



Webinaires **Fenêtre**
sur la Recherche

Biorev'Aix

L'escargot, la fleur et l'écureuil : comment favoriser la biodiversité dans les rues ?



Jean Noël Consalès
Université Lumière Lyon-II

Benoit Romeyer
Aix-Marseille Université



Biodiversité et formes urbaines :

En introduction, thèmes de travail et enseignements du programme de recherche BAUM mené par le PUCA [2019- 2025]

Sandrine Laramandy Paysagiste conceptrice Urbaniste,
chargée de mission Plante & Cité

Vue vers Paris depuis Suresnes (92) /
Sandrine LARRAMENDY

Le programme BAUM : Biodiversité, Aménagement Urbain et Morphologie du PUCA : Plan Urbanisme Construction Architecture

Le programme Baum a été initié en 2019 par le **Puca** en 2019 et a bénéficié pendant six ans de l'appui d'un conseil scientifique réuni aux fins de son animation.

La revue de littérature a été soutenue par le **Puca** avec l'appui de la **Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité**.

Les recherches ont été soutenues par le **Puca et ses partenaires**, **l'Office Français de la Biodiversité**, et **la Direction Générale de l'Aménagement du Logement et de la Nature**.

Le programme BAUM a bénéficié d'un appui du **Muséum National d'Histoire Naturelle** pour sa direction scientifique assurée par Philippe Clergeau.



Effets de la morphologie urbaine sur la biodiversité , quelques enseignements issus de la revue systématique, menée dans le cadre du programme BAUM du PUCA

(BAUM : Biodiversité, Aménagement Urbain et Morphologie – PUCA : Plan Urbanisme Construction Architecture)

Cadre de travail | ► Echelle quartier – Espèces animales et végétales terrestres - Articles scientifiques et littérature grise, international.

Titre : Formes urbaines et biodiversité – Un état de la connaissance »

Auteure :
Morgane FLEGEAU, 2020

Avec soutien du PUCA et de la FRB



Des lacunes dans connaissance du sujet de l'effet de la configuration urbaine | ► Encore peu de résultats probants sur les éléments de configuration urbaine : études s'intéressent à abondance et richesse spécifique

Certains taxons sur-représentés | ► Les oiseaux.

Les raisons : biais d'empathie, traditions naturalistes, facilités d'observation



Effets de la morphologie urbaine sur la biodiversité , quelques enseignements issus de la revue systématique, menée dans le cadre du programme BAUM du PUCA

(BAUM : Biodiversité, Aménagement Urbain et Morphologie – PUCA : Plan Urbanisme Construction Architecture)

Un flou autour des descriptions des formes urbaines ► Variations suivant discipline, zone géographique, échelle.

Majoritairement, deux formes d'urbanisation décrites : tissu relâché à la périphérie du centre et tissu dense historique.

Un effet des configurations urbaines | ► Les zones urbaines denses : Une faible performance écologique, mais espaces végétalisés y sont néanmoins des refuges pour la biodiversité + importance des connectivités fonctionnelles (infrastructures vertes linéaires).

Deux données importantes : la **surface** des espaces végétalisés + la **distance** entre eux.



► Les zones urbaines de faible densité : des espaces majeurs pour la biodiversité urbaine, formes favorables grâce à l'hétérogénéité de l'occupation des sols .
+ le rôle clé des jardins privés des quartiers résidentiels et des zones pavillonnaires.

Importance de la gestion.



2020 | Lancement d'un appel à projets de recherche ➤ Six propositions de projets retenues

2020 - 2025 | Travaux de recherche et publication des résultats

- Suivi par un comité scientifique rassemblant des représentants de la recherche ou d'institutions dont P&C et présidé par Philippe Clergeau, professeur émérite d'écologie, MNHN.
- Soutiens financiers : Puca, Office français de la biodiversité (Evolville et Reaumur), Direction de l'eau et de la biodiversité –DEB et Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature - DGALN (Biorev'Aix).
- Editeur des cahiers : Puca

Biorev'Aix

Réseau viaire & biodiversité à Aix-en-Provence



Pilote : Université Aix-Marseille

EvolVille

Réponses de 4 plantes sur 60 sites à Strasbourg (gradient de densité bâti, ICU, gestion, sols)



Pilotes : CNRS, Univ. Strasbourg

Frugacité

Formes urbaines des quartiers de gare



Pilote : AREP (filiale SNCF)

Morphobiot

Évaluation de la capacité de 5 tissus résidentiels toulousains (échelle îlot) à accueillir biodiversité



Pilote : ENSA Toulouse

Réaumur

Influence de la morphologie urbaine sur les communautés d'insectes polliniseurs



Pilote : Université Franche Comté

Tram'BioSol

Intégration de la trame brune des sols dans les programmes d'aménagement urbain

TRAM'BIOSOL



Pilote : BE Sol Paysage

2024 - 2025 | Réalisation d'un travail de synthèse sur les enseignements méthodologiques de l'étude écologique des formes urbaines des six travaux de recherche



Auteur :
François-Marie
MARTIN, géographe
docteur en écologie

Découvrir les intervenants



Jean Noël Consales

Enseignant-chercheur (HDR)
Géographie et aménagement du territoire.



Benoit Romeyer

Maître de conférences
en aménagement et urbanisme
à Aix-Marseille Université

Biorev'Aix

Le projet et ses résultats



Structuration du projet et partenaires

Projet de recherche BioReV'Aix (2020-2024), lauréat du programme Biodiversité, Aménagement Urbain et Morphologie (BAUM), initié en 2019 par le PUCA.

Projet pluridisciplinaire qui fait collaborer 4 laboratoires d'Aix-Marseille Université :

- L'IMBE (écologie du paysage),
- Le LPED (écologie des populations),
- Le LIEU (urbanisme),
- TELEMMé (géographie-urbanisme), coordinateur.

Le projet BioReV-Aix s'appuie en outre sur un réseau d'acteurs institutionnels :

- Ville d'Aix-en-Provence,
- Agence d'Urbanisme du Pays d'Aix-Durance,
- Muséum d'Histoire Naturelle



Structuration du projet et partenaires

Postulats :

- 1) Le réseau viaire comme la matrice première de constitution et d'évolution des tissus urbains.
- 2) Le réseau viaire comme un support privilégié des appropriations humaines et des dynamiques floristiques et faunistiques.
- 3) Le réseau viaire comme potentiel considérable d'espaces mobilisables au service de la transition écologique, à l'échelle de la ville et de ses quartiers.

Questionnement :

Quelle capacité du réseau viaire à être support de fonctionnements urbanistiques et écologiques, en tant que double réseau de liens et de lieux ?

Démarche :

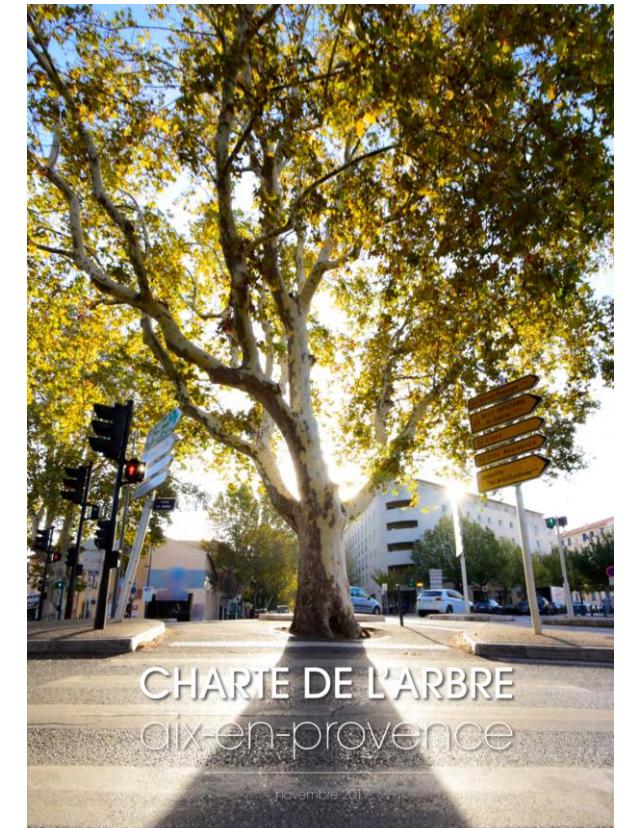
Le « tronçon de rue » comme fil directeur d'un système de recherche interdisciplinaire au prisme du « système de l'arbre urbain ».



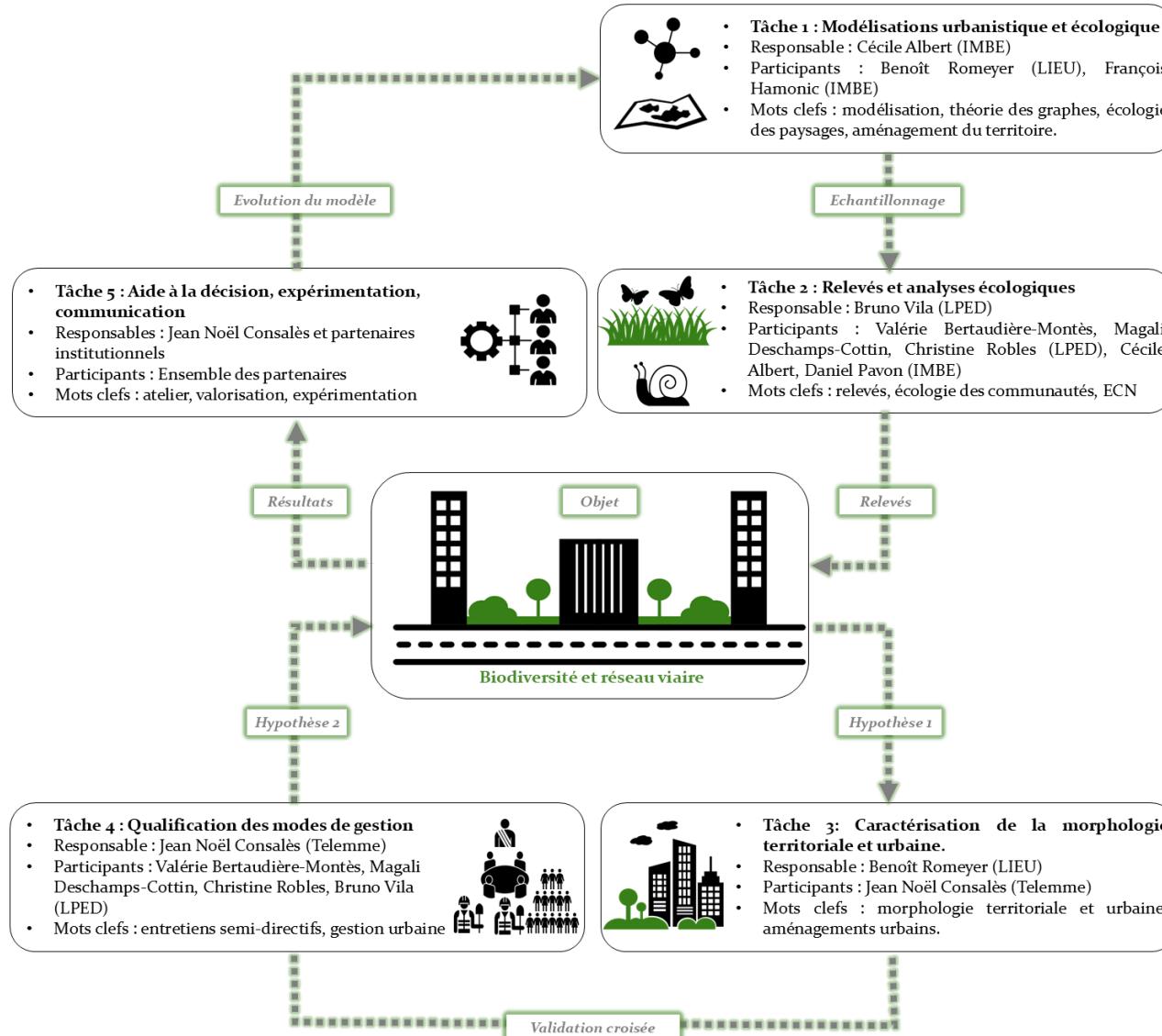
Structuration du projet et partenaires

Le choix d'Aix-en-Provence se justifie par son parti, singulier dans le contexte local de métropolisation, de conserver en régie un grand nombre de services techniques stratégiques.

C'est également une ville qui tend à s'inscrire dans une démarche d'écologisation de ses pratiques d'aménagement et de gestion, tant en matière d'espaces verts, qu'en matière de voirie (Parc Naturel Urbain, Charte de l'arbre).



Objectifs du projet



Méthodologie : Le tronçon de rue pour analyser les rapports entre morphologie et biodiversité urbaines

L'unité morphologique « tronçon de rue » :

- correspond à un linéaire de voie urbaine (hors voies rapides et sentiers),
- incluse entre 2 intersections,
- auquel a été appliqué un tampon (buffer) de 30m de part et d'autre de son axe central.



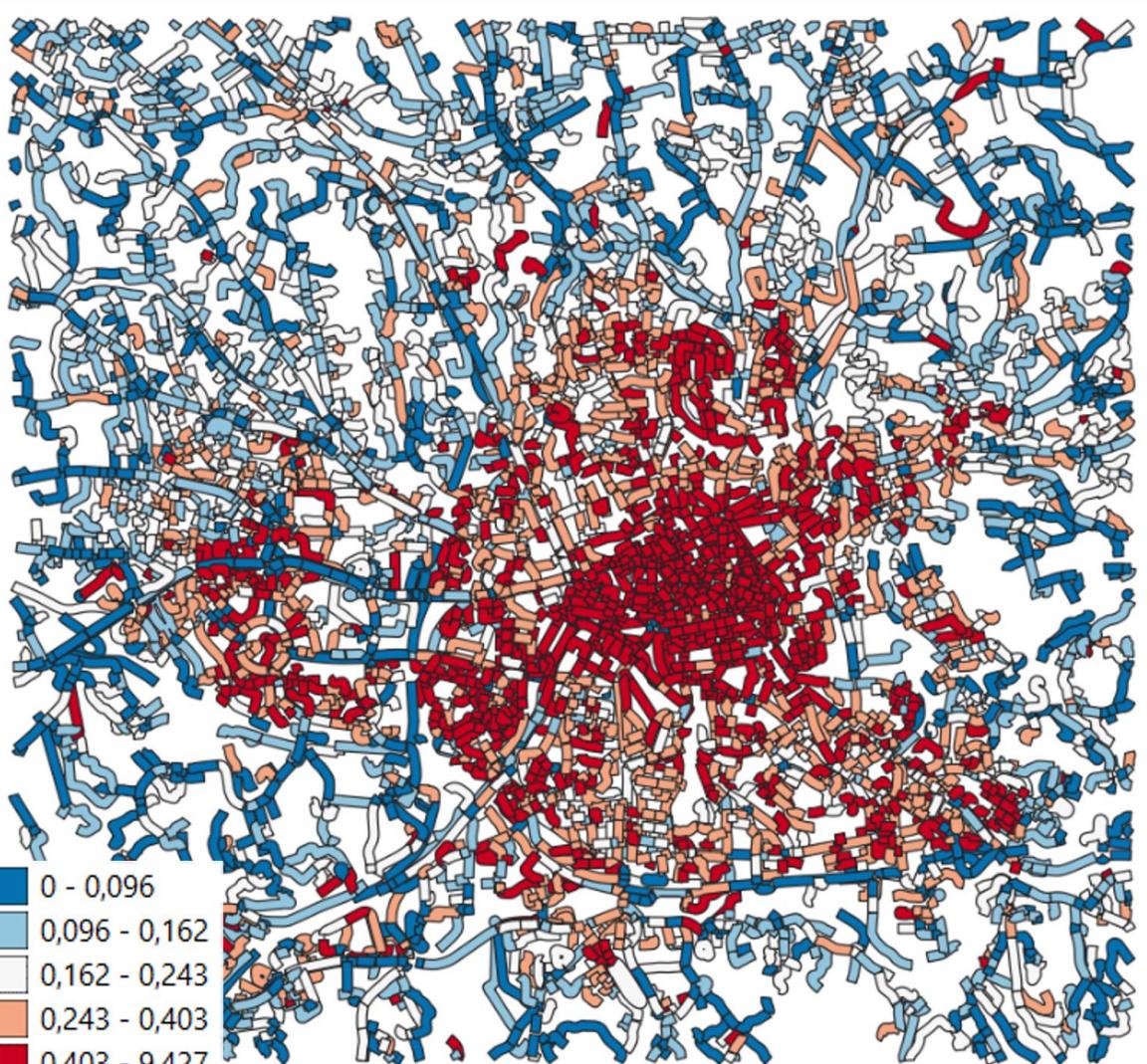
Méthodologie : Le tronçon de rue pour analyser les rapports entre morphologie et biodiversité urbaines

5460 tronçons ont été générés à l'échelle du territoire d'études, et associés différentes données :

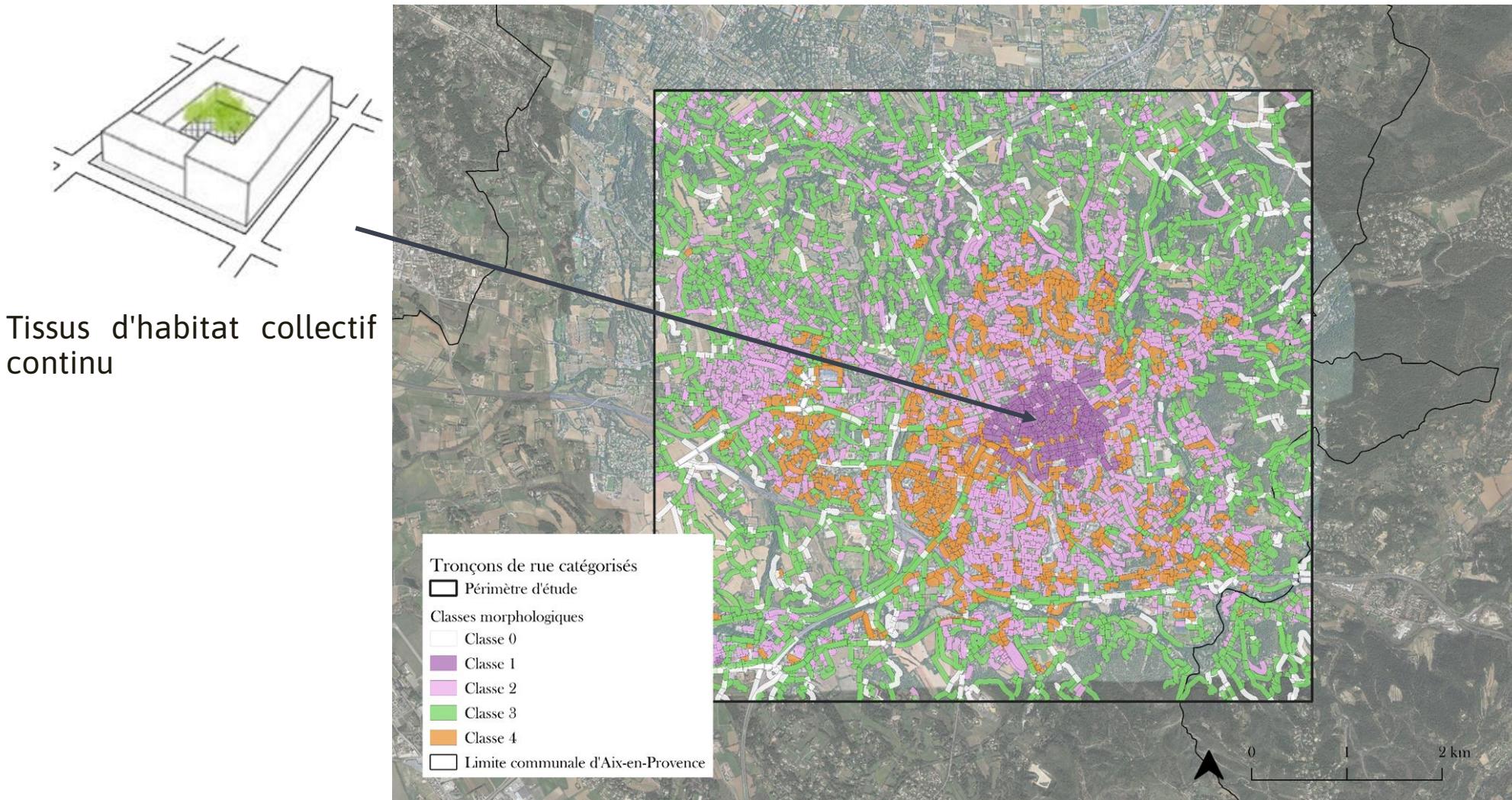
- morphologiques (ici ratio hauteur bâti/largeur du tronçon)
- et écologiques.

Un **approche statistique** fondée sur **six variables** jugées **représentatives** des morphologies urbaines en présence :

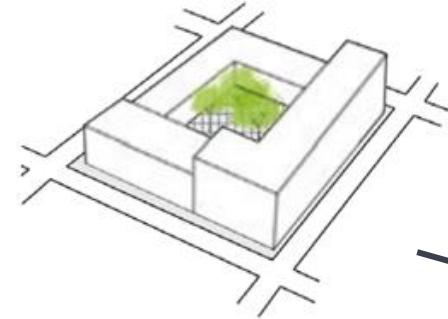
- le pourcentage d'emprise du bâti,
- la hauteur moyenne du bâti,
- le niveau de contiguïté du bâti,
- le degré d'ouverture du bâti,
- la largeur moyenne du tronçon de rue,
- et enfin le profil du tronçon de rue



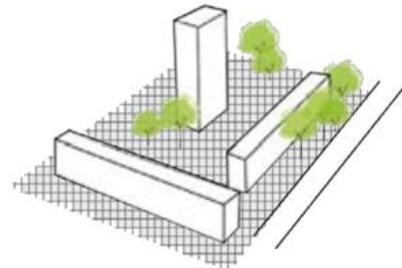
Méthodologie : Le tronçon de rue pour analyser les rapports entre morphologie et biodiversité urbaines



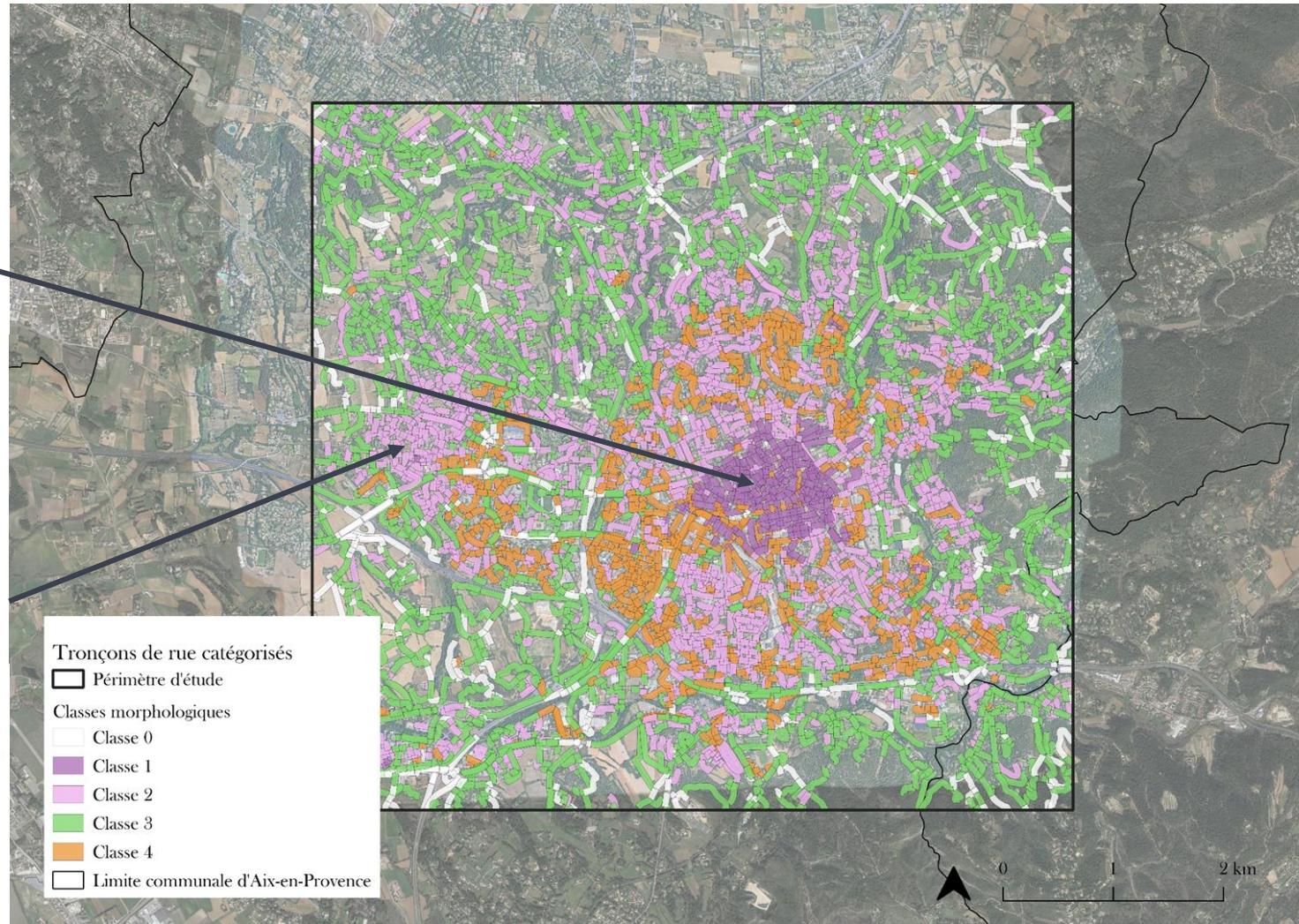
Méthodologie : Le tronçon de rue pour analyser les rapports entre morphologie et biodiversité urbaines



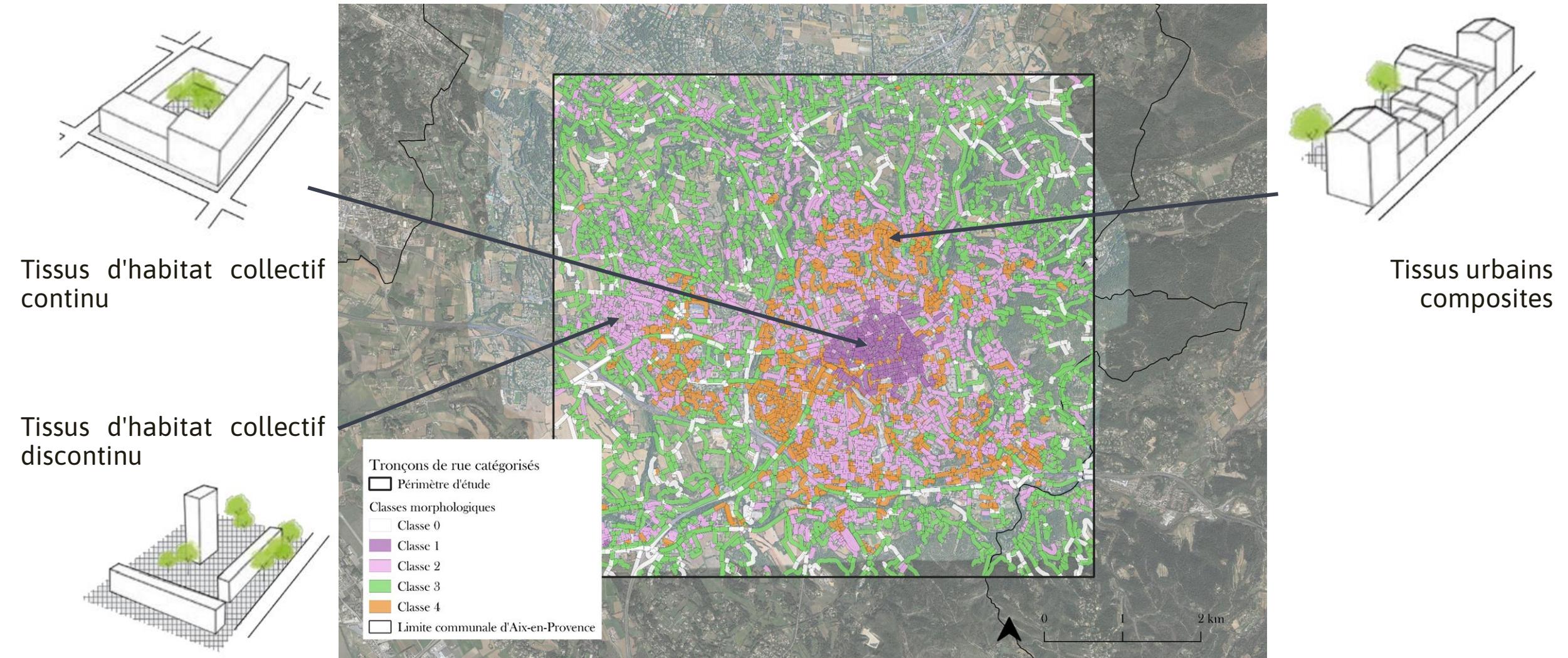
Tissus d'habitat collectif continu



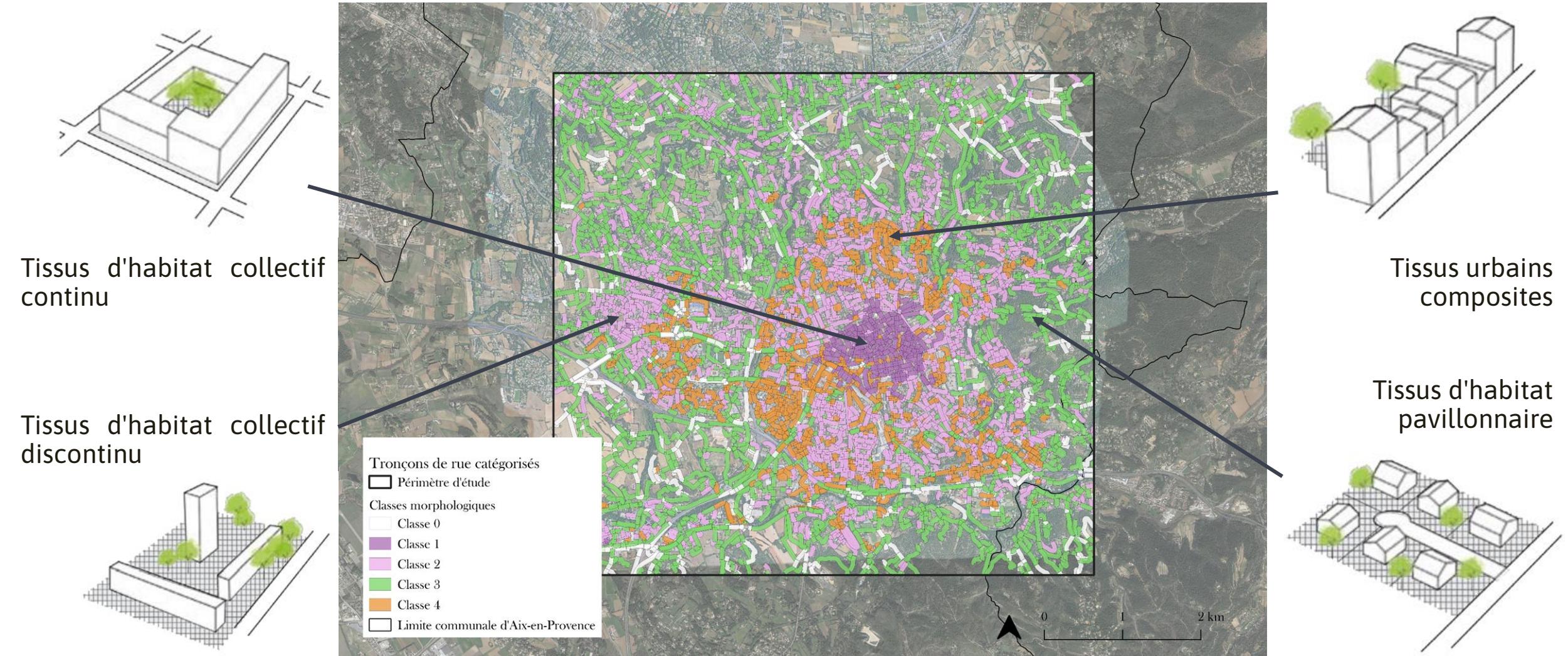
Tissus d'habitat collectif discontinu



Méthodologie : Le tronçon de rue pour analyser les rapports entre morphologie et biodiversité urbaines



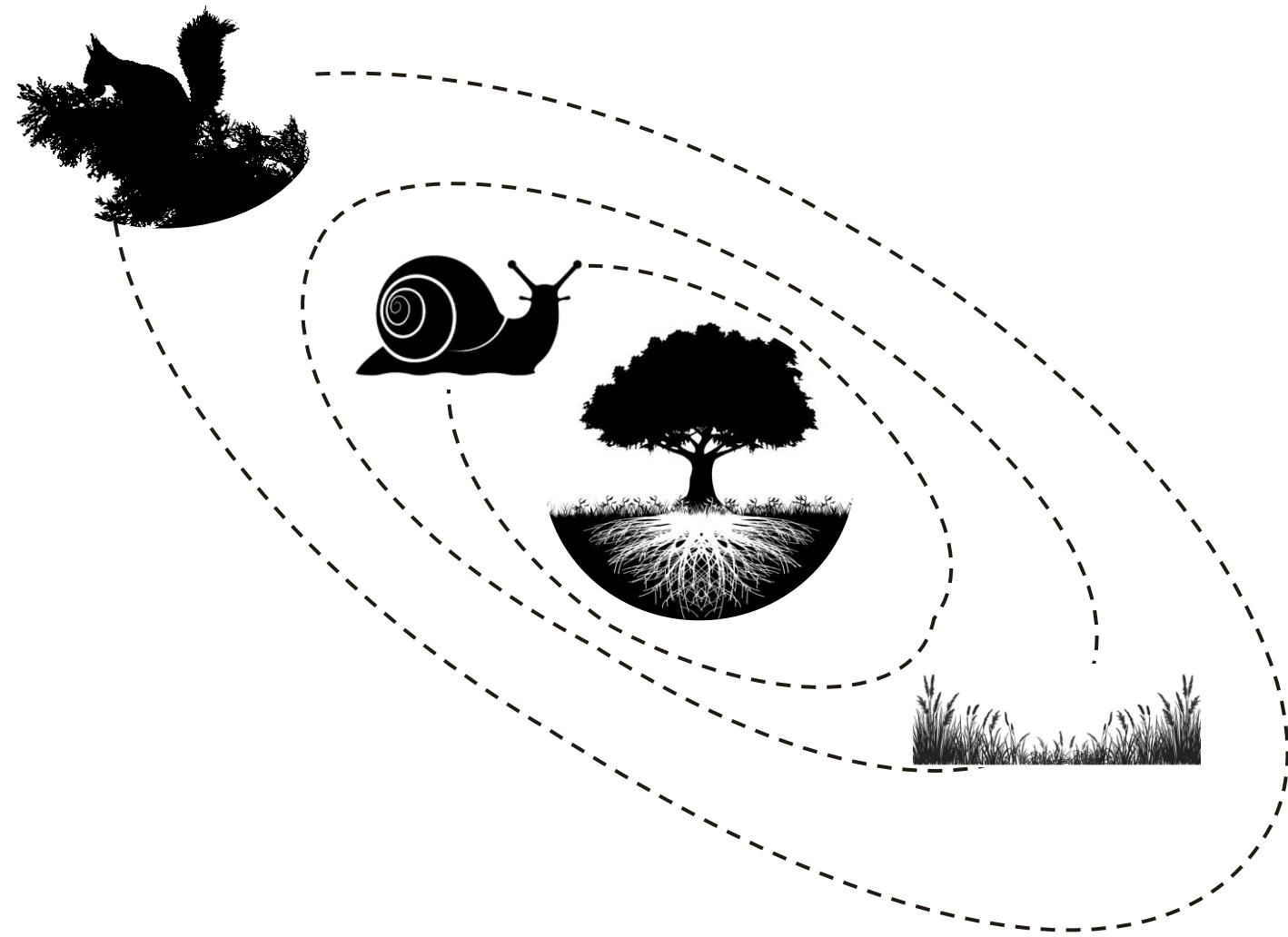
Méthodologie : Le tronçon de rue pour analyser les rapports entre morphologie et biodiversité urbaines



Méthodologie : Le tronçon de rue pour mesurer la biodiversité urbaine

Au sein du projet BioRev'Aix, le tronçon de rue été pensé pour accompagner les modélisations, les échantillonnages ainsi que l'interprétation des données produites par les écologues du projet à partir de trois taxons distincts, choisis pour la variété de leurs modes et échelles de dispersion :

- la malacofaune (dispersion active et de faible portée),
- la flore spontanée des rues (dispersion passive et de portée intermédiaire),
- l'écureuil roux (dispersion active et de grande portée).



Méthodologie : Le tronçon de rue pour mesurer la biodiversité urbaine

Mise en œuvre de relevés écologiques sur des pieds d'arbres représentatifs de chaque type de tissu urbain



continu



discontinu



composite



pavillonnaire

Pour la flore : 4 tissus, 12 tronçons par tissu et un minimum de 10 arbres par tronçon soit un total de 453 pieds d'arbres

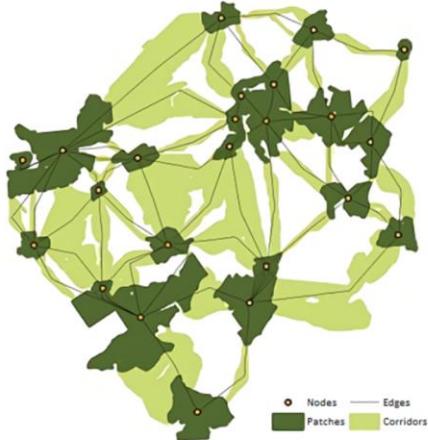
Pour les gastéropodes : 4 tissus, 4 tronçons par tissu et 3 arbres par tronçon soit un total de 48 pieds d'arbres

Méthodologie : Le tronçon de rue pour optimiser les connectivités écologiques

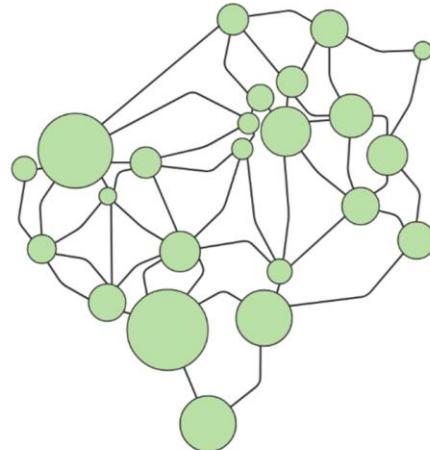
En parallèle, les écologues du paysage ont cherché à modéliser la ville, sous la forme d'un **graphe écologique** servant à identifier :

- des **flux** d'organismes,
- des **barrières** au mouvement de ces organismes,
- des **zones d'expérimentations**.

Ce travail de modélisation a été mené sur la base de l'**écureuil roux**, une espèce arboricole.

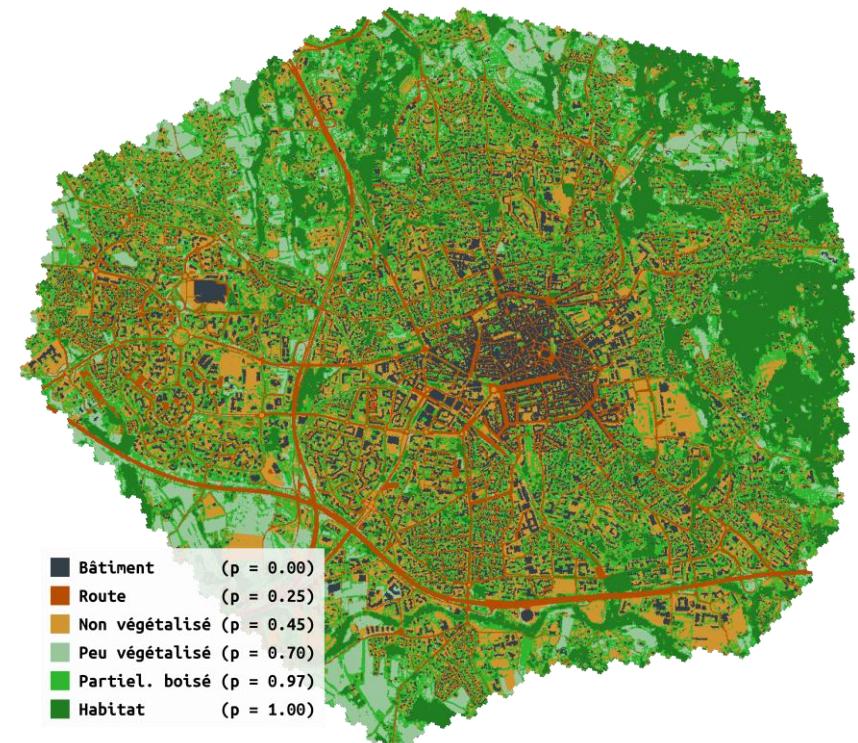


(c) paysage écologique



(d) graphe paysager $G = (V, E, w, \pi)$

- w_u la qualité du patch u
- π_{uv} la probabilité de connexion du corridor (u, v) pour une espèce donnée

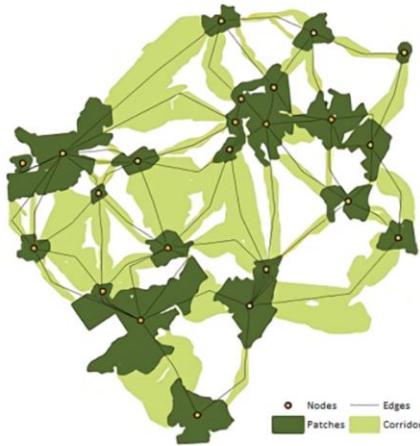


Méthodologie : Le tronçon de rue pour optimiser les connectivités écologiques

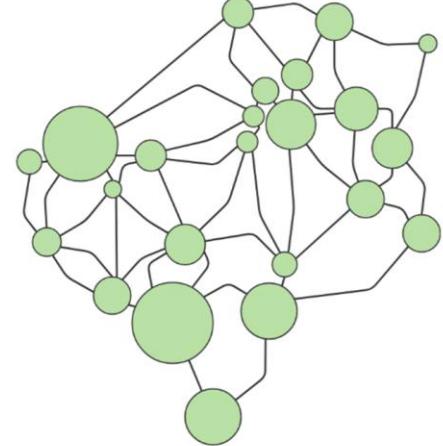
En parallèle, les écologues du paysage ont cherché à modéliser la ville, sous la forme d'un graphe écologique servant à identifier :

- des flux d'organismes,
- des barrières au mouvement de ces organismes,
- des zones d'expérimentations.

Ce travail de modélisation a été mené sur la base de l'écureuil roux, une espèce arboricole.

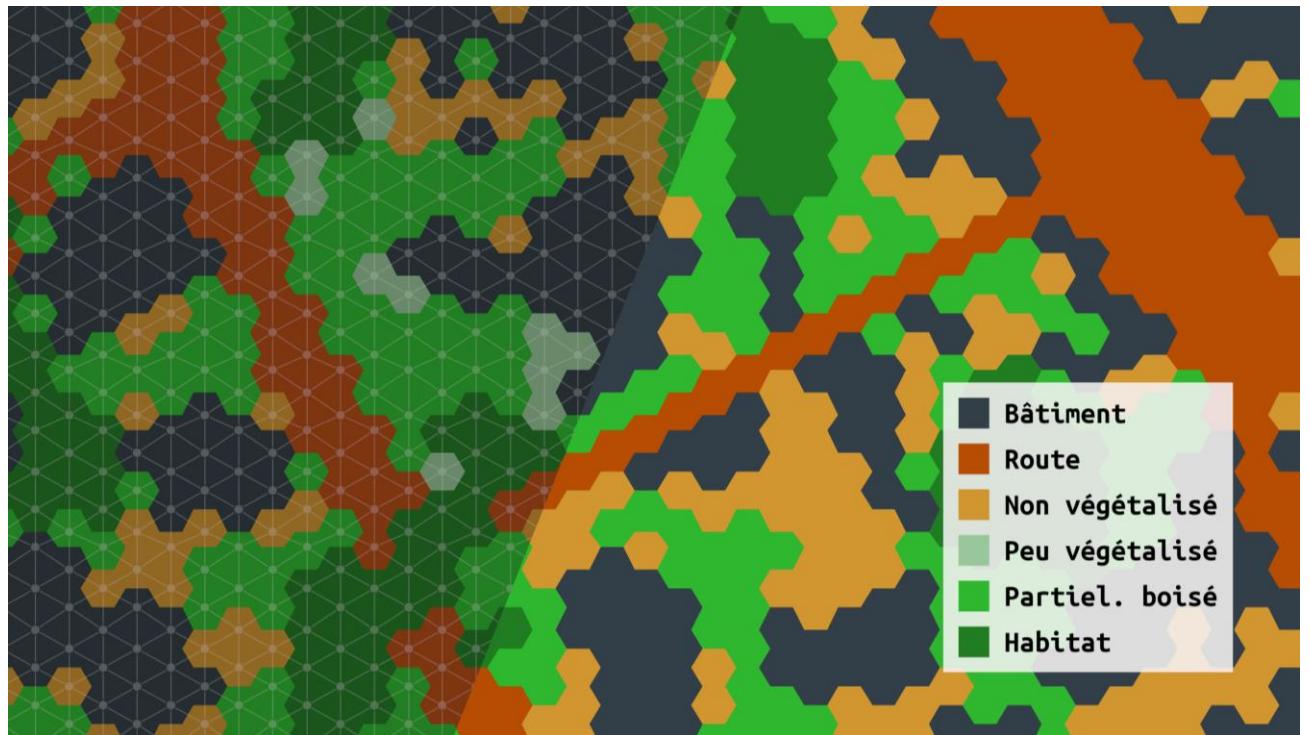


(c) paysage écologique



(d) graphe paysager $G = (V, E, w, \pi)$

- w_u la qualité du patch u
- π_{uv} la probabilité de connexion du corridor (u, v) pour une espèce donnée



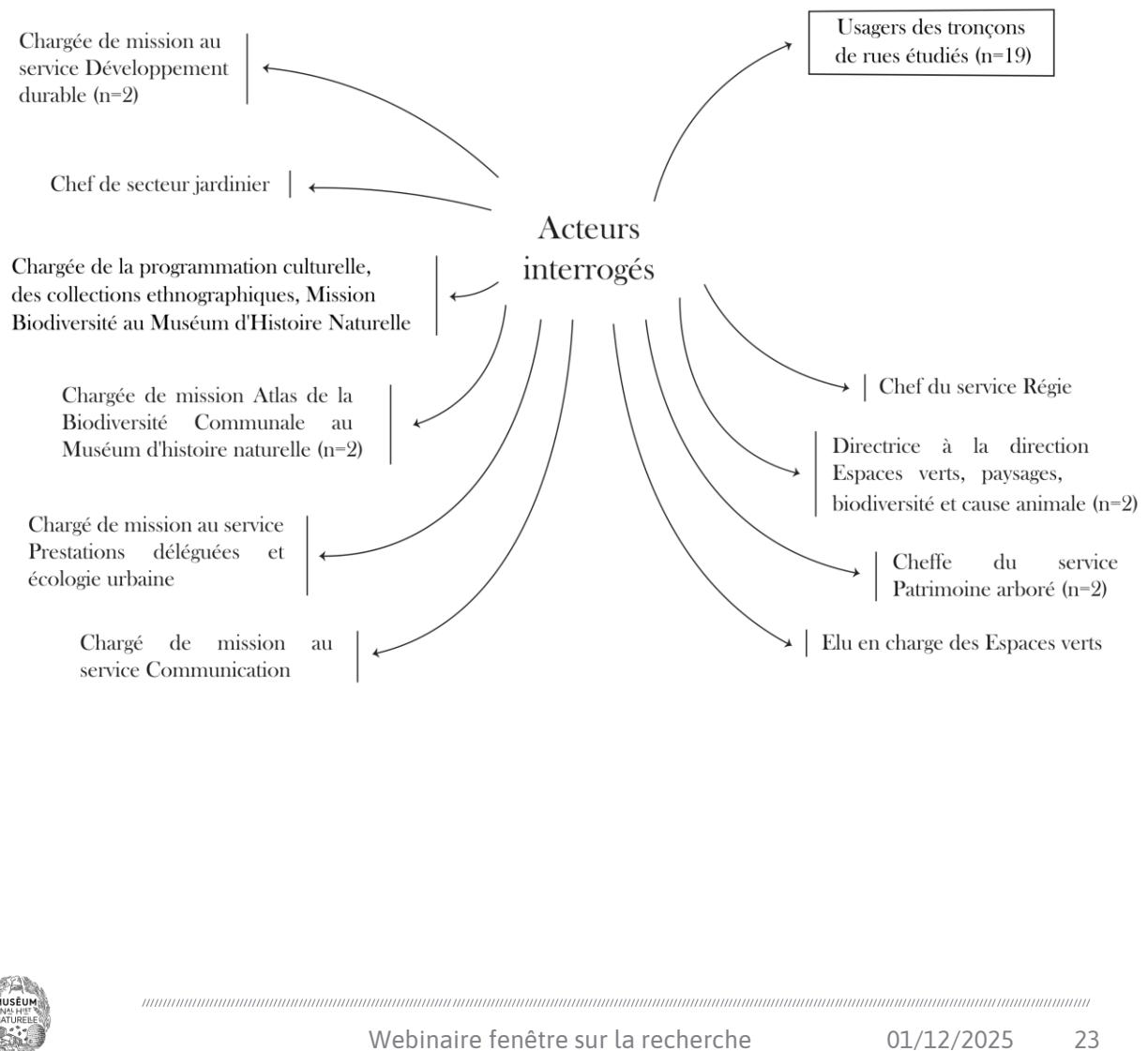
Méthodologie : Le tronçon pour révéler la gouvernance de la nature en ville et de la biodiversité urbaine

Nécessité de comprendre le contexte d'intervention aixois, en matière de végétalisation, de l'élu à l'habitant.

Réalisation d'entretiens :

- Auprès de chaque maillon de la chaîne décisionnelle d'acteurs publics impliqués dans les démarches de végétalisation (n= 10) :
 - Elus responsables des espaces verts
 - Direction infrastructure et déplacement
 - Service espaces verts
 - Service propreté
 - Chefs de secteurs et jardiniers
- Auprès des usagers des tronçons identifiés (n= 17).

Organisation d'un *focus group* consacré à la gestion du patrimoine arboré aixois en présence de trois techniciens de la Ville d'Aix-en-Provence



Principaux résultats : Flore

Au total, **158 espèces**, réparties au sein de 31 familles, ont été observées sur les pieds d'arbres échantillonnés.

Il ressort que les tissus urbains analysés sont bel et bien caractérisés par une flore spécifique, tant en matière de richesse que de recouvrement.

TISSU URBAIN	N_T	N_P	S_tot	S_mT	S_mP
Continu	12	113	66	19,83 ^a	5,81 ^a
Discontinu	12	117	99	26,50 ^{ab}	7,06 ^b
Composite	12	117	105	31,33 ^b	9,42 ^c
Pavillonnaire	11	106	110	30,00 ^{ab}	9,60 ^c
CONTEXTE DE VÉGÉTALISATION					
Rue moins végétalisée	24	227	131	28,61 ^a	8,79 ^a
Rue plus végétalisée	23	226	123	25,17 ^b	7,11 ^b

Les tissus d'habitat collectif continu (centre et péricentre) apparaissent moins riches en espèces que les tissus d'habitat pavillonnaire (périphérie). Cela peut être mis en relation avec les plus fortes perturbations qu'induit le centre urbain dense. Force est alors de souligner l'influence du gradient d'urbanisation sur la richesse spécifique des pieds d'arbres.

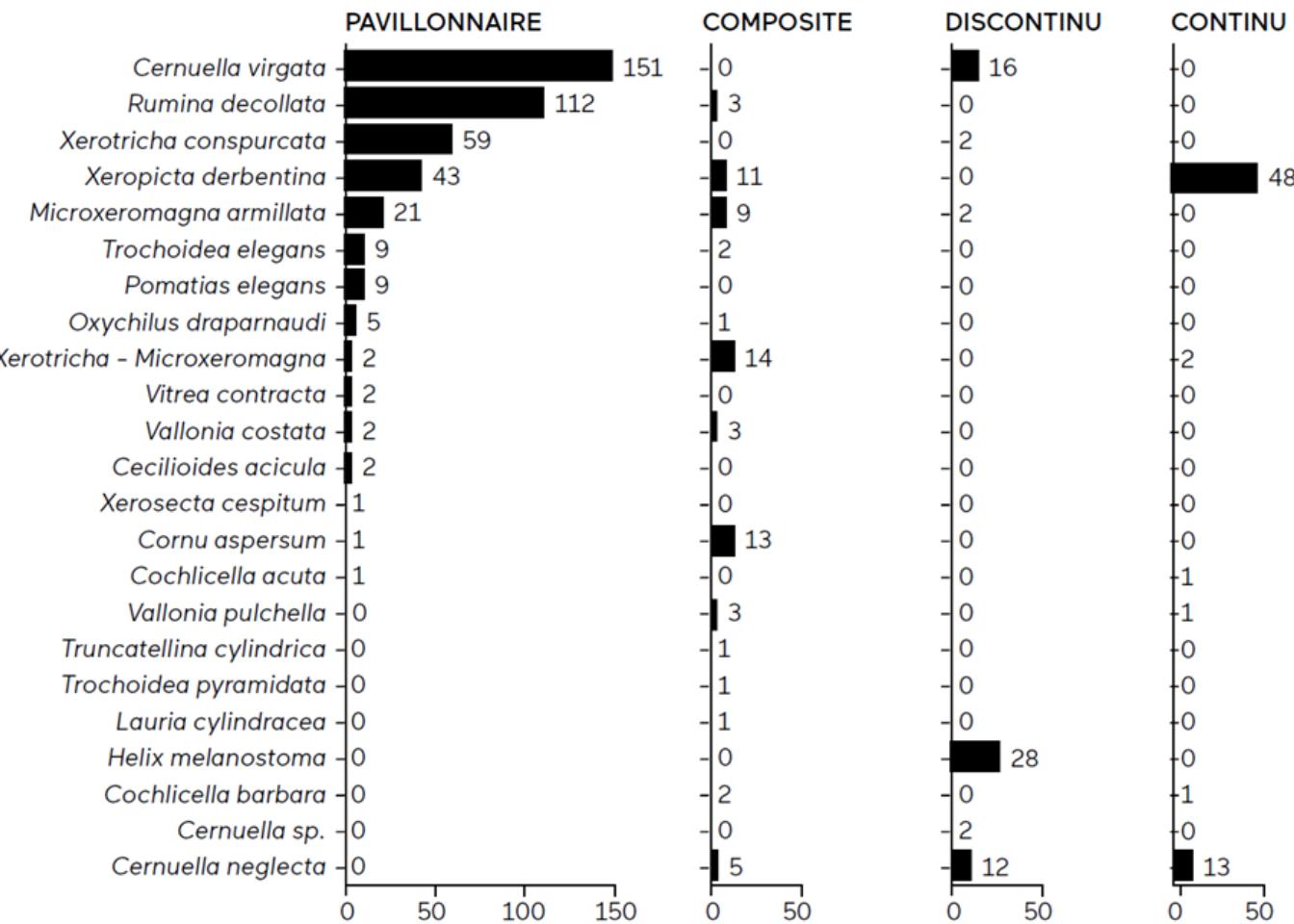
Une différence significative de richesse spécifique peut toutefois être relevée entre les tissus d'habitat collectif discontinu et les tissus urbains composites, pourtant situés au même niveau du gradient d'urbanisation. Cela laisse entrevoir une certaine influence de la morphologie urbaine sur le nombre d'espèces.

Principaux résultats : Malacofaune

Avec 23 espèces identifiées sur 12 tronçons de rues, les pieds d'arbres d'Aix-en-Provence semblent alors présenter une richesse spécifique relativement importante au regard de la littérature scientifique.

Cette richesse spécifique demeure préférentiellement périphérique, car plus marquée dans les tissus urbains composites et, surtout, dans les tissus d'habitat pavillonnaire.

En revanche, quel que soit le tissu urbain considéré, les pieds d'arbres situés aux alentours d'un Espace à Caractère de Nature (moins de 25 m) présentent un plus grand nombre d'espèces. Cela s'explique sans doute par une meilleure connectivité de ces micro-habitats entre eux.

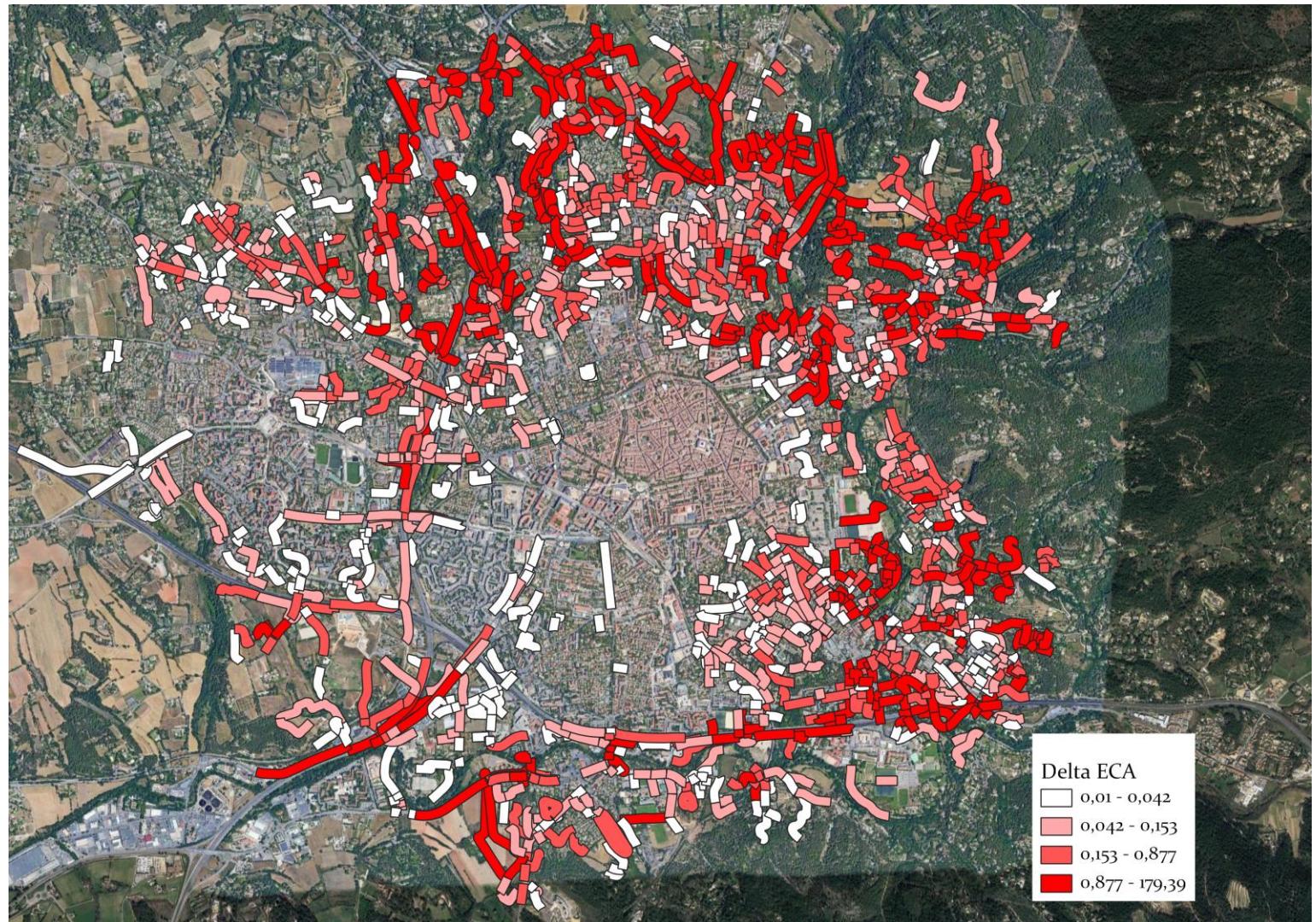


Principaux résultats : Connectivités écologiques de l'écureuil

Identification de 1569 tronçons où la densification du réseau écologique pourrait être la plus efficace du point de vue du modèle écureuil.

Leur spatialisation donne à voir le potentiel associé aux situations de franges ville-nature.

Elle montre aussi l'importance des liaisons entre périphéries, conduisant alors à ne pas seulement envisager les démarches de végétalisation urbaine uniquement comme des formes de compensation de la minéralité des espaces centraux.

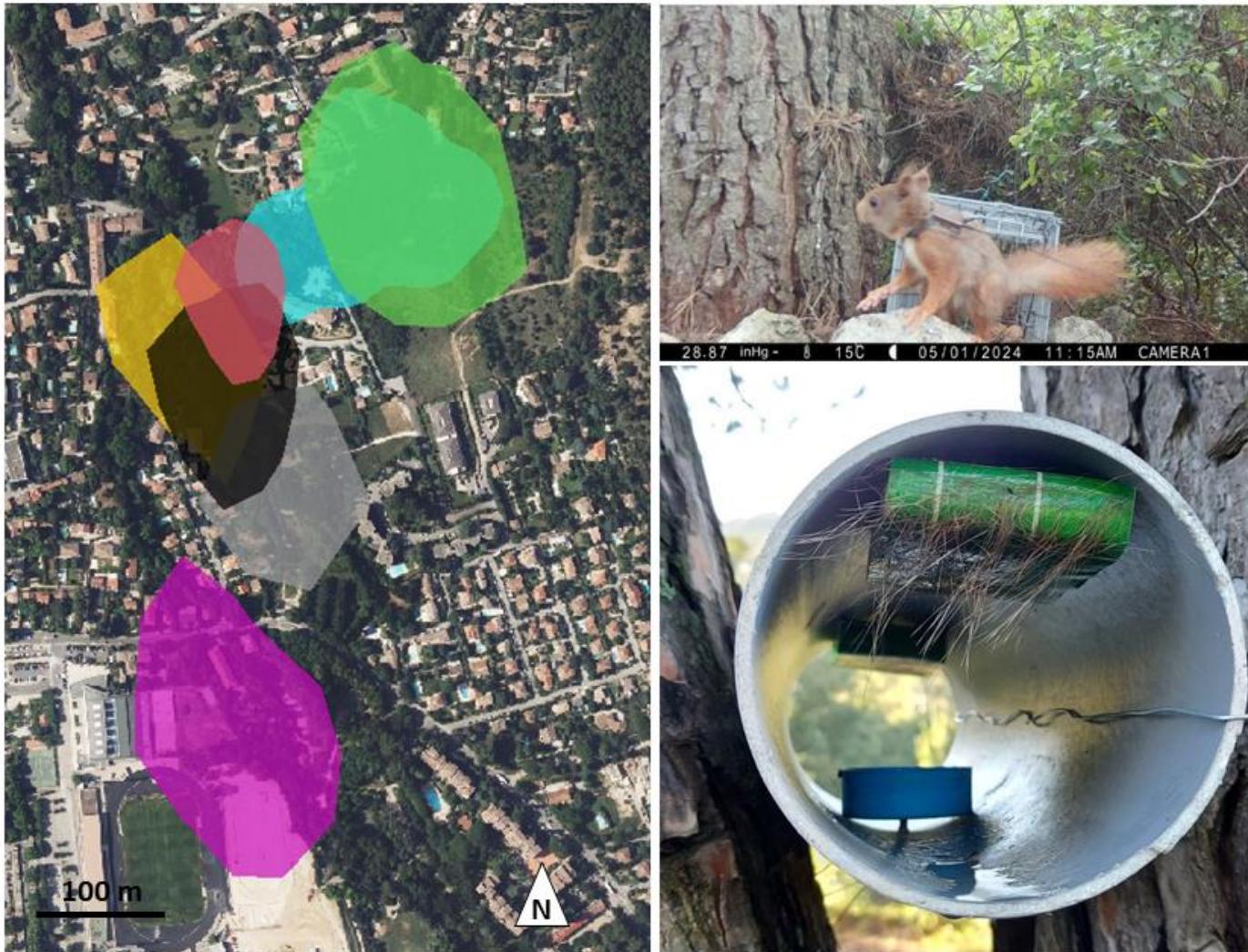


Principaux résultats : Connectivités écologiques de l'écureuil

Ces résultats sont désormais testés sur le terrain avec la mise en œuvre de suivis GPS et d'analyses de génétique des populations sur les écureuils roux dans la Ville d'Aix-en-Provence.

Ce travail a également contribué au développement d'un outil d'aide à la décision innovant appelé **GECOT** pour *Graph-based Ecological Connectivity Optimization Tool*.

Cet outil a été mis à la disposition des partenaires de la ville d'Aix-en-Provence afin d'accompagner la mise en œuvre de leur politique de végétalisation du réseau viaire.



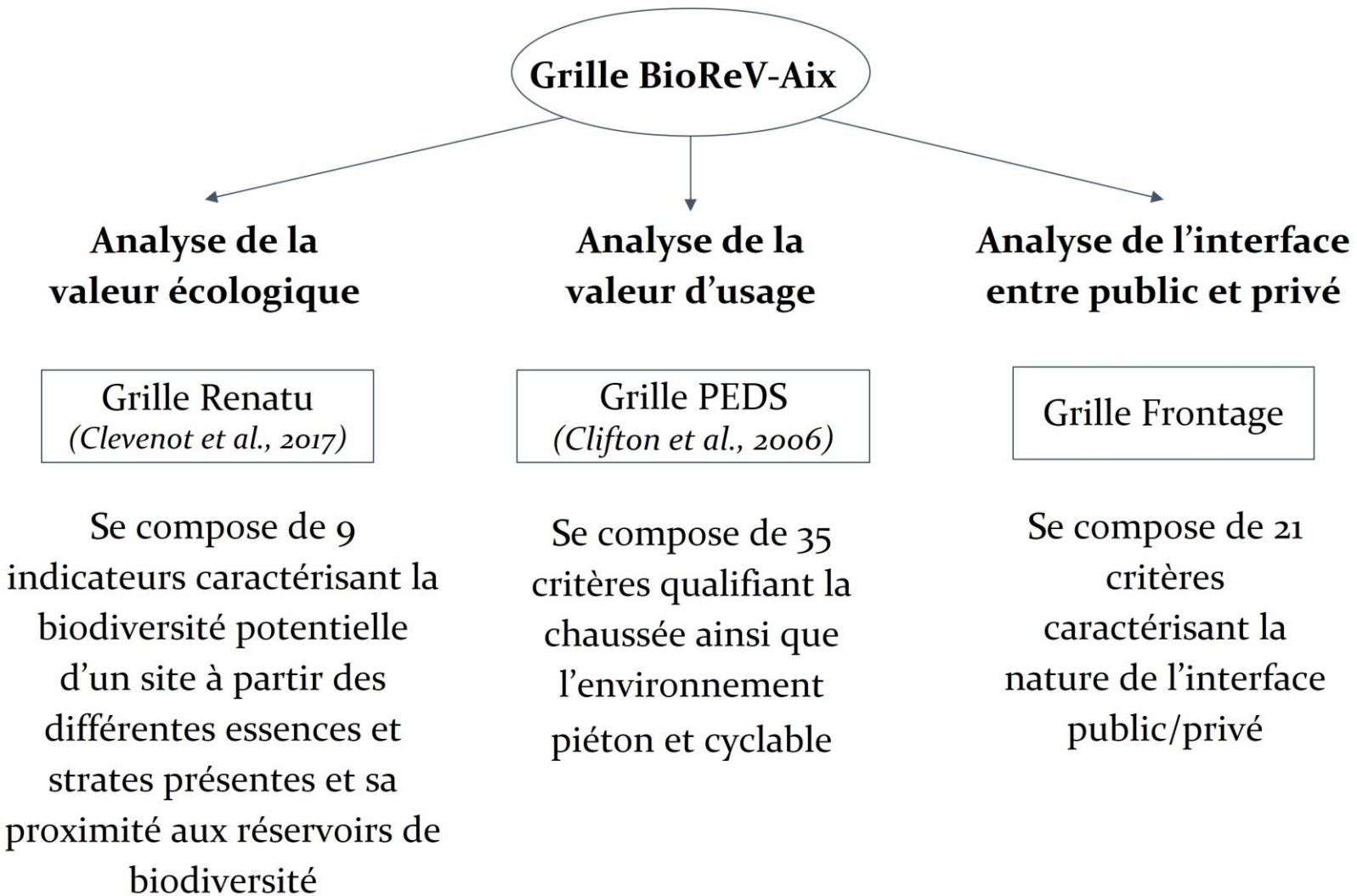
Principaux résultats : (A)ménagement de la biodiversité urbaine

Identification de 35 tronçons à potentiel écologique représentatifs :

- des types de tissus urbains en présence,
- des différents niveaux de hiérarchisation du réseau viaire d'Aix-en-Provence.



Principaux résultats : (A)ménagement de la biodiversité urbaine



Principaux résultats : (A)ménagement de la biodiversité urbaine

Des routes urbaines



Tronçon n°3741 (paragone 1)



Tronçon n°4168 (paragone 2)



Tronçon n°3740 (paragone 3)



Tronçon n°3578 (paragone 4)



Tronçon n°674 (paragone 5)

Des voies de desserte privées



Tronçon n°4985 (paragone 1)



Tronçon n°2545 (paragone 2)



Tronçon n°2056 (paragone 3)



Tronçon n°2360 (paragone 4)



Tronçon n°4065 (paragone 5)

Des boulevards périurbains et des voies de desserte publiques



Tronçon n°3824 (paragone 1)



Tronçon n°1046 (paragone 2)



Tronçon n°524 (paragone 3)

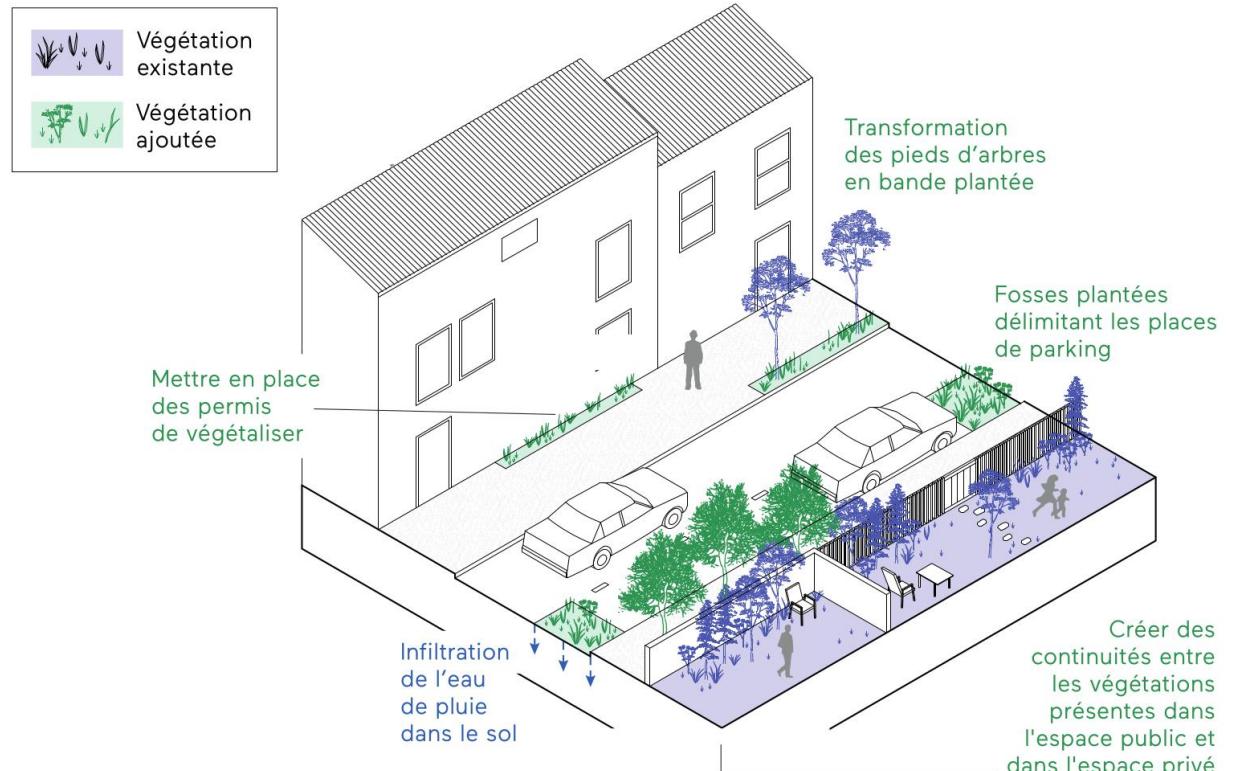
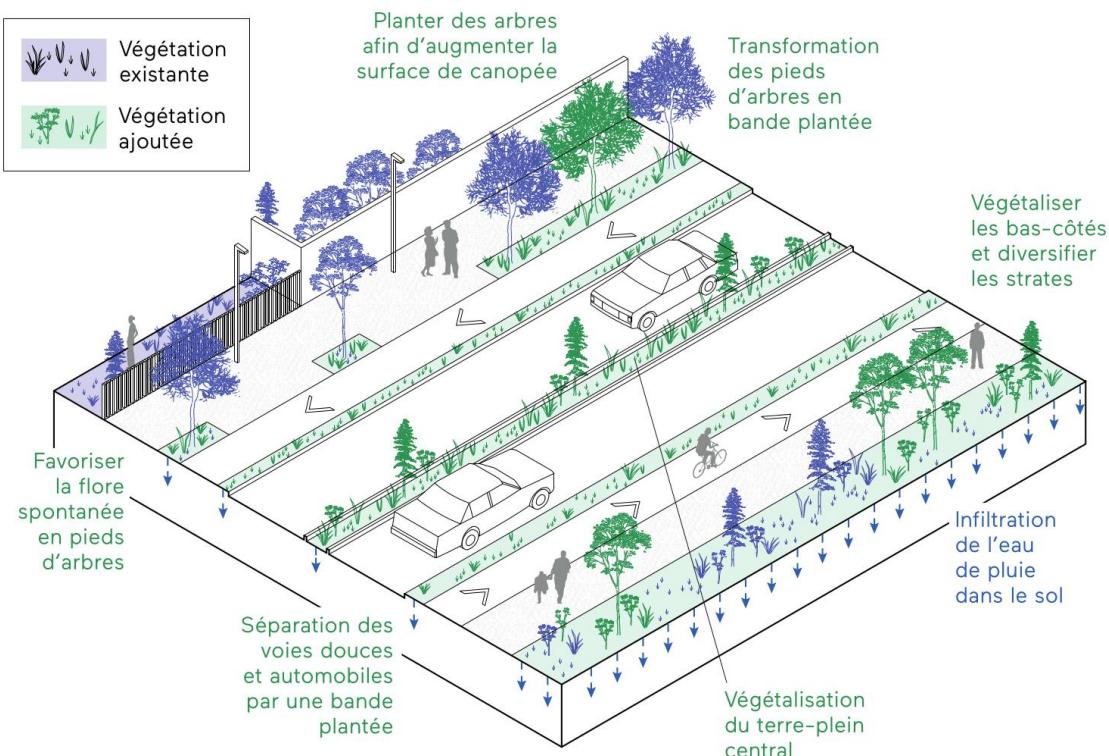


Tronçon n°590 (paragone 4)

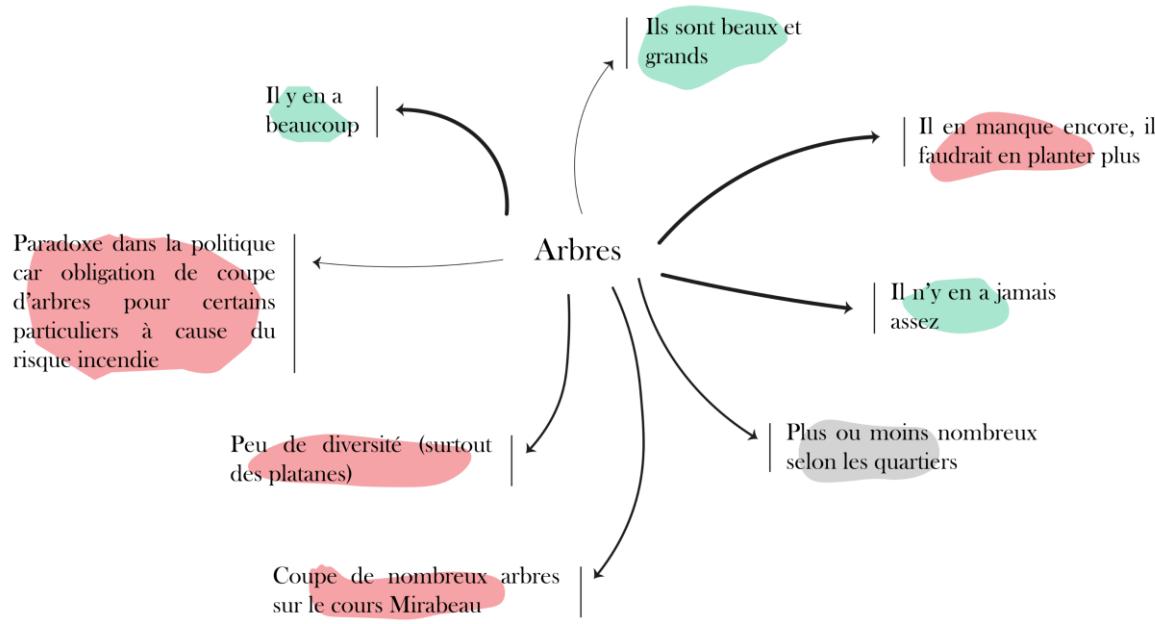


Tronçon n°664 (paragone 5)

Principaux résultats : (A)ménagement de la biodiversité urbaine



Principaux résultats : Gouvernance de la biodiversité urbaine



→ Enoncé peu souvent exprimé

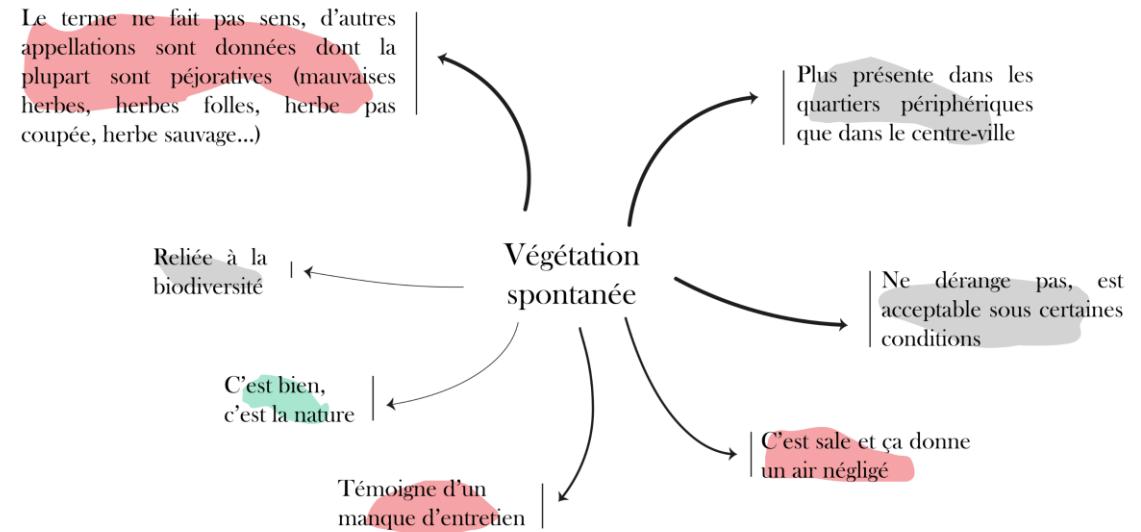
→ Enoncé souvent exprimé

→ Enoncé très souvent exprimé

→ Enoncé plutôt positif

→ Enoncé plutôt négatif

→ Enoncé neutre



→ Enoncé peu souvent exprimé

→ Enoncé souvent exprimé

→ Enoncé très souvent exprimé

→ Enoncé plutôt positif

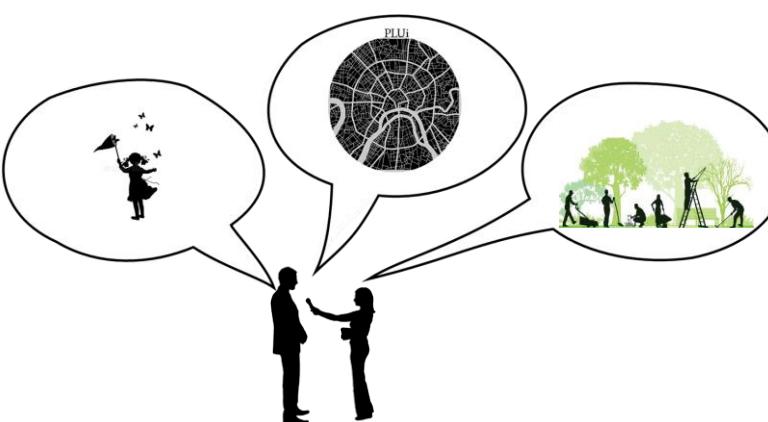
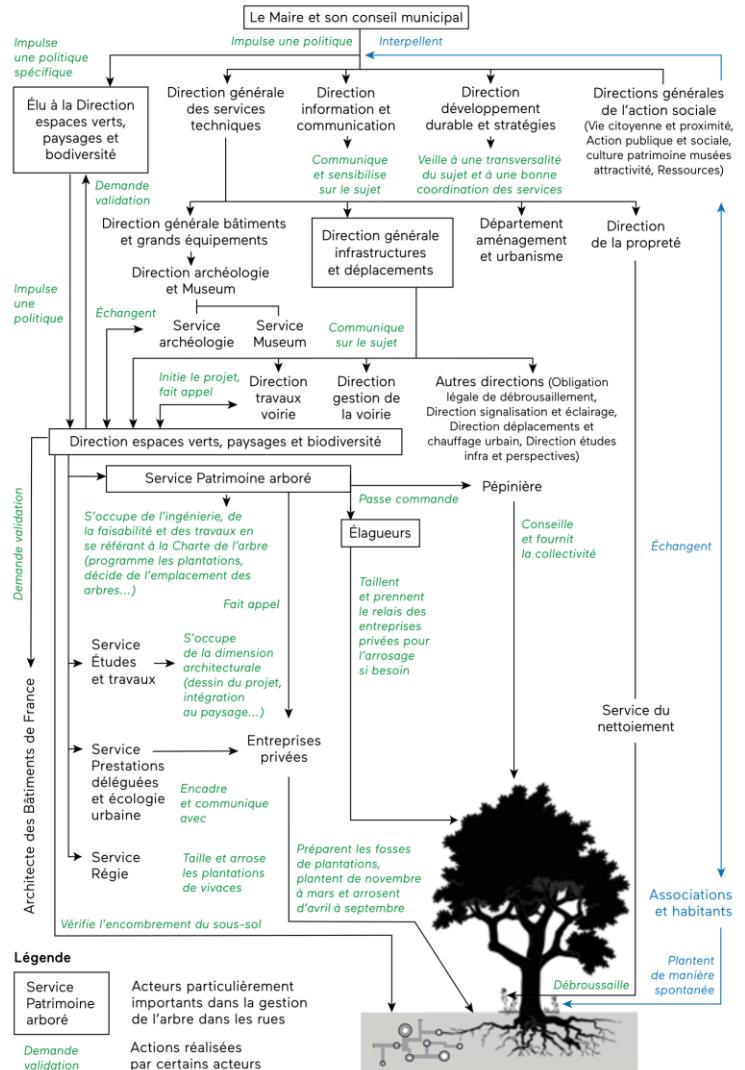
→ Enoncé plutôt négatif

→ Enoncé neutre

La présence de végétation spontanée à tendance à déranger et la gestion différenciée pose question.

Les représentations des habitants et usagers reposent surtout sur les services apportés par la végétation en ville, et particulièrement par les arbres (ombre, fraîcheur, aspect esthétique : beauté et propreté)

Principaux résultats : Gouvernance de la biodiversité urbaine



GRAND ANGLE - LA BIODIVERSITÉ URBAIN

ÉTUDE

L'ARBRE, C'EST LE PIED

APRÈS DEUX ANS D'INVESTIGATIONS,
LE PROJET BOIREV-AIX LIVRE SES
PREMIERS RÉSULTATS. LES INVENTAIRES
TÉMOIGNENT DE LA RICHESSE DE LA
FLORE DES PIEDS D'ARBRES AIXOIS,
AVEC UNE PART IMPORTANTE D'ESPÈCES
MÉDITERRANÉENNES.

Près de 500 pieds d'arbres et 48 rues passés au crible. L'inventaire réalisé au printemps 2021 a permis d'identifier 137 espèces végétales différentes, dont 30% sont d'origine méditerranéenne. Orge sauvage, lotier maraîcher ou délicat, pissenlit, bleuet de Madrid, bourse à poste, aurore ou roquette jaune... « cette richesse spécifique apparaît supérieure à celle relevée dans d'autres villes, sur le même habitat, c'est-à-dire l'arbre, et le micro-habitat, celui du pied d'arbre » explique Valéry Montes, maître de conférences en écologie et qui participe au projet. Ces résultats sont issus de la première campagne de relevés floristiques, autour de la végétation spontanée. Elle a été réalisée au printemps 2021, dans des rues peu végétalisées comme les végétalisées et dans des quartiers présentant des caractéristiques différentes. L'étude, qui compile des données sur l'ensemble de la ville, vise à confirmer l'importance du pied d'arbre pour le développement de la flore et de la faune en ville.

Université (IMBE, LIEU, LPED, Telemme), le projet BioRev-Aix s'interroge sur la capacité du réseau végétal d'axiois, les rues et les voies urbaines, à favoriser la biodiversité. L'urbanisme ne serait pas donc nécessairement l'ennemi de l'écologie. L'étude s'achèvera en fin d'année prochaine, avec des résultats connus dans la foulée.

VÉGÉTALISER : DES GAINS POUR TOUT LE MONDE

Bénéfiques pour l'arbre, son écosystème et ainsi le cadre de vie du citadin, les plantations aux pieds des arbres cumulent les avantages. Végétaliser peut améliorer la qualité et la porosité du sol. Plus fertile, il infiltre et stocke mieux les eaux de pluie nécessaires au développement de l'arbre. Les végétaux aiment aussi des polliniseurs et des espèces susceptibles de protéger l'arbre contre des ravageurs. Cerise sur le gâteau, avec moins d'entretien, de désherbage, le gain pour la collectivité est par ailleurs économique. Même si les pieds d'arbres ont des prédateurs - pleinement, rous des volutes, sel de déneigement ou pollution - la Ville entend désormais favoriser leur présence.

Rapport d'étonnement

- **Dans le déroulement du projet :**

→ Les changements politiques peuvent interférer sur les initiatives de recherche

- **Dans les résultats :**

→ Par-delà la morphologie urbaine, l'importance de l'effet gradient

→ Poids important de la végétation sise dans l'espace privé

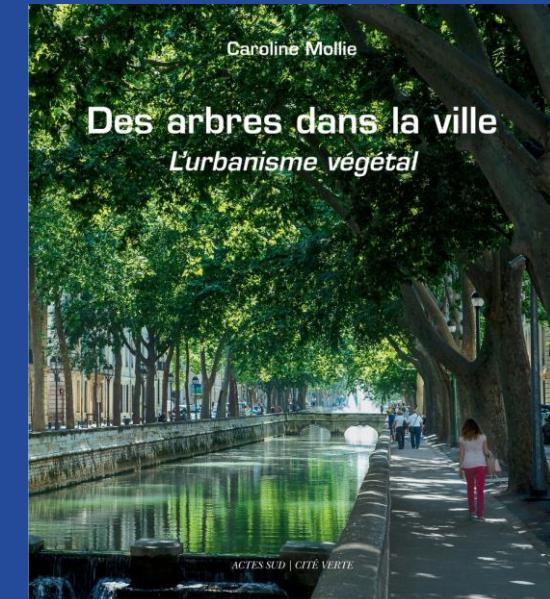
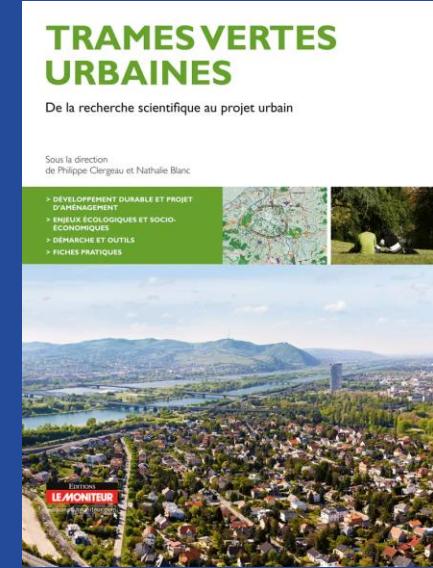
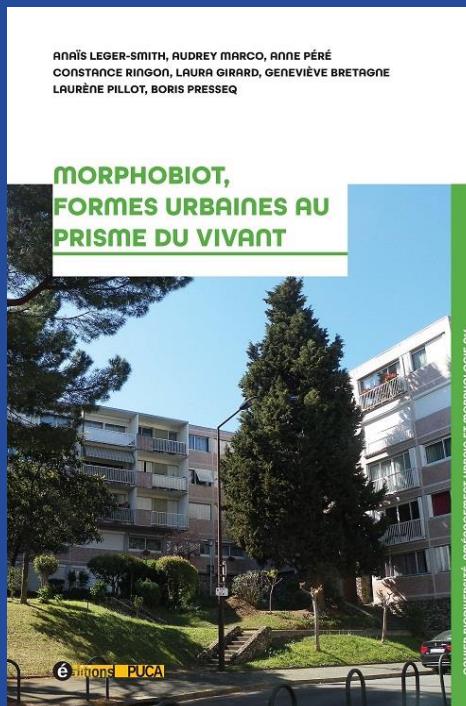
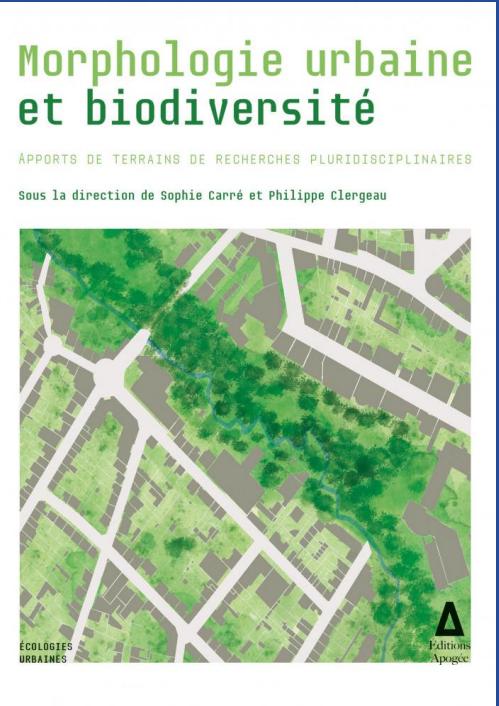
→ Le nombre et la diversité d'acteurs impliqués dans le système de l'arbre urbain

Ce qu'il faut retenir pour agir

- Il n'y a **pas (encore ?) de recette morphologique miracle** pour favoriser la biodiversité en ville.
- Néanmoins, les **approches modélisantes** laissent entrevoir des possibilités **d'identification des espaces à renaturer** pour favoriser les fonctionnements écologiques territoriaux.
- A ce titre, **l'échelle du tronçon** est une échelle intéressante pour soutenir l'aménagement de véritables trames urbaines vertes fonctionnelles.
- Il est alors important de toujours **considérer tous les Espaces à Caractère de Nature (ECN)**, **quel que soit leur taille** avec le reste du territoire. A cet égard, l'arbre urbain constitue déjà un micro socio-écosystème.
- Dans ce contexte, la connaissance et le renforcement de la trame verte peut passer par **l'articulation entre ECN** associés au réseau viaire public et ECN privés.

Pour aller plus loin

A voir, A lire :



Infuse. Végétaliser les rues pour optimiser les déplacements de l'écureuil roux dans la ville

<https://infuse.univ-amu.fr/fr/a-la-loupe/vegetaliser-rues-optimiser-deplacements-de-ecureuil-roux-la-ville>

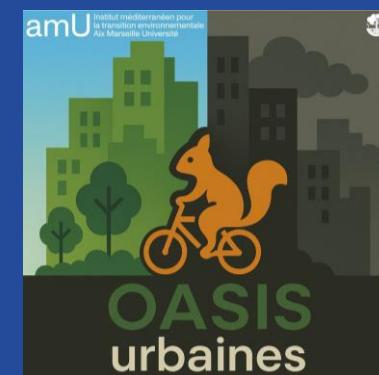
Hamonic François et al., 2022. Optimizing the ecological connectivity of landscapes with generalized flow models and preprocessing

<https://hal.science/hal-03578088v1/file/papier.pdf>

Hamonic François et al., 2025. GECOT: Graph-based ecological connectivity optimization tool

<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/2041-210X.70055>

Et la suite ?

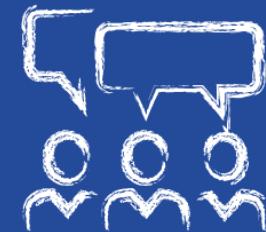


Temps d'échanges

Cueillette des questions

MERCI pour votre participation !

Nous vous invitons à répondre à notre **petit sondage** sur ce nouveau format de webinaire



Pour contacter les intervenants :
jn.consales@univ-lyon2.fr
benoit.romeyer@univ-amu.fr