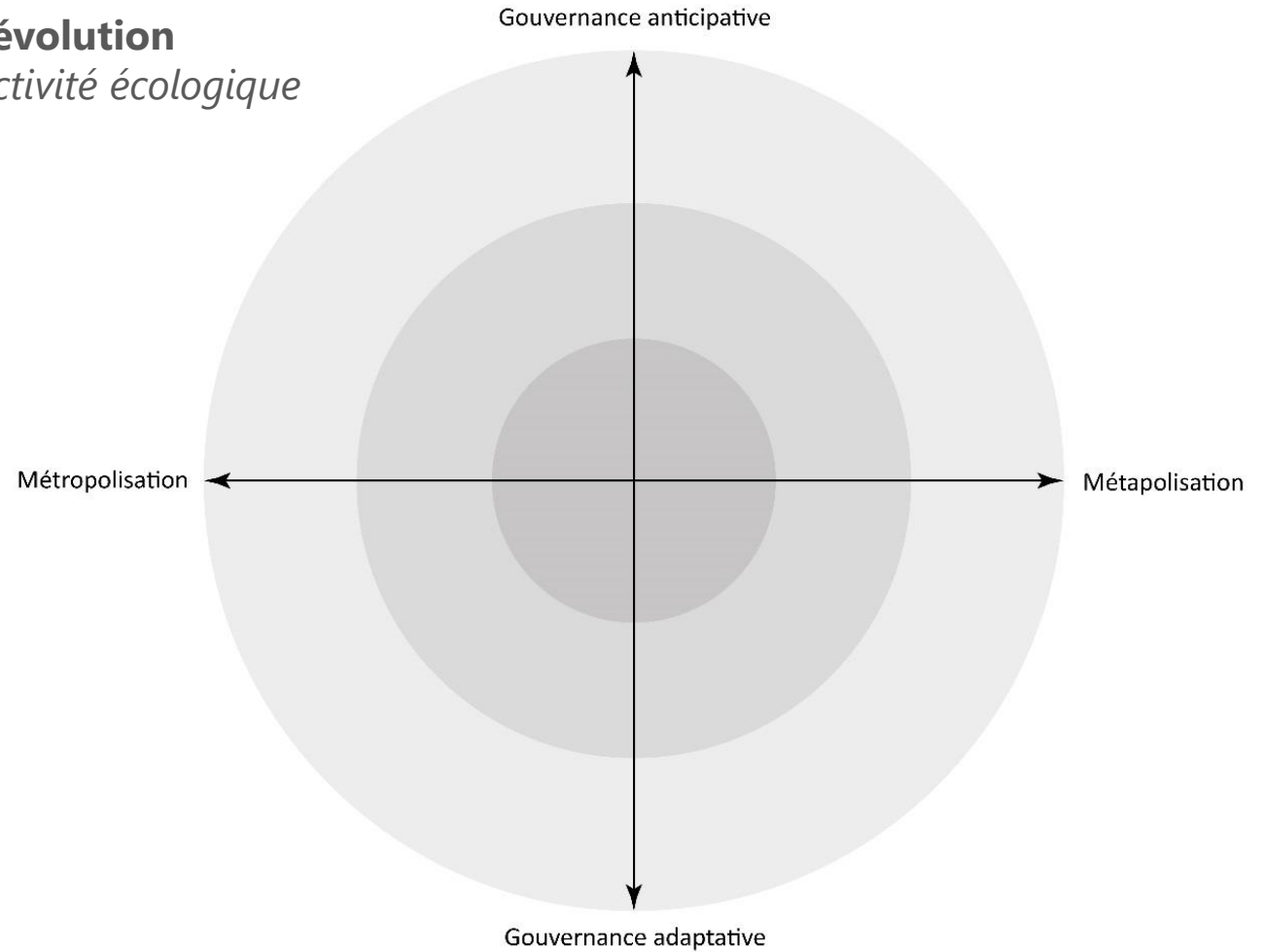
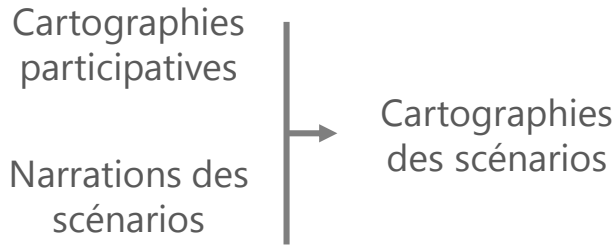


**Composantes des scénarios**

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

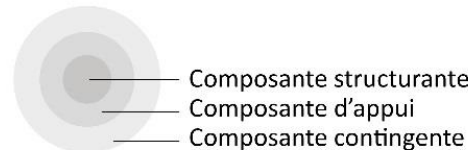
3 **Co-construction de scénarios d'évolution**

*Impacts des scénarios sur la connectivité écologique*



**Matrice des scénarios**

↔ Drivers

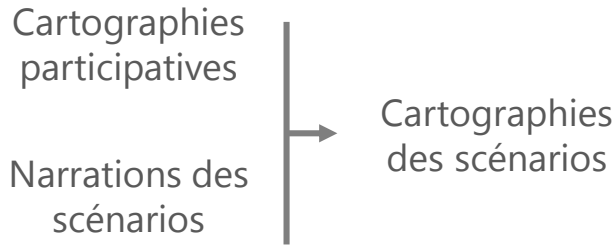


**Composantes des scénarios**

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

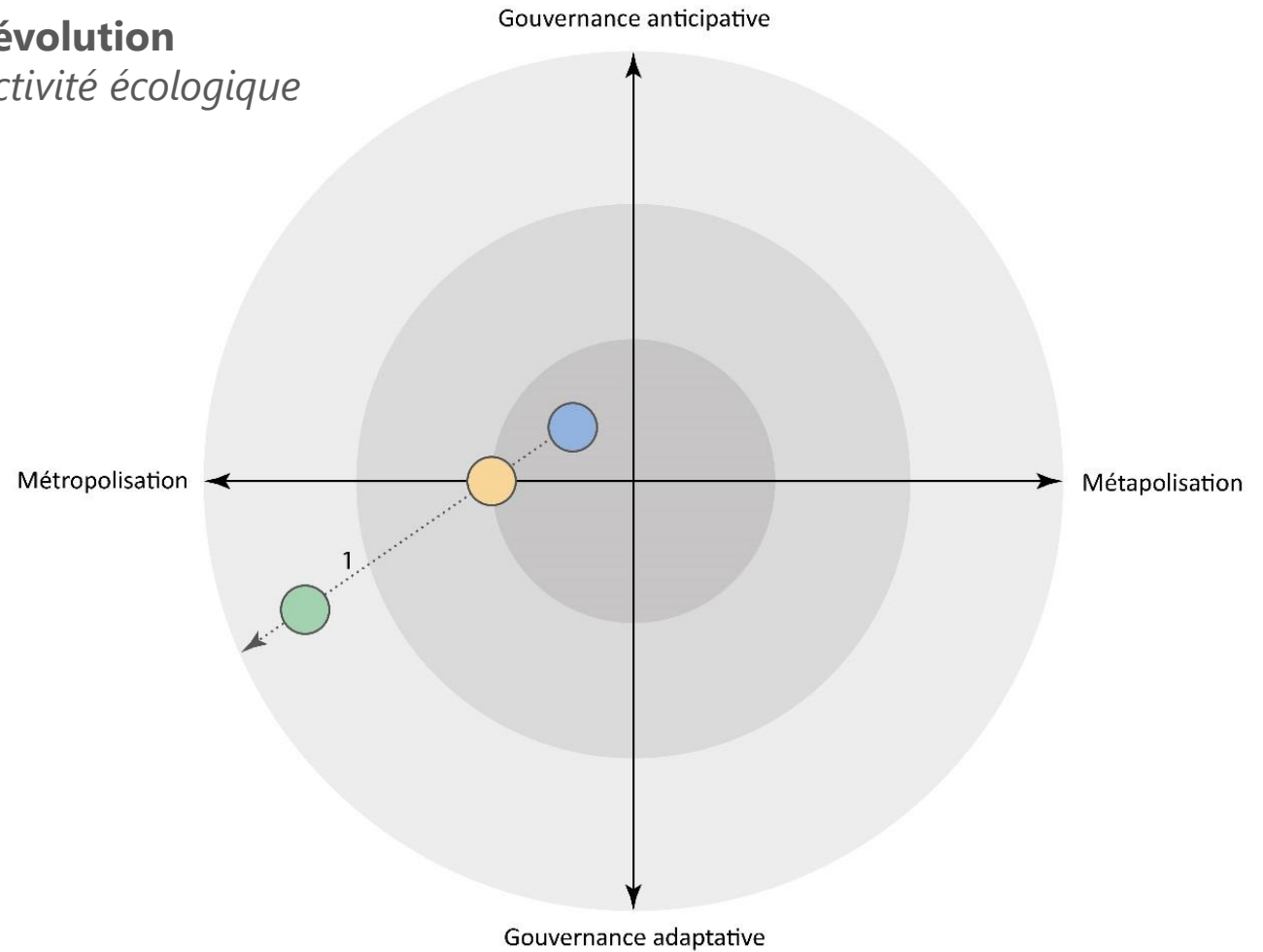
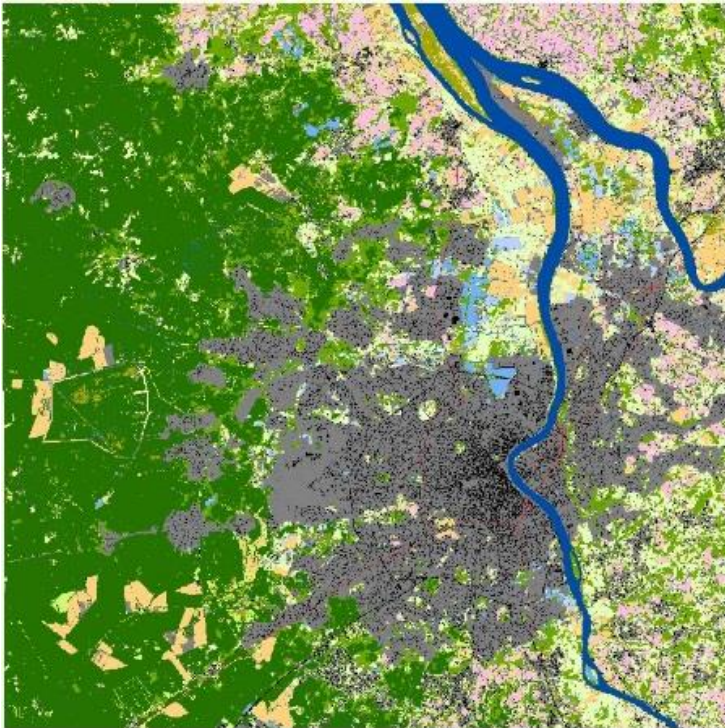
### 3 Co-construction de scénarios d'évolution

*Impacts des scénarios sur la connectivité écologique*



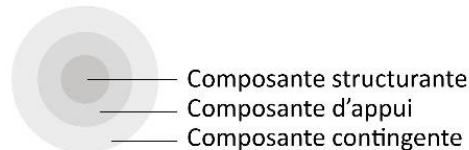
#### 1 = Scénario tendanciel

*Ville dense*



#### Matrice des scénarios

↔ Drivers



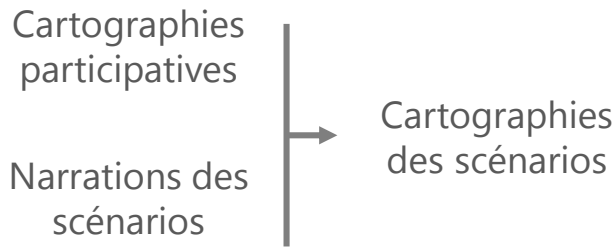
#### Composantes des scénarios

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



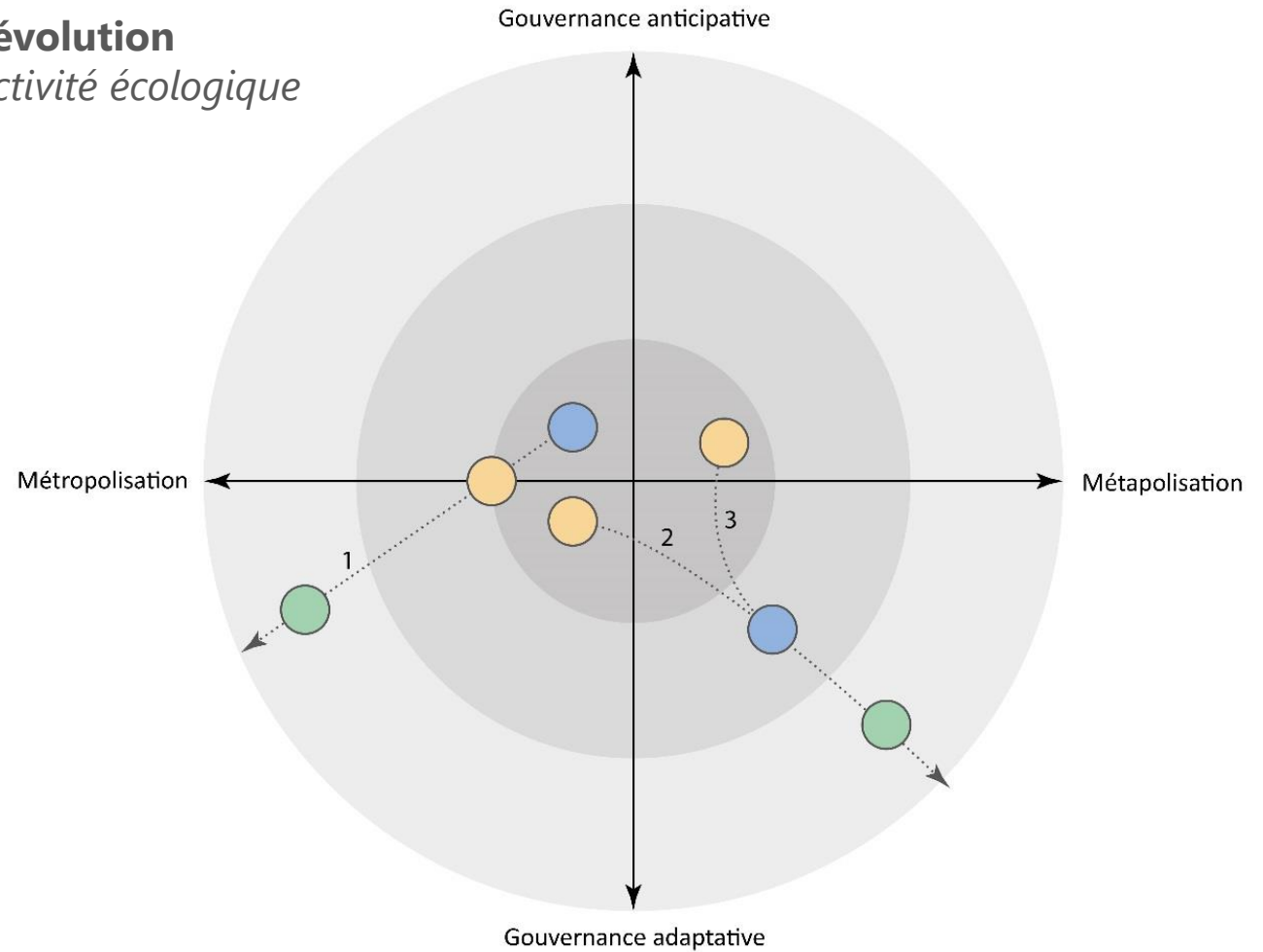
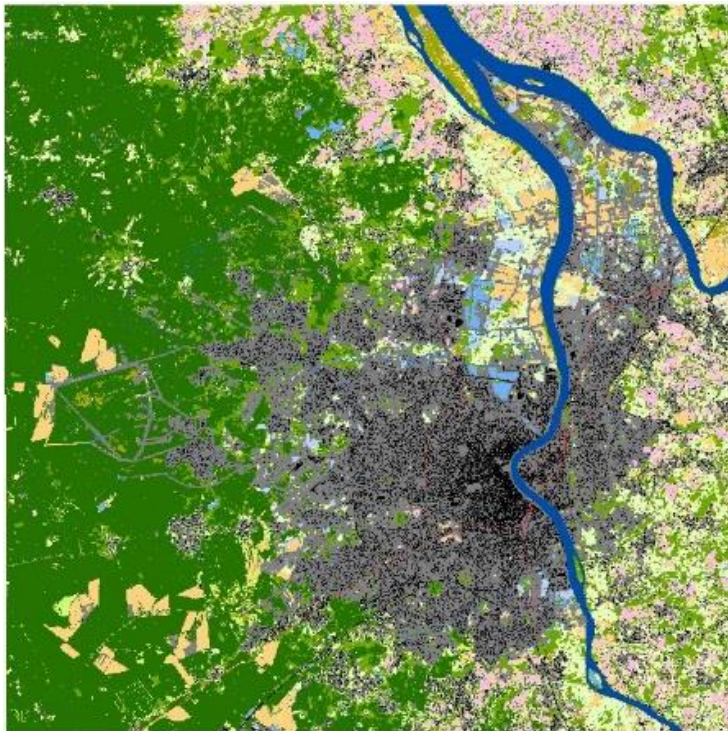
### 3 Co-construction de scénarios d'évolution

*Impacts des scénarios sur la connectivité écologique*



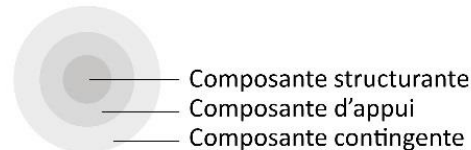
### 2 = Scénario dystopique

*Opposition ville-nature*



#### Matrice des scénarios

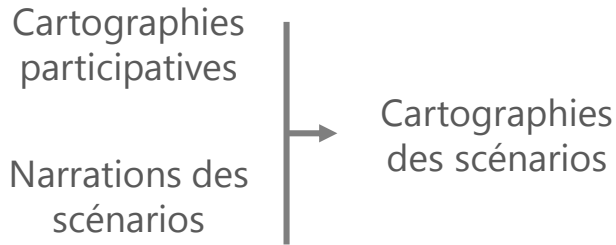
↔ Drivers



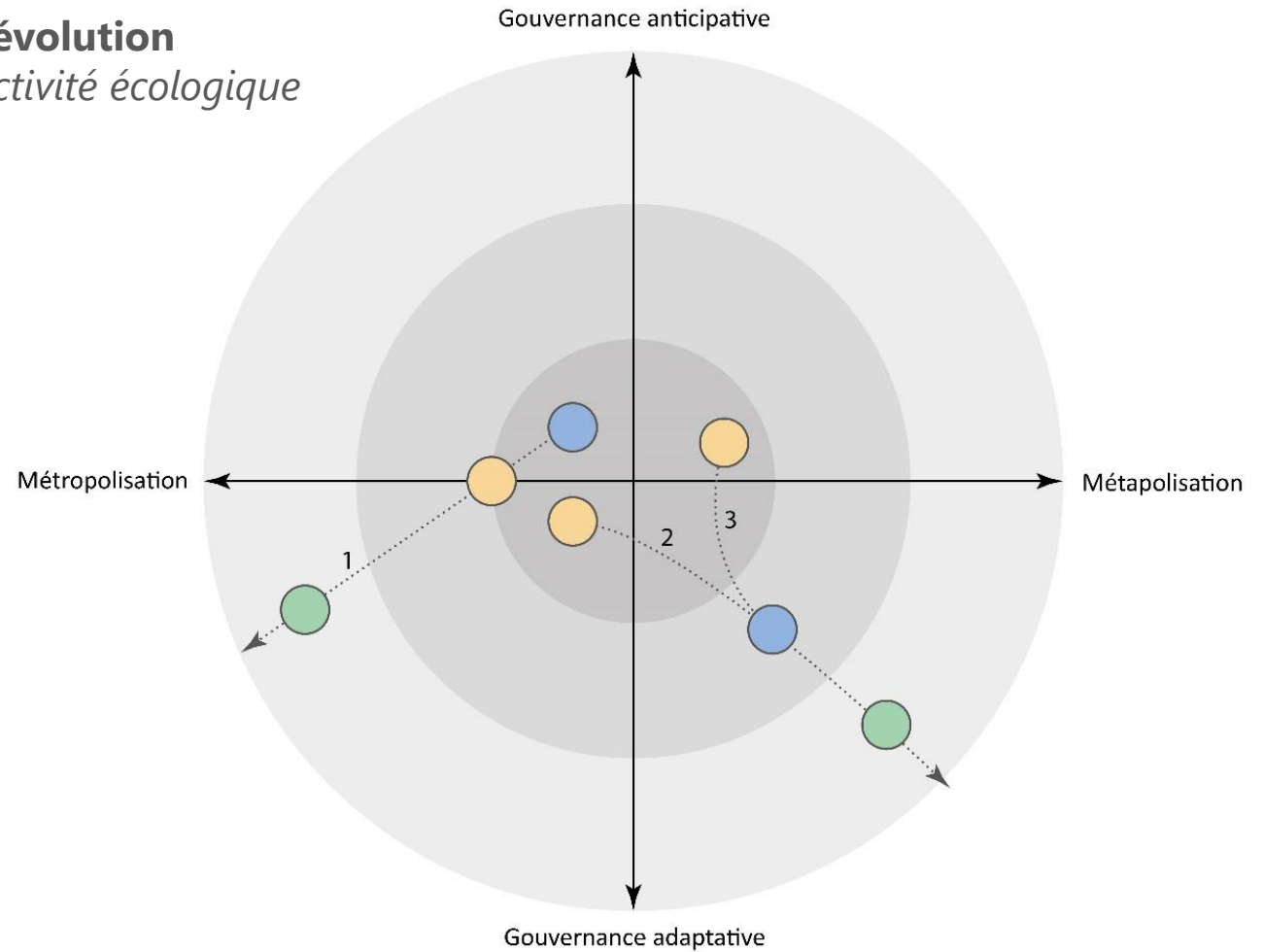
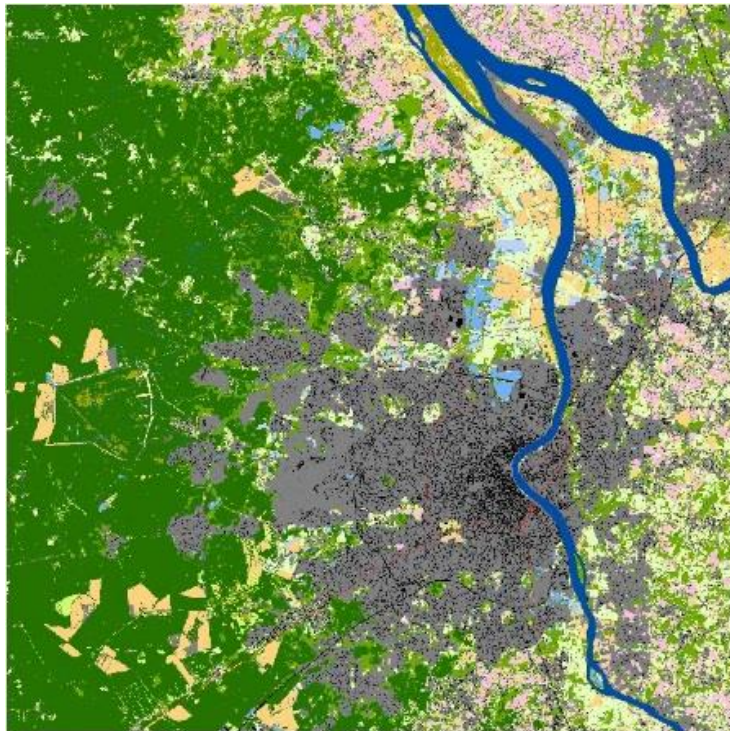
#### Composantes des scénarios

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

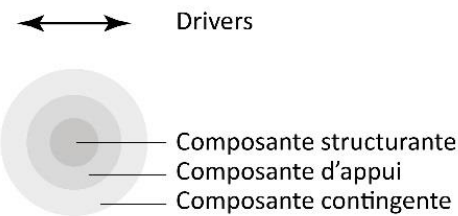
**3 Co-construction de scénarios d'évolution**  
*Impacts des scénarios sur la connectivité écologique*



**3 = Scénario dystopique**  
*Imbrication ville-nature*



**Matrice des scénarios**

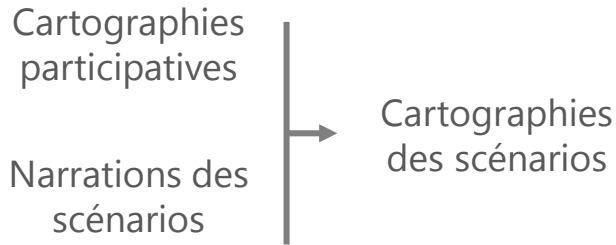


**Composantes des scénarios**



### 3 Co-construction de scénarios d'évolution

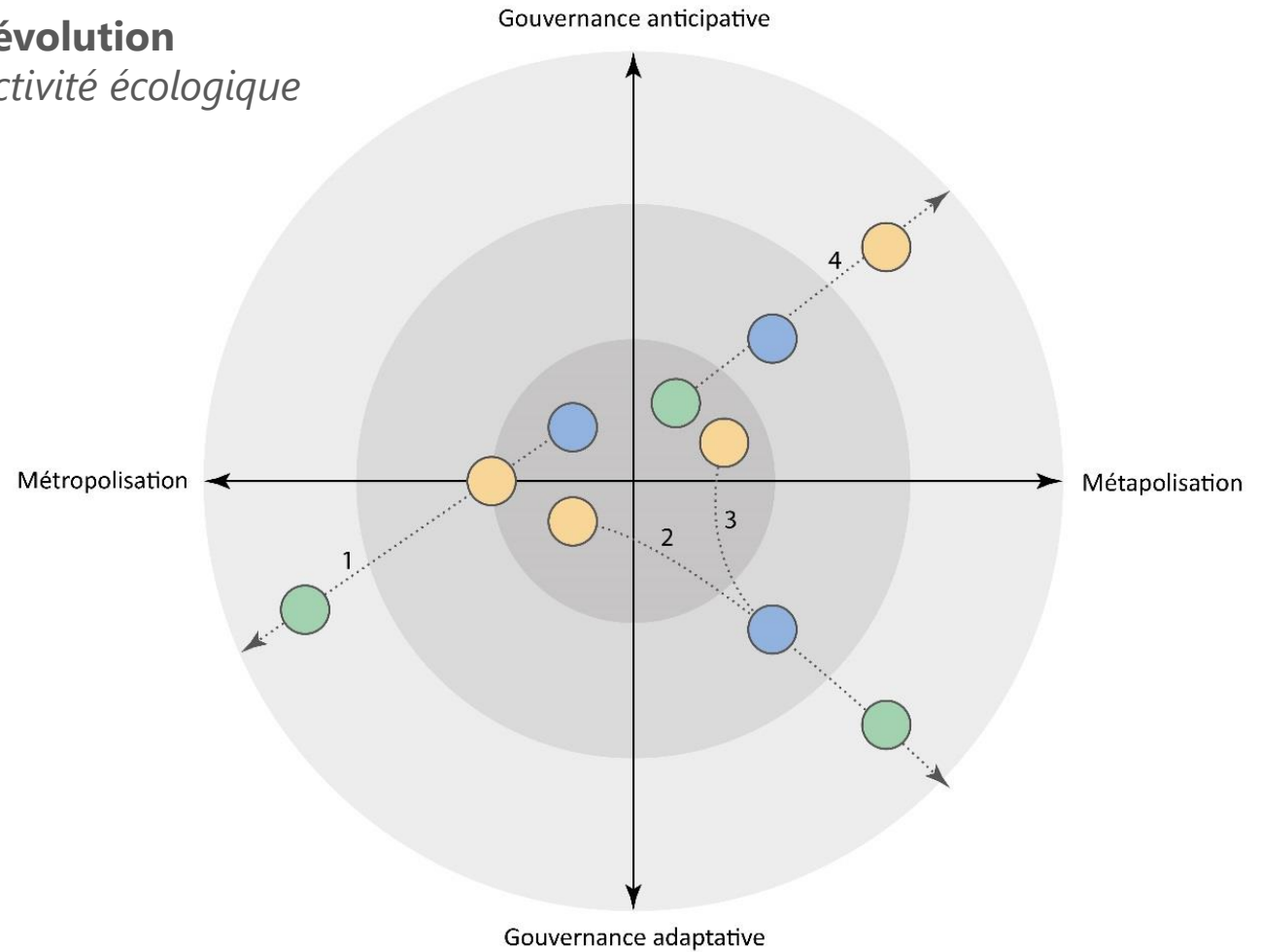
*Impacts des scénarios sur la connectivité écologique*



#### 4 = Scénario utopique

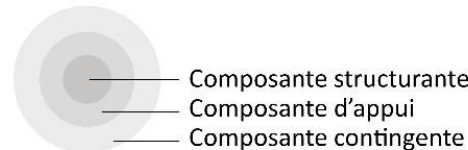
4.1. Restauration écologique radicale

4.2. Conciliation optimale



#### Matrice des scénarios

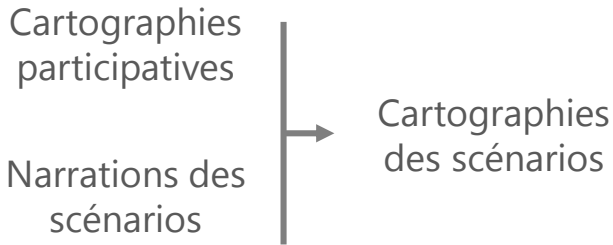
↔ Drivers



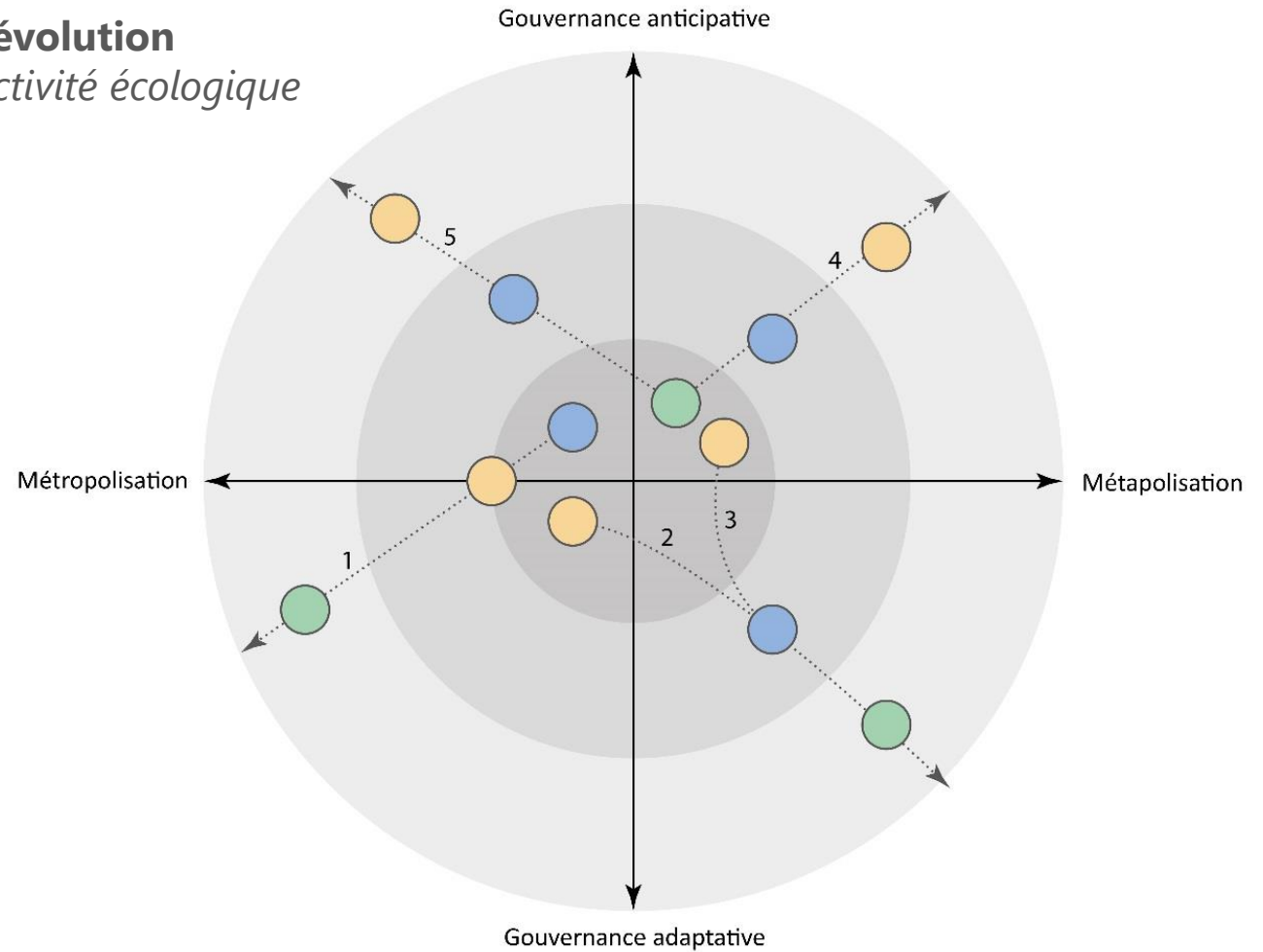
#### Composantes des scénarios

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

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

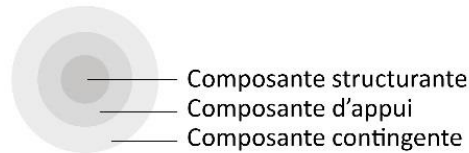


**5 = Scénario souhaitable**  
*Ville résiliente*



**Matrice des scénarios**

↔ 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*



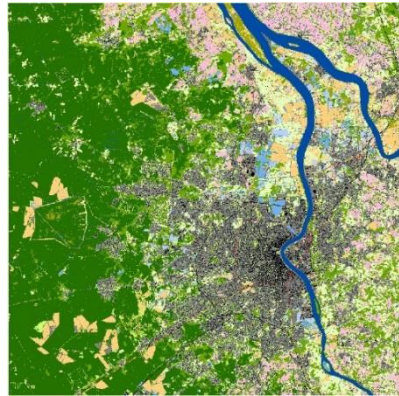
Etat initial



**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*



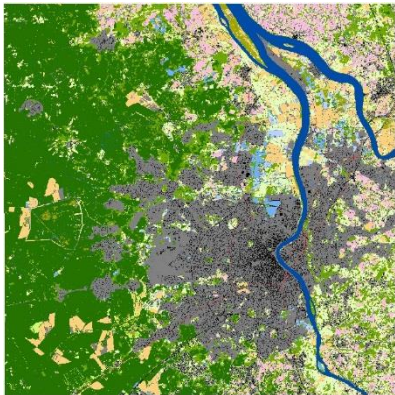
Etat initial



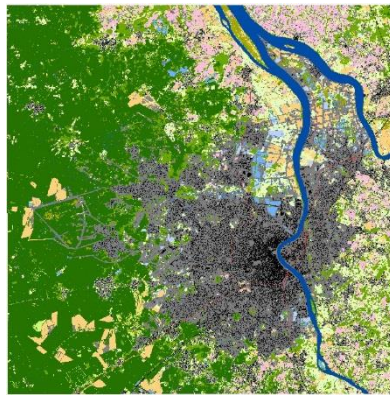
**Connectivité globale initial**

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

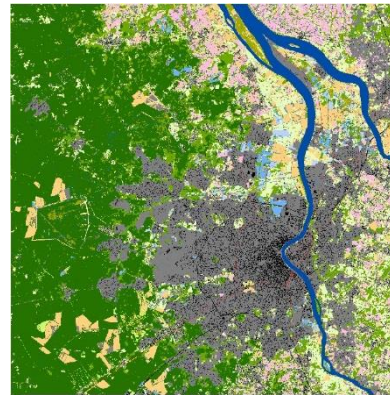
**Connectivité globale après scénarios**



Scénario 1



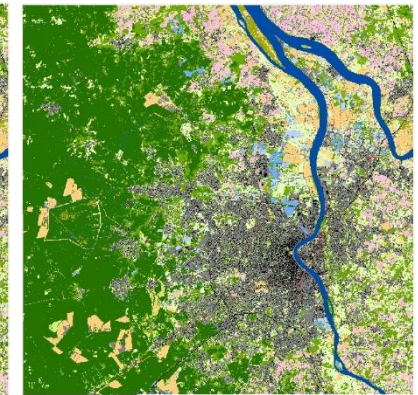
Scénario 2



Scénario 3

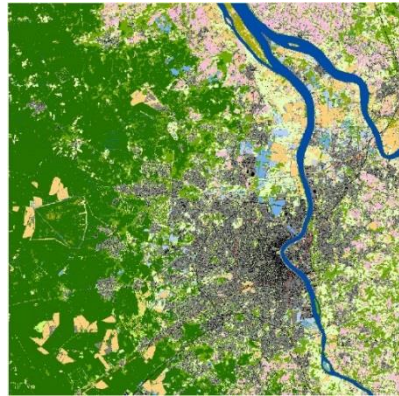


Scénario 4



Scénario 5

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



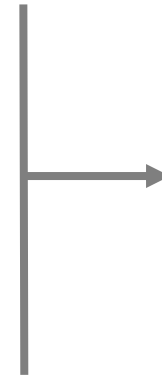
Etat initial



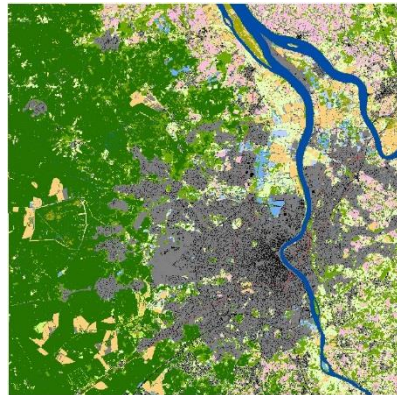
**Connectivité globale initial**

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

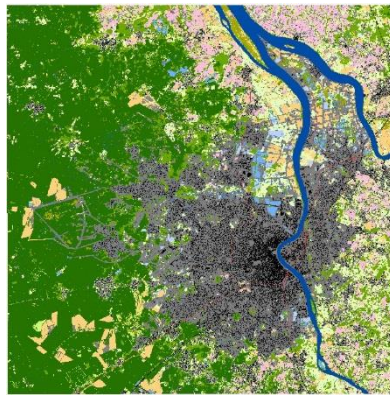
**Connectivité globale après scénarios**



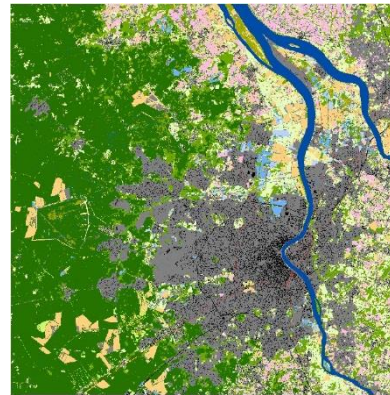
**Impacts des scénarios sur la connectivité**



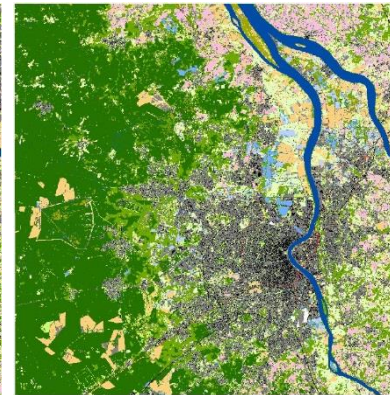
Scénario 1



Scénario 2



Scénario 3



Scénario 4

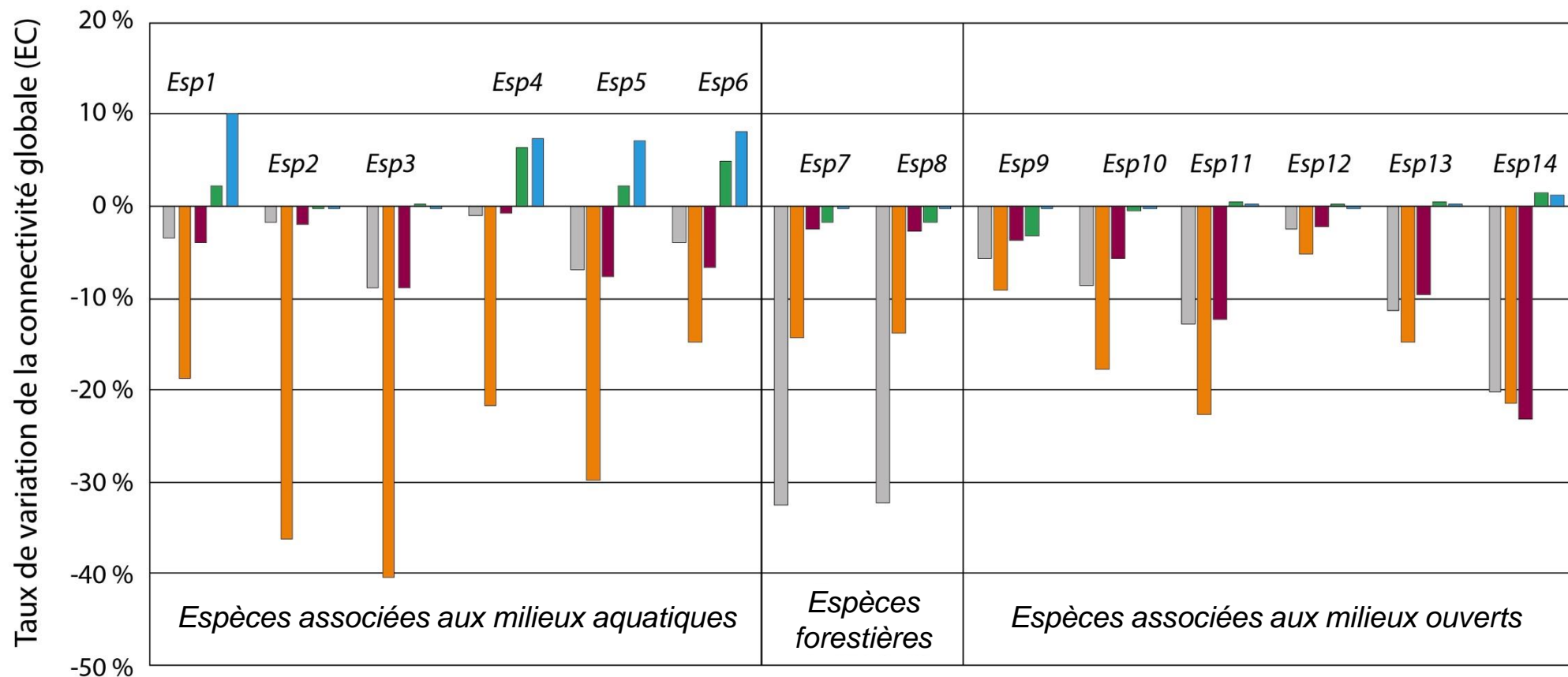


Scénario 5

3

### Co-construction de scénarios d'évolution

*Impacts des scénarios sur la connectivité écologique par espèce*



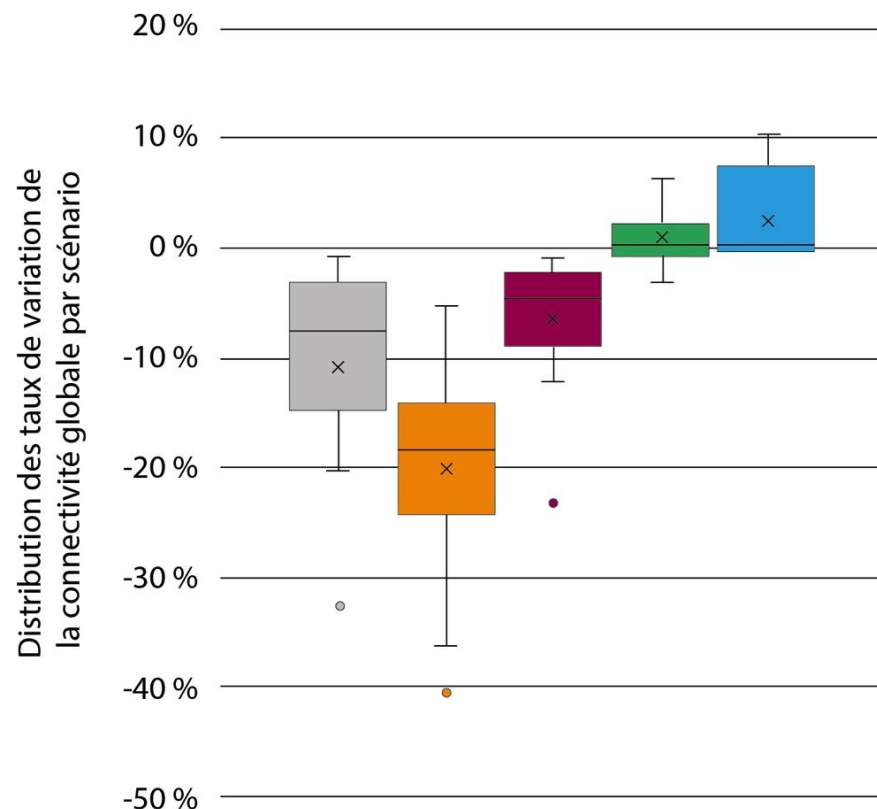
- Scénario 1**  
Tendanciel ville dense
- Scénario 2**  
Opposition ville-nature
- Scénarios 4**  
4.1. Restauration écologique radicale  
4.2. Conciliation optimale
- Scénario 3**  
Imbrication ville-nature
- Scénario 5**  
Ville résiliente



### 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 <sup>1,2</sup>  
CHARLES DE GODOY LESKI <sup>1,3</sup>  
LAURE CARASSOU <sup>3</sup>  
INGE VAN HALDER <sup>4</sup>  
FRÉDÉRIC REVERS <sup>4</sup>  
MARIE BARNEIX <sup>5</sup>  
GILLES VUIDEL <sup>6</sup>  
DENIS SALLES <sup>3</sup>  
MARIE-LISE BENOT <sup>4</sup>



AVEC LA PARTICIPATION DE :

ADELINE AIRD, MARIE-LISE BENOT, CHRISTINE COT, LAURENT COUZI, AUREORE 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

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