Introduction scientifique

Luc Abbadie

Ecologue, professeur émérite à la Sorbonne,
vice-président au conseil scientifique de l'OFB

France Nature Environnement - Île de France
Mettre en oeuvre la trame verte : des clés pour agir à l'échelle locale
Paris, Académie du Climat, 26 septembre 2025

Les trames écologiques: Quoi ? Pourquoi ? Comment ?

Luc Abbadie

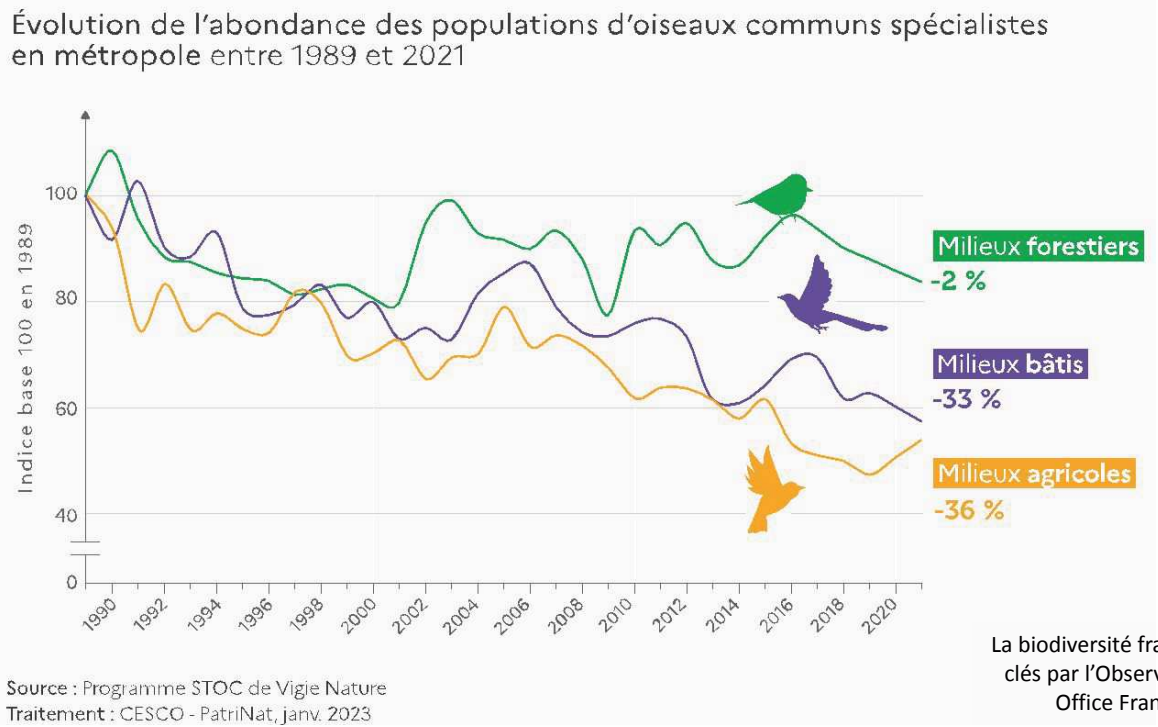
Professeur Emérite d'Ecologie, Sorbonne Université
Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement de Paris
Institut de la Transition Environnementale de Sorbonne Université
luc.abbadie@sorbonne-universite.fr
https://iees-paris.fr
https://ite.sorbonne-universite.fr

Institut de la transition environnementale
ALLIANCE SORBONNE UNIVERSITÉ

IEES PARIS

Le point de départ

France métropolitaine



La biodiversité française en déclin. 10 ans de chiffres clés par l'Observatoire National de la Biodiversité. Office Français de la Biodiversité, 2003.

Le point de départ

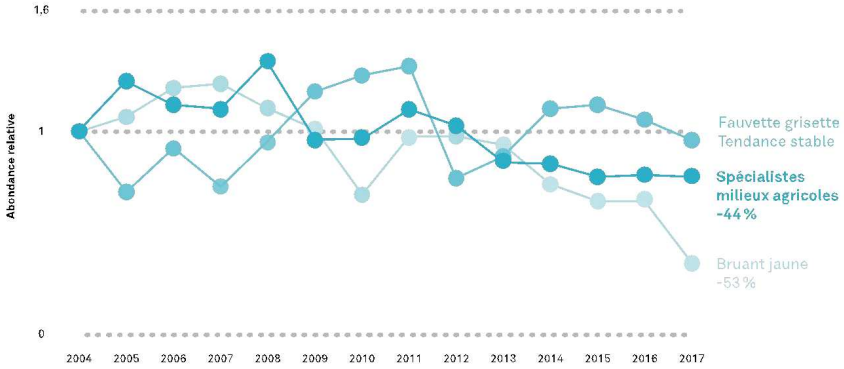
https://www.arb-idf.fr/fileadmin/DataStorageKit/ARB/Publications/Panorama_de_la_biodiversite_francilienne__2019_.pdf

Figure 3 ÉVOLUTION DES EFFECTIFS D'OISEAUX SPÉCIALISTES DU BÂTI EN ÎLE-DE-FRANCE ENTRE 2004 ET 2017

Exemples de la Pie bavarde et du Verdier d'Europe. Source : tendances issues du Suivi temporel des oiseaux communs (STOC) du programme Vigie-Nature du Muséum national d'histoire naturelle.

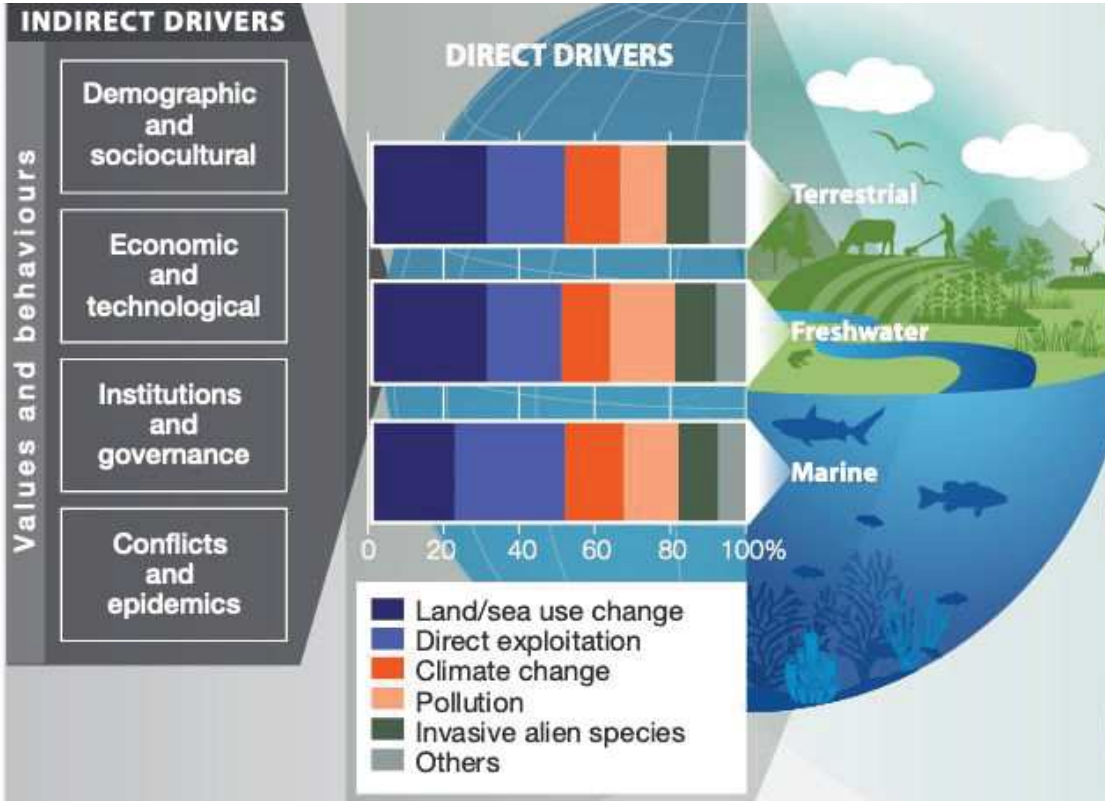
France métropolitaine

Figure 10 ÉVOLUTION DES EFFECTIFS D'OISEAUX AGRICOLES



Les oiseaux des milieux agricoles sont ceux pour lesquels le déclin est le plus marqué. Les tendances ne sont toutefois pas les mêmes chez toutes les espèces, mais l'on peine à trouver des espèces qui soient en augmentation. Avec certains corvidés, la Fauvette grisette est l'une des rares espèces des milieux agricoles à avoir une tendance stable, légèrement positive.
Données sources : Suivi temporel des oiseaux communs (STOC).

Une question de territoire



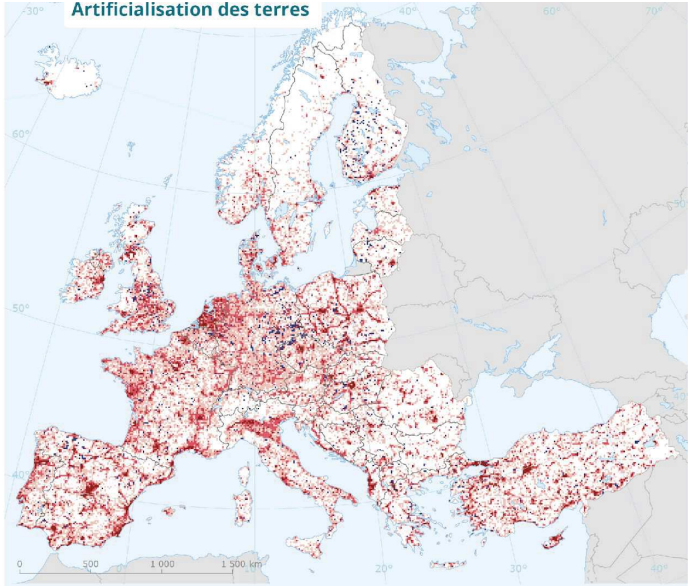
https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/inline/files/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers

Une question de territoire

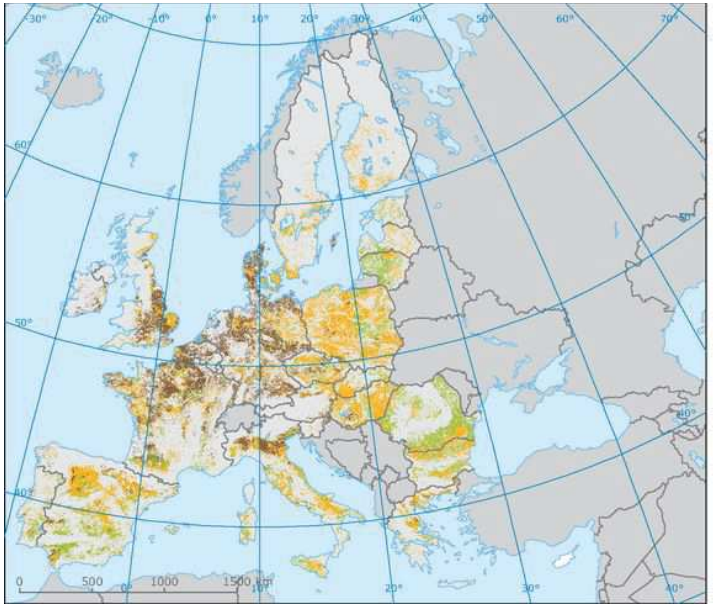
Réduction des habitats

Fragmentation des habitats

Une Europe de l'ouest artificialisée



https://www.eea.europa.eu/fr/signaux/signaux-2019/infographies/situation-actuelle/view

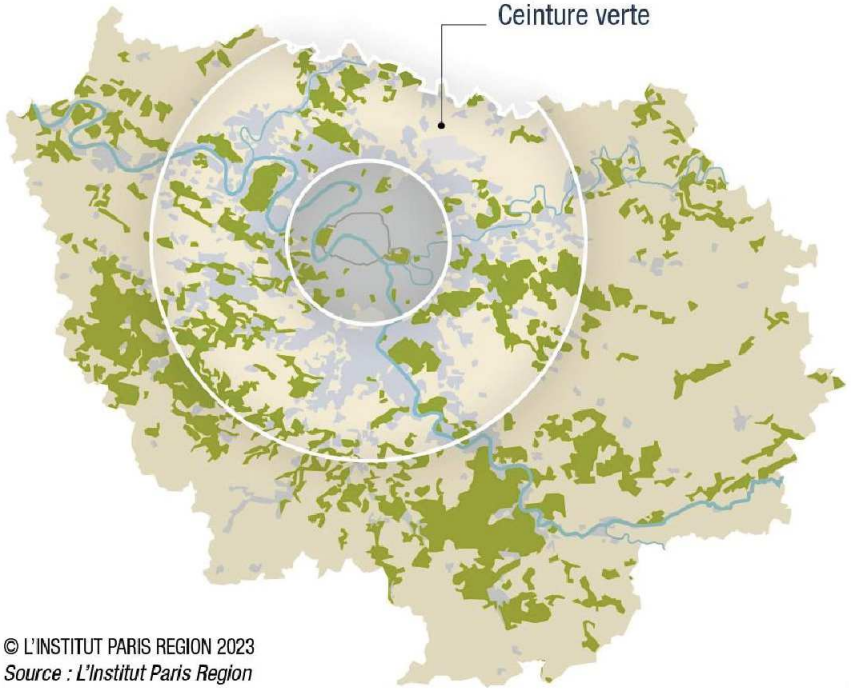


https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/agricultural-land-use-intensity-1/map_22618.eps/image_large

5 % du territoire européen est artificialisé (zones urbanisées et infrastructures de transport)

40 % du territoire européen est dévolu à la production alimentaire pour les humains

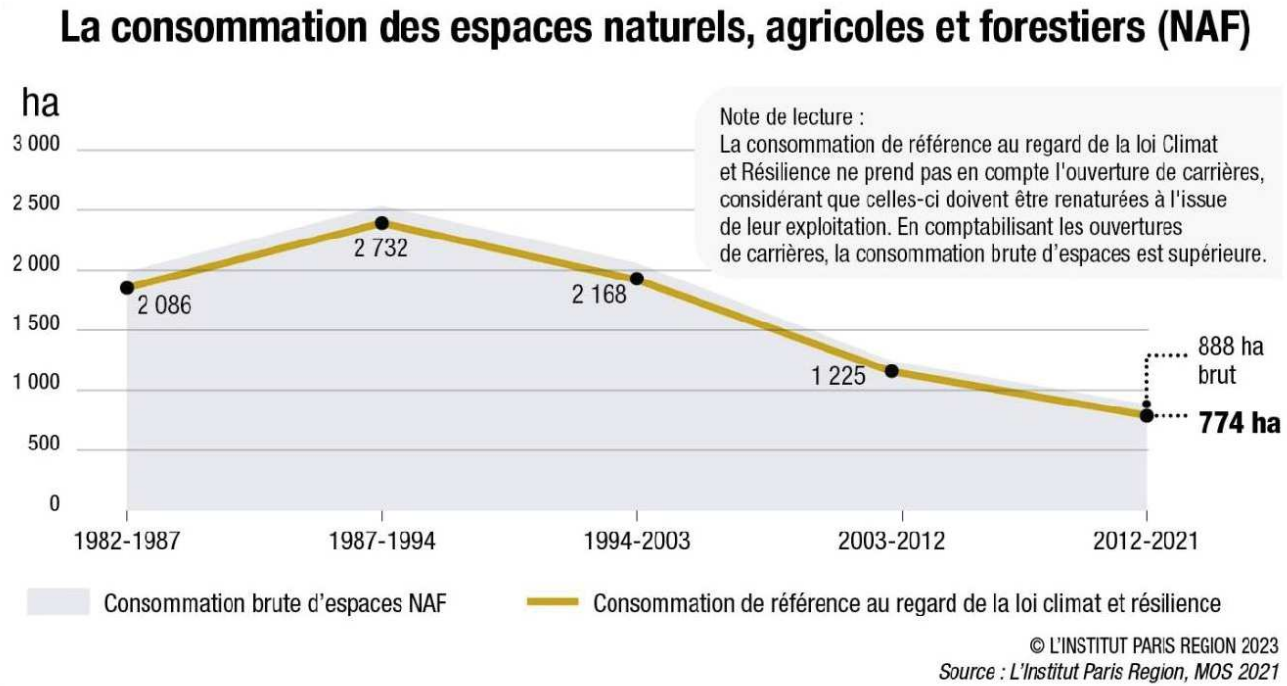
Une Ile de France artificialisée



Ile de France (France) :

43 % terres labourées (34,5 %)
7 % prairies (17 %)
24 % forêts (31 %)
22,5 % bâtiments, infrastructures de transport (9 %)
3,5 % milieux aquatiques et naturels

Une Ile de France artificialisée



Taux d'artificialisation en Ile de France: 0,38 % par an entre 2012 et 2021

Une question de territoire

Réduction des habitats

Fragmentation des habitats

Surexploitation et dégradation des ressources et des écosystèmes

- Modalités d'agriculture et de foresterie
- Extension et densité des zones urbaines

Deux facteurs majeurs

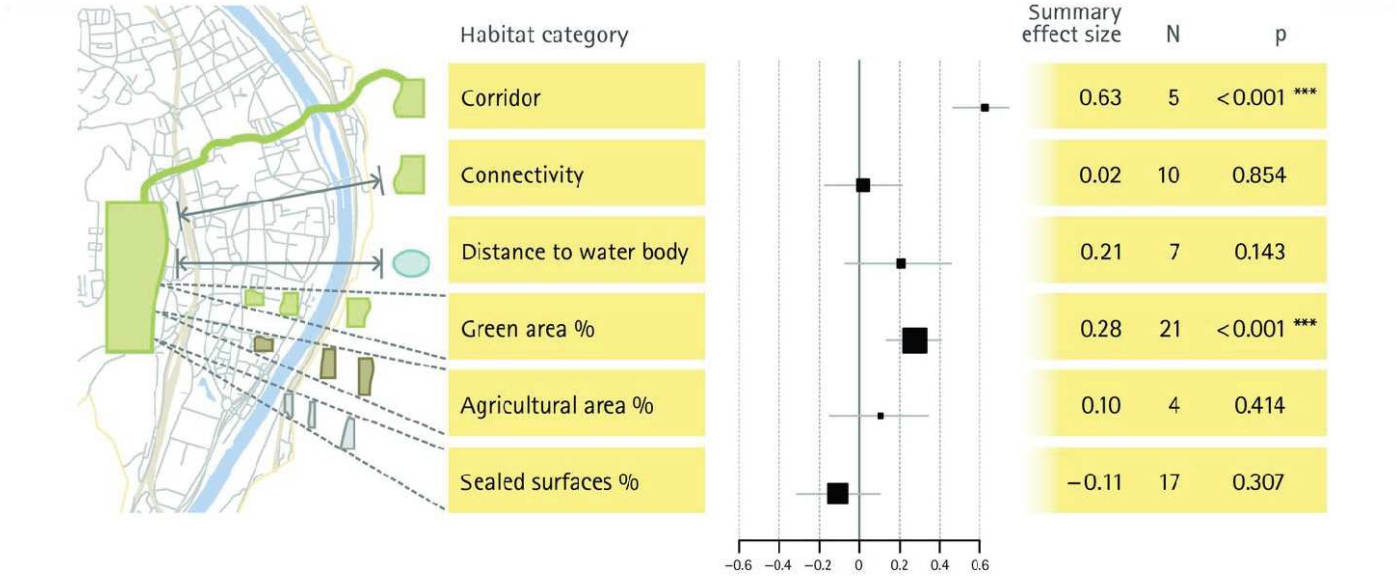


Figure 4 Summary effect sizes of random-effect models for all landscape factors calculated for species richness; size of square of summary effect corresponds to sample size of model. Orange: design variables.

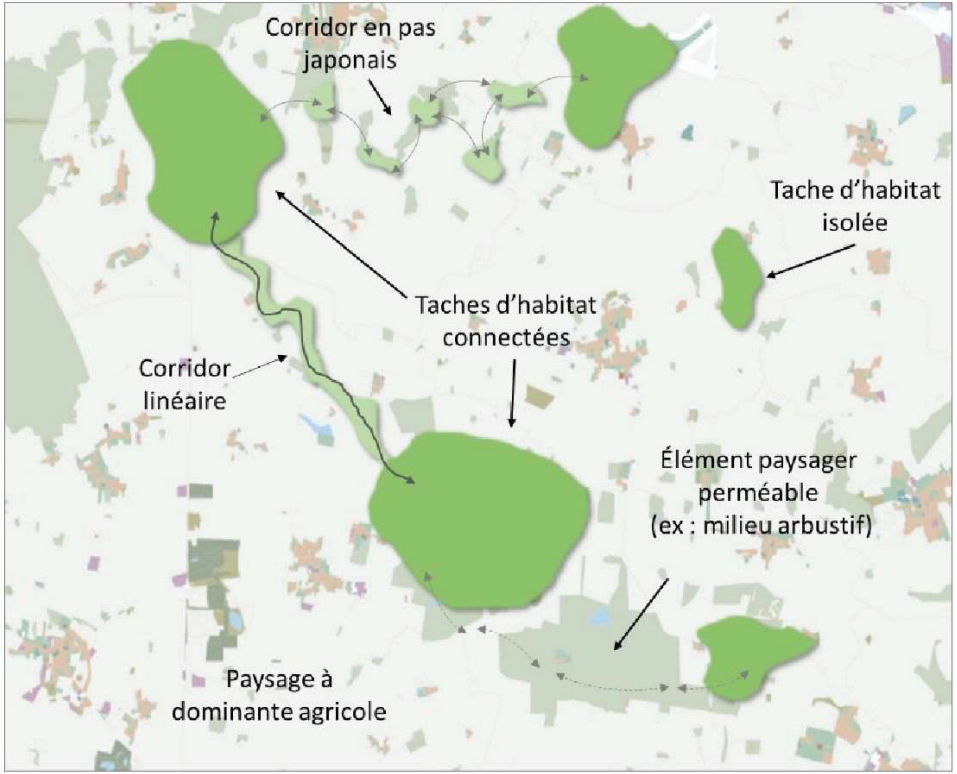
Beninde et al. 2015. Ecology letters 18: 581-592

Métanalyse de la richesse et de la diversité spécifique intra-urbaine (faune et flore, 75 villes dans le monde): la surface des espaces verts et la présence de corridors ont les plus forts effets positifs sur la biodiversité.

Une question de territoire

Trame verte, bleue, brune, noire…
Un réseau de milieux (d'écosystèmes) plus ou moins continu dans l'espace et dans le temps permettant aux espèces de se déplacer, de se disperser et d'interagir, permettant ainsi la circulation des individus entre populations et le brassage génétique associé.

Continuité-connectivité écologique

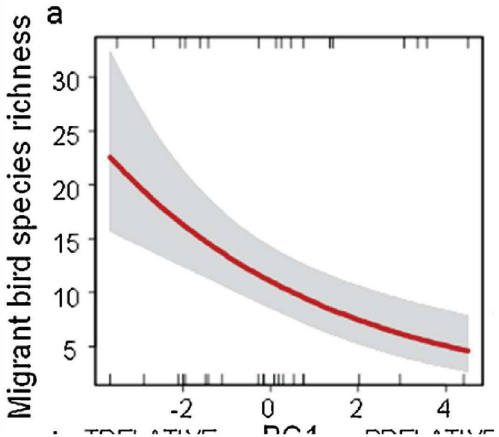


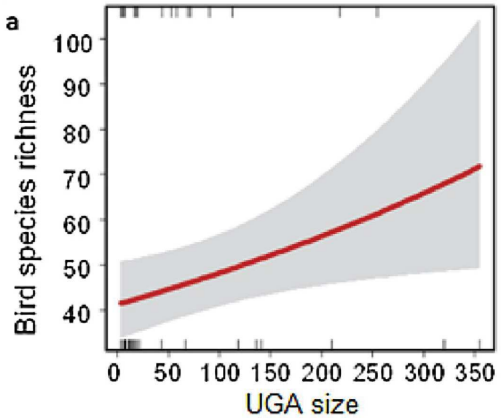
https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-thematiques/changement-global/articles-scientifiques/reseaux-ecologiques

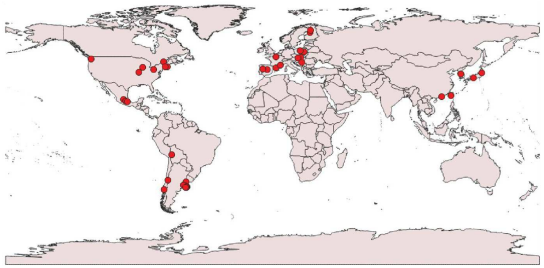
Une trame justifiée?

- Créer des habitats pour les espèces.

La relation aire-espèces





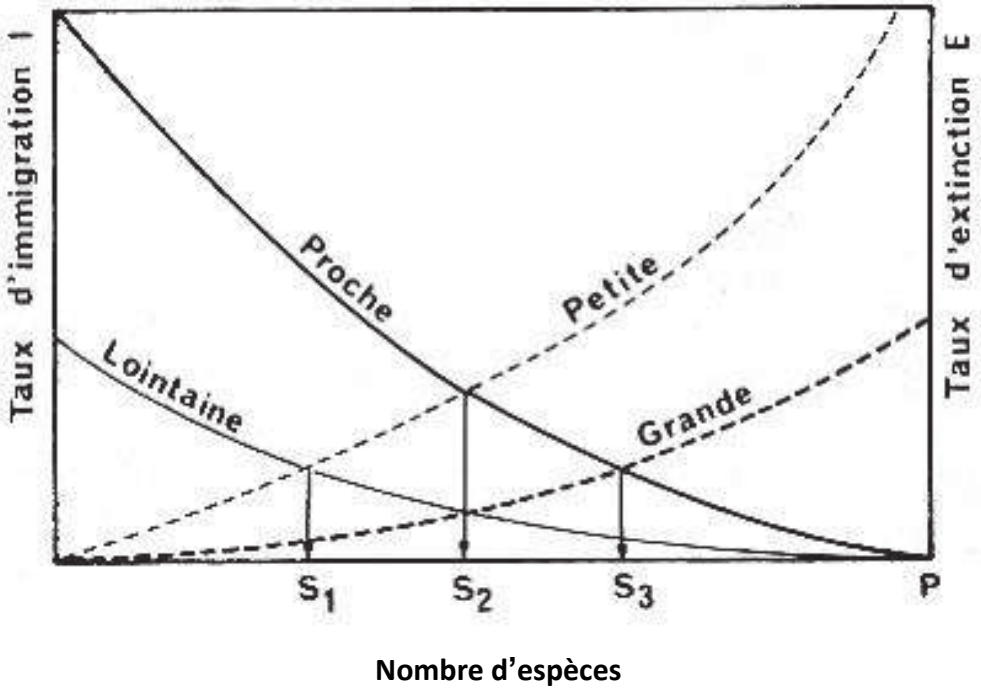


Leveau 2021. Urban Forestry and Urban greening 57: 126953

Dans 37 villes à travers le monde, la richesse spécifique des oiseaux nicheurs et celle des oiseaux migrateurs (à l'échelle de la ville) augmente avec la surface des zones végétalisées

La théorie des iles

Théorie de l'équilibre dynamique Mac Arthur et Wilson, 1963 et 1967



Le taux d'immigration décroît avec l'augmentation de la richesse spécifique S.

Le taux d'immigration décroit avec l'augmentation de la distance au continent "source".

Le taux d'extinction croît avec l'augmentation de la richesse spécifique S.

Le taux d'extinction croit avec la diminution de la taille de l'île.

La richesse spécifique S est élevée (= S_3) si l'île est grande et peu éloignée du continent.

Une trame justifiée?

- Créer des habitats pour les espèces.
- Permettre la régulation de la densité des populations = stabiliser les abondances et maintenir une diversité élevée aux échelles supra locales.

Populations et métapopulations

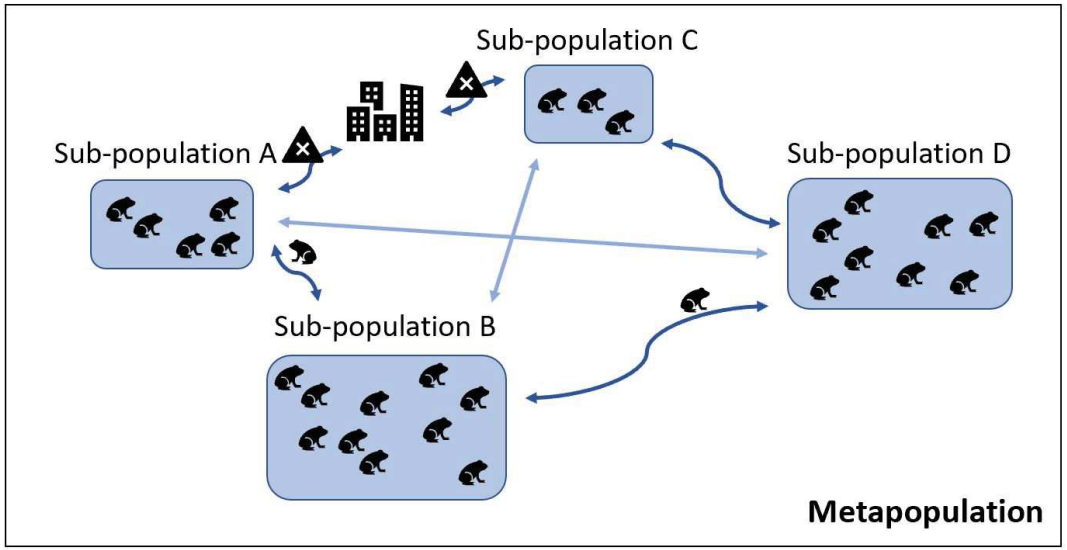


Figure 2: A metapopulation consisting of several sub-populations. These sub-populations occupy distinct habitat patches which remain connected through individual migration. As shown in between sub-population A and sub-population B there can be barriers to migration. Increasing connectivity between habitat patches will increase likelihood of species success, according to metapopulation theory. Figure Credit: Penny Ixer.

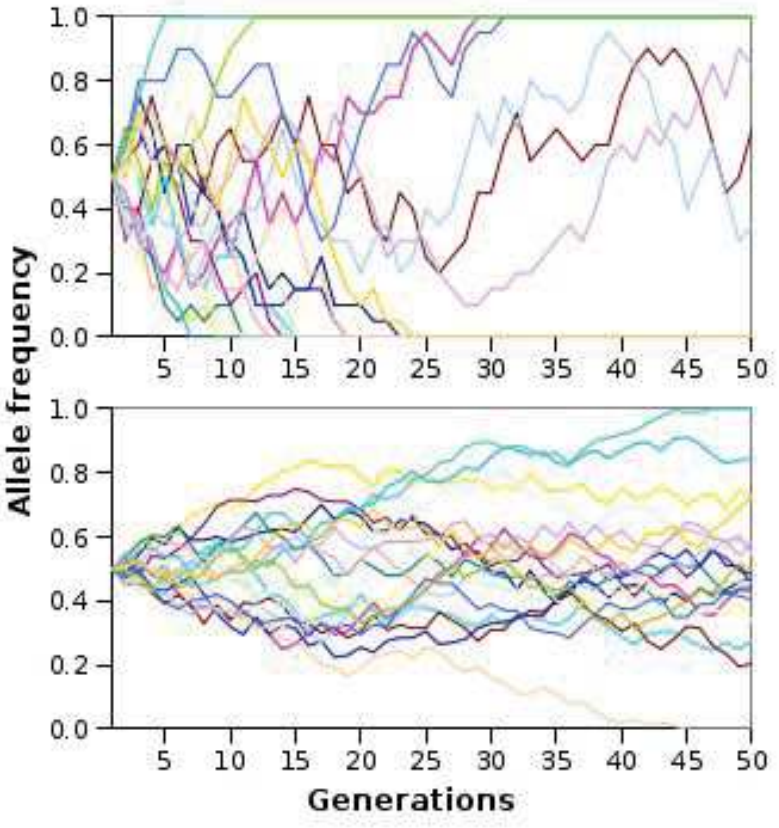
https://biol420eres525.wordpress.com/2019/04/12/application-of-metapopulation-theory-to-conservation/

Une trame justifiée?

- Créer des habitats pour les espèces.
- Permettre la régulation de la densité des populations = stabiliser les abondances et maintenir une diversité élevée aux échelles supra locales.
- Permettre la circulation de l'information génétique = préserver les capacité d'adaptation des espèces.

Diversité génétique et effectifs

La dérive génétique est le changement de la proportion des allèles d'une génération à l'autre. La probabilité de perdre un allèle au cours du temps est d'autant plus forte que la taille de la population est petite.



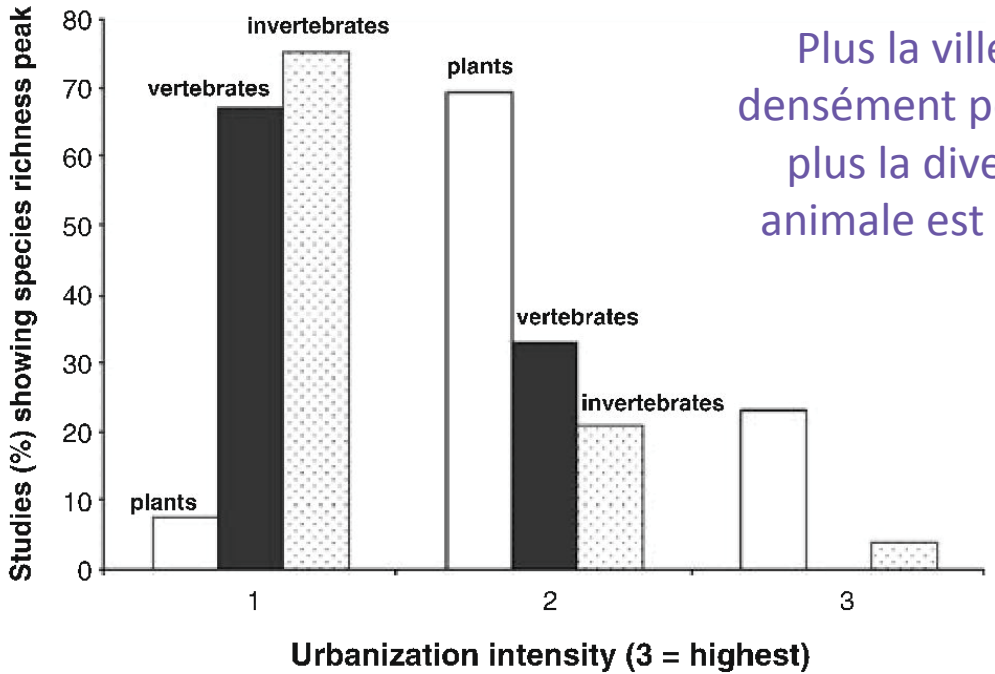
https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9rive_g%C3%A9n%C3%A9tique#/media/Fichier:Allele-frequency.png

25 individus diploïdes

100 individus diploïdes

Impact de la densité d'urbanisation

Fig. 1 Percentage of studies, by group, showing species richness peaks at three levels of urbanization (1=lowest level, 3=highest level of urbanization)

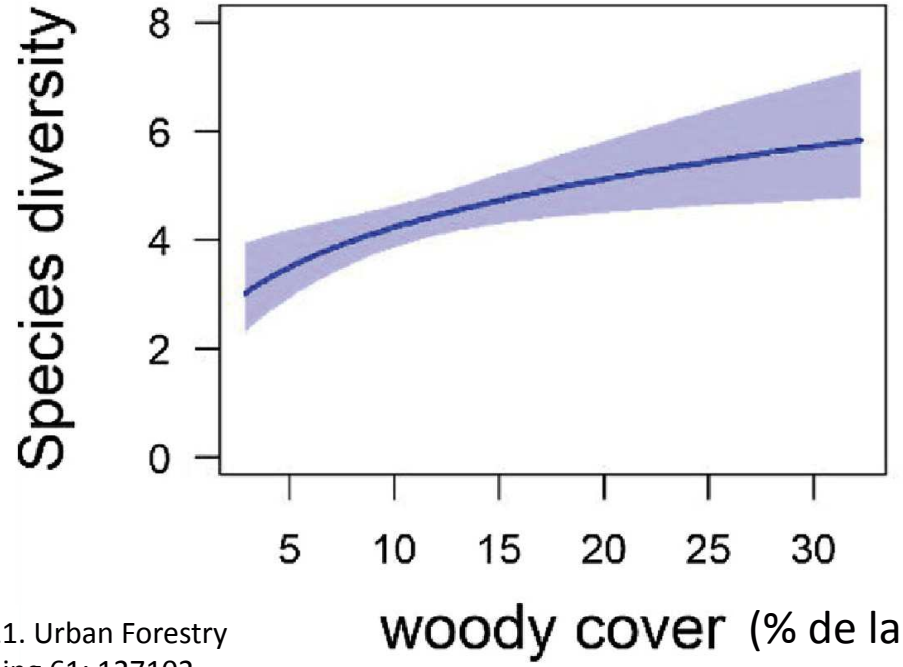


Plus la ville est densément peuplée, plus la diversité animale est faible.

Mammifères, reptiles, amphibiens, invertébrés et plantes (oiseaux exclus), 105 études

Mc Kinney 2008. Urban Ecosystems DOI 10.1007/s11252-007-0045-4

Impact de la surface d'habitat



Oiseaux nicheurs dans la ville de Santiago du Chili.

Villasenor et al. 2021. Urban Forestry and Urban Greening 61: 127102

Impact de la taille des patchs

Zurich, 166 plantes vasculaires, patches de 1 m^2 et plus.

Les petits patchs sont moins riches en espèces que les grands patchs.

Au total, les nombreux petits patches contribuent à la biodiversité urbaine au même niveau que les peu nombreux grands patchs: le nombre compense la taille.

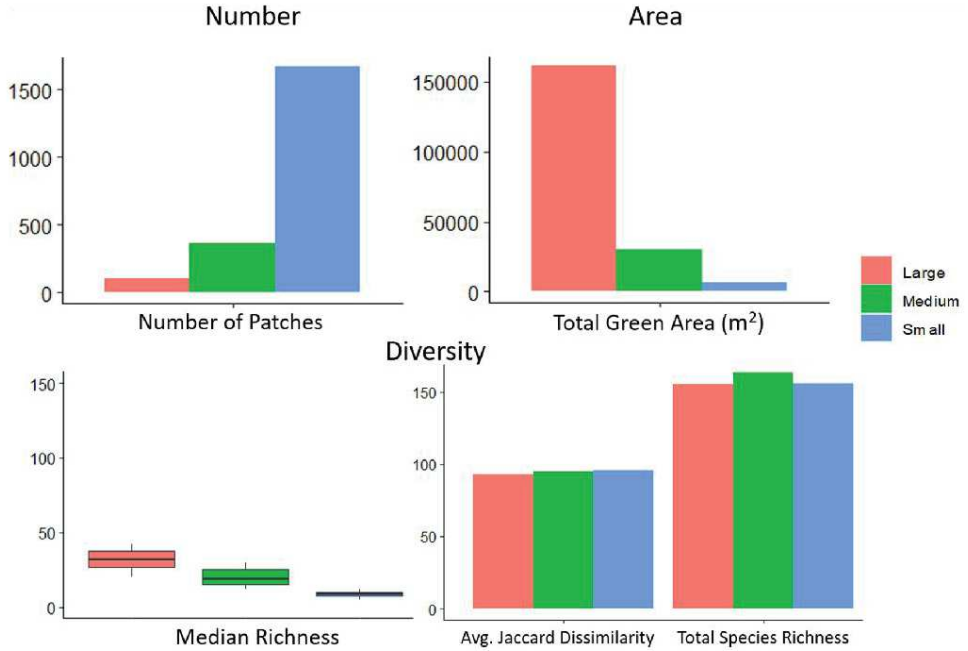
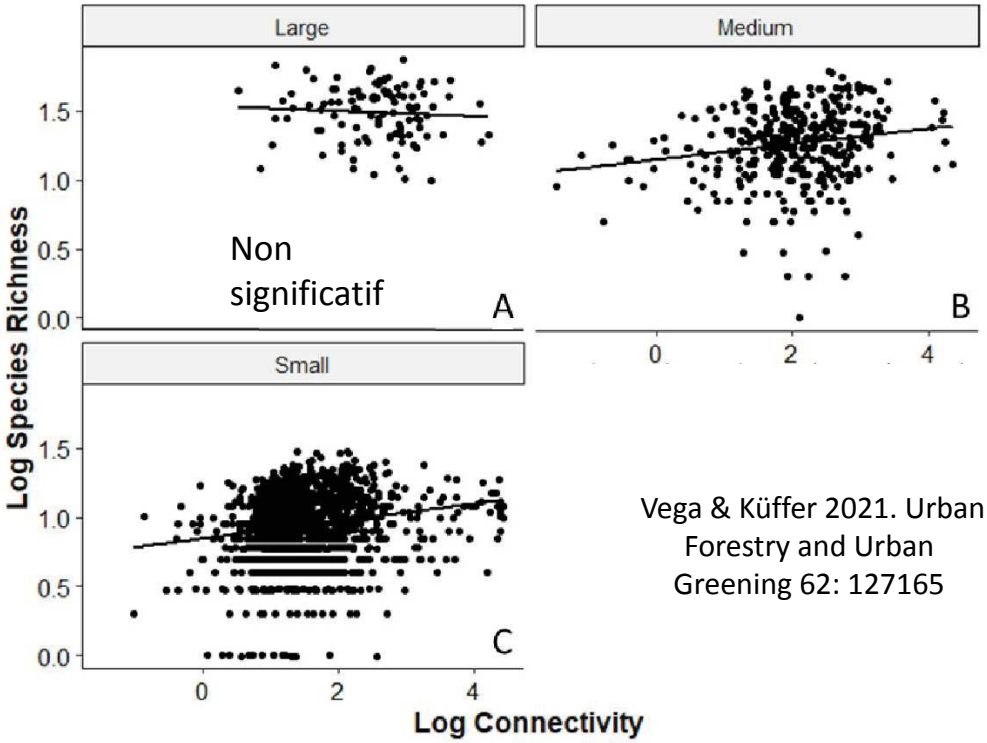


Fig. 2. Number of patches, total patch area, and different average measures of species richness for vegetation patches classified into three size classes: Large (>300 m^2), Medium (300 - 20 m^2), Small (<20 m^2). The species richness measures are: median species number per patch (calculated across the seven quadrats), average Jaccard dissimilarity of groups of pairs of patches of the same size classes, and total number surveyed species found in a particular size class.

Vega & Küffer 2021. Urban Forestry and Urban Greening 62: 127165

Impact de la connectivité

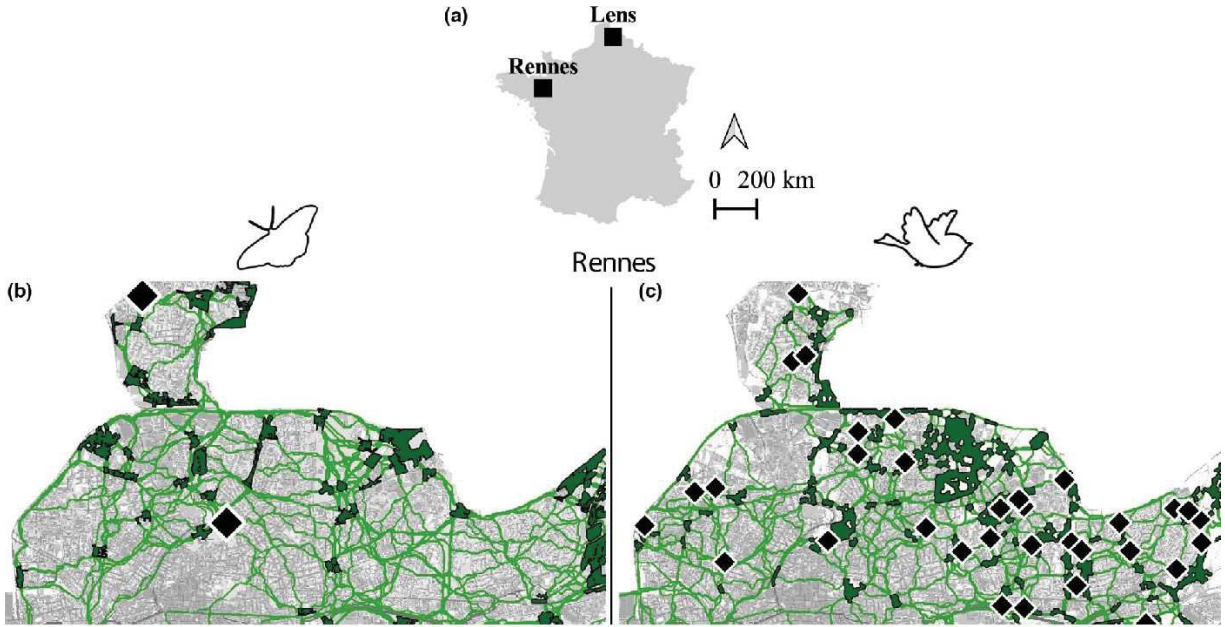


Vega & Küffer 2021. Urban Forestry and Urban Greening 62: 127165

Zurich, 166 plantes vasculaires, patches de 1 m^2 et plus.

La connectivité (autres patchs dans un rayon de 200 m) un effet positif sur la biodiversité végétale urbaine dans les patchs de petite et de moyenne surface

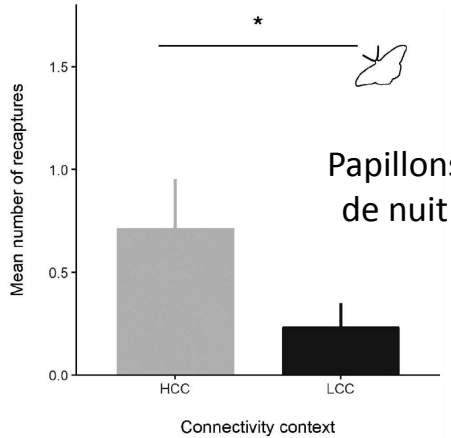
Impact de la connectivité



Balbi et al. 2020. Journal of Applied Ecology, 58: 632-643

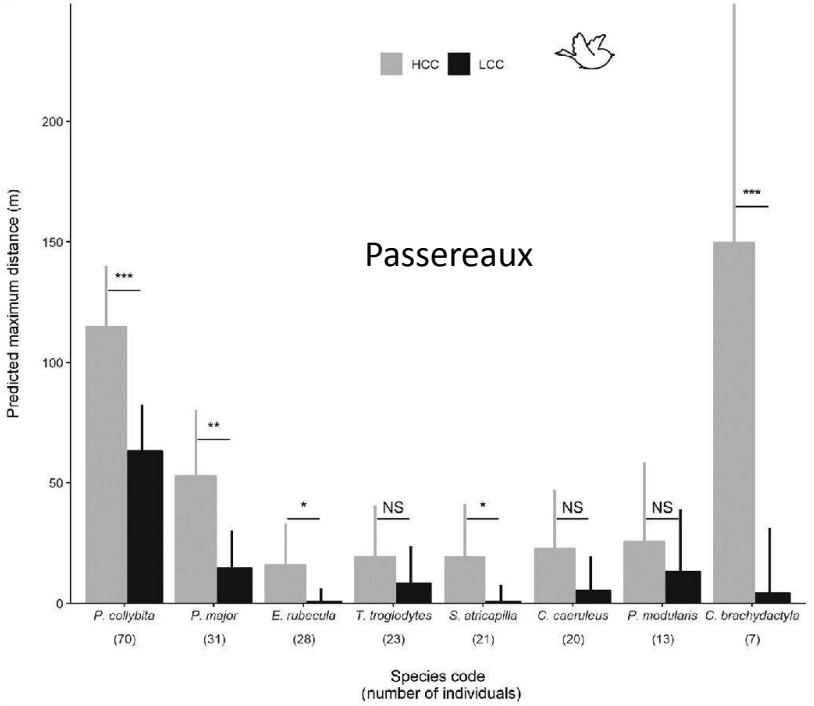
Rennes et Lens, capture-marquage-recapture de papillons de nuit, attraction sonore de passereaux dans des contextes très connectés ou peu connectés.
Mesure des distances parcourues et des temps de parcours (connectivité fonctionnelle)

Impact de la connectivité



Papillons de nuit

Balbi et al. 2020. Journal of Applied Ecology, 58: 632-643



Passereaux

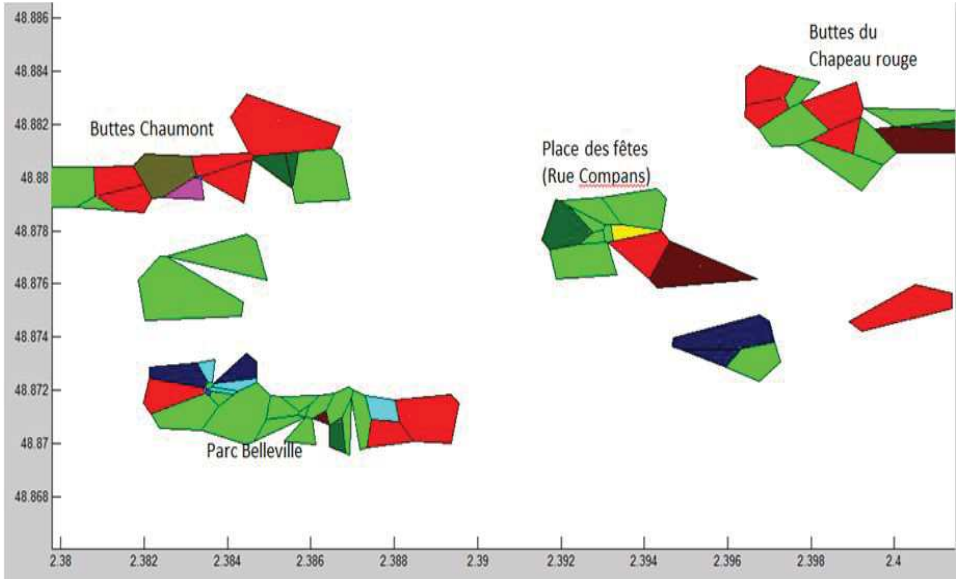
Papillons: davantage de recaptures en contexte connecté (HCC).

Oiseaux: réponse plus rapide et sur de plus longues distances en contexte connecté (HCC).

Connectivité des sols ?

- ✔ 5 loci microsatellites
- ✔ 179 *L. castaneus* génotypés
- ✔ Analyse spatiale bayésienne de regroupement génétique

Travaux de Lise Dupont sur les vers de terre des parcs parisiens



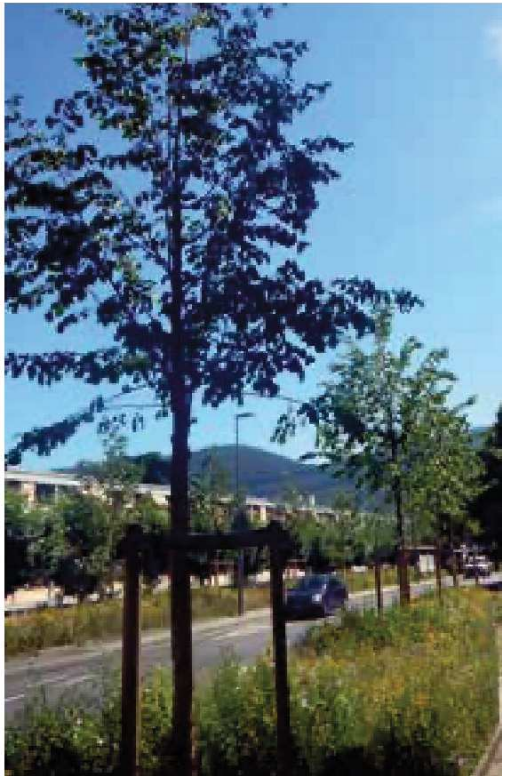
- ✔ Forte structuration génétique □ 10 clusters identifiés

Mais

- ✔ Pas de logique géographique

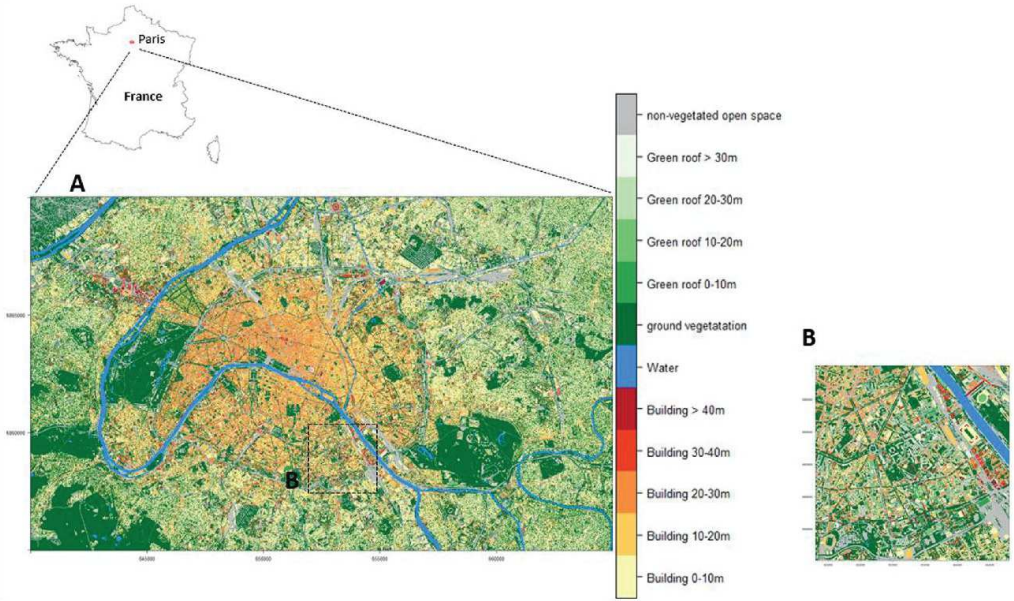
Des évènements ponctuels de dispersion passive ?

Connectivité des sols ?



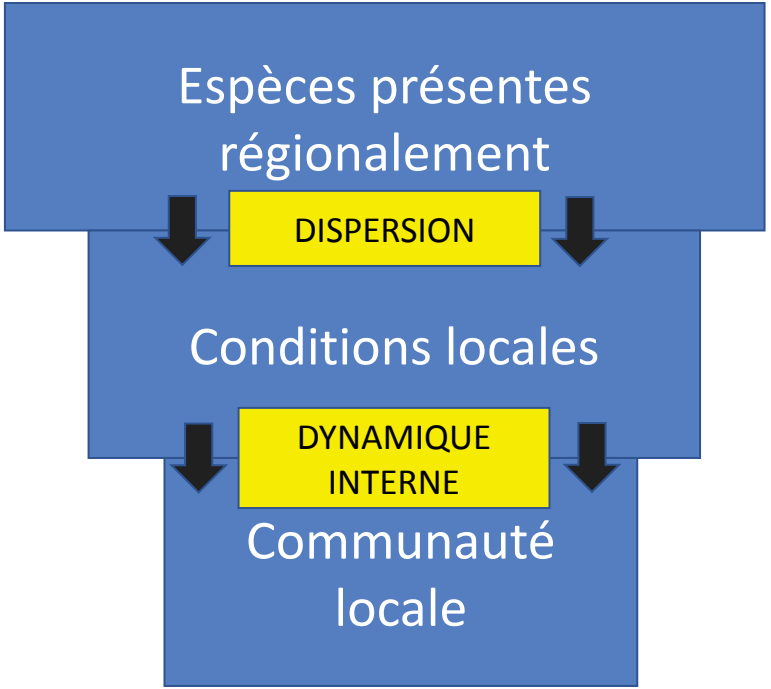
Deboeuf et al. 2022. Renaturer les villes. Méthode, exemples et préconisations. Agence régionale de la biodiversité d'Ile de France

Impact des toits végétalisés



Plantes, abeilles, papillons. A l'échelle de la métropole, les toits végétalisés améliorent légèrement la connectivité fonctionnelle en milieu urbain (l'effet habitat est mineur). Les toits à plus de 20 m de hauteur sont déconnectés du reste de la matrice écologique.

Louis-Lucas et al. 2022. Urban Forestry and Urban Greening 31: e02309

Une question d'échelle

La présence locale d'une espèce dépend de la présence de l'espèce à une échelle plus large, de ses capacités de dispersion, des conditions (contraintes et ressources), y compris biotiques, qui lui permettent ou pas de se maintenir