

# La télédétection à très haute résolution spatiale : quels apports pour la connectivité paysagère ?

Elie Morin, Frédéric Grandjean, Ny Tolotra Razafimbelo, Yvonnick Guinard, Nicolas Bech



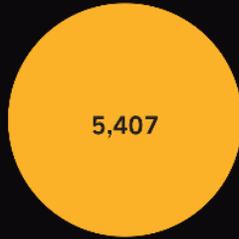
# BIG KILLERS

Overexploitation and agriculture are the most prevalent threats facing the 8,688 threatened or near-threatened species from comprehensively assessed species groups on the IUCN Red List.

OVER-  
EXPLOITATION



AGRICULTURAL  
ACTIVITY



URBAN  
DEVELOPMENT



INVASION  
AND DISEASE



POLLUTION



SYSTEM  
MODIFICATION



CLIMATE  
CHANGE



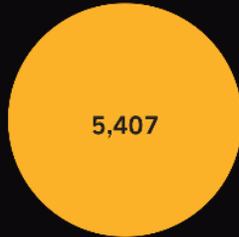
# BIG KILLERS

Overexploitation and agriculture are the most prevalent threats facing the 8,688 threatened or near-threatened species from comprehensively assessed species groups on the IUCN Red List.

OVER-EXPLOITATION



AGRICULTURAL  
ACTIVITY



URBAN  
DEVELOPMENT



INVASION  
AND DISEASE



POLLUTION



SYSTEM  
MODIFICATION



CLIMATE  
CHANGE



Exploitations forestières

# BIG KILLERS

Overexploitation and agriculture are the most prevalent threats facing the 8,688 threatened or near-threatened species from comprehensively assessed species groups on the IUCN Red List.

OVER-EXPLOITATION



AGRICULTURAL  
ACTIVITY



URBAN  
DEVELOPMENT



INVASION  
AND DISEASE



POLLUTION



SYSTEM  
MODIFICATION



CLIMATE  
CHANGE



Exploitations forestières

Cultures agricoles

# BIG KILLERS

Overexploitation and agriculture are the most prevalent threats facing the 8,688 threatened or near-threatened species from comprehensively assessed species groups on the IUCN Red List.

OVER-  
EXPLOITATION

6,241  
SPECIES  
AFFECTED

AGRICULTURAL  
ACTIVITY

5,407

URBAN  
DEVELOPMENT

3,014

INVASION  
AND DISEASE

2,298

POLLUTION

1,901

SYSTEM  
MODIFICATION

1,865

CLIMATE  
CHANGE

1,688

Exploitations forestières

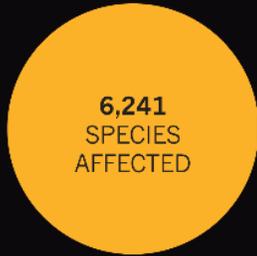
Cultures agricoles

Urbanisation

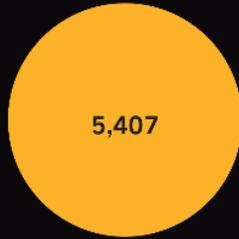
# BIG KILLERS

Overexploitation and agriculture are the most prevalent threats facing the 8,688 threatened or near-threatened species from comprehensively assessed species groups on the IUCN Red List.

OVER-  
EXPLOITATION



AGRICULTURAL  
ACTIVITY



URBAN  
DEVELOPMENT



INVASION  
AND DISEASE



POLLUTION



SYSTEM  
MODIFICATION



CLIMATE  
CHANGE



**Fragmentation des habitats = perte et isolement de l'habitat**

# Cartographier le paysage

Compiler les données existantes : BD Topo / OSO / RPG

- ✓ Bonne résolution spatiale
- ✓ Nomenclature exhaustive



# Cartographier le paysage

Compiler les données existantes : BD Topo / OSO / RPG

- ✓ Bonne résolution spatiale
- ✓ Nomenclature exhaustive
- ✗ Végétation urbaine sous-représentée



# Cartographier le paysage

Compiler les données existantes : BD Topo / OSO / RPG

- ✓ Bonne résolution spatiale
- ✓ Nomenclature exhaustive
- ✗ Végétation urbaine sous-représentée

Vectorisation manuelle



- ✗ Très chronophage
- ✗ Peu reproductible sur de grandes zones
- ✗ Partiellement subjective  
(choix thématiques et géométriques)



# Cartographier le paysage

Compiler les données existantes : BD Topo / OSO / RPG

- ✓ Bonne résolution spatiale
- ✓ Nomenclature exhaustive
- ✗ Végétation urbaine sous-représentée

Vectorisation manuelle

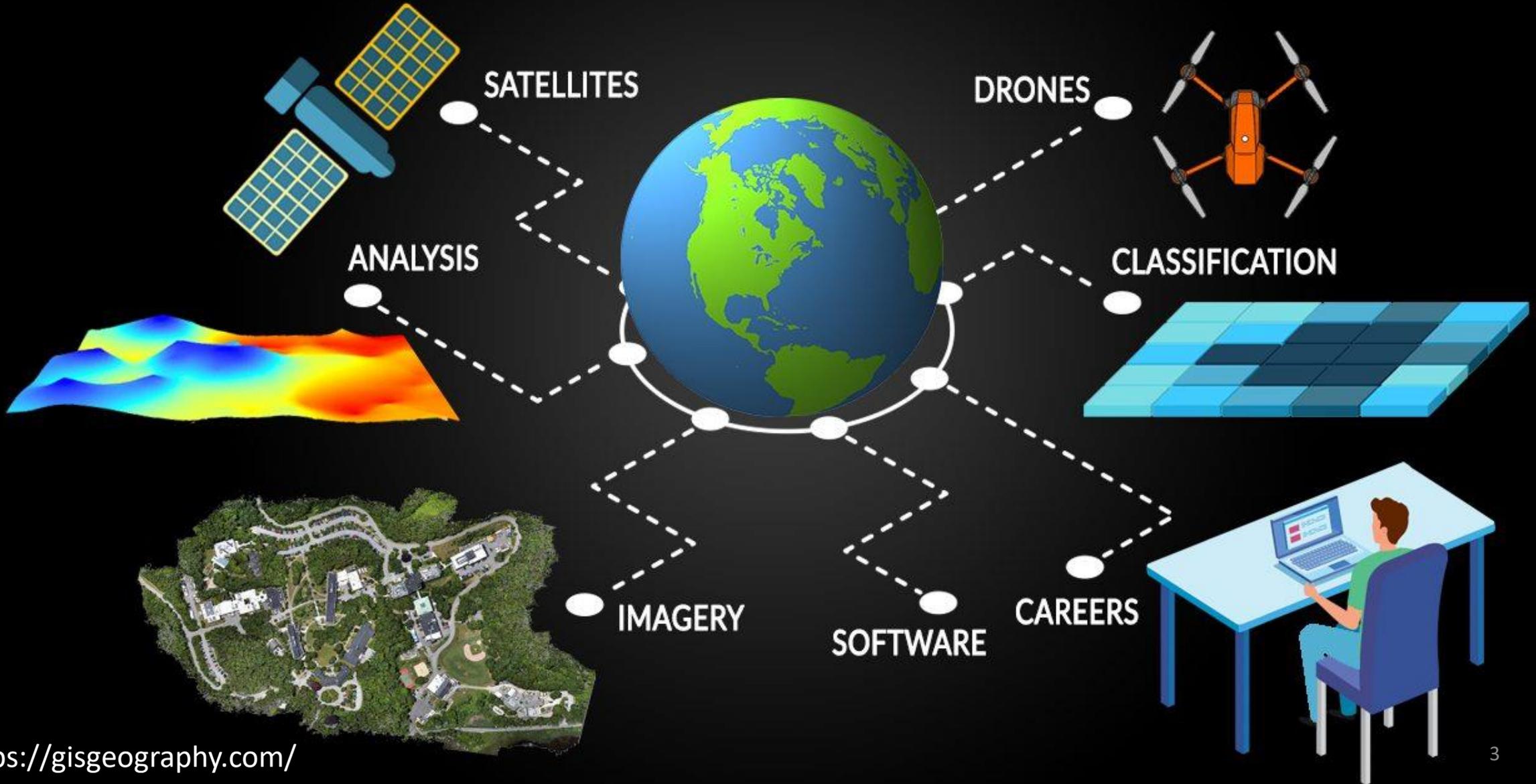


- ✗ Très chronophage
- ✗ Peu reproductible sur de grandes zones
- ✗ Partiellement subjective  
(choix thématiques et géométriques)



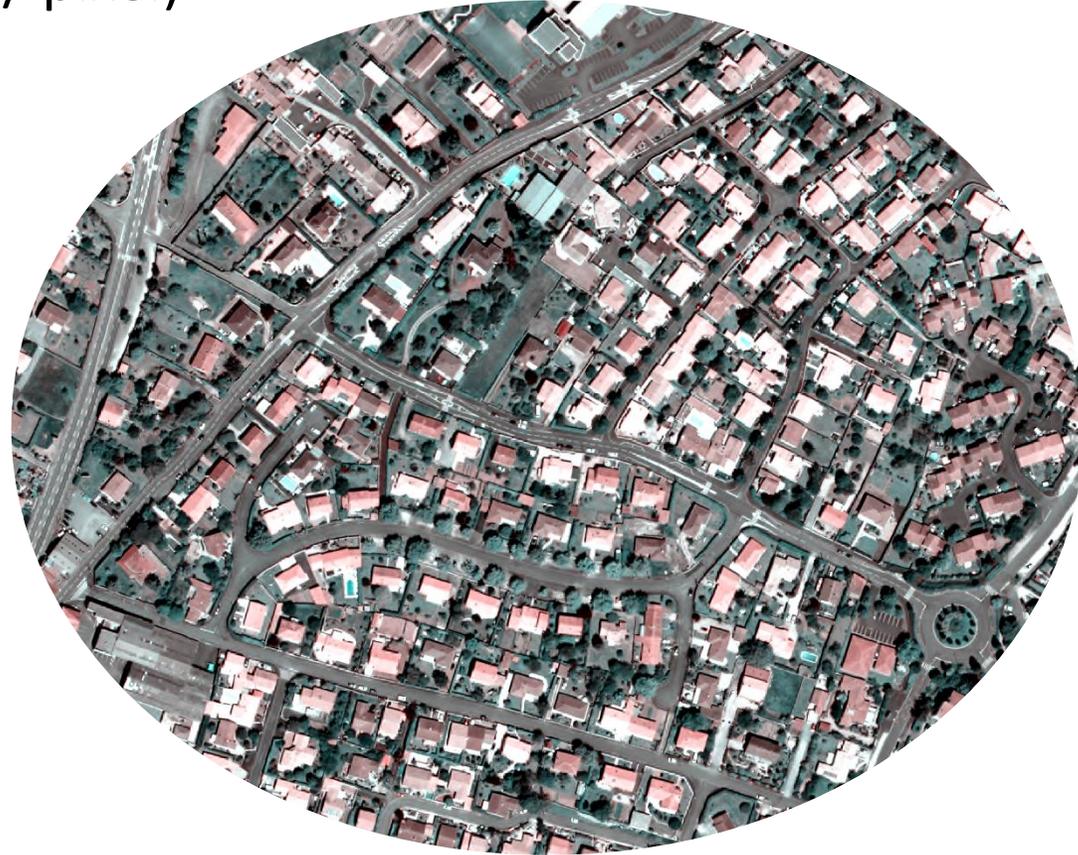
Prendre en compte la végétation urbaine et ses strates

# WHAT IS REMOTE SENSING?



# Approches de télédétection

Orthophoto IGN (0.5m / pixel)



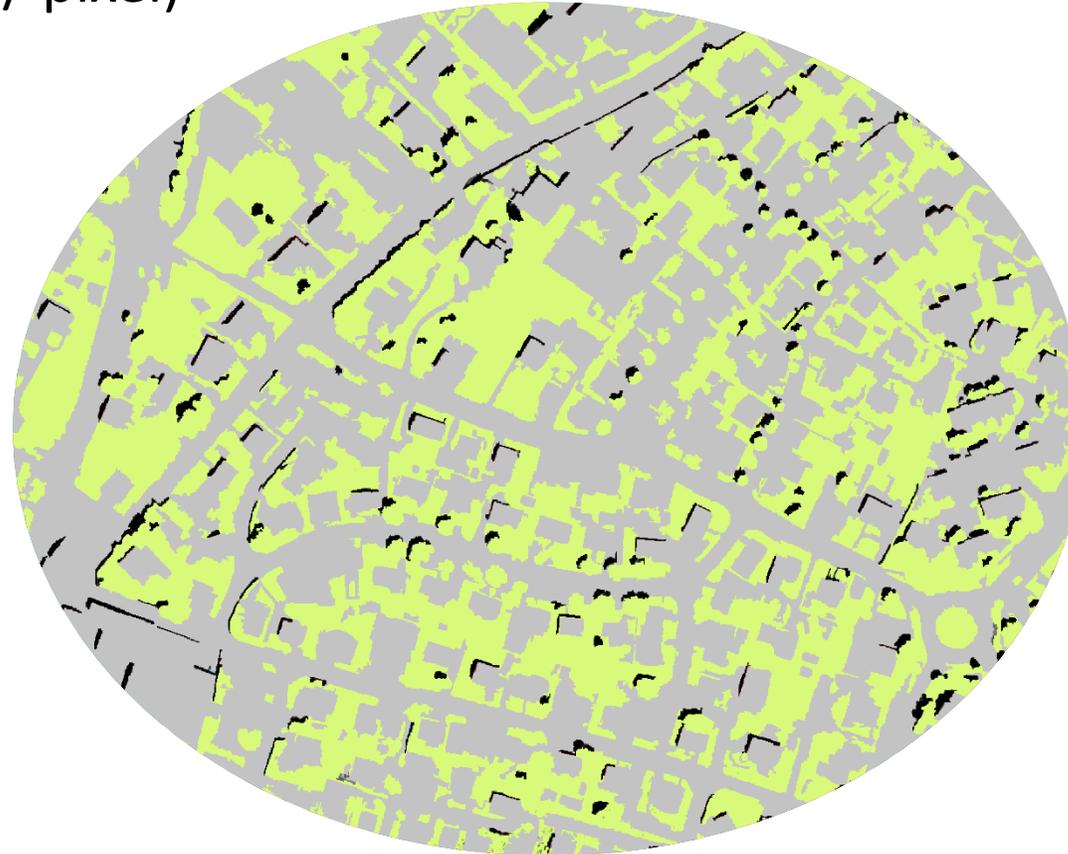
# Approches de télédétection

Orthophoto IGN (0.5m / pixel)



# I. Approche basique : NDVI

Orthophoto IGN (0.5m / pixel)



Utilisation du NDVI  
(Normalized Difference  
Vegetalized Index)

$$\frac{\text{IR} - \text{R}}{\text{IR} + \text{R}}$$

**Seuillage du NDVI = masque de végétation globale**

## II. Classification orientée-objet

### ✓ Pré-traitement des données

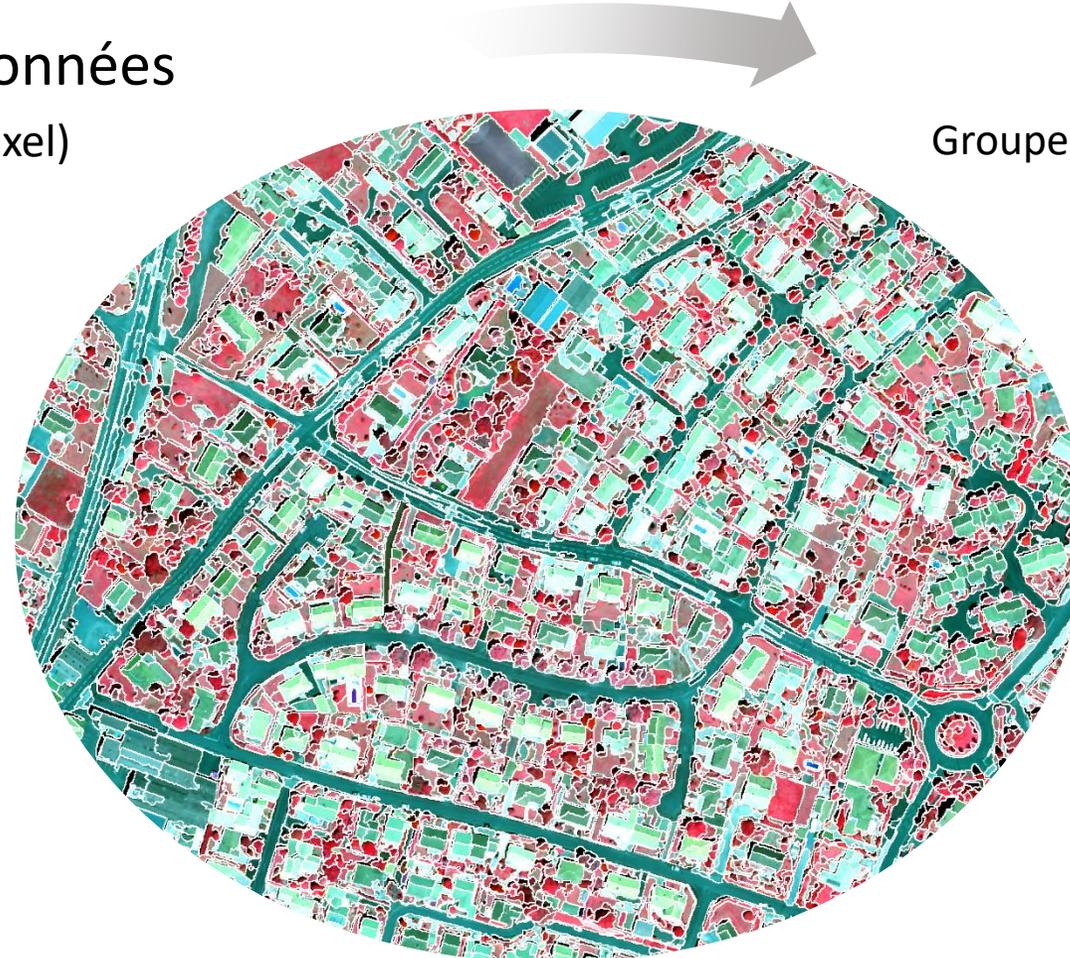
Orthophoto IGN (0.5m / pixel)



## II. Classification orientée-objet

### ✓ Pré-traitement des données

Orthophoto IGN (0.5m / pixel)



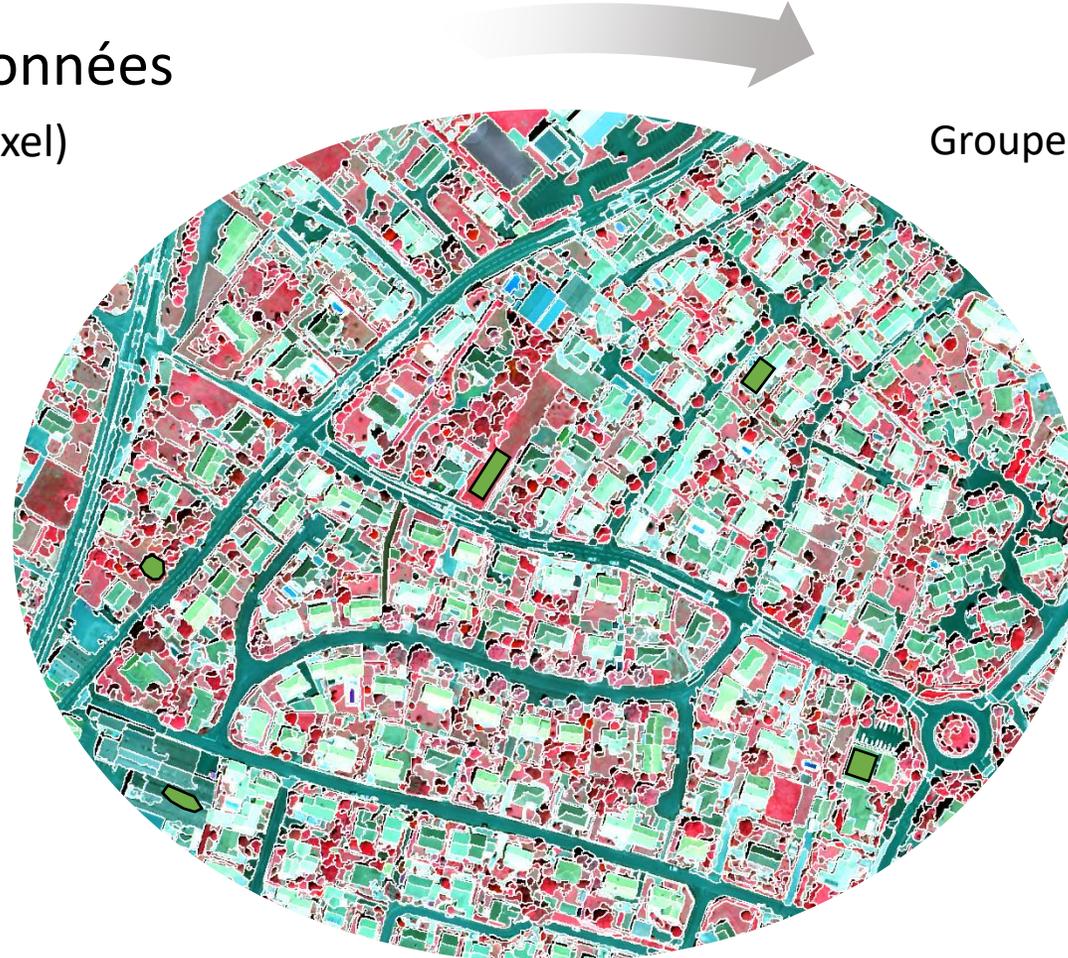
### ✓ Segmentation

Groupes de pixels spatialement proches ayant des caractéristiques similaires

## II. Classification orientée-objet

### ✓ Pré-traitement des données

Orthophoto IGN (0.5m / pixel)



### ✓ Segmentation

Groupes de pixels spatialement proches ayant des caractéristiques similaires

Echantillons d'apprentissage :

Végétation herbacée

Végétation arborée

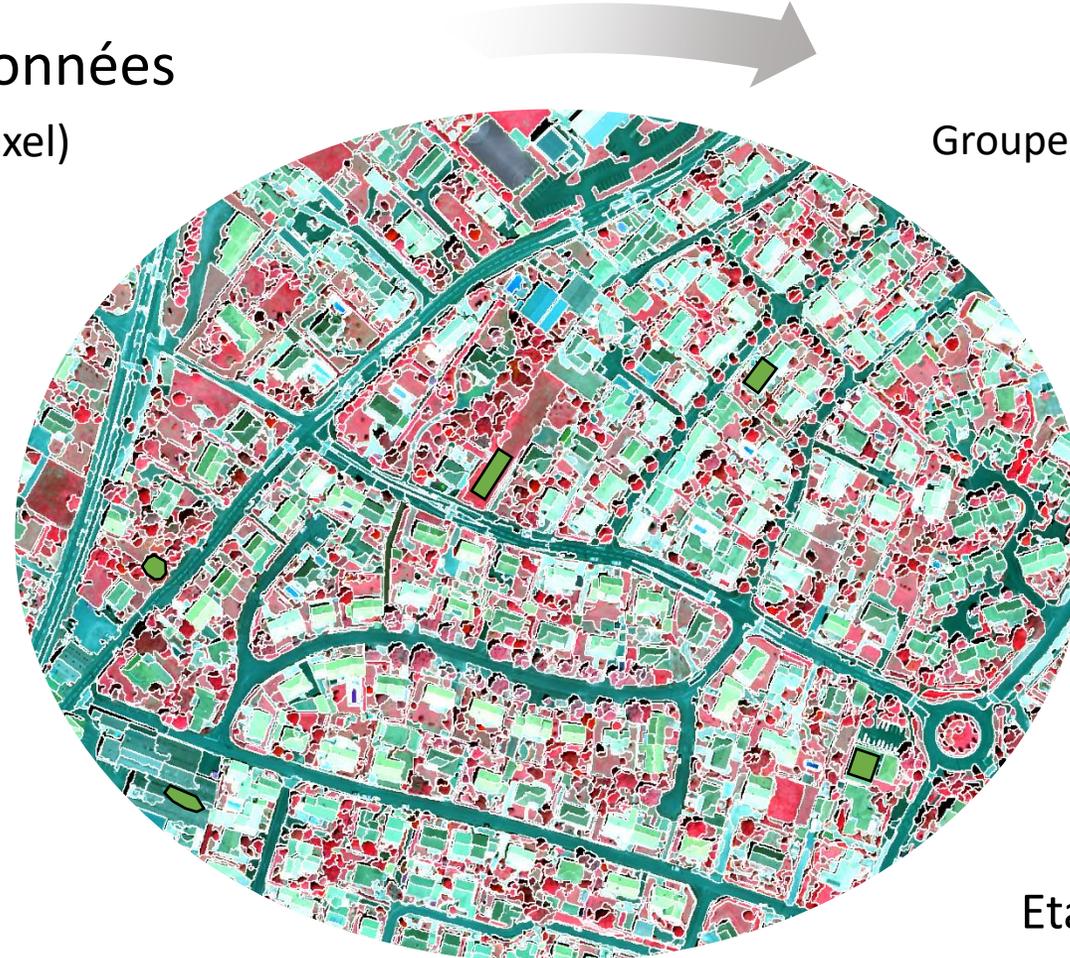
Autre (bâti, sol nu etc)



## II. Classification orientée-objet

### ✓ Pré-traitement des données

Orthophoto IGN (0.5m / pixel)



### ✓ Segmentation

Groupes de pixels spatialement proches ayant des caractéristiques similaires

Echantillons d'apprentissage :

Végétation herbacée

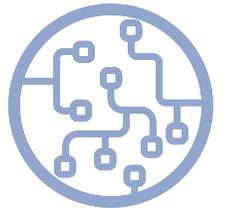


Végétation arborée

Autre (bâti, sol nu etc)

Etape d'apprentissage

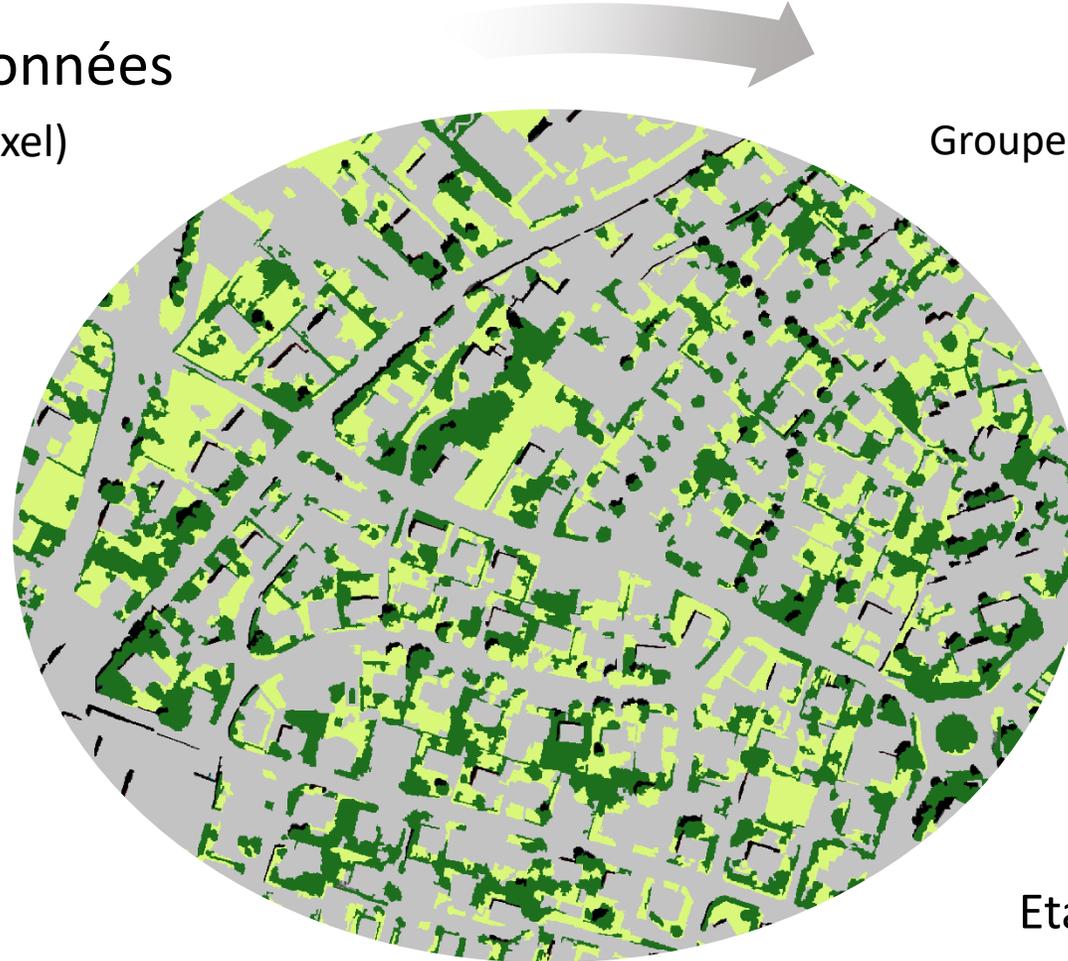
Algorithme Random Forest :  
création de modèles de classification



## II. Classification orientée-objet

### ✓ Pré-traitement des données

Orthophoto IGN (0.5m / pixel)



### ✓ Segmentation

Groupes de pixels spatialement proches ayant des caractéristiques similaires

Echantillons d'apprentissage :

Végétation herbacée

Végétation arborée

Autre (bâti, sol nu etc)

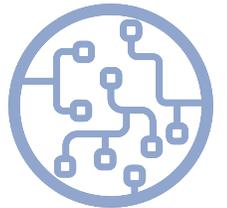


### ✓ Classification

Application des règles de décision du modèle sur les segments

Etape d'apprentissage

Algorithme Random Forest :  
création de modèles de classification



## II. Classification orientée-objet

### ✓ Pré-traitement des données

Orthophoto IGN (0.5m / pixel)

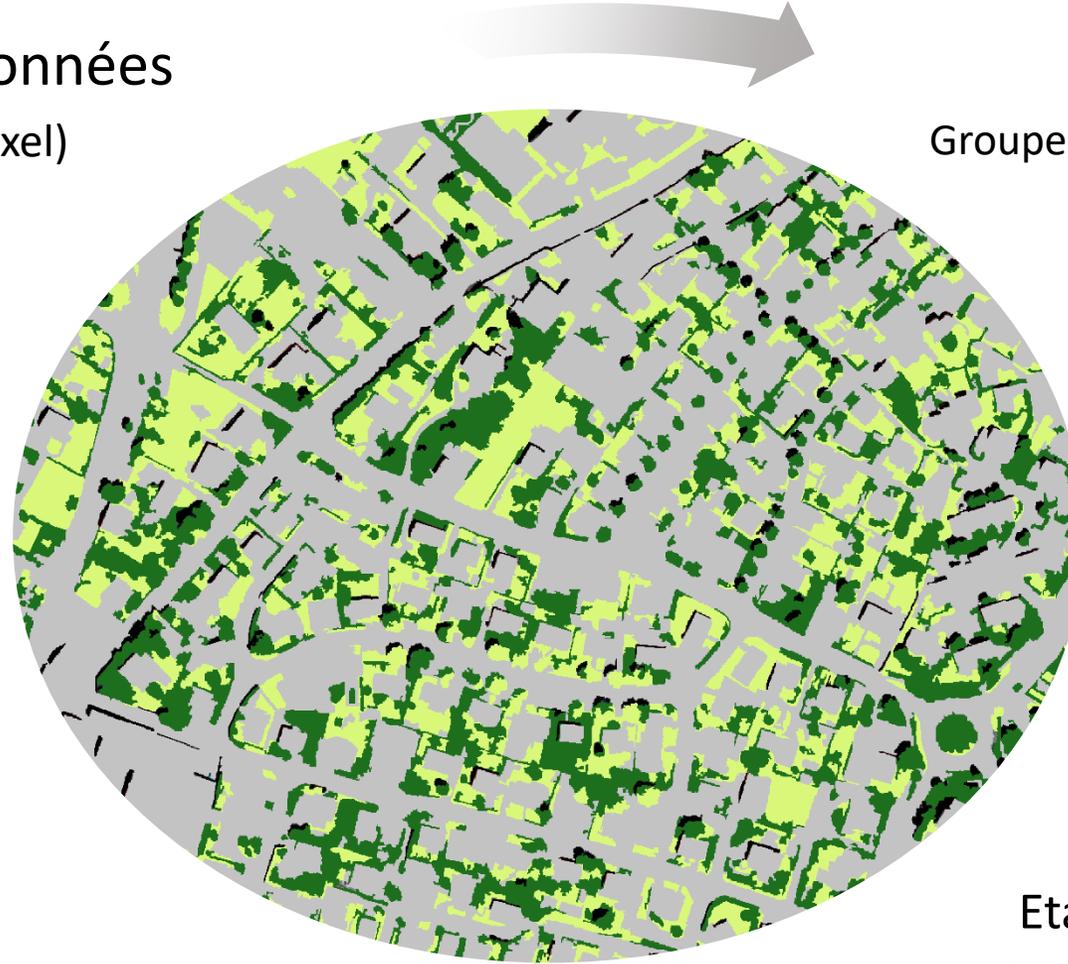


### ✓ Evaluation

Métriques de performances

### ✓ Classification

Application des règles de décision du modèle sur les segments



### ✓ Segmentation

Groupes de pixels spatialement proches ayant des caractéristiques similaires

Echantillons d'apprentissage :

Végétation herbacée

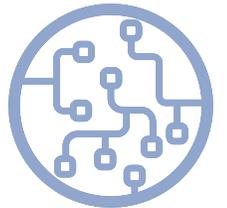
Végétation arborée

Autre (bâti, sol nu etc)



Etape d'apprentissage

Algorithme Random Forest :  
création de modèles de classification



Augmentation qualité des données



Image  
Fausse-couleurs  
(IR – R – V)

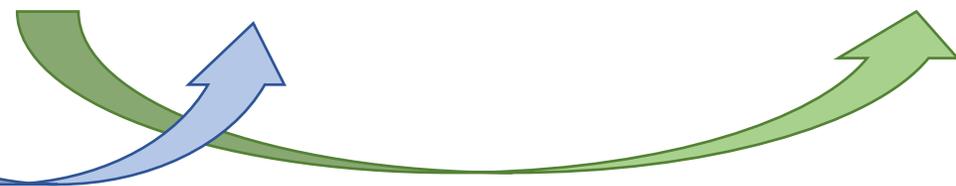
Cartographie « brute »  
(BD Topo – OSO – RPG)

Cartographie 2D  
NDVI seuillé

Cartographie 3D  
Classification orientée-objet



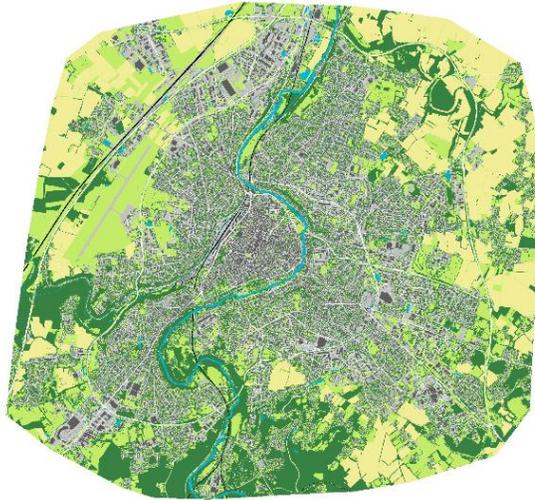
Ajout du NDVI  
(végétation globale)



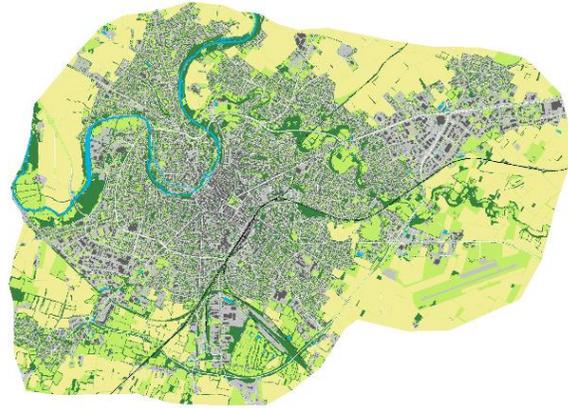
Remplacement de la végétation  
arborée et herbacée

# Quel impact de la qualité des données sur la connectivité paysagère ?

Poitiers



Niort

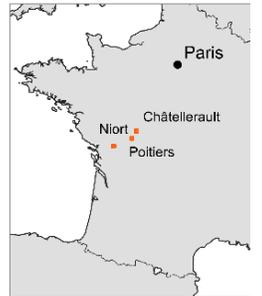
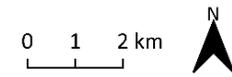


Châtelleraut



## Land cover

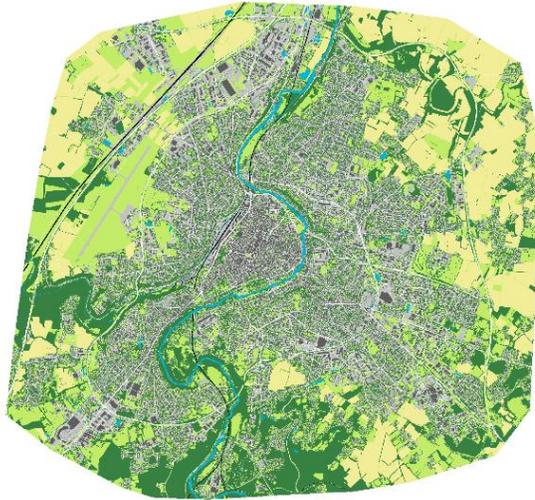
- Building
- Impervious surface
- Road
- Railway
- Cropland
- Grass
- Trees
- Water
- Urban mask



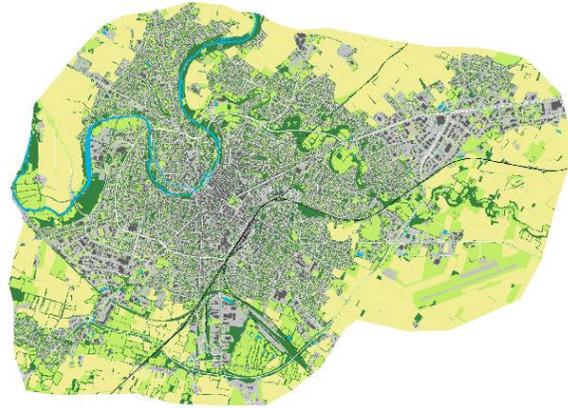
Résolution spatiale = 3 mètres

# Quel impact de la qualité des données sur la connectivité paysagère ?

Poitiers



Niort



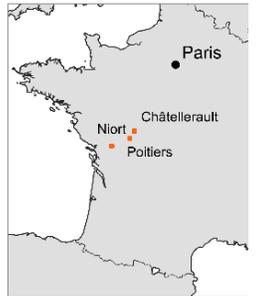
Châtelleraut



## Land cover

- Building
- Impervious surface
- Road
- Railway
- Cropland
- Grass
- Trees
- Water
- Urban mask

0 1 2 km



Résolution spatiale = 3 mètres

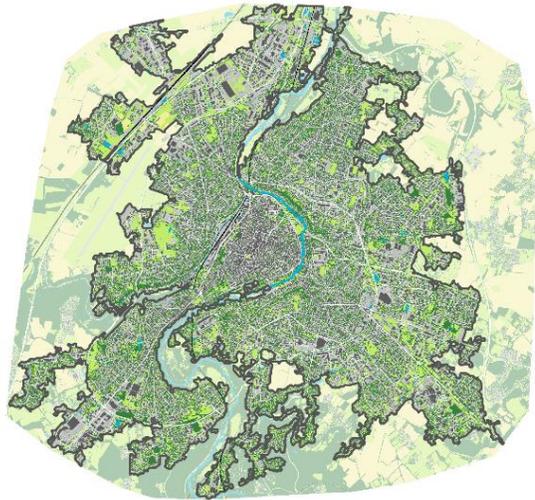


## I. Quel impact sur la connectivité structurelle ?

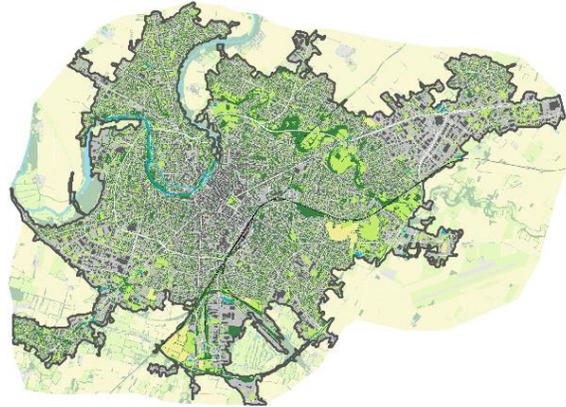
- Indices de composition
- Indices de configuration

# Quel impact de la qualité des données sur la connectivité paysagère ?

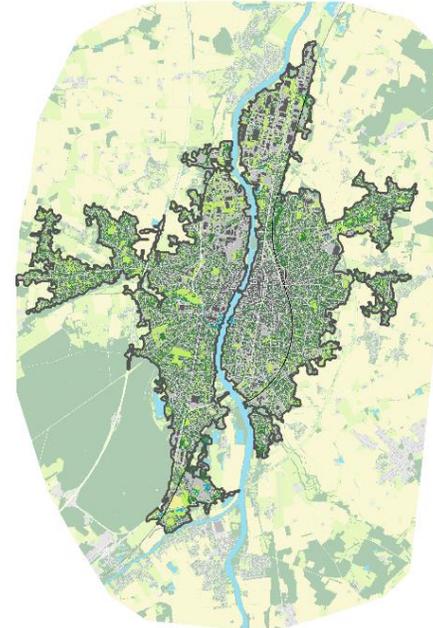
Poitiers



Niort



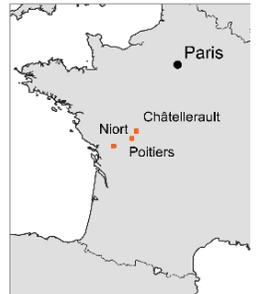
Châtelleraut



## Land cover

- Building
- Impervious surface
- Road
- Railway
- Cropland
- Grass
- Trees
- Water
- Urban mask

0 1 2 km



Résolution spatiale = 3 mètres



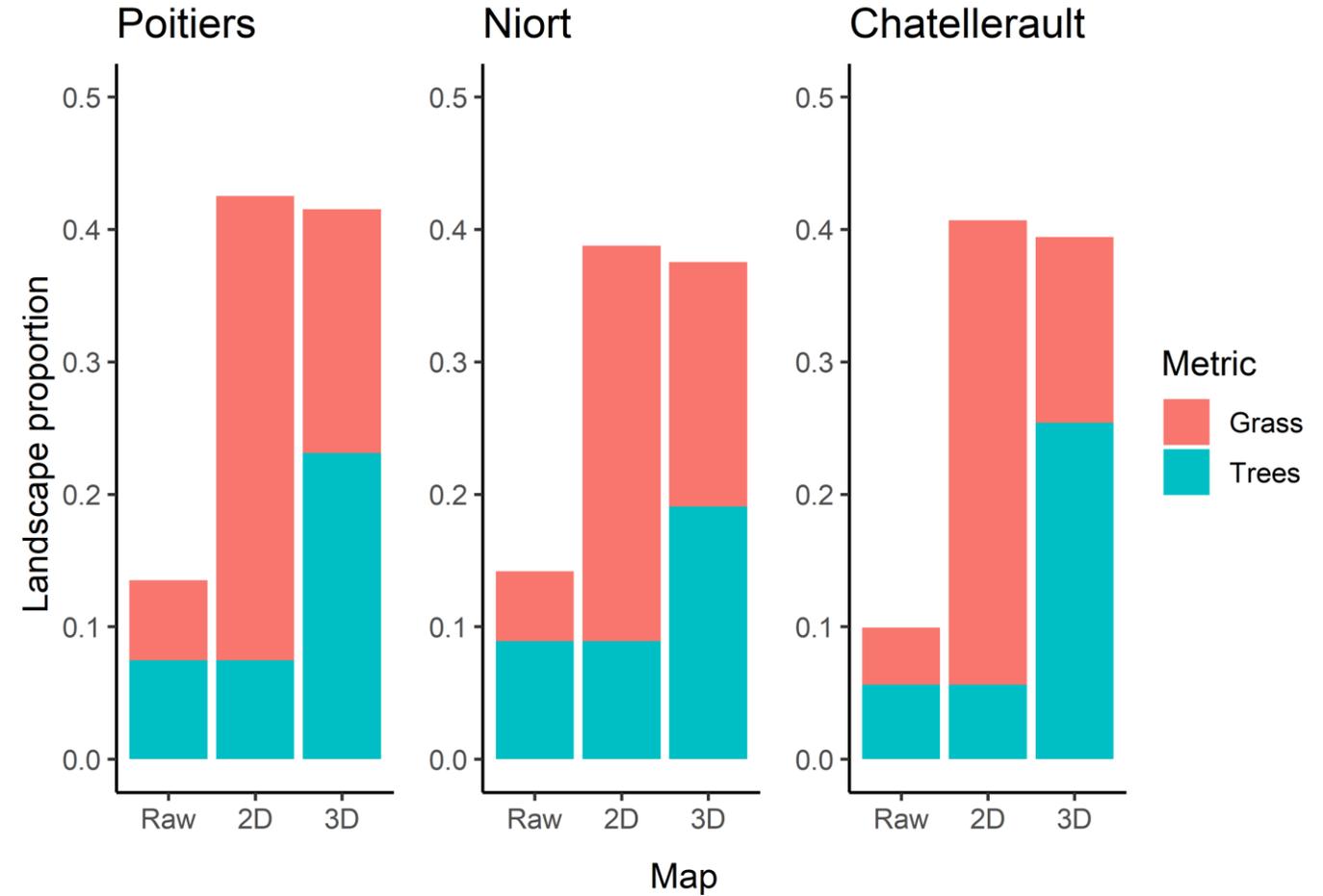
## I. Quel impact sur la connectivité structurelle ?

- Indices de composition
- Indices de configuration

# I. Connectivité structurelle

- Augmentation d'environ 4 fois de la végétation globale

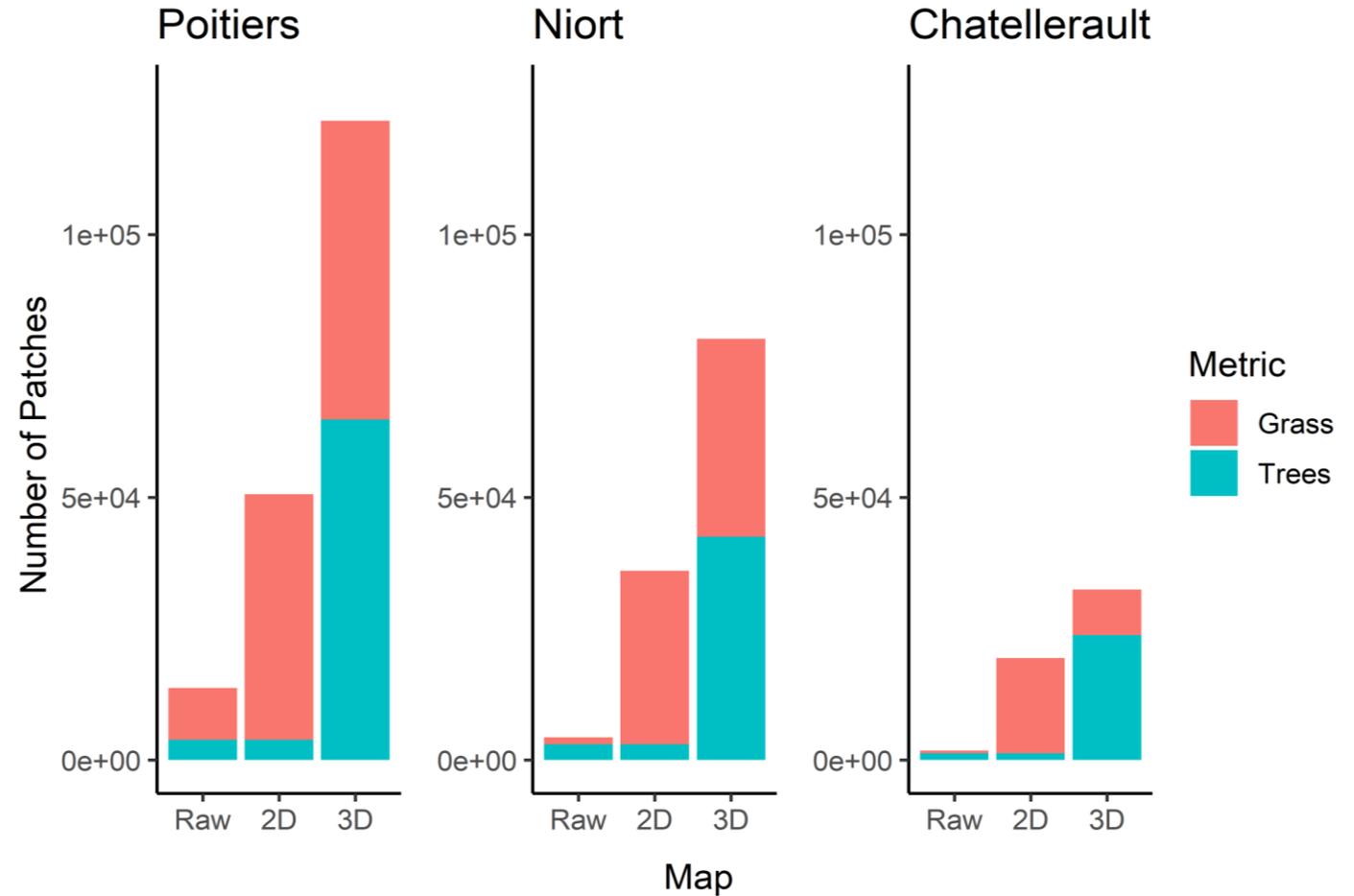
## Proportion du paysage



# I. Connectivité structurelle

- Augmentation d'environ 4 fois de la végétation globale
- Augmentation de la fragmentation de la végétation herbacée et arborée

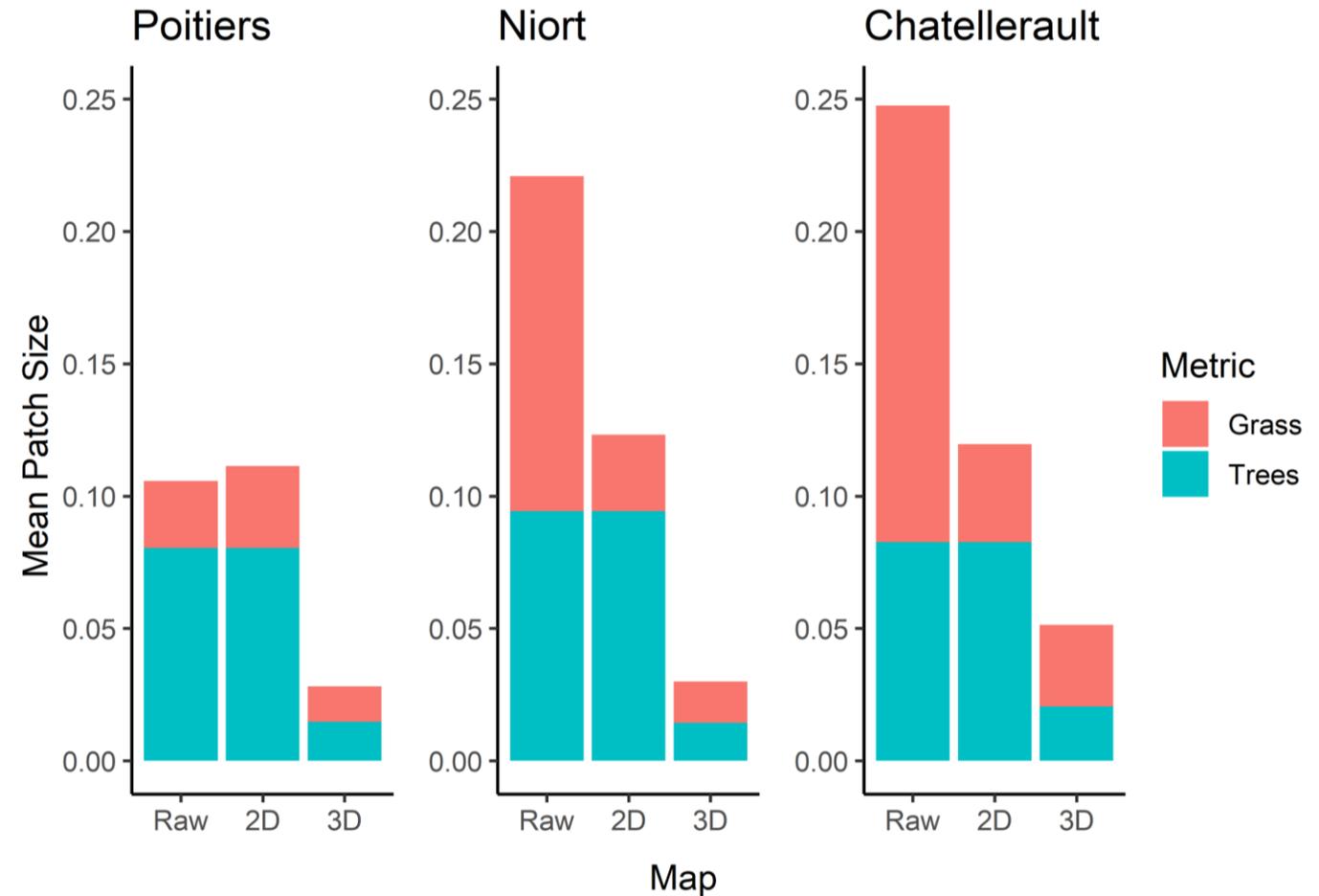
## Nombre de patches



# I. Connectivité structurelle

- Augmentation d'environ 4 fois de la végétation globale
- Augmentation de la fragmentation de la végétation herbacée et arborée

## Taille moyenne des patches

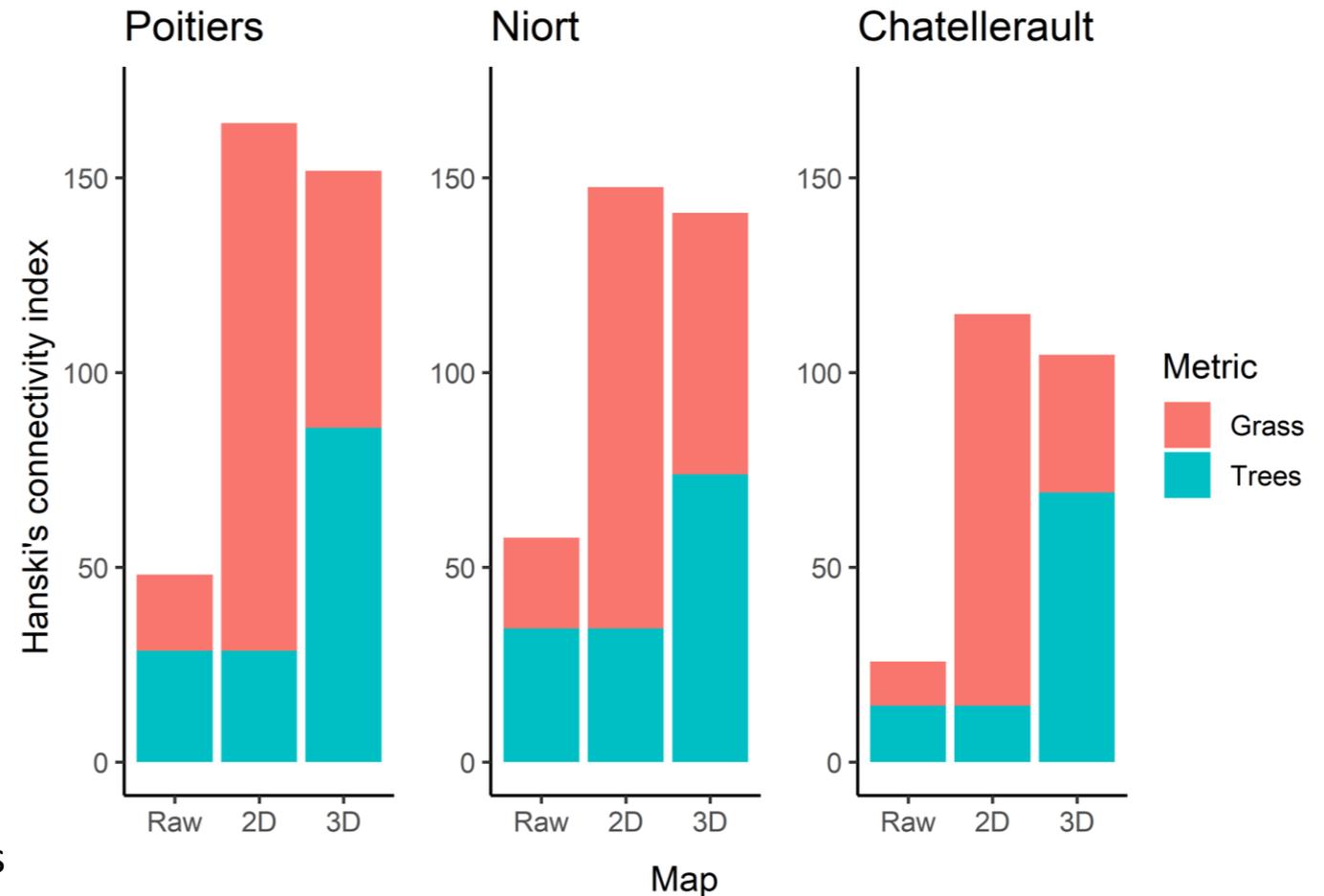


# I. Connectivité structurelle

- Augmentation d'environ 4 fois de la végétation globale
- Augmentation de la fragmentation de la végétation herbacée et arborée
- Augmentation de l'indice de Hanski

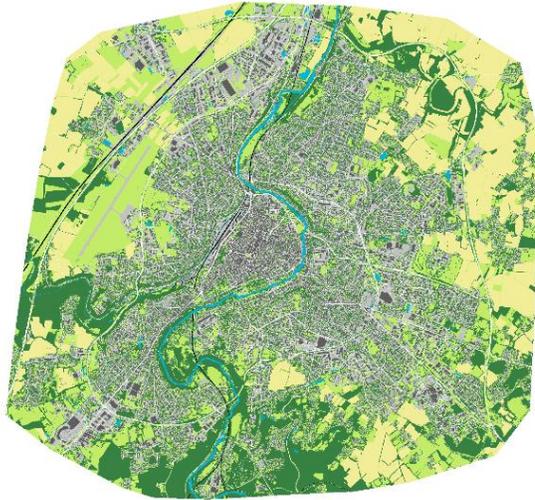
(augmente à mesure que l'inter-distance des patches diminue et que la taille des patches augmente)

## Indice de Hanski

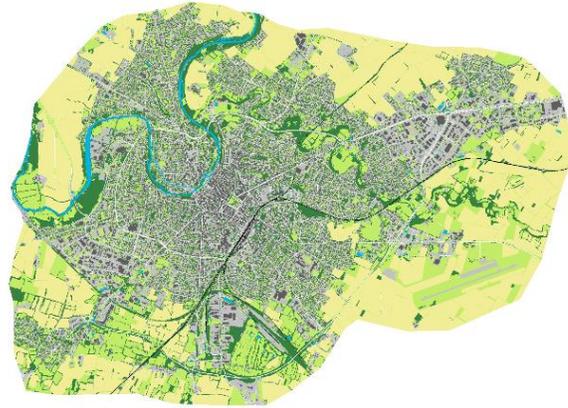


# Quel impact sur la connectivité paysagère ?

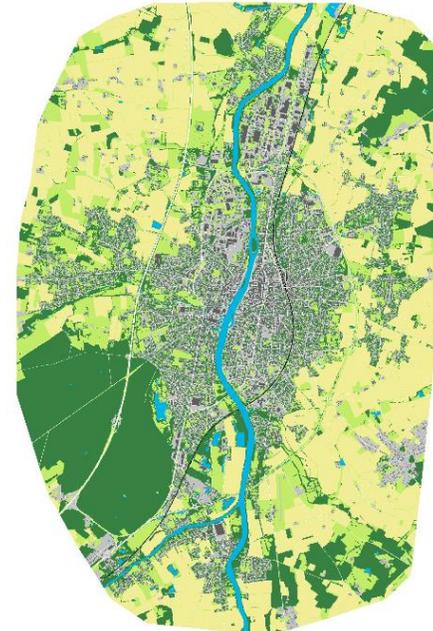
Poitiers



Niort



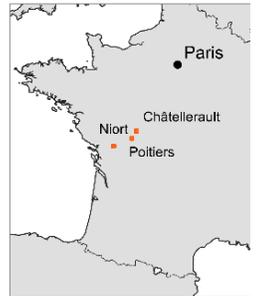
Châtelleraut



## Land cover

- Building
- Impervious surface
- Road
- Railway
- Cropland
- Grass
- Trees
- Water
- Urban mask

0 1 2 km



## II. Quel impact sur la connectivité fonctionnelle ? (i.e. espèces forestières)

- Quantitativement
- Qualitativement

## *II. Connectivité fonctionnelle*

Graphes paysagers :

- Habitats forestiers (> 1 ha)
- 7 distances de dispersion maximum (50, 100, 200, 500, 1000, 1500 et 2000 mètres)

## *II. Connectivité fonctionnelle*

Graphes paysagers :

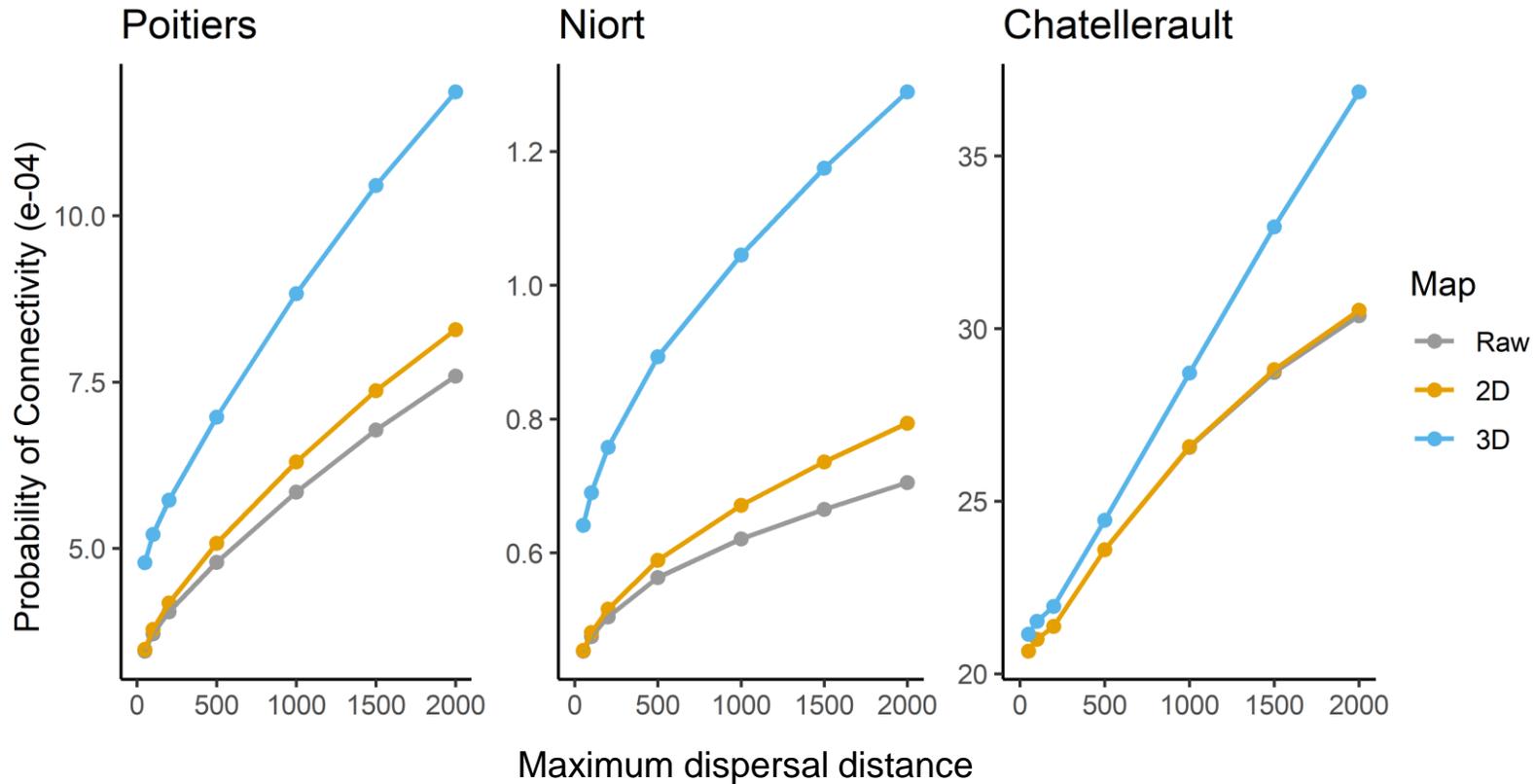
- Habitats forestiers (> 1 ha)
- 7 distances de dispersion maximum

<b>Poitiers</b>	<b>Raw/2D</b>	<b>→</b>	<b>3D</b>	<b>+ 24 patches</b>
<b>Niort</b>	<b>Raw/2D</b>	<b>→</b>	<b>3D</b>	<b>+ 15 patches</b>
<b>Châtelleraut</b>	<b>Raw/2D</b>	<b>→</b>	<b>3D</b>	<b>+ 35 patches</b>

## II. Connectivité fonctionnelle

### Graphes paysagers :

- Indice de Probabilité de Connectivité (PC) - échelle globale

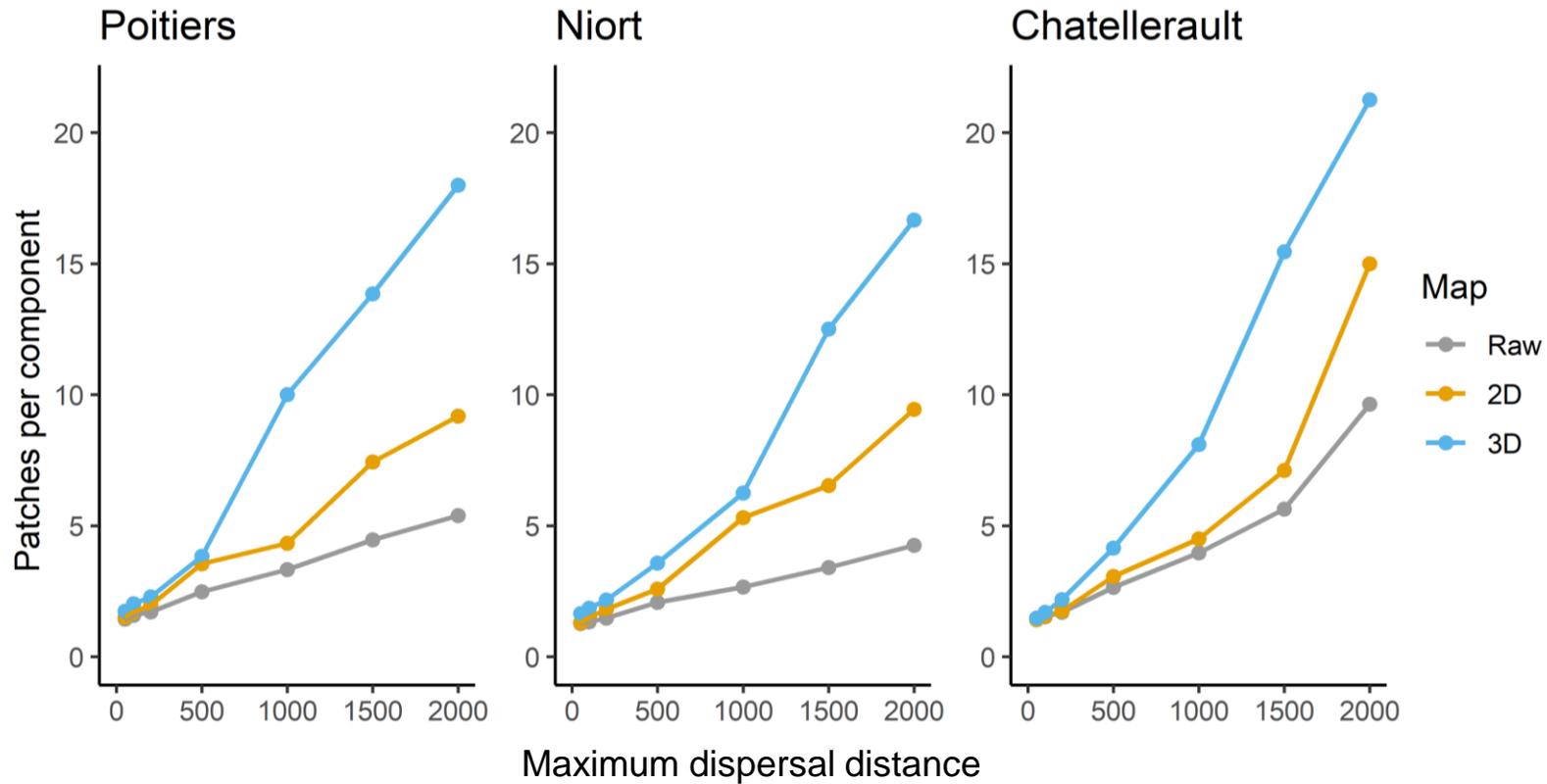


➤ Augmentation de l'indice de PC en fonction de la qualité des données

## II. Connectivité fonctionnelle

### Graphes paysagers :

- Nombre de patches par composantes

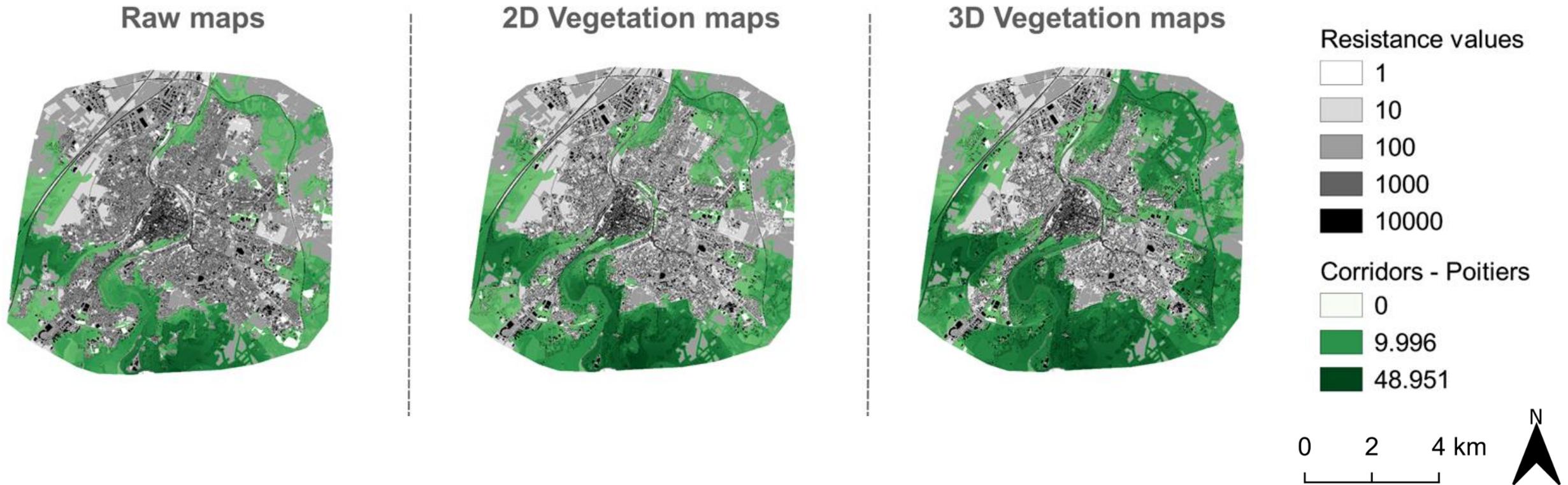


➤ Diminution de la fragmentation des habitats

## II. Connectivité fonctionnelle

### Graphes paysagers :

- Modélisation des corridors pour une distance de 2000m



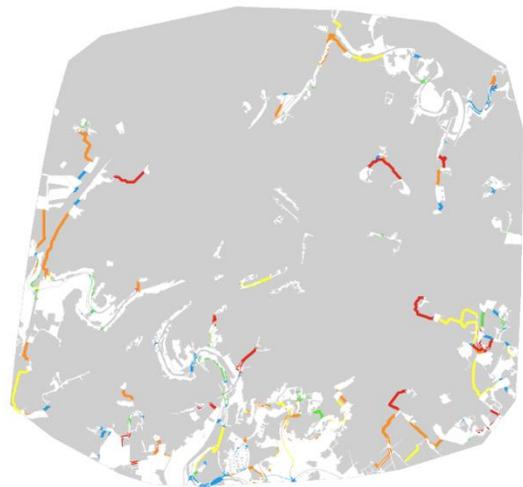
- Augmentation de la surface des corridors et de leur qualité

## II. Connectivité fonctionnelle

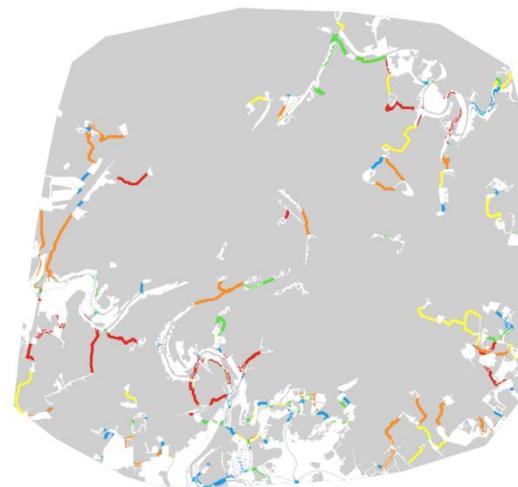
### Graphes paysagers :

- Comparaison des LCPs pour une distance de 2000m : trajet et valeurs de résistance

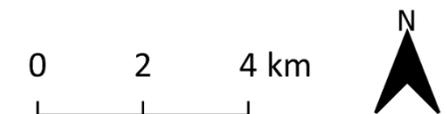
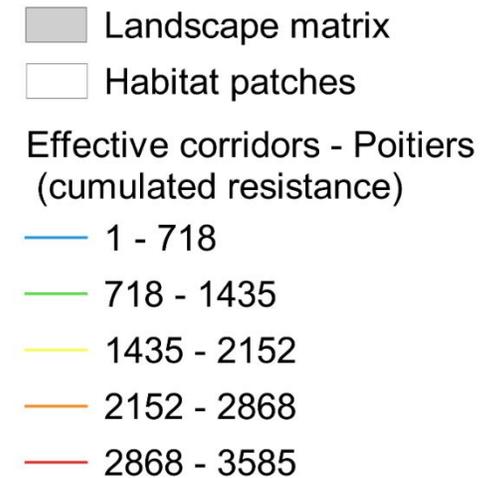
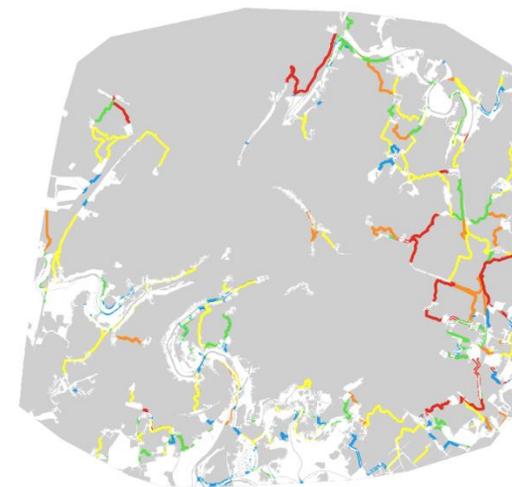
Raw maps



2D Vegetation maps



3D Vegetation maps



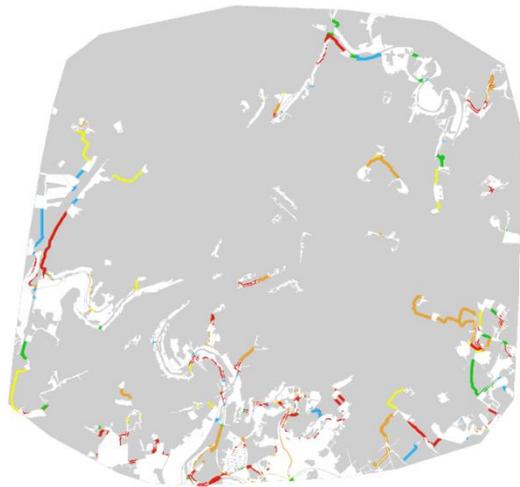
- LCPs plus nombreux avec des résistances cumulées plus faibles pour les cartographie 2D et 3D

## II. Connectivité fonctionnelle

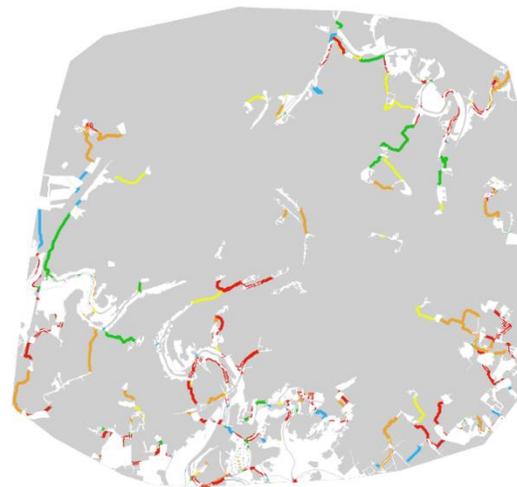
### Graphes paysagers :

- Comparaison des LCPs pour une distance de 2000m : valeur de dPC

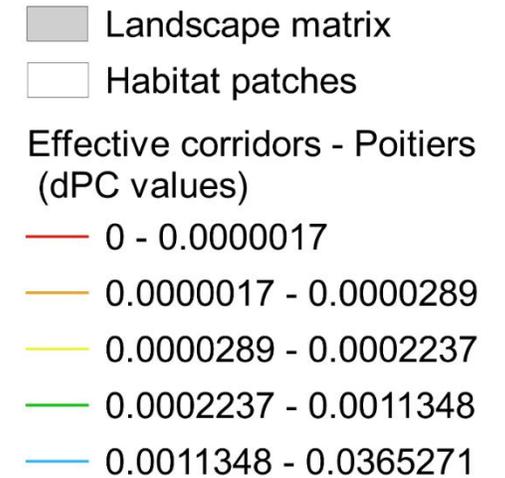
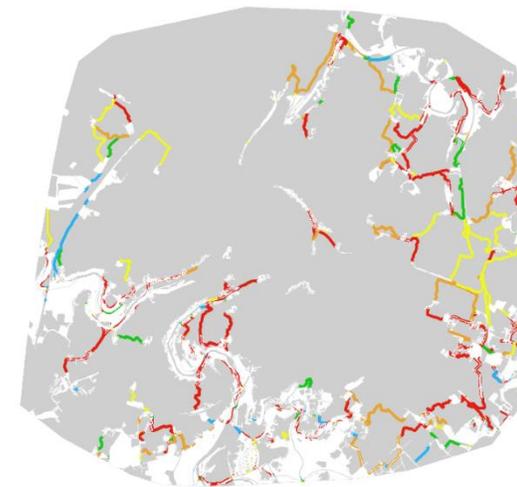
Raw maps



2D Vegetation maps



3D Vegetation maps



- Variations de l'importance des connexions dans les graphes paysagers

# Conclusion

- ✓ Les approches de télédétection sont applicables à de nombreuses données existantes (Puissant *et al.* 2014) et améliorent les modélisations de connectivités paysagères à très haute résolution spatiale (Cisneros-Araujo *et al.* 2021)



# Conclusion

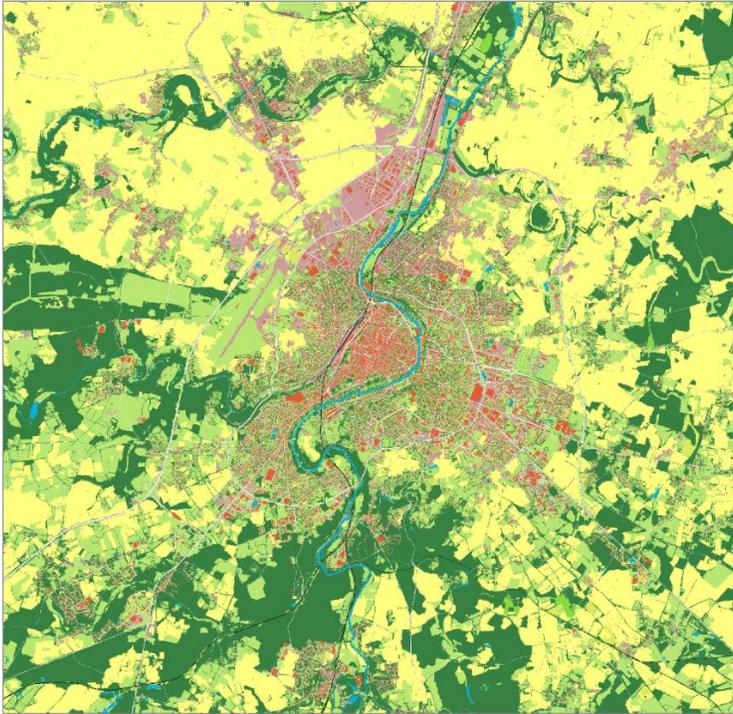
- ✓ Les approches de télédétection sont applicables à de nombreuses données existantes (Puissant *et al.* 2014) et améliorent les modélisations de connectivités paysagères à très haute résolution spatiale (Cisneros-Araujo *et al.* 2021)
- ✓ La qualité des données joue un rôle dans :
  - ✓ La connectivité structurelle qui révèle une forte complexité et hétérogénéité du milieu urbain (Arbres et pelouses plus abondants et spatialement proches mais plus fragmentés) (Casalegno *et al.* 2017)

# Conclusion

- ✓ Les approches de télédétection sont applicables à de nombreuses données existantes (Puissant *et al.* 2014) et améliorent les modélisations de connectivités paysagères à très haute résolution spatiale (Cisneros-Araujo *et al.* 2021)
- ✓ La qualité des données joue un rôle dans :
  - ✓ La connectivité structurelle qui révèle une forte complexité et hétérogénéité du milieu urbain (Arbres et pelouses plus abondants et spatialement proches mais plus fragmentés) (Casalegno *et al.* 2017)
  - ✓ L'identification des strates de végétation qui impactent les modèles de connectivité fonctionnelle (Muratet *et al.* 2013 ; Casalegno *et al.* 2017 ; Graffius *et al.* 2017 ; Choi *et al.* 2021)
    - Perception du paysage → Arbres isolés ou autres éléments pouvant déclencher la volonté de déplacement (Balbi *et al.* 2021)

# Application de la classification orientée-objet aux images anciennes...

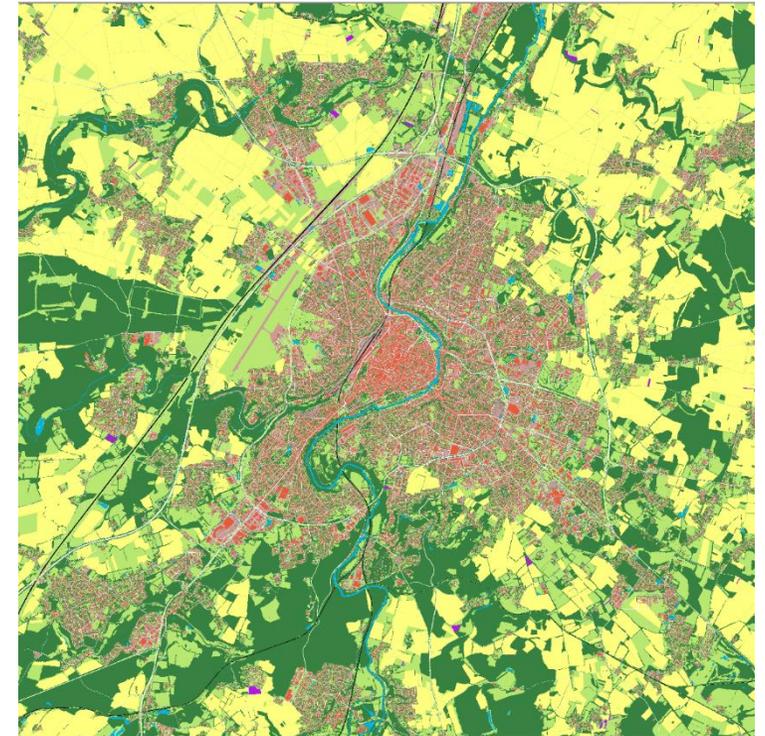
**1993**



225 km<sup>2</sup>  
(résolution spatiale 0.5m/pixel)

Evolution spatiotemporelle

**2017**



225 km<sup>2</sup>  
(résolution spatiale 0.5m/pixel)

**Merci de votre attention !**



[elie.morin@univ-poitiers.fr](mailto:elie.morin@univ-poitiers.fr)