



MASTER 2
Observation de la Terre et Géomatique
2017 - 2018

SIG Géohistorique et dynamiques urbaines

L'Eurométropole de Strasbourg de 1956 à 2013

Santiago MEDINA - KENNEDY

Quentin POTEREK

Aurore SINDT

Encadrants :
Grzegorz SKUPINSKI
Anne PUSSANT

□ L'espace urbain aujourd'hui

- Génération de processus possédant des impacts
 - ✓ *Pollution urbaine*
 - ✓ *Îlot de chaleur urbain*
 - ✓ *Artificialisation des sols*
 - ✓ ...

□ Comprendre les phénomènes urbains

- → Etudier l'artificialisation et ses dynamiques dans le temps et l'espace
- = étalement, de retrait, de polarisation...
- Qualifier les dynamiques à l'aide de Bases de Données
- **Echelle pertinente: l'îlot urbain**

□ Qualifier les évolutions de la morphologie urbaine du Nord de l'Eurométropole de Strasbourg

- Période 1956 – 2013
- Base de Données Géohistorique (LIVE)
 - ✓ *Orthophotographies*
 - ✓ *Données vecteur (bâti, voirie)*
 - ✓ *Îlots historiques*

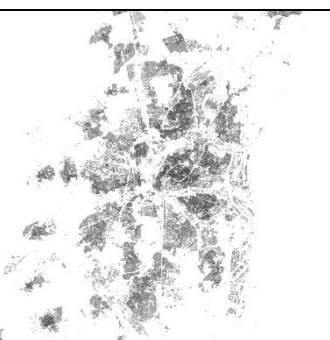


Plan de la présentation

- Etat de l'art**
- Présentation des données**
- Prétraitements**
- Méthodologie**
 - Calcul d'indicateurs
 - Classification des îlots
- Résultats**
- Discussion**

□ Plusieurs échelles d'analyse pour l'espace urbain (*Bourdic et al., 2012*)

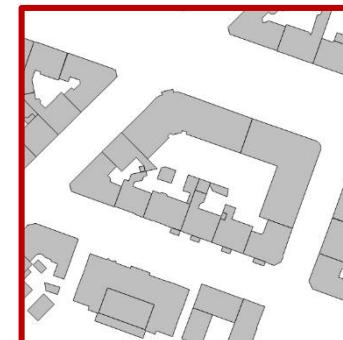
- Ville, quartier, îlot, bâtiment



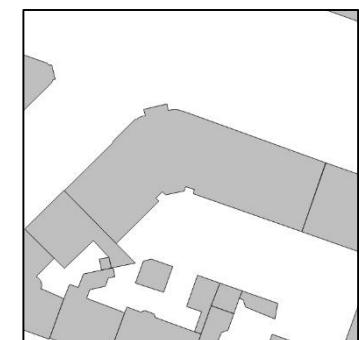
Ville



Quartier



Îlot

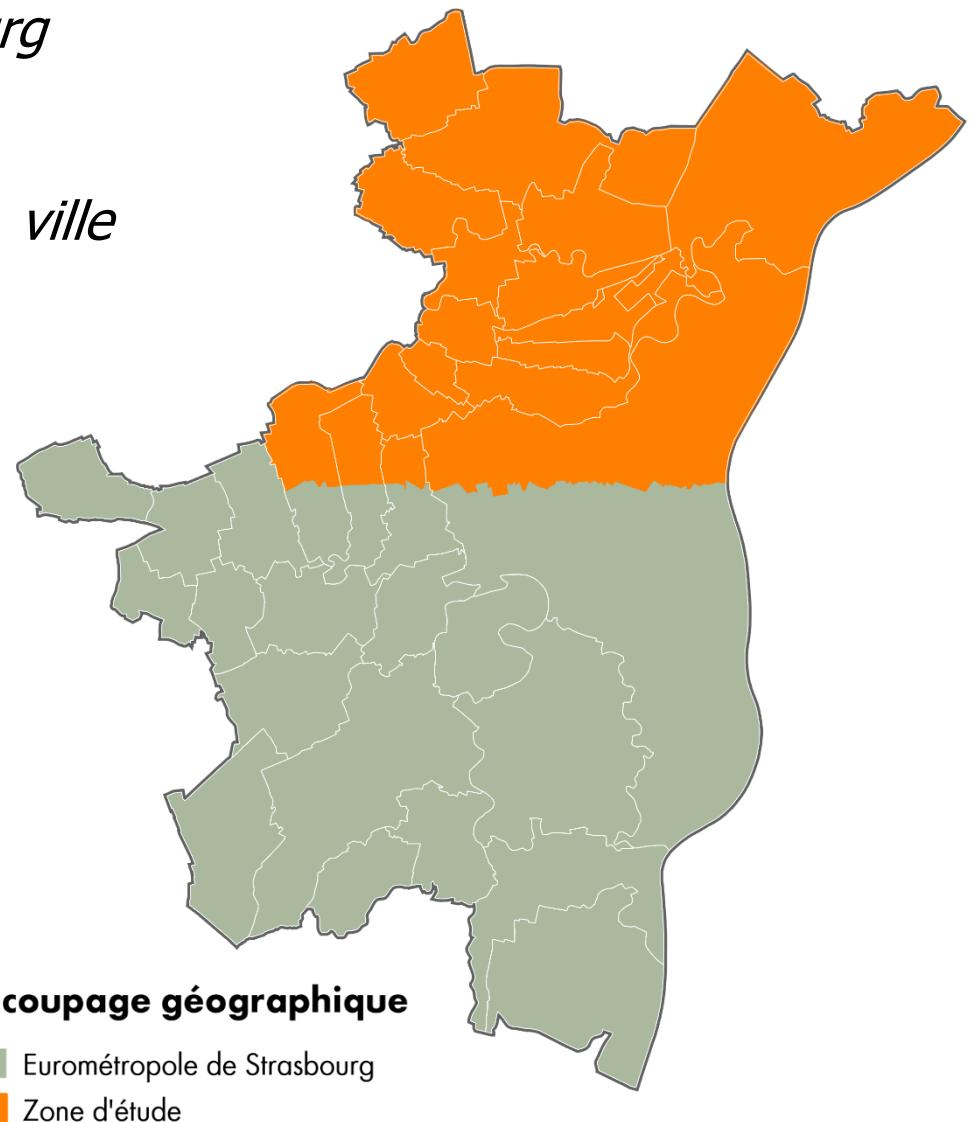


Bâtiment

- **Objet le plus intéressant : îlot morphologique (Bourdic et al., 2012, Vanderhaegen et al., 2017)**
 - Notre étude : îlots historiques
- **Indicateurs pour caractériser les îlots**
 - Typologie d'indicateurs pour différentes échelles, de la ville au bâtiment (Bourdic et al., 2012)
 - Indicateurs morphologiques pour classification supervisée avec arbre de décision (Vanderhaegen et al., 2010 ; 2017)
 - Apport de la végétation et de la troisième dimension pour caractériser des îlots morphologiques, avec calcul de rugosités végétales et minérales (Cordeau, 2016)
- **Etude des dynamiques de l'agglomération Strasbourgeoise**
 - Moisson (2015), Sauter et Schwartz (2017), Humbert (2017)

Zone d'étude

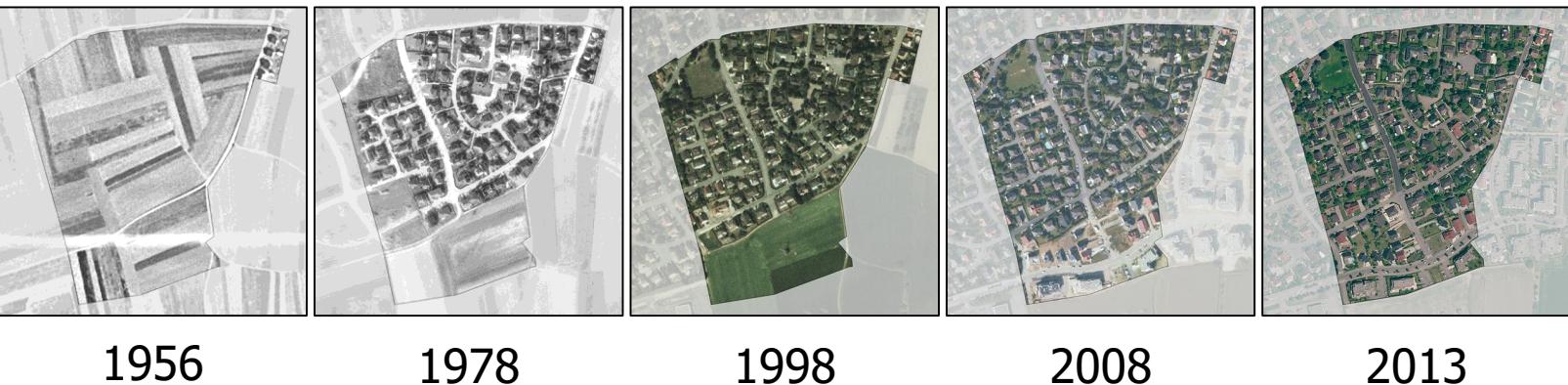
- Eurométropole de Strasbourg*
- Partie Nord*
- Organisation-type d'une ville européenne:*
 - *Centre dense*
 - *Centre périphérique*
 - *Habitat*
 - *Zones spécialisées*



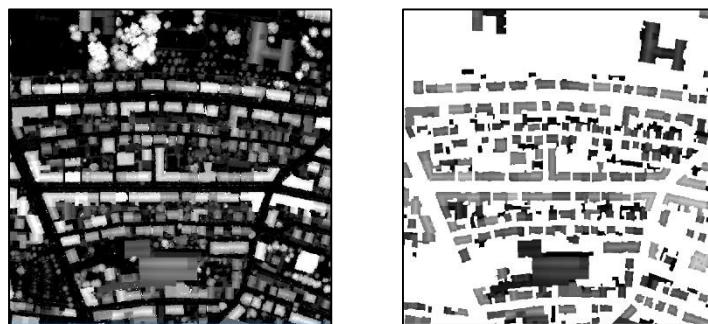
Présentation des données

Produits rasters

- *Orthophotographies (de 1956 à 2013)*



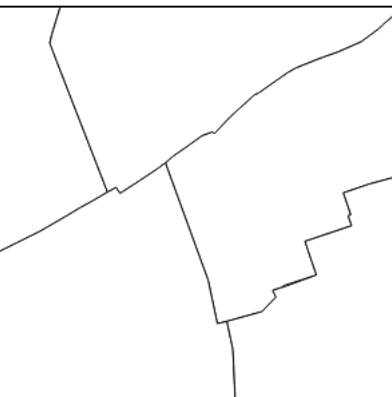
- *Relevés LiDAR (2015-16)*



Présentation des données

□ *Produits vectoriels*

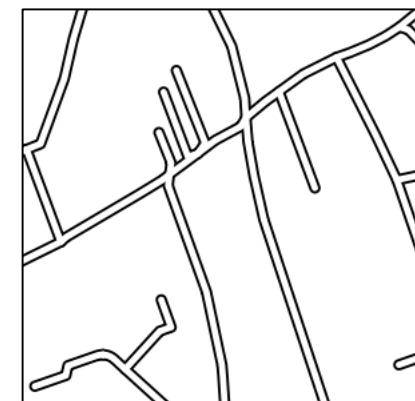
- *Îlots historiques, bâti, voirie...*



Îlots historiques



Bâtiments



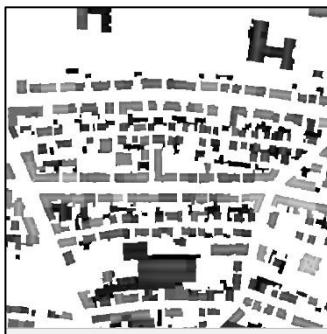
Voirie

□ *Qualité intrinsèque et extrinsèque des données : angle de vue, période de prise de vue, déformations, géométrie, topologie...*

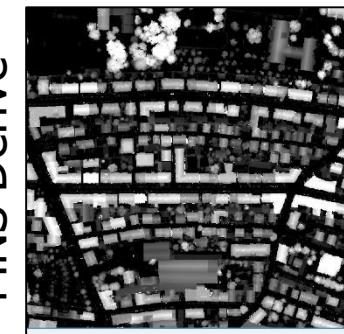
□ Incorporation de nouvelles données à la BDD

- Hauteur du bâti
 - ✓ *Relevé LiDAR (2015-2016)*

MNS Toits



MNS Dérivé



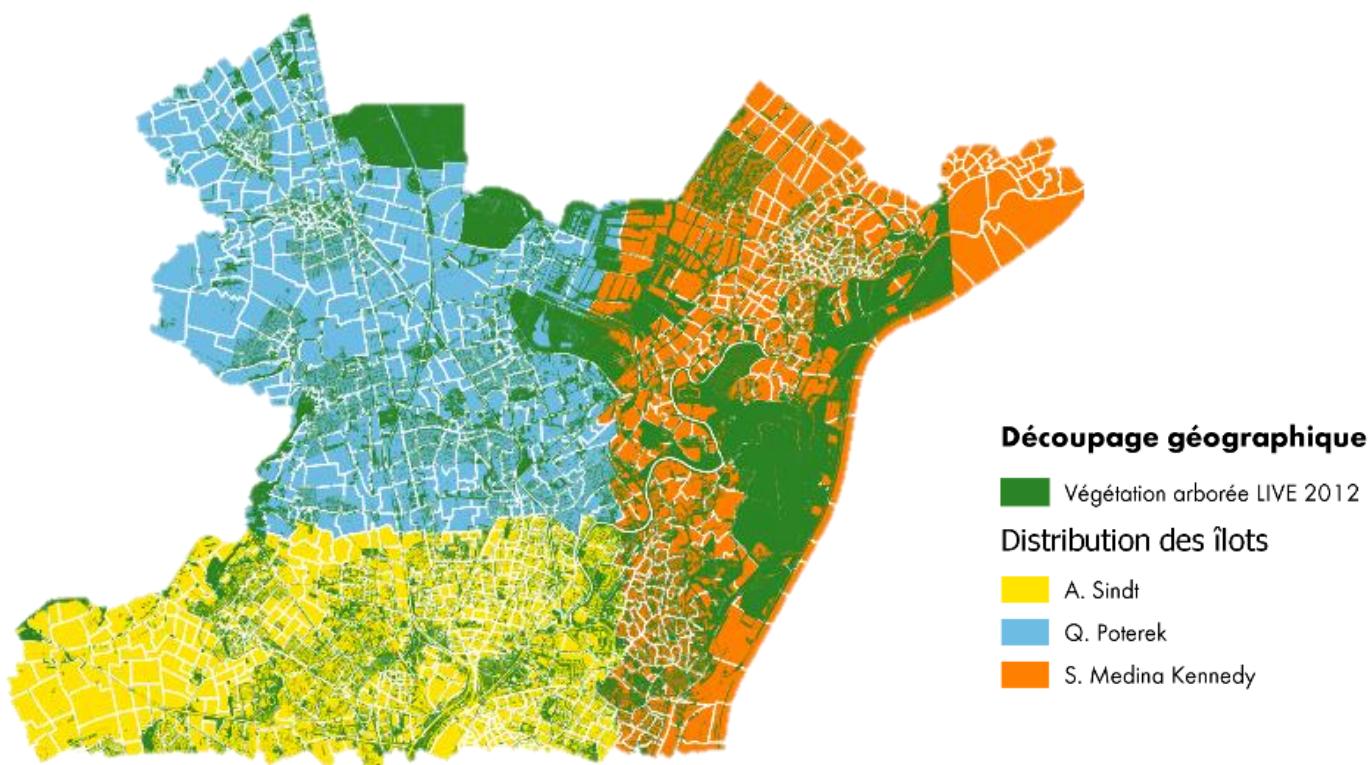
✓ *Rétroportage sur les années précédentes*

- Estimation de la hauteur des bâtiments détruits entre 1956 et 2013 (G. Skupinski) puis jointure attributaire

□ Incorporation de nouvelles données à la BDD

- Végétation arborée

- ✓ *3 chantiers : Nord de l'Eurométropole*
- ✓ *1956, 1978, 1998, 2008, 2013*



□ Calcul d'indicateurs morphologiques

- Végétation arborée

✓ ***Coefficient d'emprise au sol de la végétation (VeCES)***

$$VeCES = \frac{Aire_{Végétation}}{Aire_{Îlot}} \times 100$$

✓ ***Densité de patches de la végétation (VeDP)***

$$VeDP = \frac{Patches_{Végétation}}{Aire_{Îlot}}$$

✓ ***Diversité de la surface de la végétation (VeDivS)***

$$VeDivS = \sum_{i=1}^n \frac{N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)}$$

- Classes de surface
- Indice de Simpson
- 0 : Diversité maximale / 1: Très faible diversité

□ Calcul d'indicateurs morphologiques

- Bâti

✓ **Coefficient d'emprise au sol du bâti (BCES)**

$$BCES = \frac{Aire_{Bâtiments}}{Aire_{îlot}} \times 100$$

✓ **Hauteur médiane du bâti (BHmed)**

$$BHmed = med(Hauteur_{bâti})$$

✓ **Hauteur maximale du bâti (BHmax)**

$$BHmax = max(Hauteur_{bâti})$$

✓ **Compacité médiane du bâti (BCmed)**

$$BCmed = med\left(\frac{4 \times Aire_{Bâtis}}{Périmètre_{Bâtis}}\right)$$

□ Calcul d'indicateurs morphologiques

- Bâti

✓ **Diversité de la surface du bâti (VeDivS)**

$$BDivS = \sum_{i=1}^n \frac{N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)}$$

- Classes de surface
- Indice de Simpson
- 0 : Diversité maximale / 1: Très faible diversité

✓ **Diversité de la hauteur du bâti (VeDivH)**

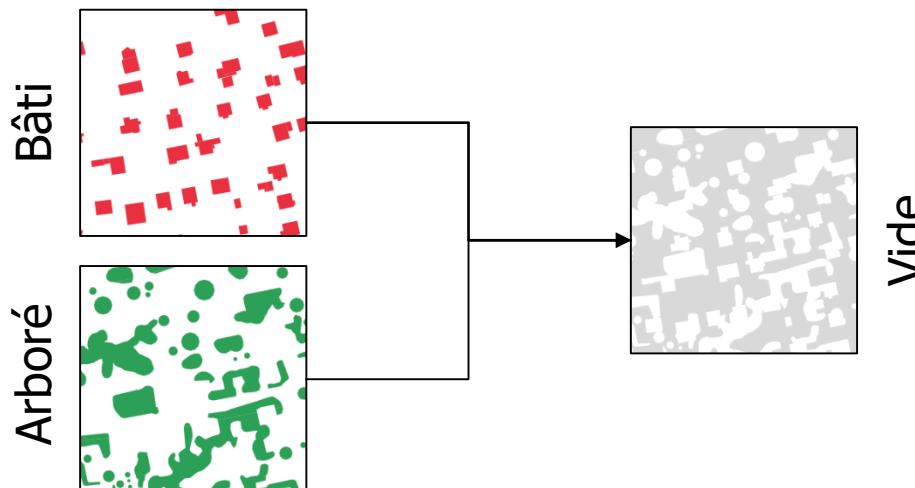
$$BDivH = \sum_{i=1}^n \frac{N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)}$$

- Classes de hauteur
- Indice de Simpson
- 0 : Diversité maximale / 1: Très faible diversité

□ Calcul d'indicateurs morphologiques

- Vide

✓ *Vide = espace occupé ni par la végétation, ni par le bâti*



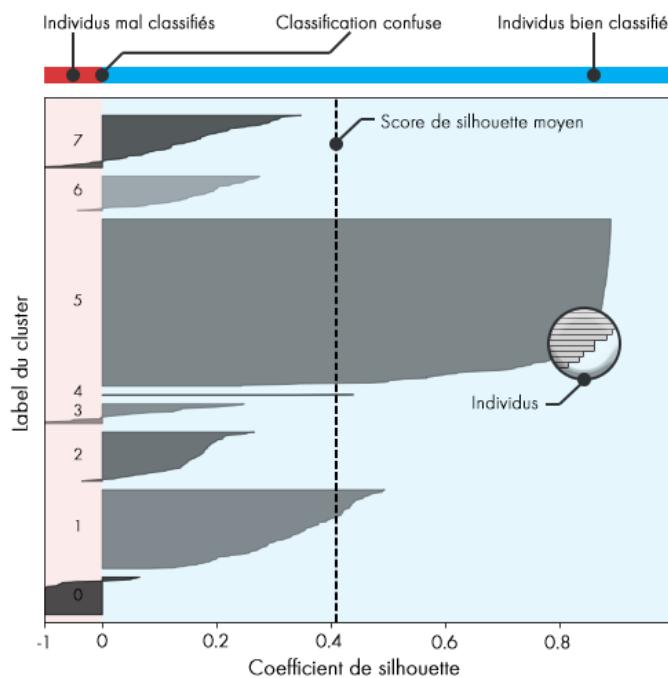
✓ ***Coefficient d'emprise au sol du vide (ViCES)***

$$ViCES = \frac{Aire_{Vide}}{Aire_{Îlot}} \times 100$$

□ Classification des îlots

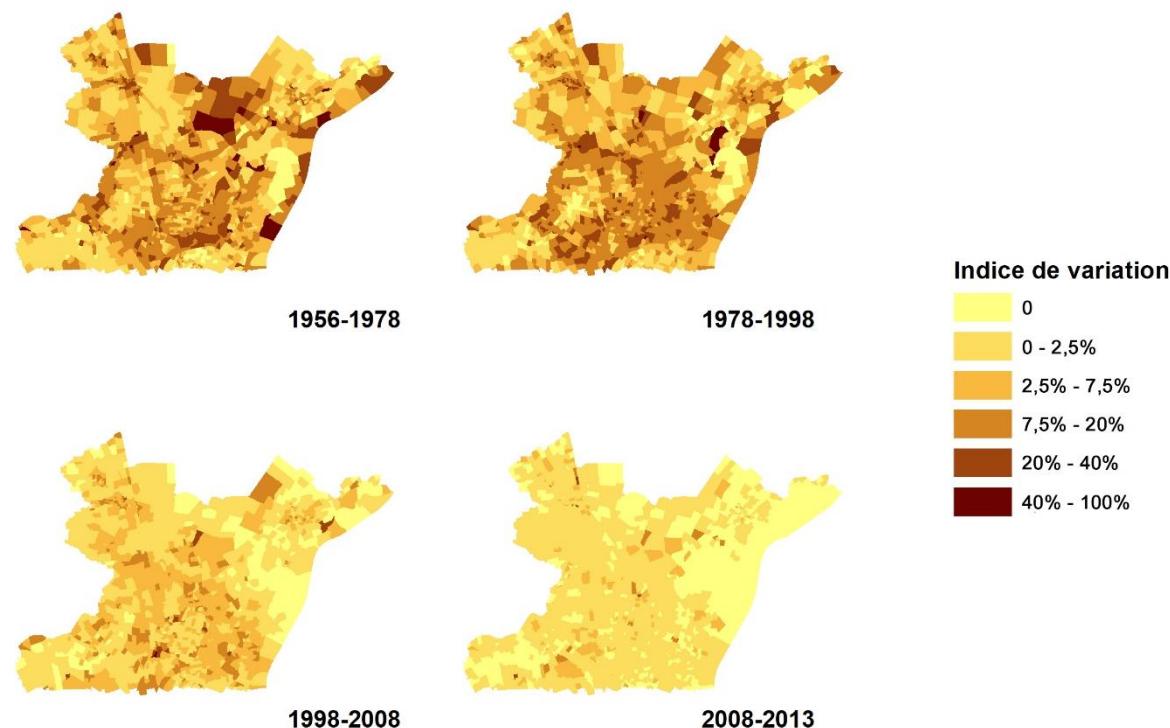
- Algorithme K-Means

- ✓ *Classification non supervisée pour identifier une structure dans les données*
- ✓ *Problème... Comment déterminer le nombre de classes ?*



□ Dynamiques de la végétation arborée

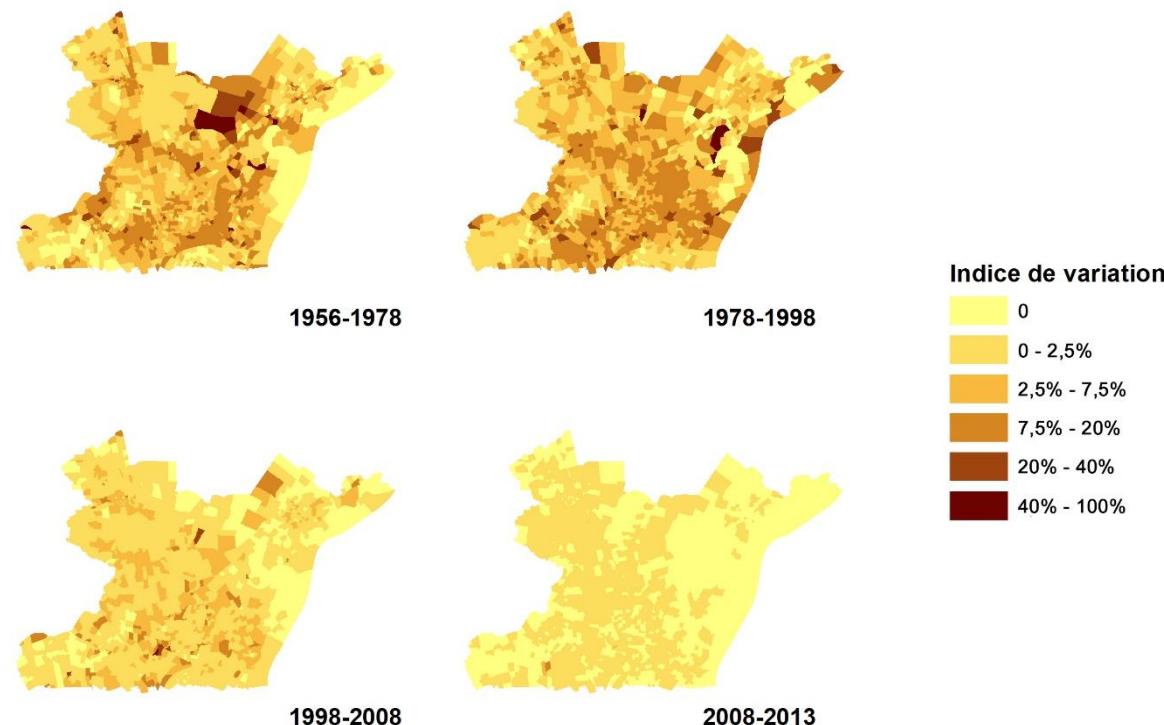
- Espaces stables : agricoles et forestiers (Robertsau), centre dense
- Dynamiques les plus importantes: 1956-1978 et 1978-1998



□ Dynamiques de la végétation arborée

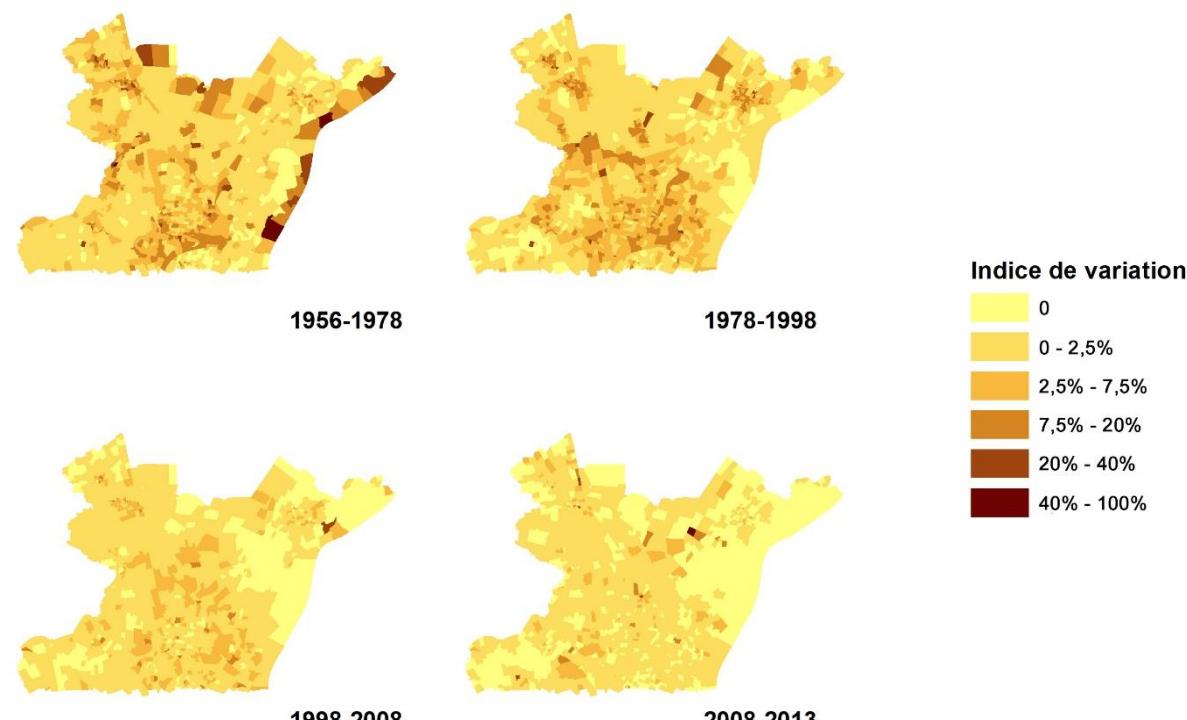
- Gain de végétation

- ✓ *Deux couronnes d'étalement successives : 1978 et 1998*
- ✓ *Augmentation végétation entre 7,5% et 20%*



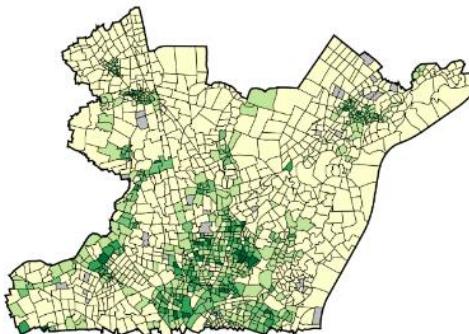
□ Dynamiques de la végétation arborée

- Perte de végétation
 - ✓ *Bordure Ouest du Rhin : fragmentation*
 - ✓ *Périmétrie directe du centre: disparition d'éléments paysagers*
- La présence de l'arboré est lié aux structures urbaines

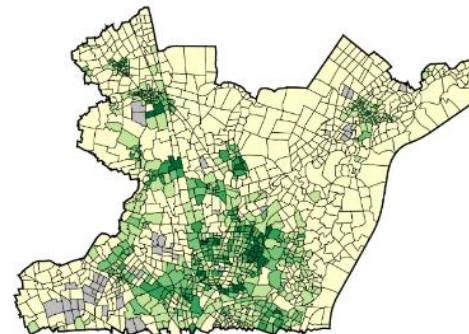


□ Indicateurs morphologiques : VÉGÉTATION

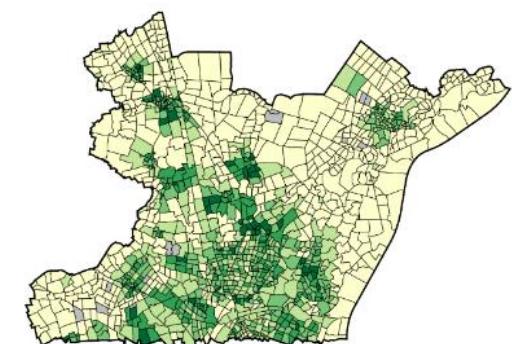
Année 1956



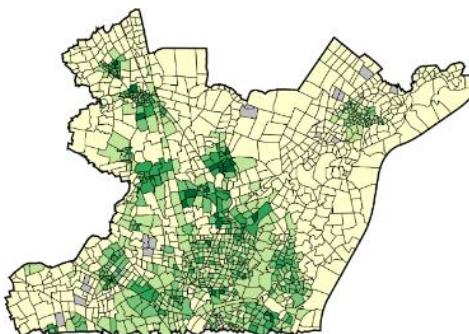
Année 1978



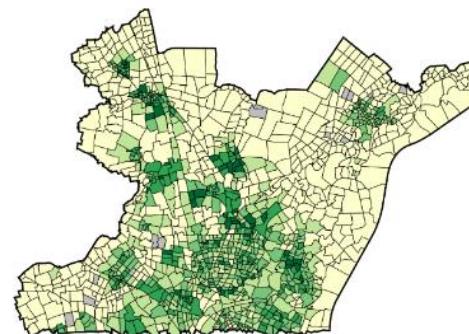
Année 2013



Année 1998



Année 2008



Densité de patches (patches/ha)

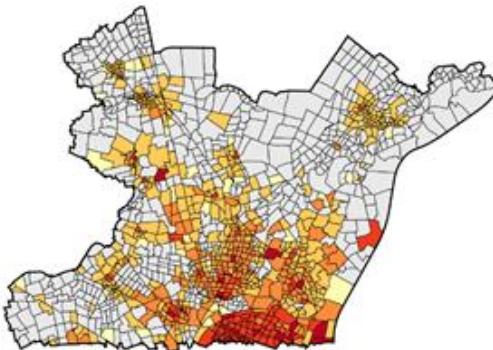
Selon la méthode de Jenks

- 0 - 5
- 5 - 12
- 12 - 18
- 18 - 27
- 27 - 75

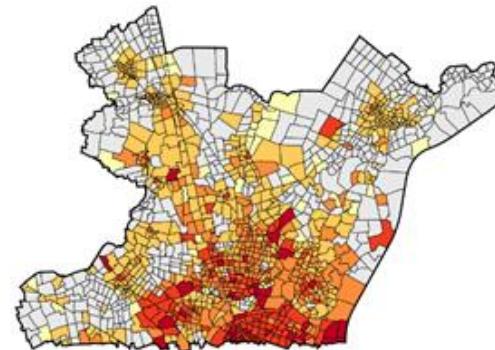
■ Pas de végétation

□ Indicateurs morphologiques : BÂTI

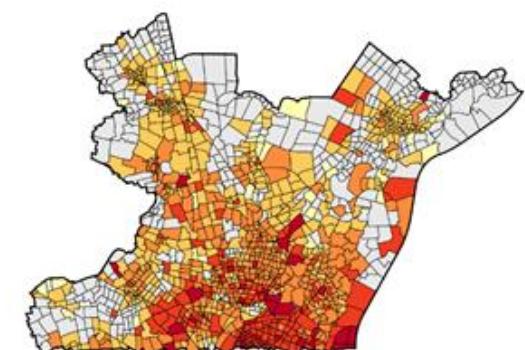
Année 1956



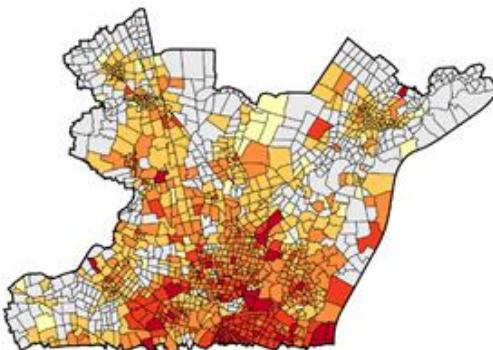
Année 1978



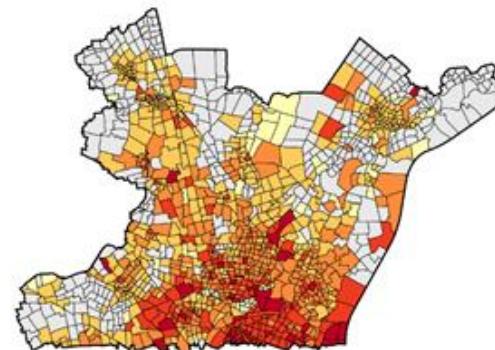
Année 2013



Année 1998



Année 2008



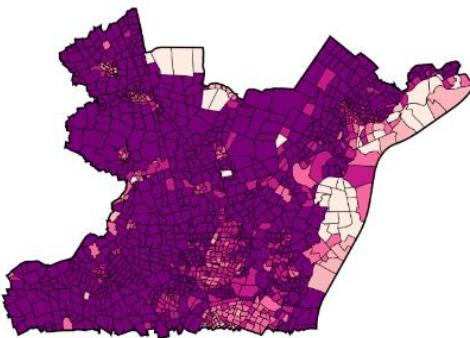
Hauteur maximale du bâti (m)

Selon la méthode de Jenks

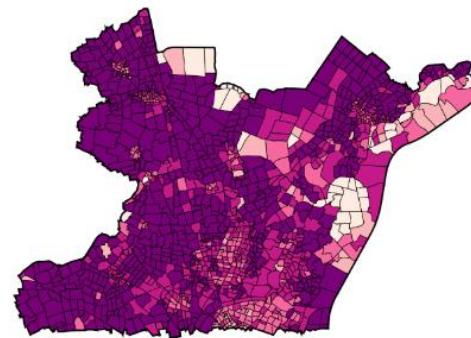
■	Pas de bâti
■	0
■	6 - 16
■	16 - 25
■	25 - 42
■	42 - 73

□ Indicateurs morphologiques : VIDE

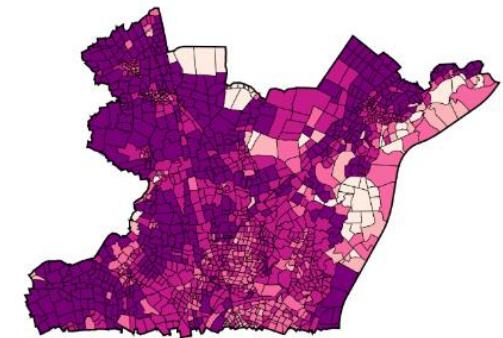
Année 1956



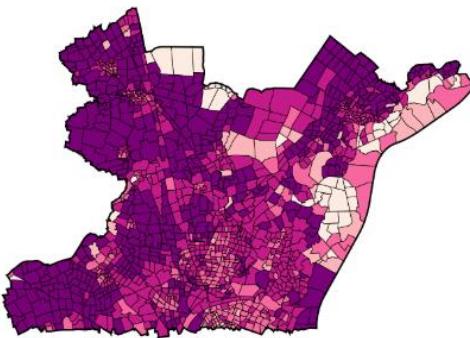
Année 1978



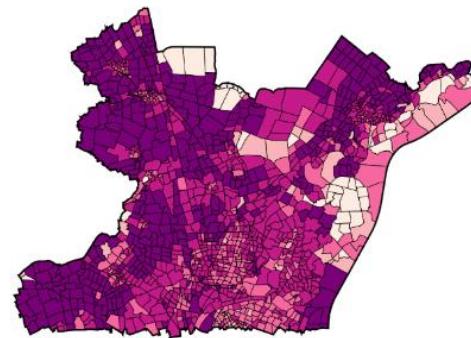
Année 2013



Année 1998



Année 2008



Coefficient d'emprise au sol (%)

Selon des intervalles égaux

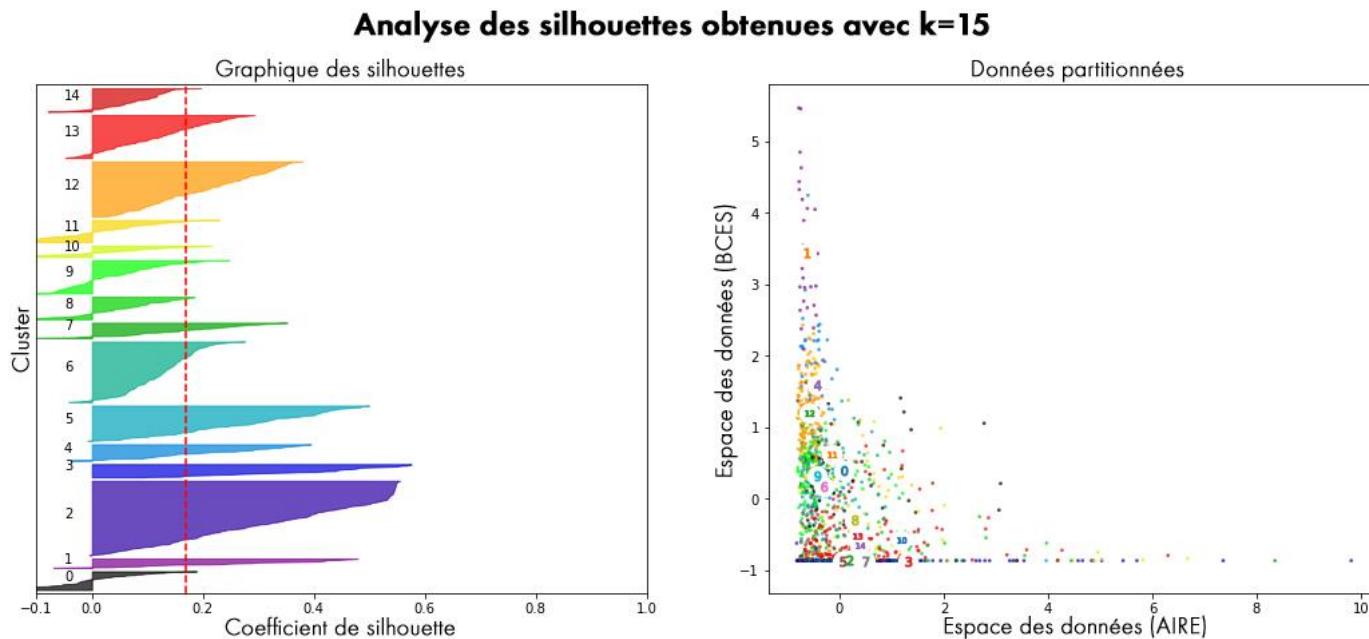
- 0 - 20
- 20 - 40
- 40 - 60
- 60 - 80
- 80 - 100

□ Définition d'une typologie a priori

- Pour les espaces urbains
 - ✓ *Centres denses avec pas ou peu d'évolutions*
 - ✓ *Espaces périphériques avec une première phase d'artificialisation entre 1956 et 1978, avec mise en place d'une habitat discontinu de type pavillonnaire ou grands ensembles*
 - ✓ *Espaces périphériques avec une seconde phase d'artificialisation entre 1978 et 1998, avec apparition de zones spécialisées et progression de l'habitat discontinu*
- Pour les espaces semi-naturels
 - ✓ *Espaces semi-naturels avec pas ou peu d'évolutions*
 - ✓ *Déprise agricole progressive à partir des années 1970*
 - ✓ *Fermeture progressive des îlots forestiers*
 - ✓ *Fragmentation progressive des îlots forestiers*
 - ✓ *Espaces semi-naturels avec des dynamiques mixtes*

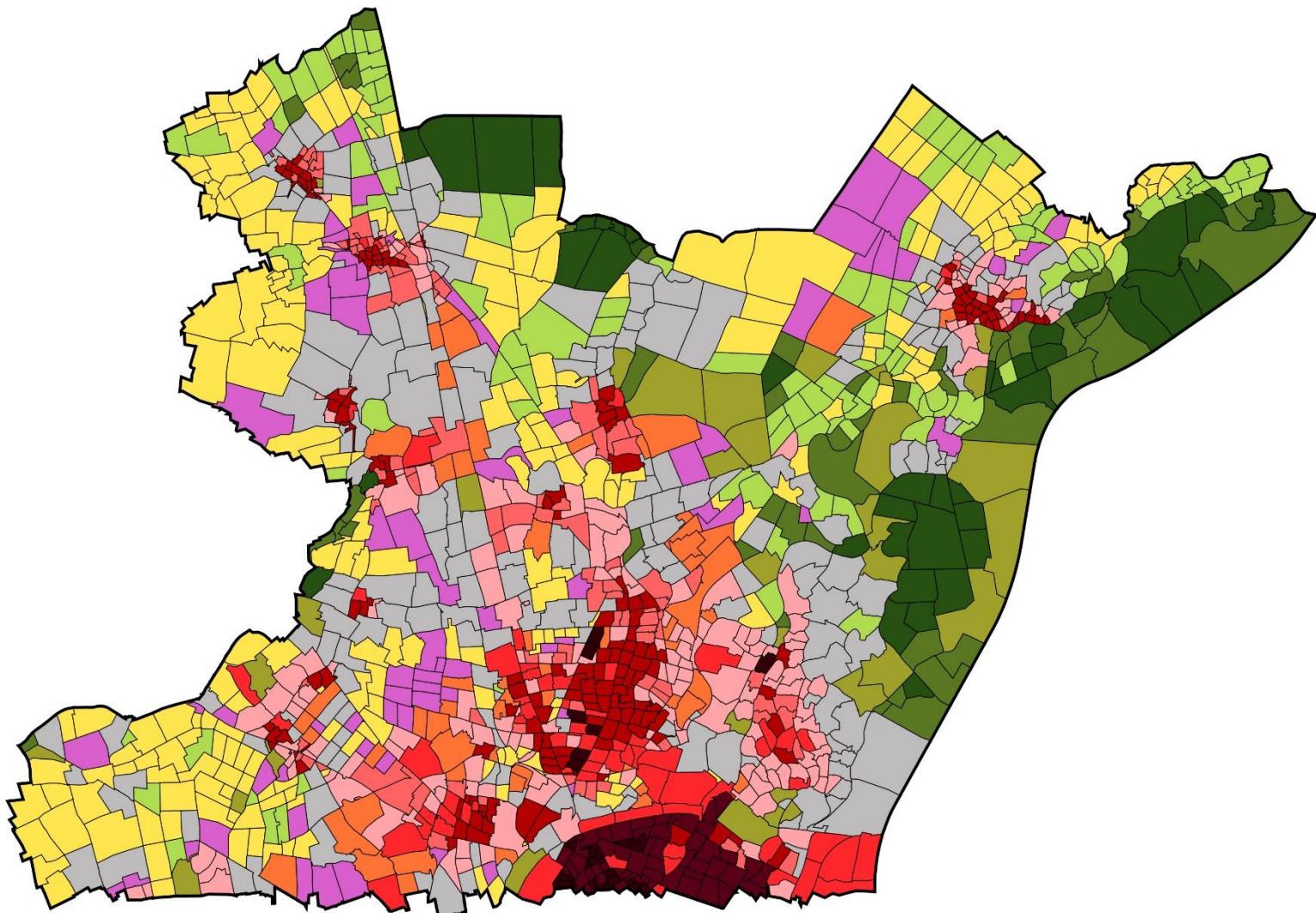
□ Classification des îlots historiques

- Classification sur tous les îlots et tous les indicateurs
- Nombre de classes optimal : 15 classes

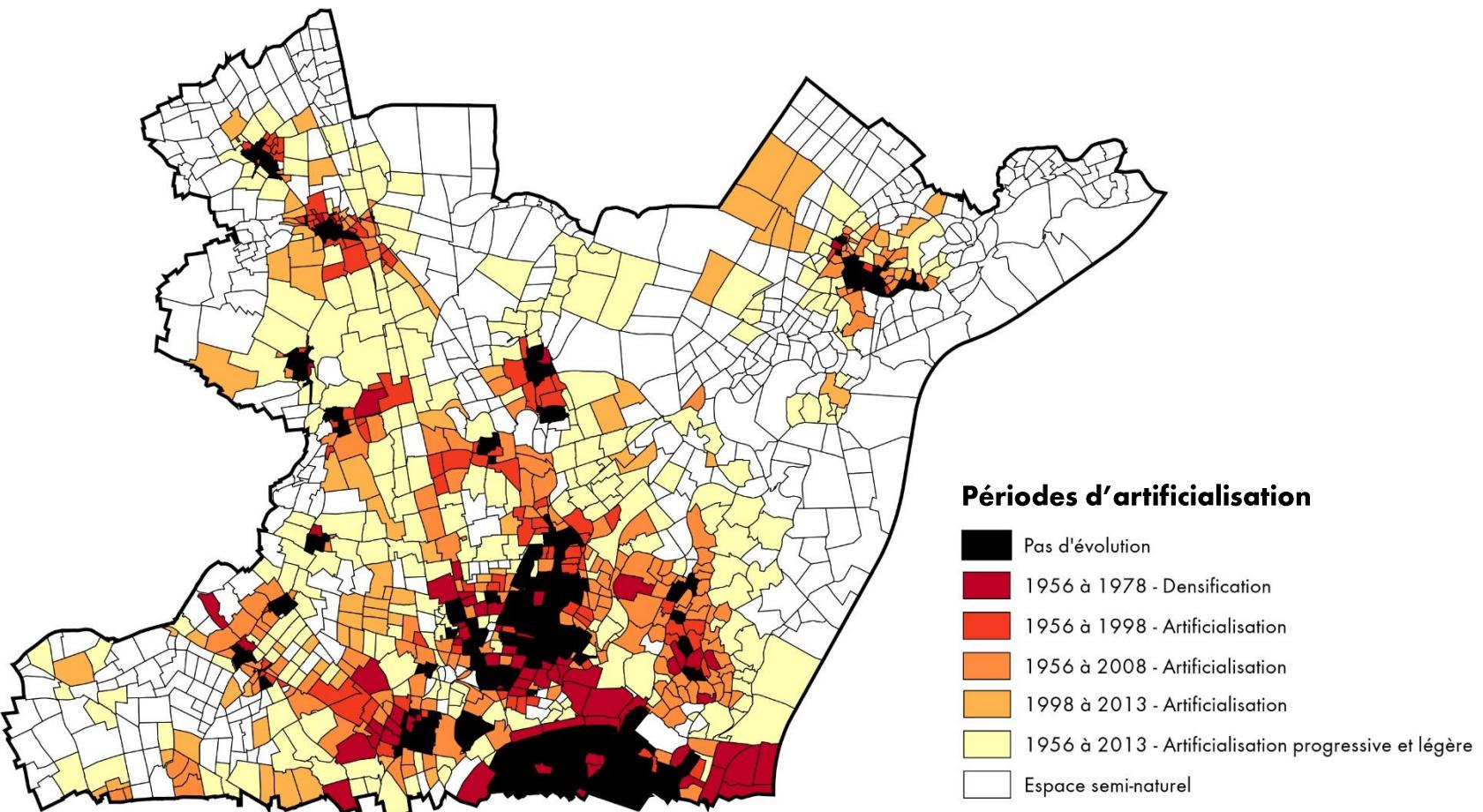


- Labélisation des clusters avec connaissance du terrain, orthos historiques et statistiques sur les îlots

□ Classification des îlots historiques



□ Classification des îlots historiques



- Qualité des données suffisante pour l'analyse**
- Des biais subsistent:**
 - Effet opérateur (surtout pour le bâti)
 - Choix de digitalisation (houpier des arbres...)
 - Différence de résolution et de qualité des orthophotographies
 - Remplissage des valeurs NaN
 - Seuils retenus pour les calculs de diversité
- Choix des indicateurs pour éviter un maximum d'impacts des biais sur les calculs**
- Question de la pertinence du tracé des îlots**
 - Classification de qualité
 - Mais îlots parfois peu cohérents
 - → Utilisation d'îlots morphologiques plutôt qu'historiques

- Le partitionnement et l'interprétation des clusters a permis de faire ressortir des dynamiques urbaines**
- Méthode K-moyennes:**
 - Facilité de mise en œuvre
 - Traitement de gros volumes de données
 - Autres méthodes possibles à explorer
 - Question du choix du nombre de classes
- Classification d'une qualité acceptable**
- Poursuite :**
 - Intégration d'autres données
 - Correction des erreurs

□ Utilisation d'indicateurs pour la classification d'îlots historiques

- Description de dynamiques spatio-temporelles
- Extraction d'informations pertinentes sur la coloration thématique des îlots historiques

□ Algorithme K-moyennes

- Dégagement des grandes dynamiques du Nord de l'EMS de 1956 à 2013
- Périodes charnières: 1978 et 1998
- → Deux couronnes périurbaines
- Espaces sans évolution: forestiers, agricoles

□ Coupler ces résultats avec les politiques d'aménagement

- → Elaboration de documents d'urbanisme

□ Précision des dynamiques des espaces semi-naturels