

# Formes urbaines denses & soutenables : cohabitation & résilience avec la biodiversité



**Thomas Boutreux**

**Docteur en Ecologie et Aménagement urbain**

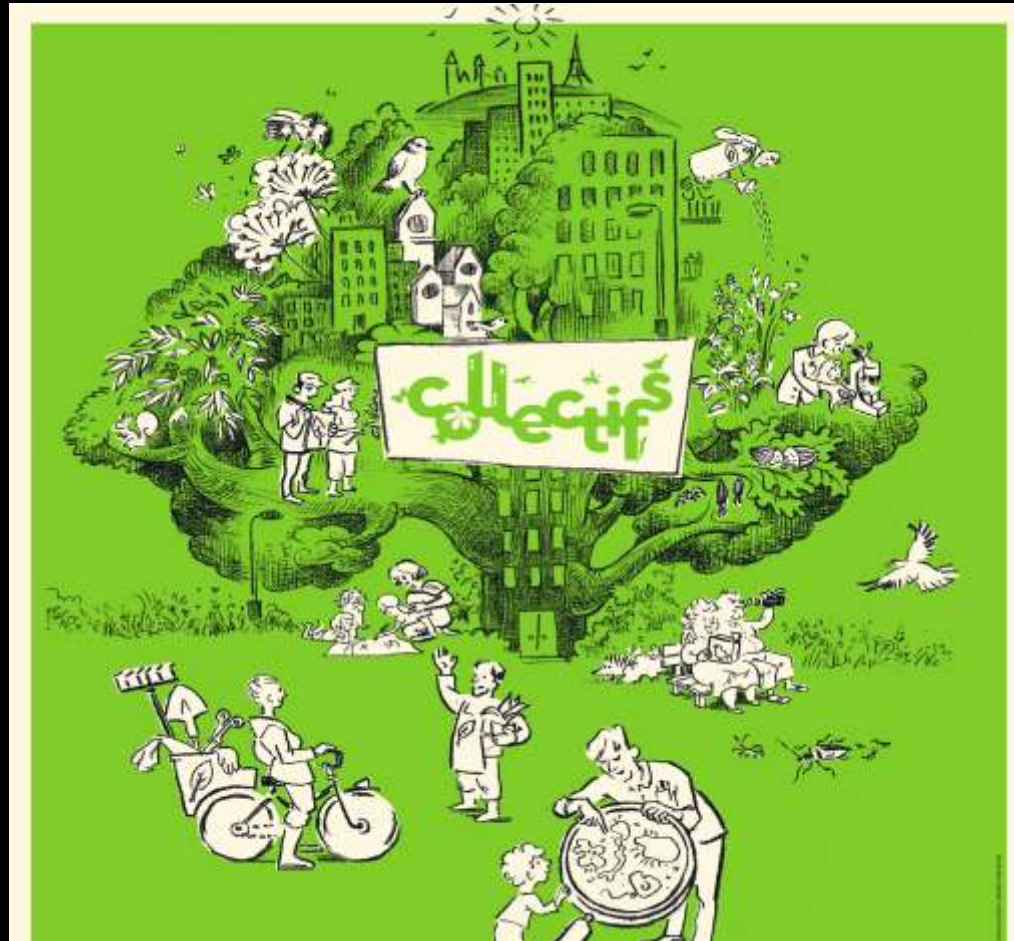
Praticien-chercheur associé au laboratoire CNRS Environnement Ville et Société  
Bureau d'étude indépendant, AMO & AMOE.

# Recherche-action opérationnelle et transformative : se capaciter à l'action pour le potentiel écologique urbain le bien-être et la soutenabilité urbaine

## Le Monde

« La protection de la biodiversité démarre en bas de nos immeubles »

Les espaces verts en pied d'immeubles, sous-investis, représentent un terreau fertile, expliquent trois chercheurs de l'Université de Lyon, dans ce nouvel



# Habitat Collectif : un désert biologique ?



**Un problème de pratiques**

Photos Emilie Brunet

# Problématiques

## Face à la vulnérabilité urbaine...

La biodiversité : réelle assurance de résilience et bien-être.  
L'habitat collectif : cœur des enjeux.

- 1) **Forme urbaine : dilemme densité-végétalisation ....**
  - Préconisations de forme urbaine issues de la recherche
- 2) **Biodiversité et Résilience : préconisations de design et gestion ....**
  - Préconisations intégrées et opérationnelles à chaque étape d'aménagement

# Problématiques

Face à la vulnérabilité urbaine...

La biodiversité : réelle assurance de résilience et bien-être.

L'habitat collectif : cœur des enjeux.

1)

**Forme urbaine : dilemme densité-végétalisation ....**

- Préconisations de forme urbaine issues de la recherche

2)

**Biodiversité et Résilience : préconisations de design et gestion ....**

- Préconisations intégrées et opérationnelles à chaque étape d'aménagement

# Des coefficients morphologiques opérationnels pour les PLU afin de garantir la biodiversité des services écosystémiques résilients

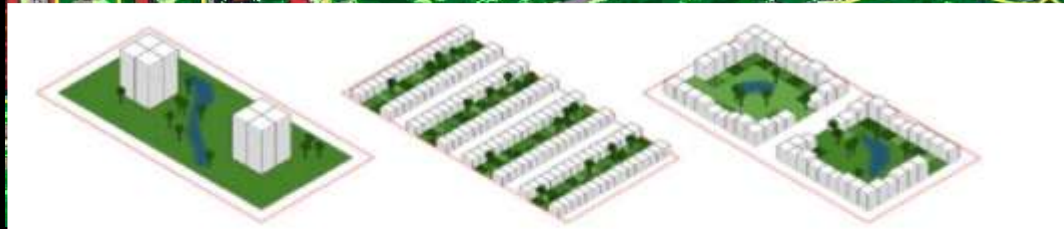


**Thomas Boutreux**

**Docteur en Ecologie et Aménagement urbain**

Praticien-chercheur associé au laboratoire CNRS Environnement Ville et Société  
Bureau d'étude indépendant, AMO & AMOE.

# Résoudre le paradoxe de l'urbanisme durable : des points de bascule pour la réconciliation opérationnelle des morphologies urbaines denses et vertes.



npj nature partner journals  
npj | urban sustainability

Article

Published in partnership with RMIT University

<https://doi.org/10.1038/s42949-024-00176-7>

## Addressing the sustainable urbanism paradox: tipping points for the operational reconciliation of dense and green morphologies

Check for updates

T. Boutreux<sup>1,2</sup>, M. Bourgeois<sup>1</sup>, A. Bellec<sup>3</sup>, F. Commeaux<sup>1</sup> & B. Kaufmann<sup>2</sup>

To improve biodiversity and human living conditions in the Anthropocene, urban forms must reconcile density with vegetation to meet the dual sustainability-liveability challenge. This paradox poses a dilemma for urban planners and is a critical research issue requiring comprehensive analyses. Multi-family residential housing holds the potential to achieve balanced density-greening, proximity ecosystem services and human-nature connectedness, but meeting such objectives relies on finding balanced morphologies and metrics at an operational scale. Analysing 11,593 plots in the Lyon metropolitan area (France) using a systemic approach, we identified critical tipping points in

# Dilemme Densification / Végétalisation



# Dilemme Densification / Végétalisation

Urbanisme soutenable  
=  
Des injonctions multiples

## Densification



*Ville compacte*

+

## Biodiversité



*Ville résiliente*

## Végétalisation



*Ville habitable*

?

+

## Frugalité énergétique



*Ville bas carbone*

# Introduction

## Problème

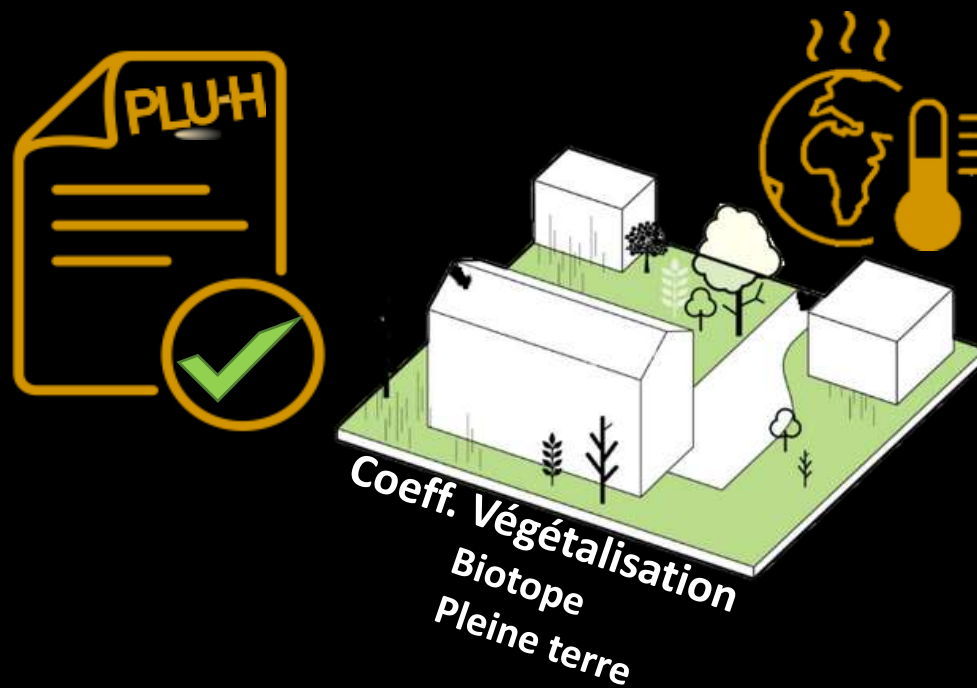
Limiter l'étalement urbain  
ville compacte = densification grise ?



Résilience, bien-être, soutenabilité ?

## Cadrage réglementaire

Adapté ?

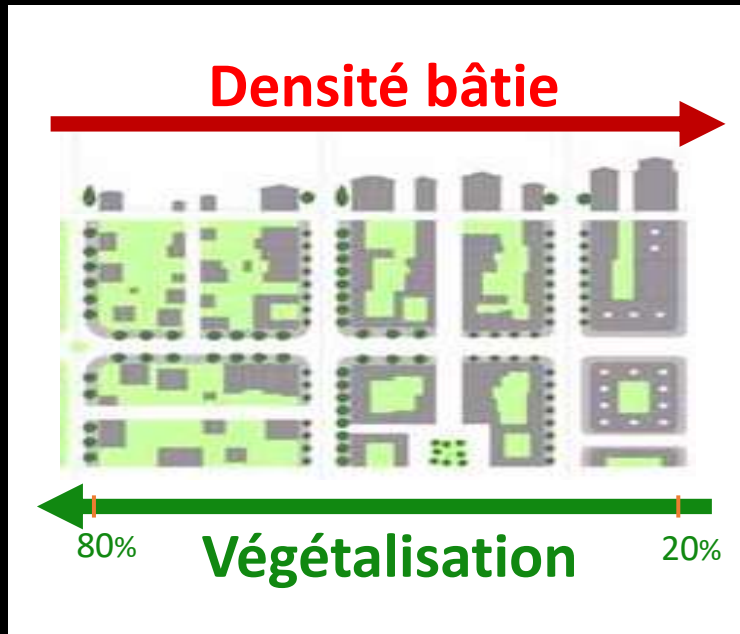


Code de l'urbanisme - Article L151-22  
Loi ALUR + Loi Climat et Résilience

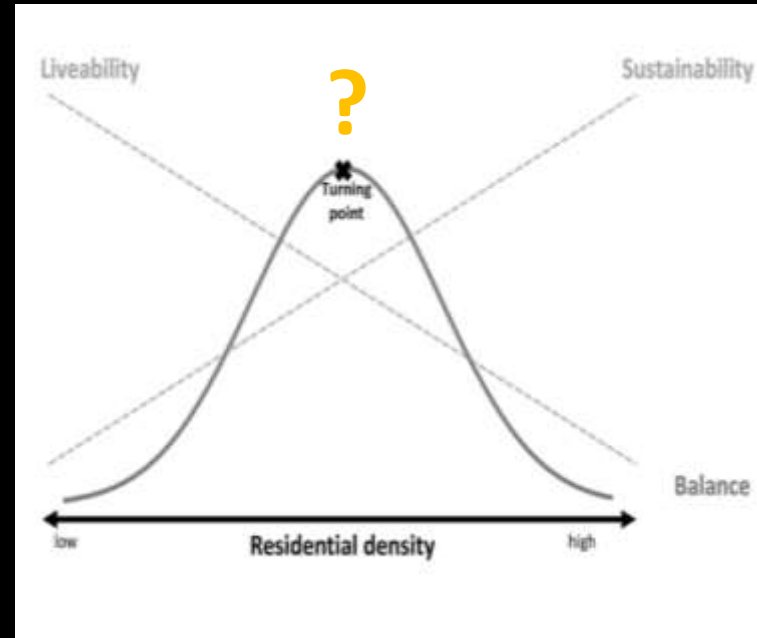
# Introduction

## Revue de la littérature

### Dilemme ?



### Optimum ?



Wolff, M. & Haase, D. Mediating Sustainability and Liveability Turning Points of Green Space Supply in European Cities. *Frontiers in Environmental Science* (2019).



## Conciliation !

“

Concilier dense et vert :

“ Un manque d'accord clair ”

La recherche future devrait :

- explorer **plus largement les indices**
- approfondir **la compréhension systémique**
- évaluer **le rôle de chacun de ces facteurs**

”

Madureira, H. & Monteiro, A. Going Green and Going Dense: A Systematic Review of Compatibilities and Conflicts in Urban Research. *Sustainability* (2021).

# Données :

11 593 parcelles

(Habitat Collectif 1918 – 2017)

Métropole de Lyon



**Land Cover**

	Grass
	Shrubs >1.5m
	Shrubs 1.5-5m
	Trees 5-15m
	Trees >15m
	Bare/artificial ground

**Building Storeys  
(Plot mean, BS = FA/BA)**

	< 2 storeys
	2 - 3 storeys
	3 - 4 storeys
	4 - 5 storeys
	>5 storeys



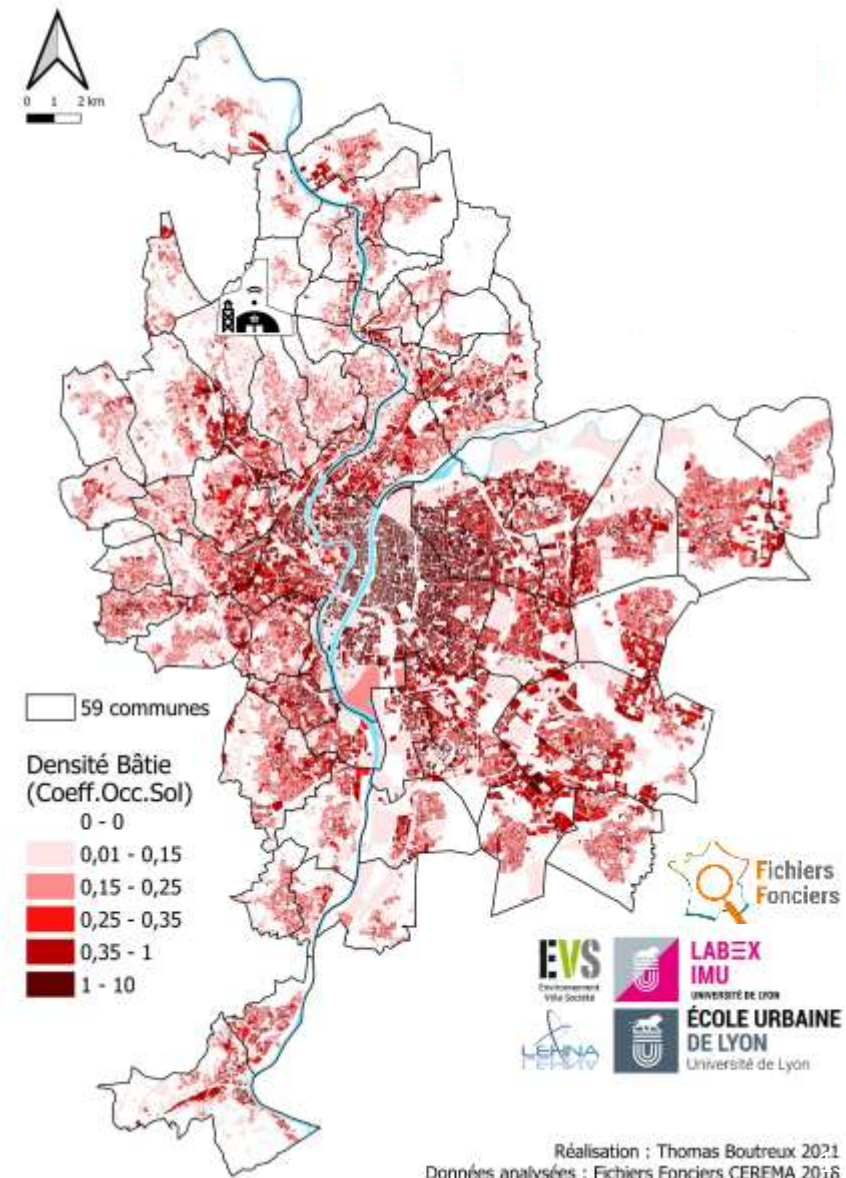
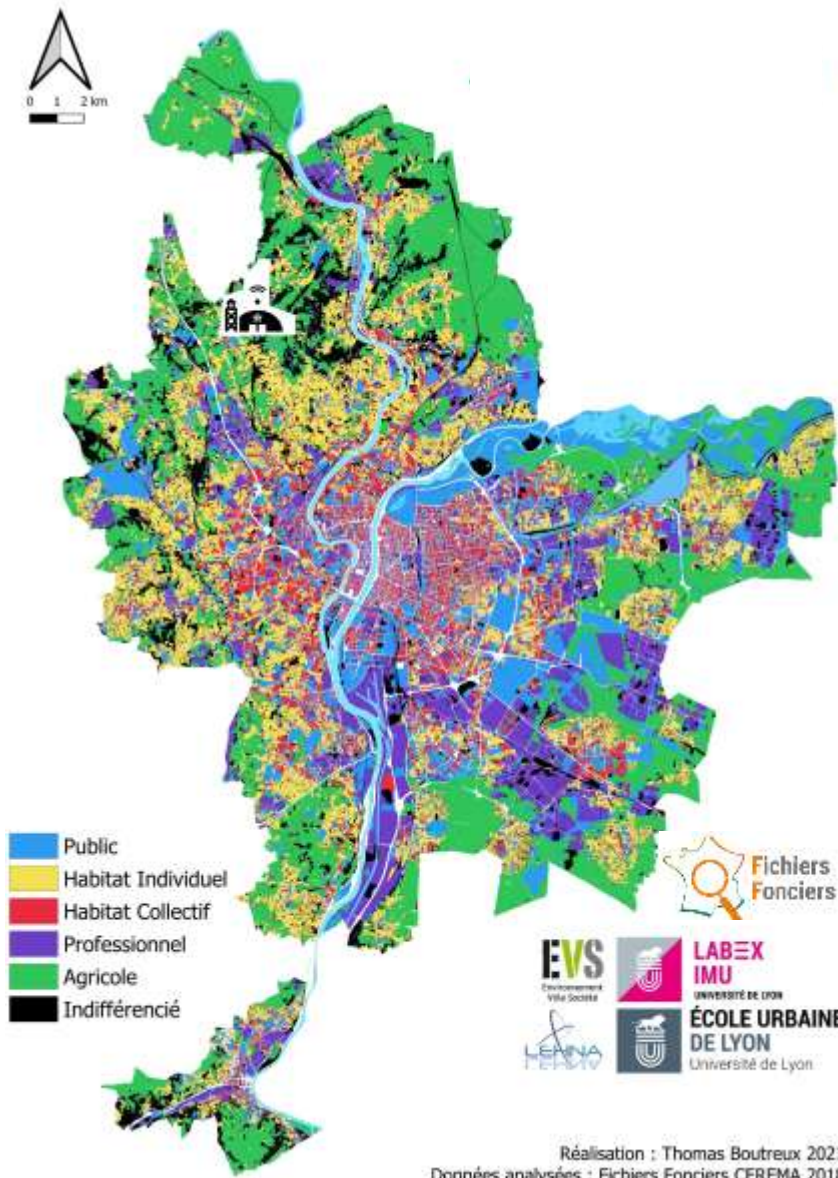
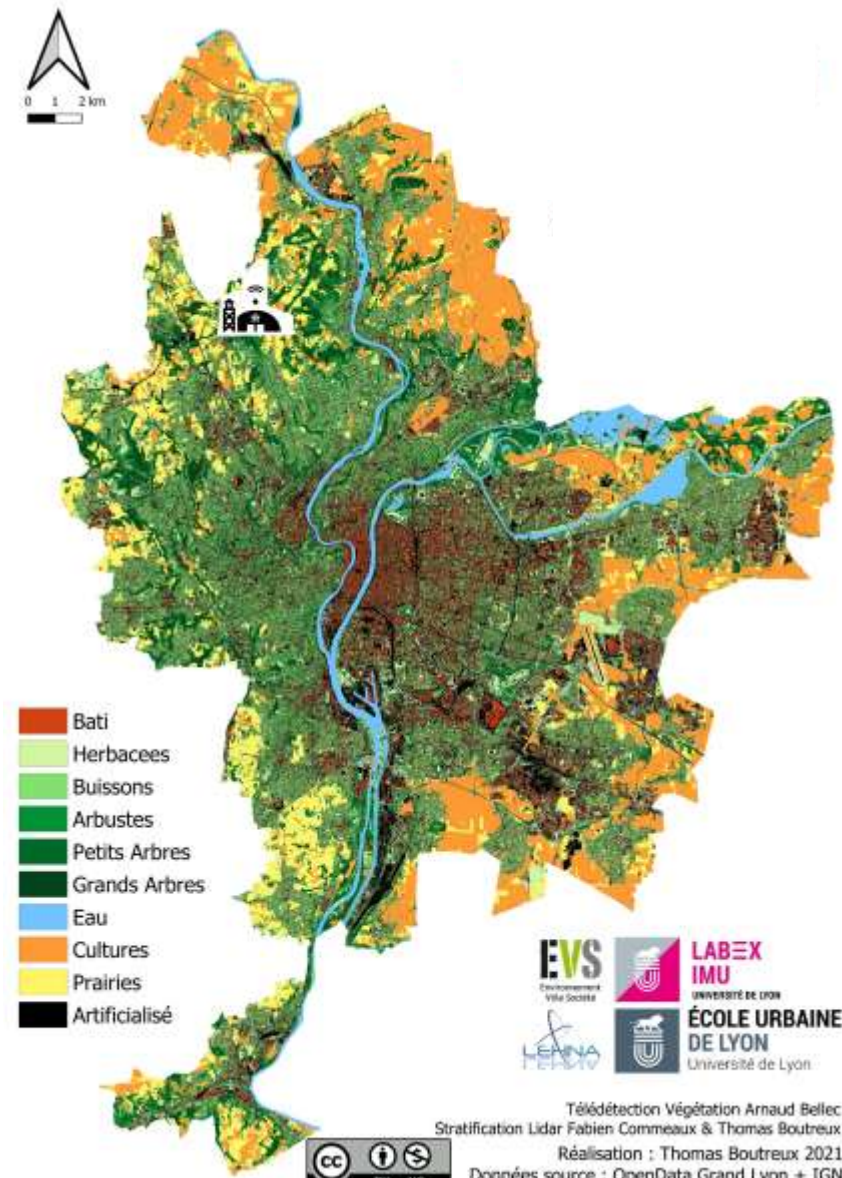
Multi-family residential plots

# Données :

## Occupation du sol (1m<sup>2</sup>)

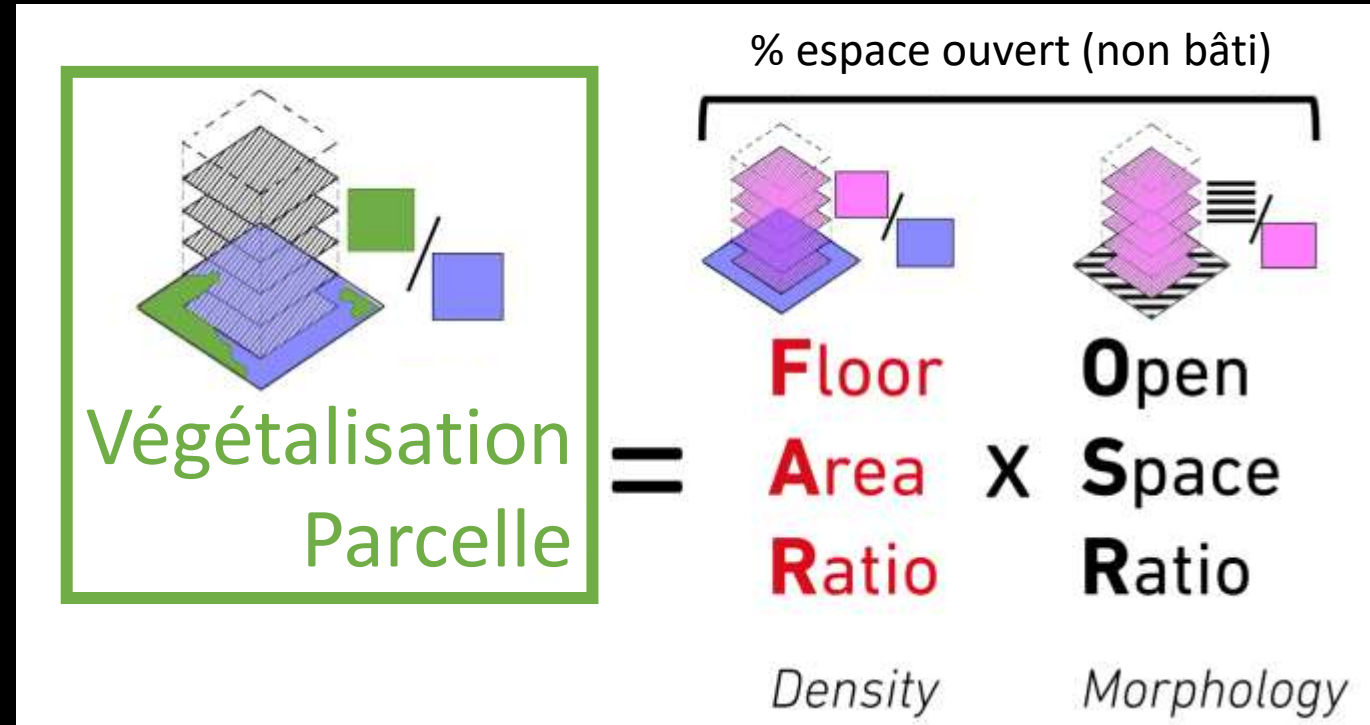
## Utilisation du sol (1m<sup>2</sup>)

## Densité bâtie(1m<sup>2</sup>)



# Méthode

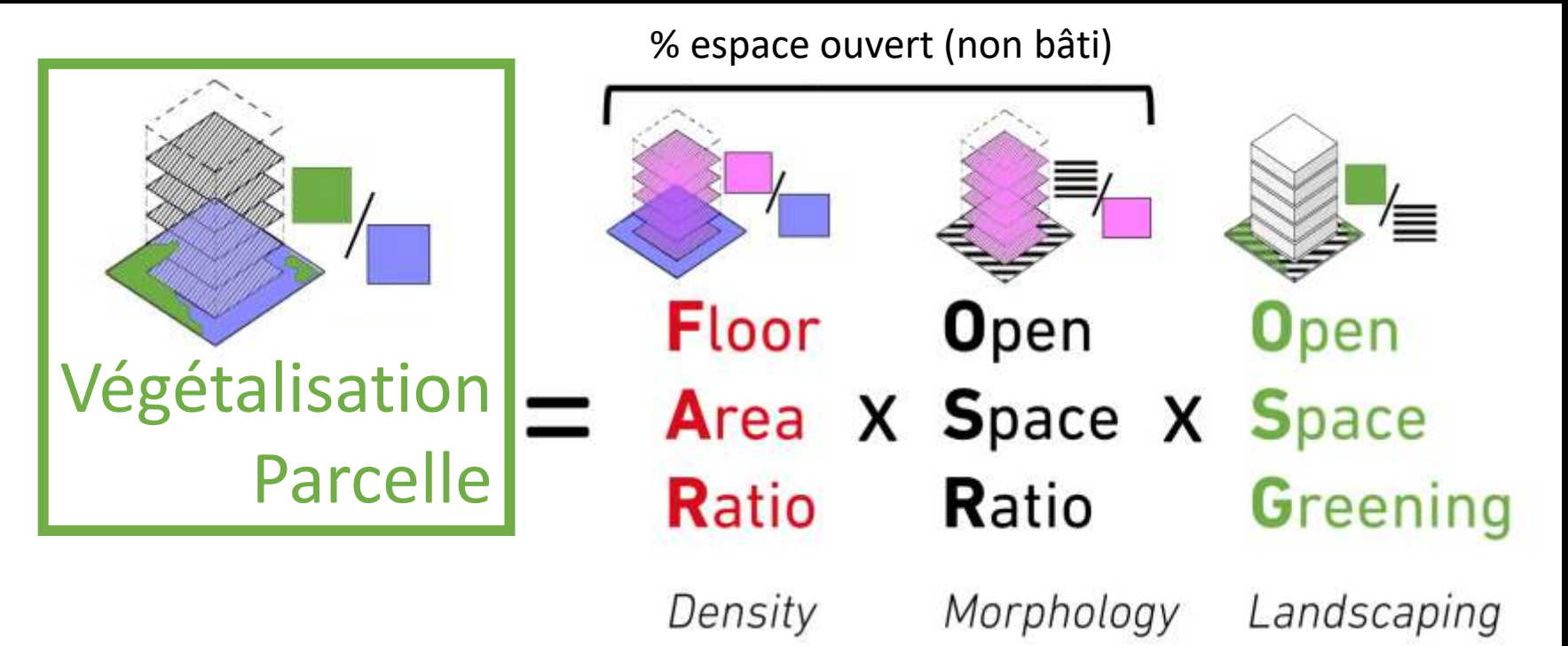
## Résumé Analyses



« Quel indice morphologique est le plus déterminant pour le % de végétalisation réalisé »

# Méthode

## Résumé Analyses



« Quel indice morphologique est le plus déterminant pour le % de végétalisation réalisé »

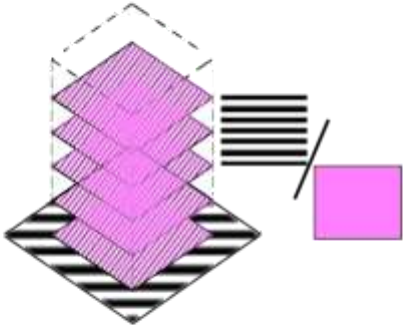
# Méthode

## Systeme de métriques

OSR : indicateur de pressions, conflits d'usages ?

**Open Space Ratio**

**Métrique de morphologie urbaine**  
Indicatrice de « densité qualitative »  
= coefficient d'espace ouvert rapporté à la densité bâtie.



*Les pressions anthropiques sur les espaces ouverts (pressions et conflits d'usages) augmentent lorsque l'OSR diminue.*

$$OSR = \frac{\text{Surface non bâtie (m}^2\text{)}}{\text{Somme des planchers (m}^2\text{)}} = \frac{(1-CES)}{COS}$$

CES = coefficient d'emprise au sol du bâti  
COS = coefficient d'occupation des sols (densité bâtie)

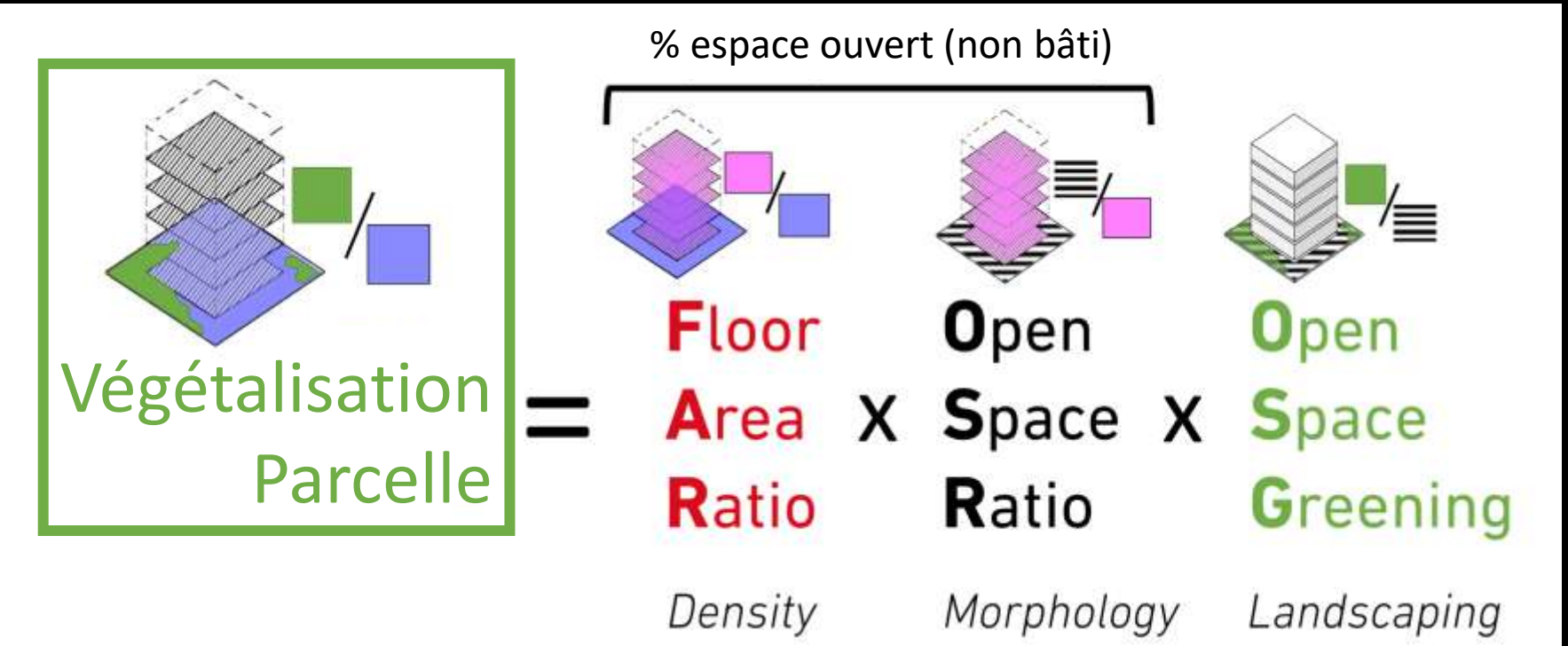
Boutreux et al. 2024  
*npj Urban Sustainability*



Ratio d'espace non bâti / surface plancher

# Méthode

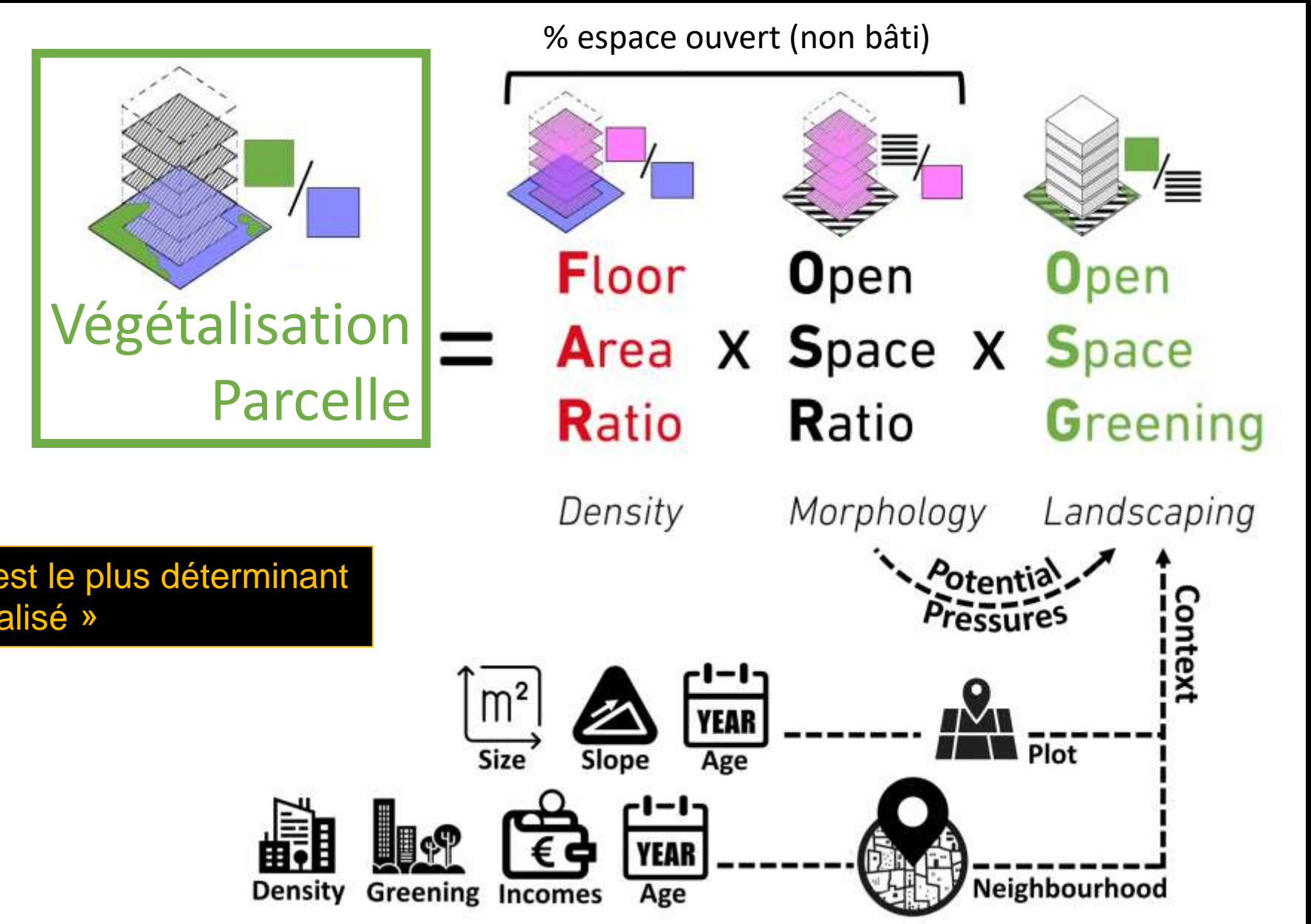
## Résumé Analyses



« Quel indice morphologique est le plus déterminant pour le % de végétalisation réalisé »

# Méthode

## Résumé Analyses



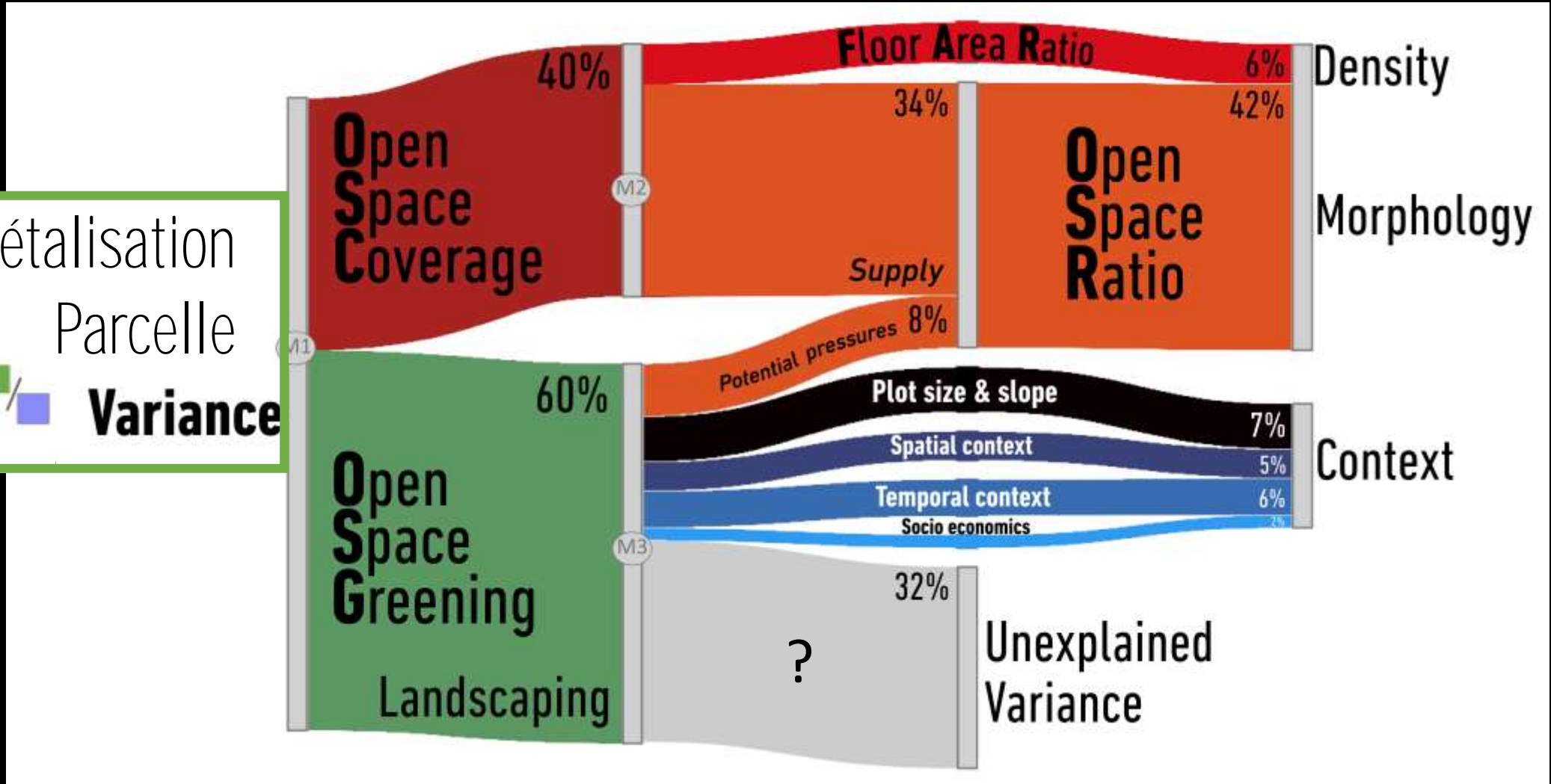
« Quel indice morphologique est le plus déterminant pour le % de végétalisation réalisé »

# Résultats

## Analyse Variance

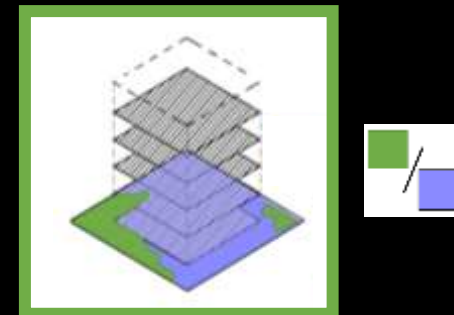
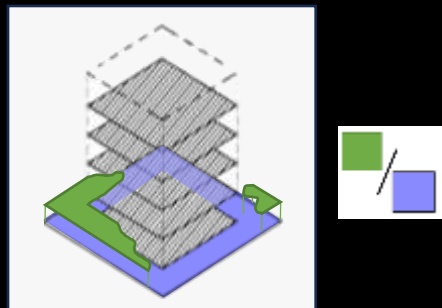
Deep Learning  
Random Forest

« Quel indice morphologique est le plus déterminant pour le % de végétalisation réalisé »



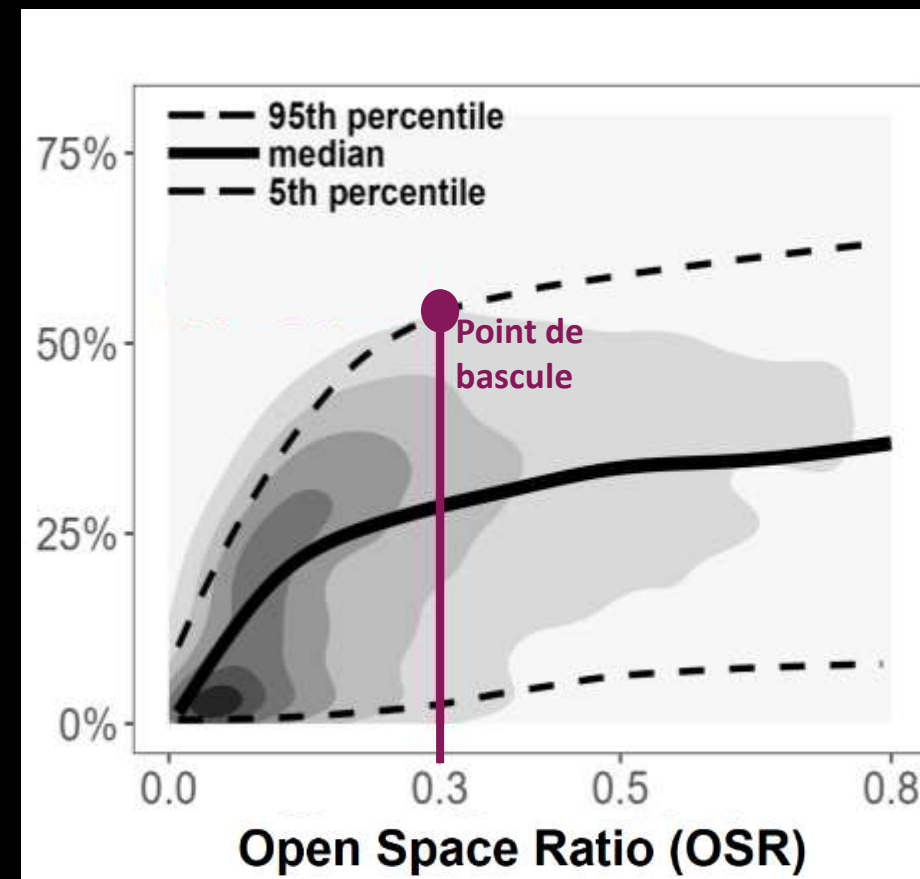
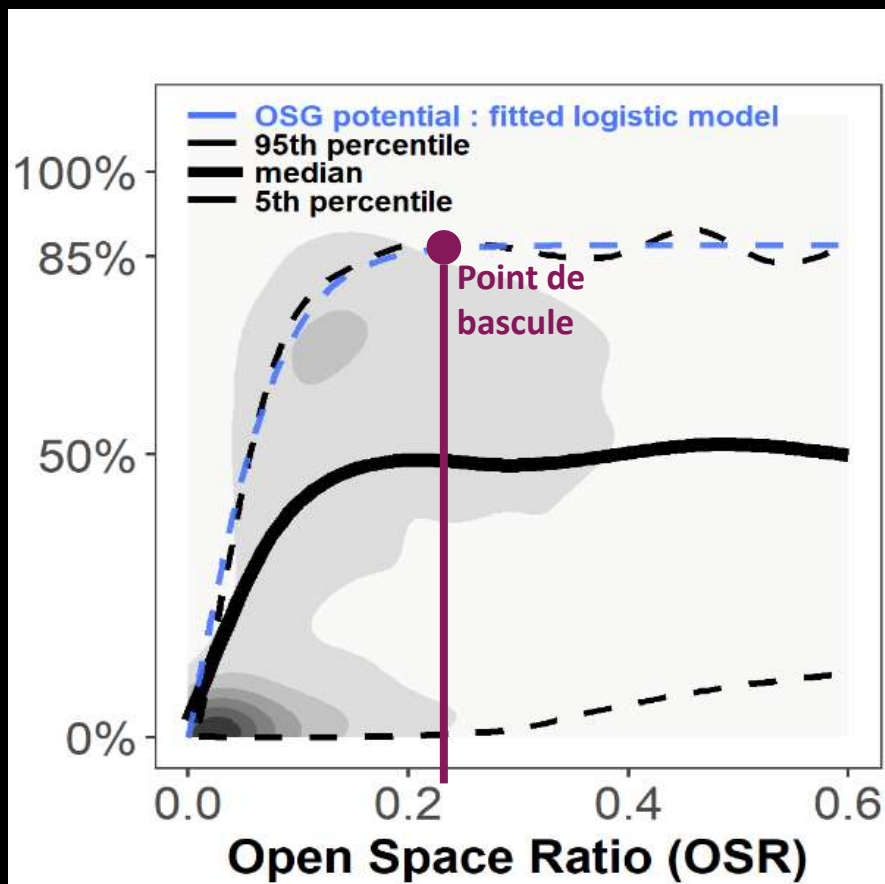
# Résultats

## Points de Bascule

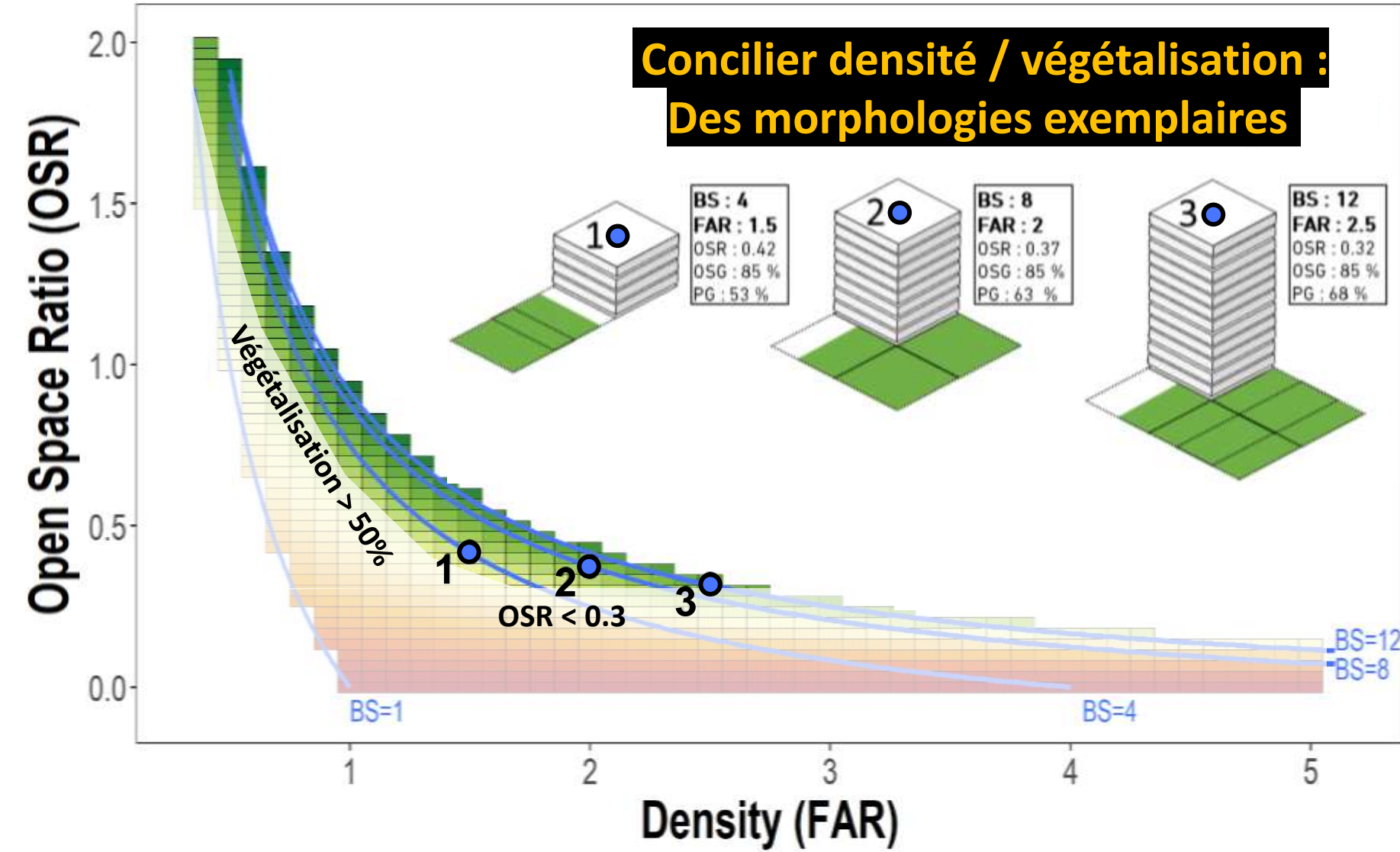


**Végétalisation Espace ouvert :**  
/!\ Pressions et conflits d'usage

**Végétalisation Espace total :**  
/!\ Objectif 50% végétalisation



# Résultats Référentiel densité / morphologie / végétalisation



## Gamme modèle

- Végétalisation > 50%
- OSR > 0.3
- R+3 à R+11

BS : nombre  
d'étages du bâti

# Exemples de Réalisations



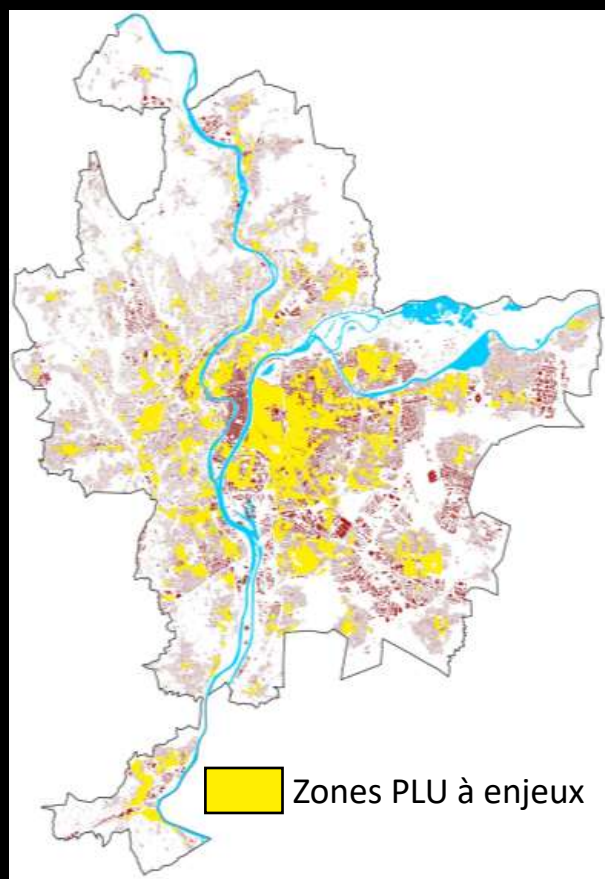
1,4 % opérations  
1918 - 2017

MÉTROPOLE  
GRAND LYON

Conclusions préconisations futurs aménagements :

- 1 OSR > 0.3
- 2 Coefficient végétalisation > 50%
- 3 R+3 < Hauteur bâtie < R+11
- 4 Densité bâtie > 1.5 (médiane 2010-2017)

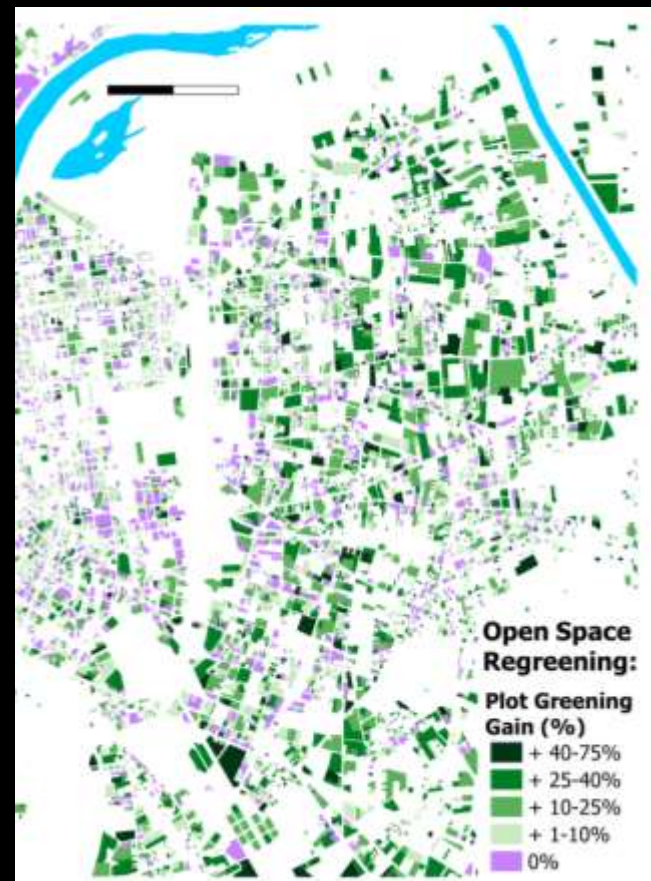
# Résultats - Deux Applications



## 1. Aménagements futurs

PLU bioclimatique

*Proposition modification*



## 2. Opérations existantes

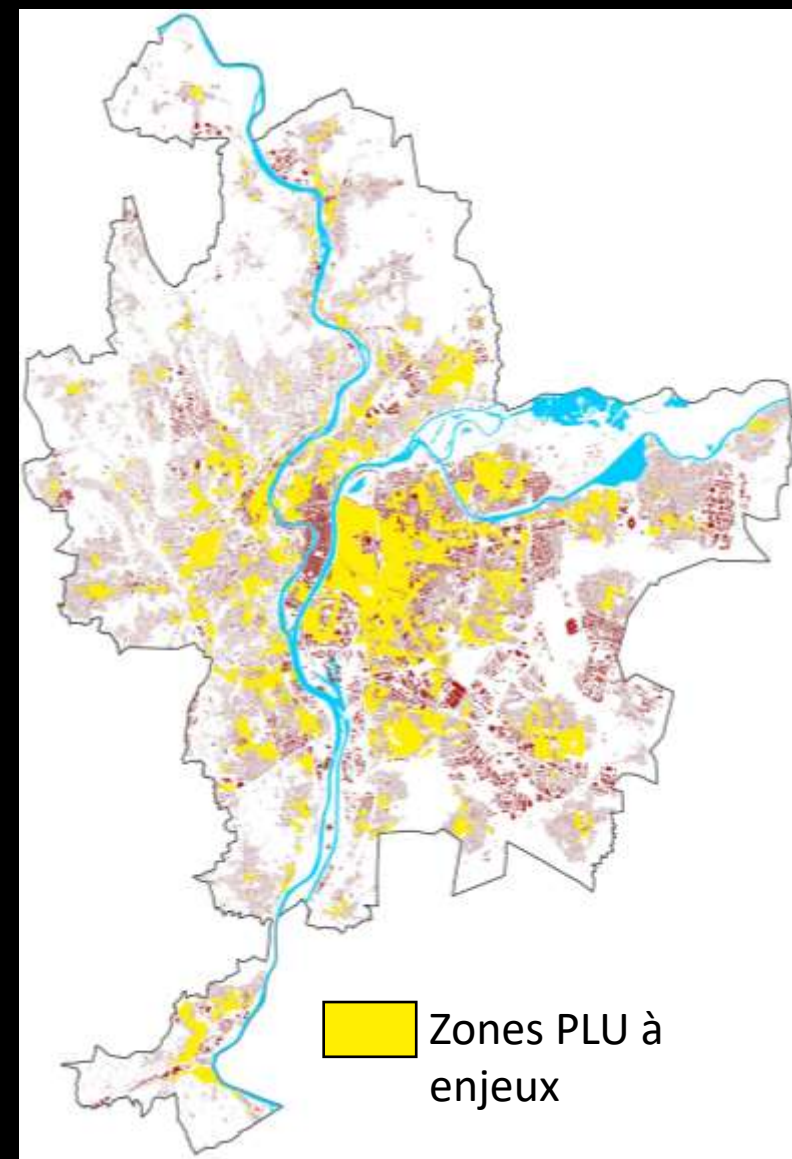
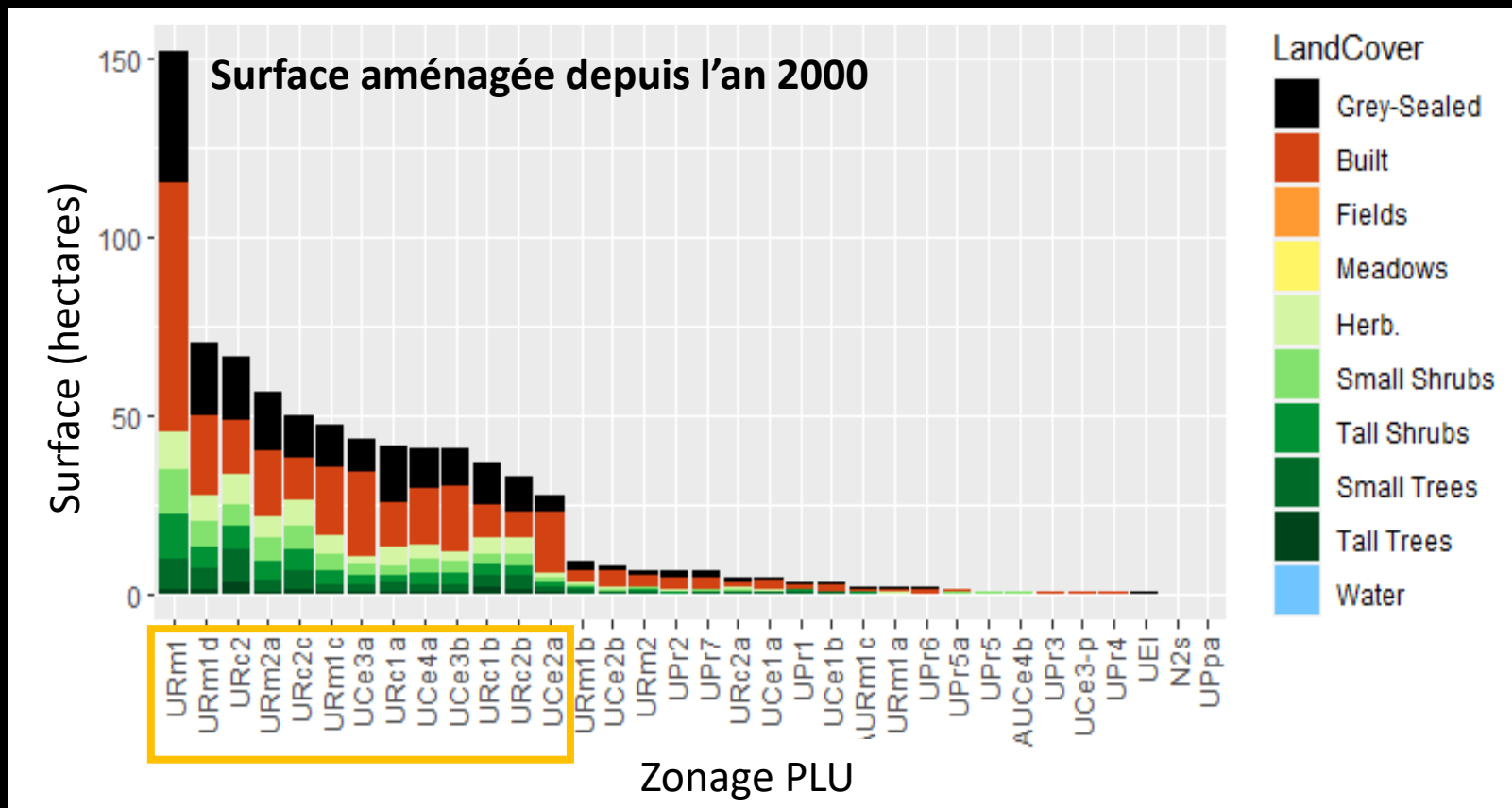
Potentiel de re-végétalisation

*Carte stratégique*

# Résultats - Application 1

## Modification PLU

### Zones du PLU à enjeux

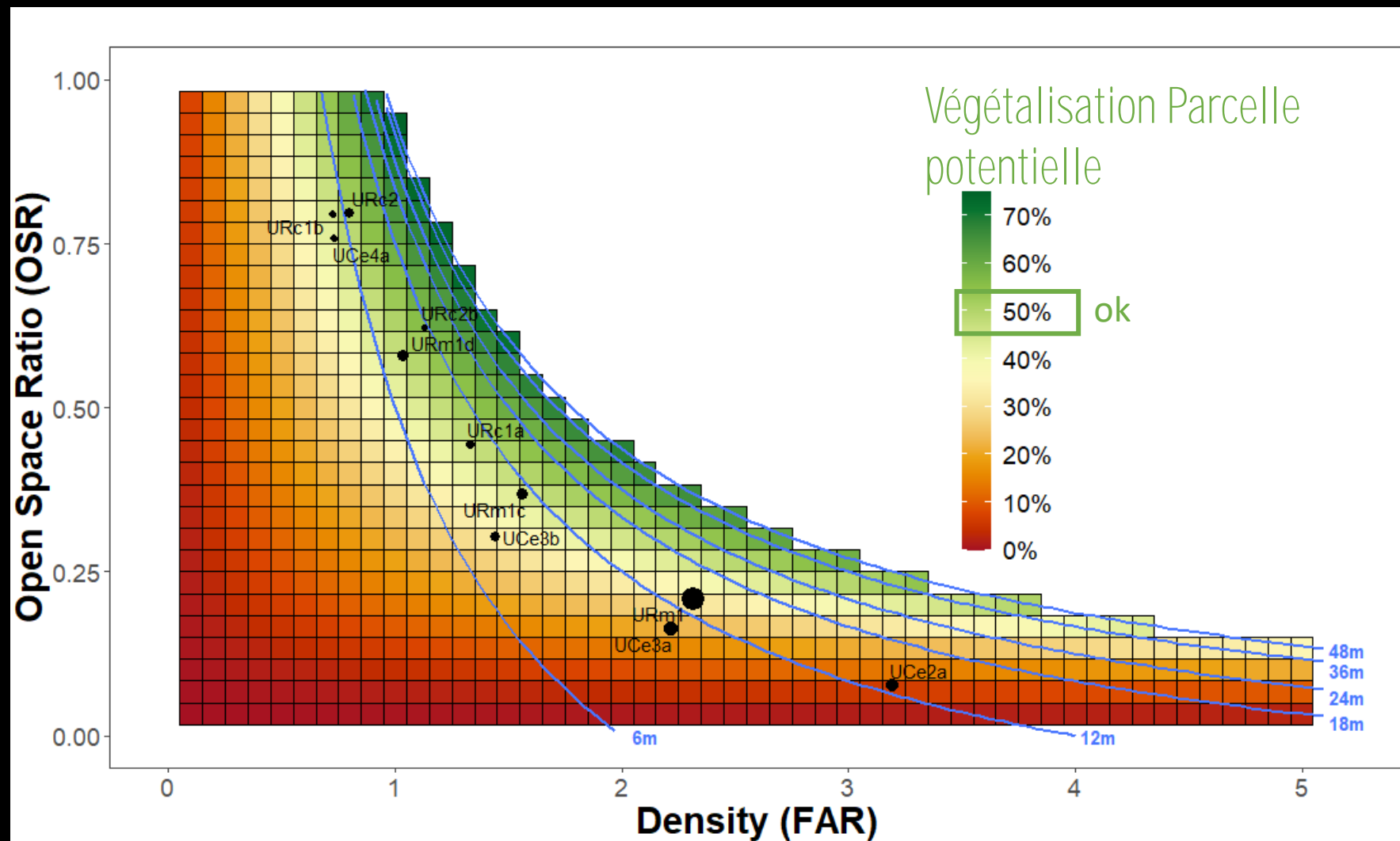


# Résultats - Application 1

Modification PLU

Végétalisation

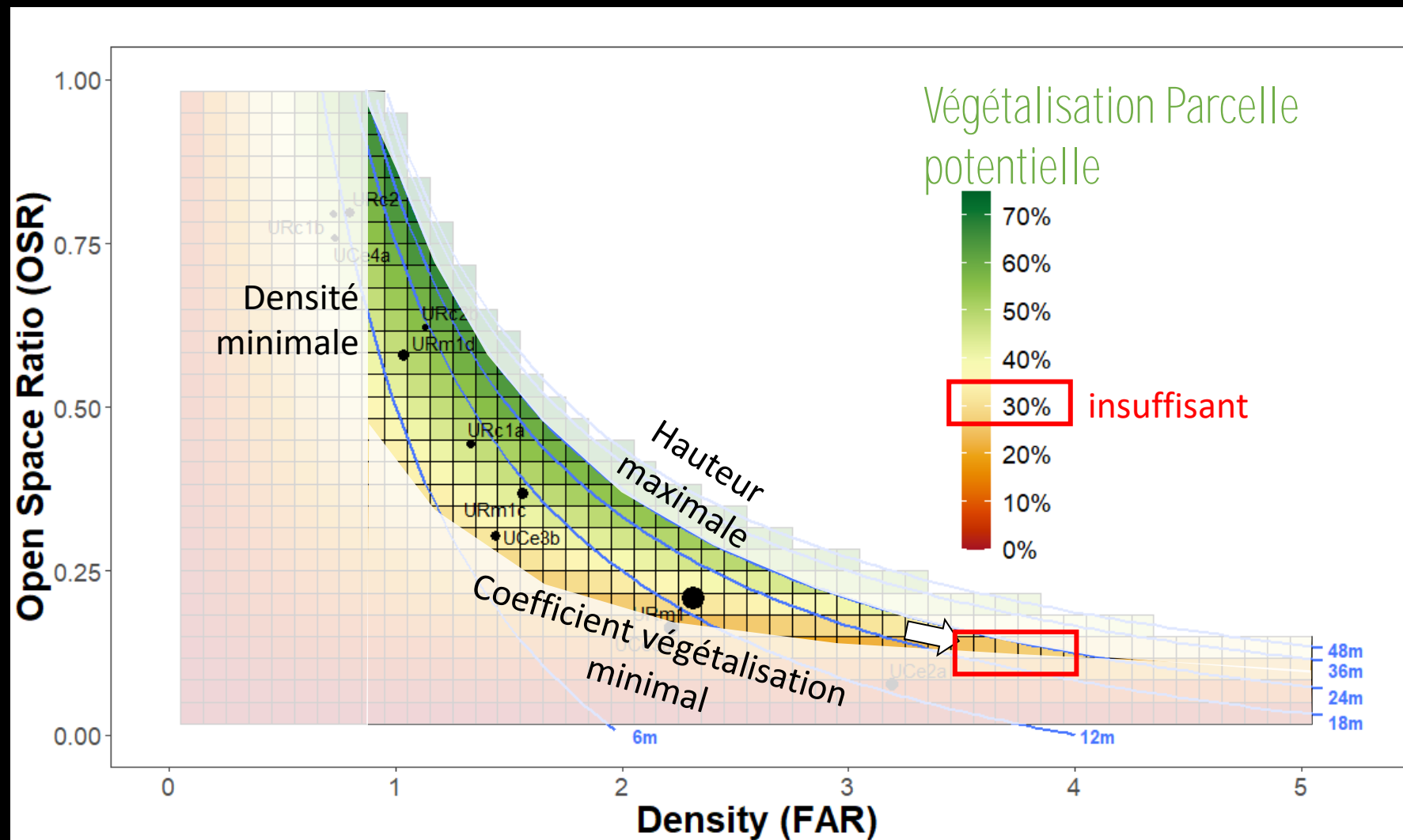
Potentielle



# Résultats - Application 1

Modification PLU

Réglementation :  
Effet actuel

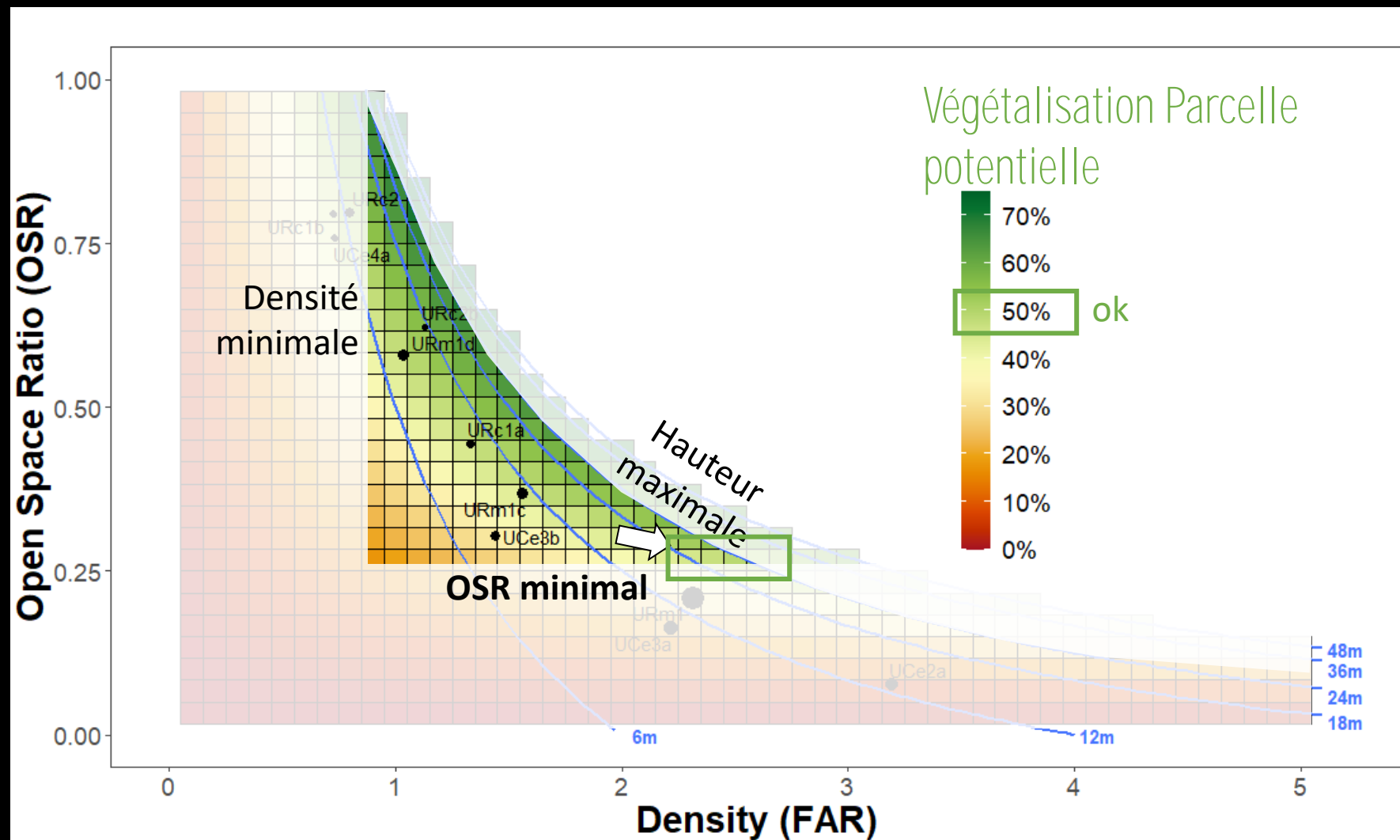


# Résultats - Application 1

Modification PLU

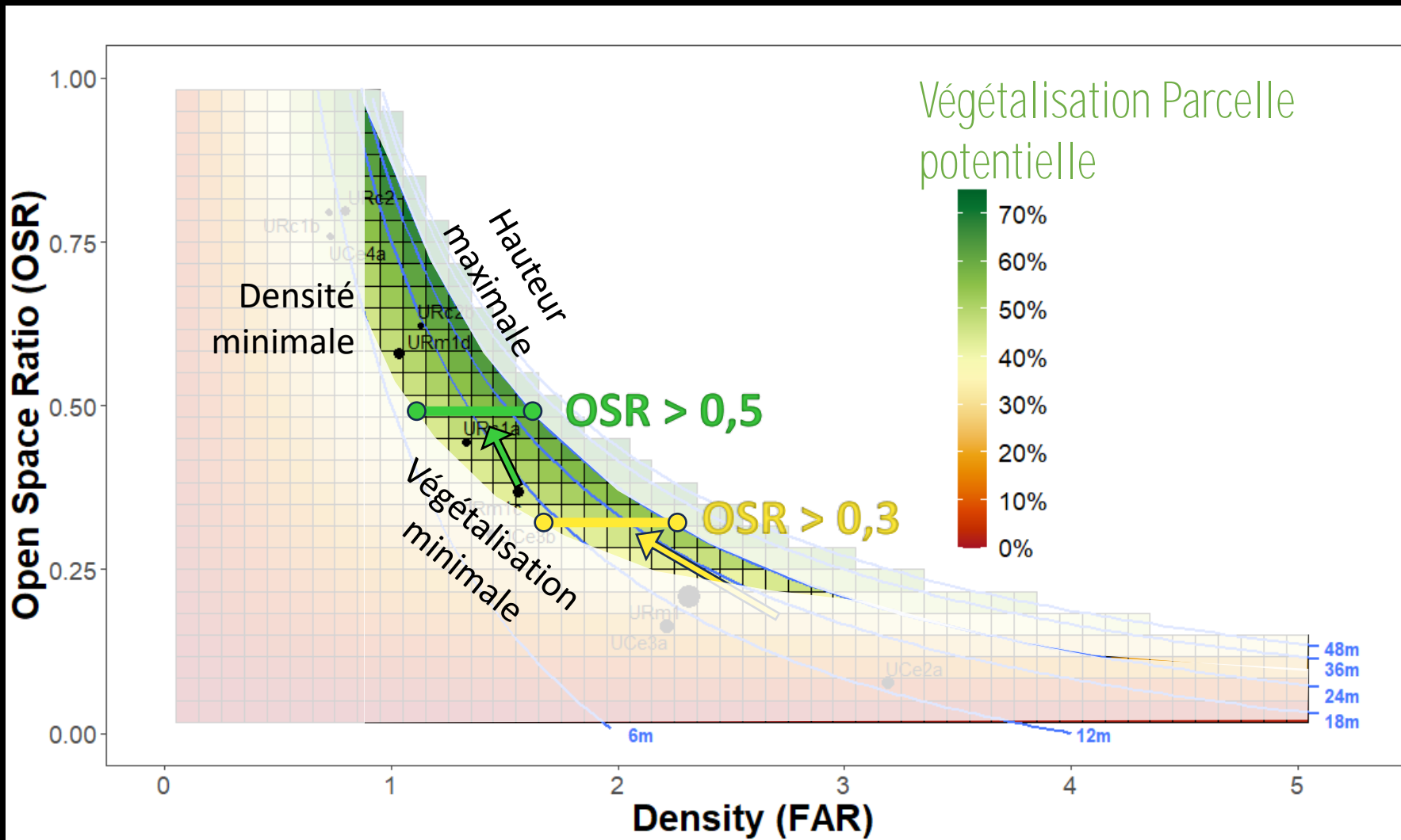
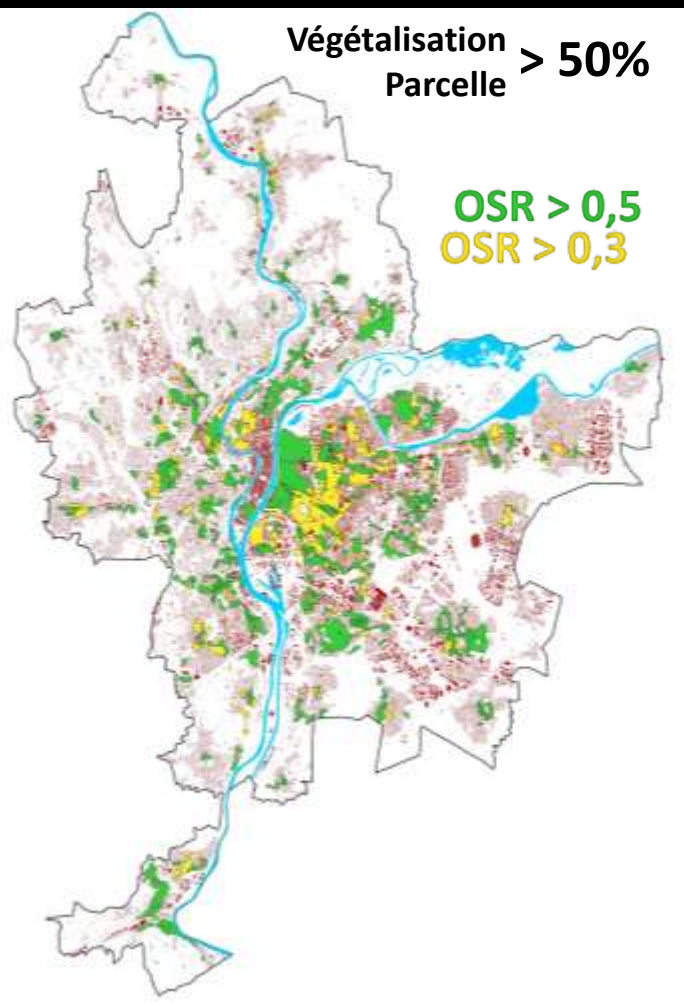
Réglementation :

Proposition !



# Résultats - Application 1

## Modification PLU Proposition

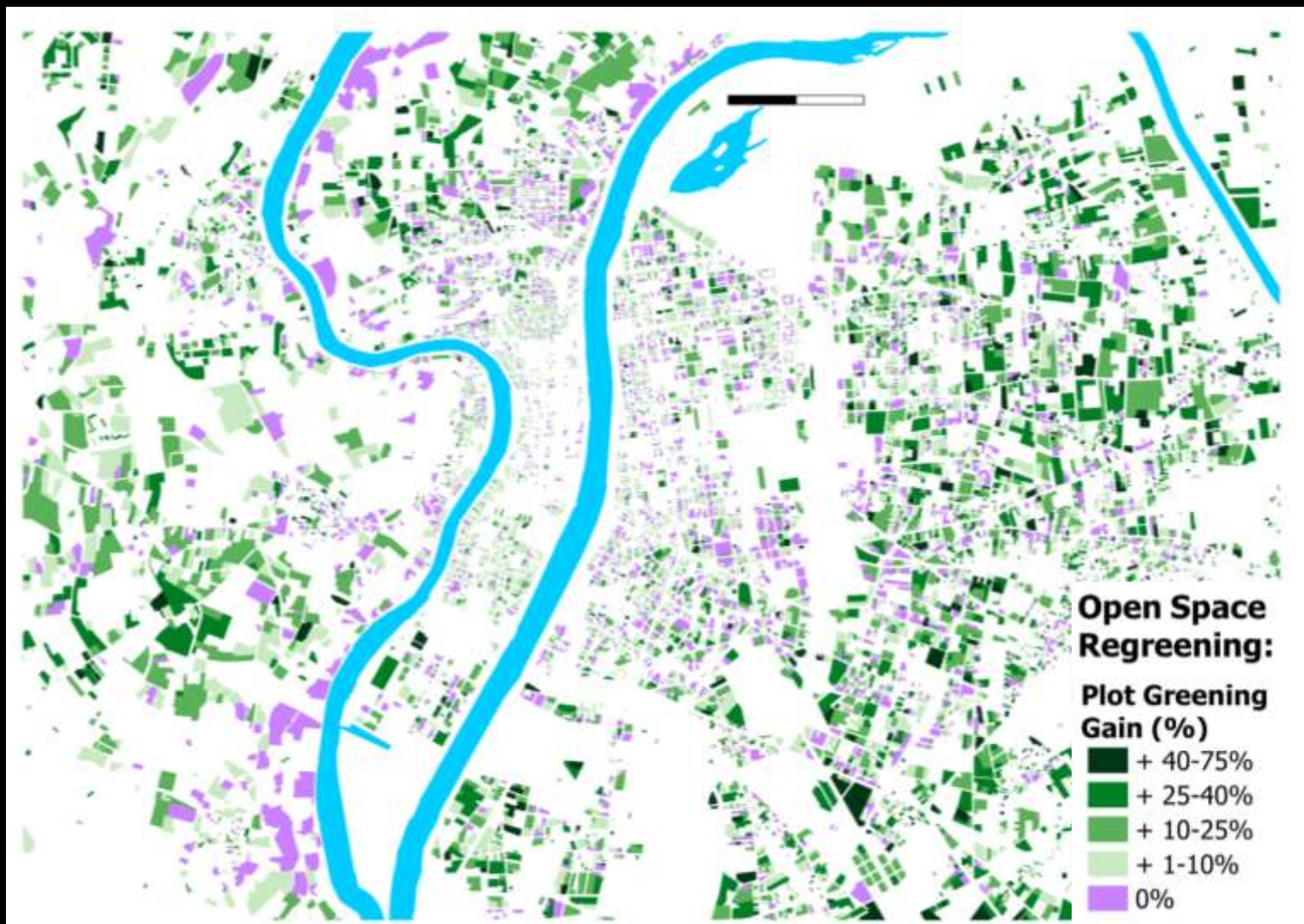
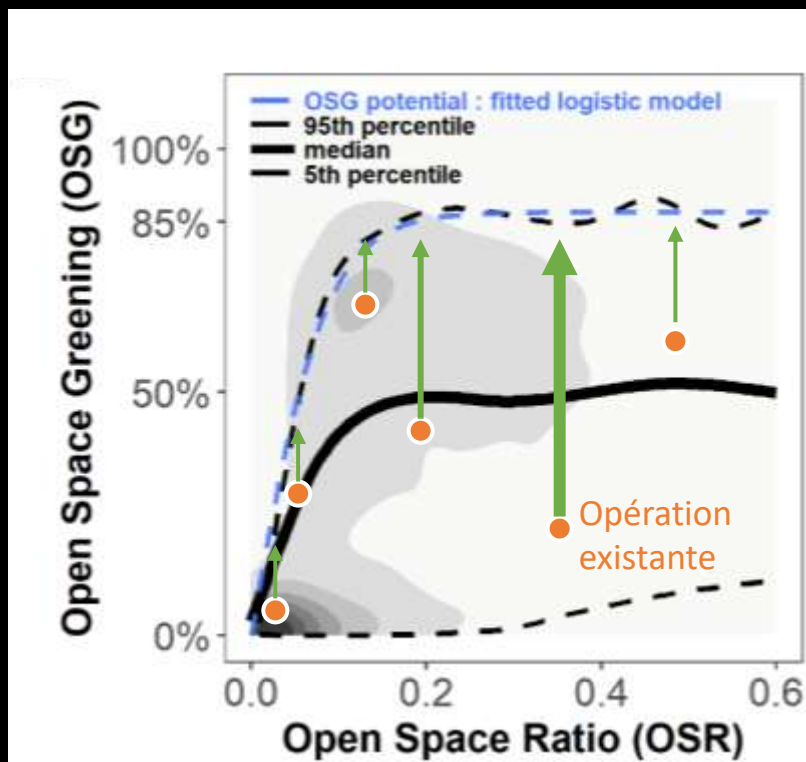


# Résultats - Application 2

Renaturation existant

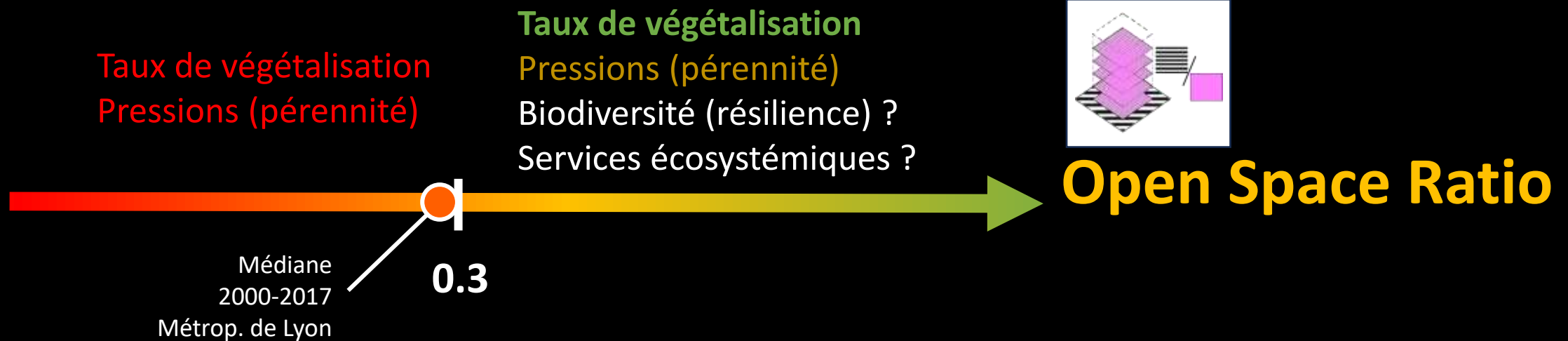
Carte stratégique

Potentiel d'action : gain de végétalisation possible



# Conclusion

Une métrique cruciale pour la soutenabilité urbaine :



Des méthodes disponibles pour les **collectivités locales** :

- Conception de **PLU bioclimatiques**
- **Cartes stratégiques d'action** pour cibler les **parcelles à potentiel** de renaturation.

# Problématiques

Face à la vulnérabilité urbaine...

La biodiversité : réelle assurance de résilience et bien-être.

L'habitat collectif : cœur des enjeux.

1)

Forme urbaine : dilemme densité-végétalisation ....

- Préconisations de forme urbaine issues de la recherche

2)

**Biodiversité et Résilience : préconisations de design et gestion ....**

- Préconisations intégrées et opérationnelles à chaque étape d'aménagement

## Recherche

①

Une compréhension systémique, transdisciplinaire, du **potentiel écologique** des **aménagements urbains**.



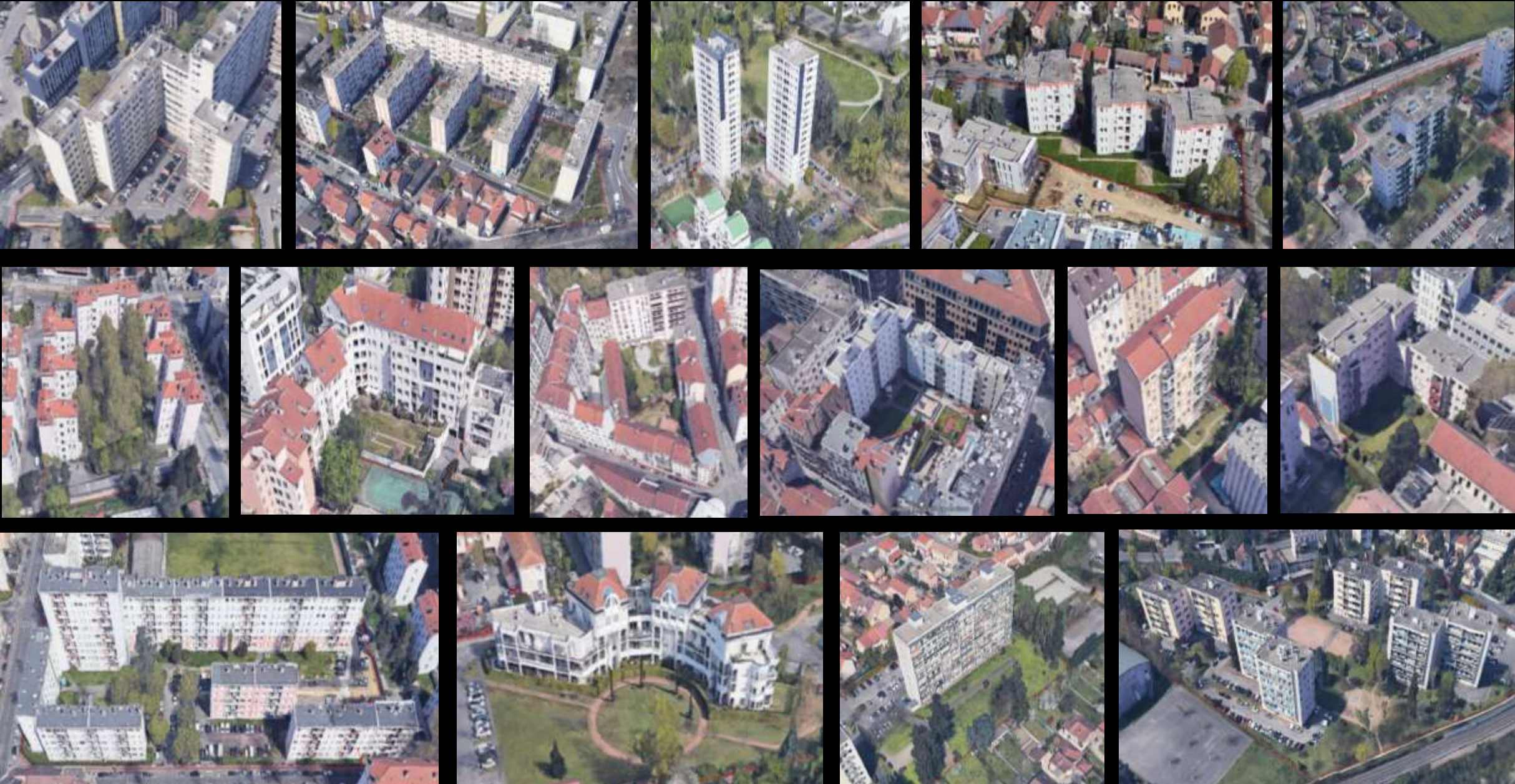
## Action

②

Une analyse **opérationnelle**, des **préconisations à chaque étape** de la **séquence d'aménagement**.



# Projet COLLECTIFS quelques sites d'étude (n=48)



# 37 Facteurs environnementaux

	Argi.Lim Sable		
Surface	% végét.		
Diversité	% Herbacées		
% Buissons	% Arbustes		
% Petits Arbres	% Grands Arbres	Parcelle  Quartier <i>échelles</i>	
Contagion	Lisières		

Quels sont les **facteurs** les plus **importants** pour la **biodiversité urbaine** ?

# Méthode

Analyse RDA

## 18 Métriques de Biodiversité


# Résultats

Analyse systémique  
hiérarchisée  
(RDA)

$R^2=0.906$

Maîtrise  
opérationnelle

Contribution à  $R^2$

5% 10% 15% 20%

% Végétalisation parcelle



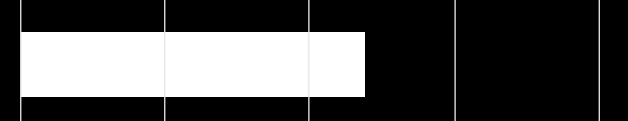
Surface Parcelle



% Végétalisation Quartier



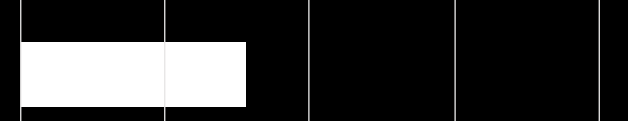
OSR Parcelle



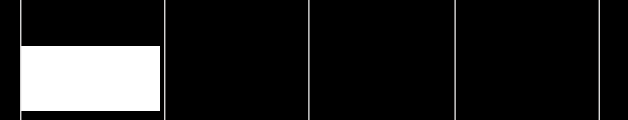
« Fertilité » Sols Parcelle



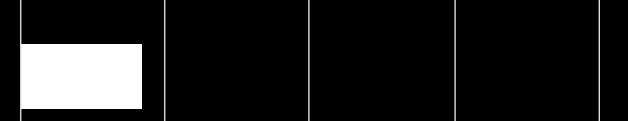
Diversité Strates Végétales Parcelle



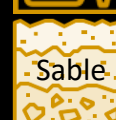
Socio-Economie Quartier



pH Sol



Taux de sables Sol



% Arbustes parmi strates végét. Parcelle



Échelle :

- Parcelle
- Quartier

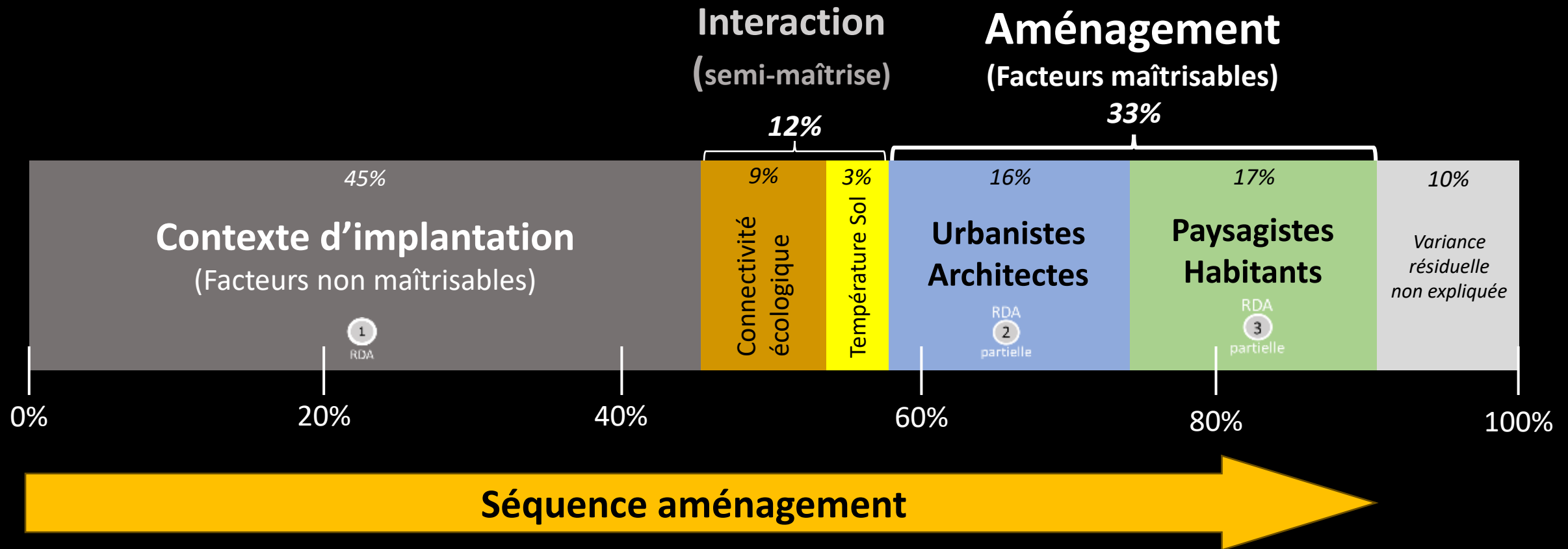


# Résultats

Quelle responsabilité et pouvoir d'agir des praticiens ?

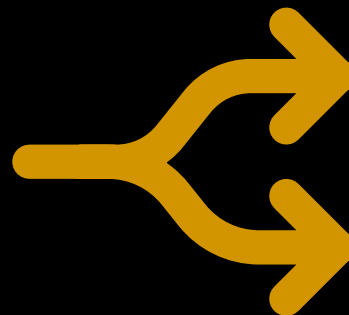
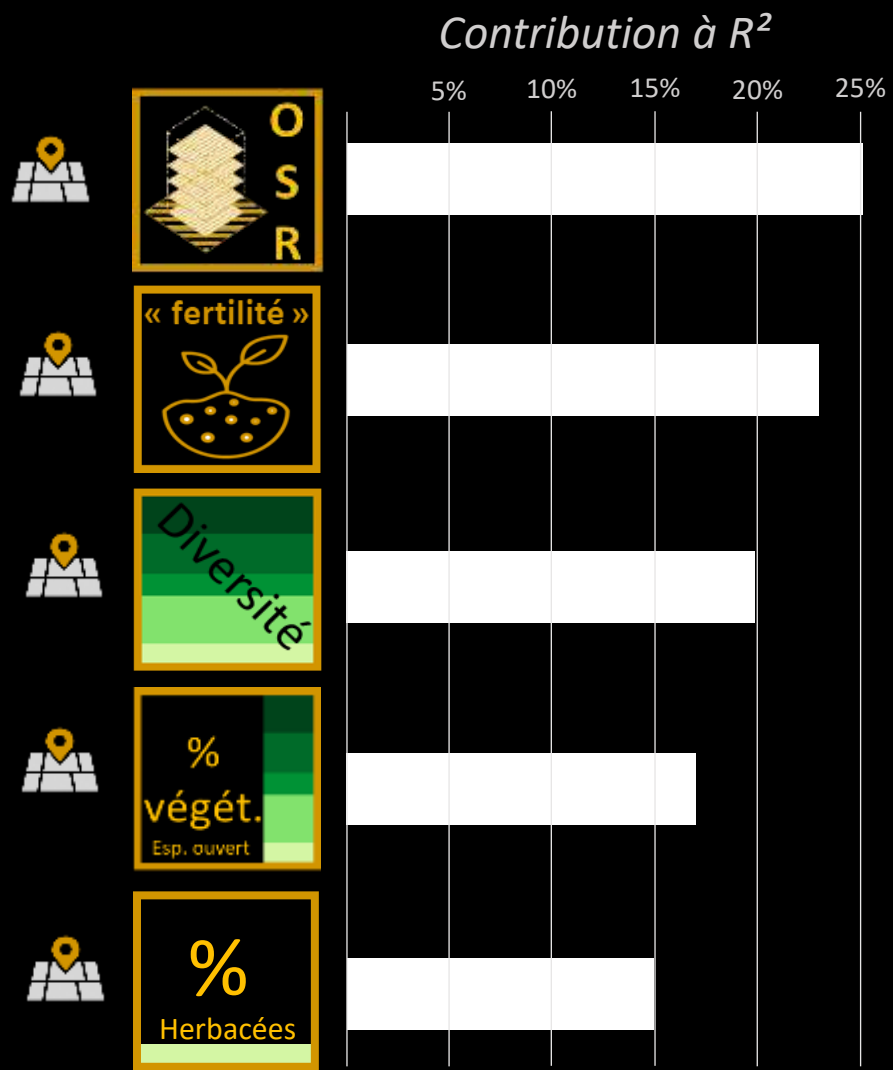
**Biodiversité déterminée** au cours de la séquence d'aménagement

Analyse séquentielle  
(RDA partielles)

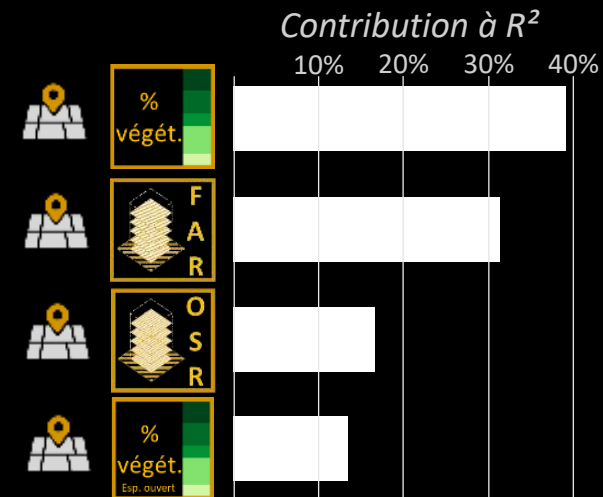


# Aménagement

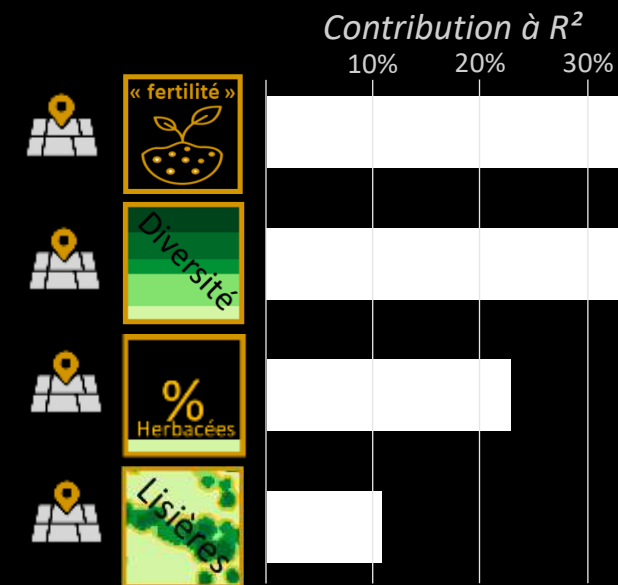
(Tous les facteurs « maîtrisables »)



## Urbanistes et Architectes

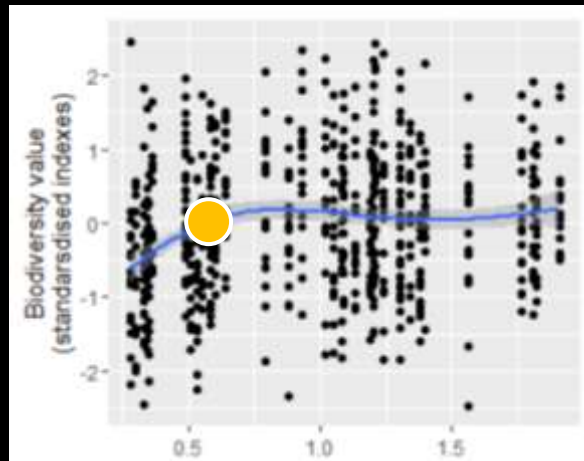


## Paysagistes et Habitants

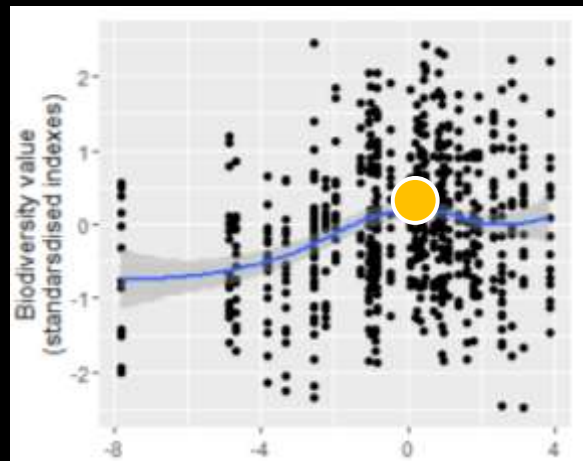


# Résultats

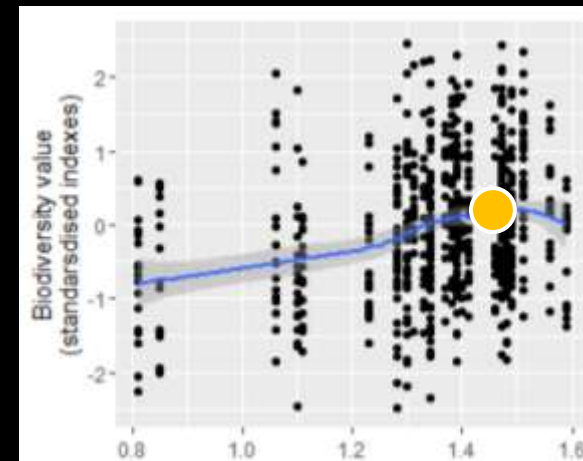
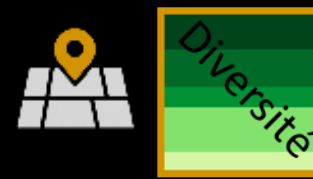
Analyse opérationnelle  
Seuils préconisations



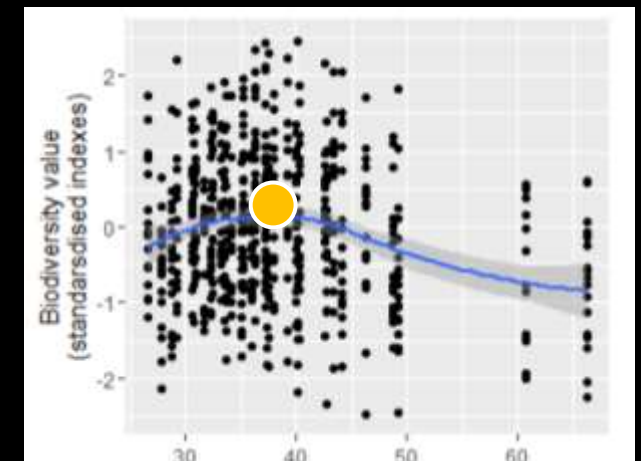
**Morphologie :**  
**OSR > 0,5**



**Sols :**  
« Fertilité »  
intermédiaire  
/ hétérogène



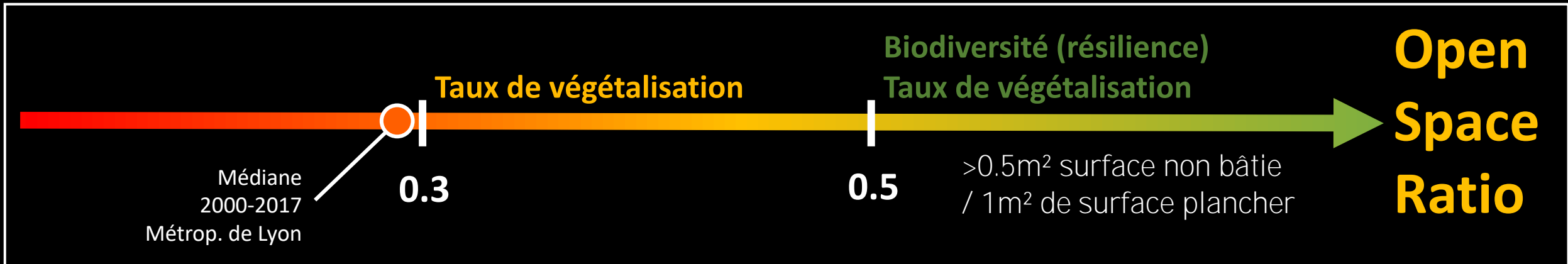
**Diversité paysagère :**  
équilibre entre  
strates végétales



**Design paysager :**  
structuration limitée  
(hétérogène + zones cœur)

# Conclusion

L'OSR est un indicateur morphologique clé pour guider l'urbanisme écologique !



**Les praticiens disposent d'un pouvoir d'action élevé :** soutient l'envie d'agir pour du concret !



**Des préconisations claires et évaluées sur :** la morphologie urbaine, les sols, le design paysager et la différenciation écologique.



**Un véritable potentiel de biodiversité en habitat collectif, à prendre soin.**

# Agir avec les professionnels et politiques



# Agir avec les professionnels et politiques

## Métropole de Lyon : Dispositif aide financière renaturation

**PASSEZ DU RÊVE  
À LA VERDURE !**

*Vous habitez un immeuble collectif ?  
La Métropole de Lyon participe  
au financement de votre projet  
de végétalisation en pleine terre*



**GRANDLYON**  
la métropole



## Une démarche répliquée

**Strasbourg.eu**  
eurometropole

**AGENCE DU CLIMAT**  
le guichet des solutions  
Eurométropole de Strasbourg

**Agence  
Parisienne  
du Climat**

**CoprOasis**

**Végétalisation  
en copro**



**Méthode : Facilitation Sociale + Expertise écologue**

# Agir avec les paysagistes, aménageurs, bailleurs



NATURBANISME



biodiversicity

est  
MÉTROPOLÉ  
HABITAT



GROUPE  
SERL



GRANDLYON  
HABITAT

## LE JARDIN À IMPACT POSITIF

réinventons dehors

Cap 2030 régénératif



**L'ÉCOLOGIE DE LA RÉCONCILIATION**

« Nos jardins sont des espaces de cohabitation avec la biodiversité et peuvent devenir les premières réserves de nature de notre territoire. En interagissant avec le vivant au quotidien, nous nourrissons de nouvelles relations à bénéfices réciproques avec les espèces sauvages qui s'y épanouissent.

En effet, cultiver une biodiversité riche et variée est bien plus qu'embellir notre cadre de vie : c'est la meilleure assurance pour s'adapter au changement climatique ! De nouvelles associations d'espèces sont pleines de promesses pour rafraîchir nos milieux de vie et enrichir nos paysages. Et surtout, pensons à prendre soin des sols : ce sont nos alliés invisibles pour absorber, stocker et restituer cette précieuse « eau verte » issue des pluies, pour un jardin vert, fleuri et frais toute l'année ! »

Thomas BOUTREUX  
Docteur en écologie et paysage

GONTHIER



Merci pour votre attention !