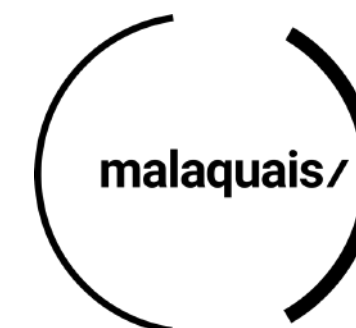
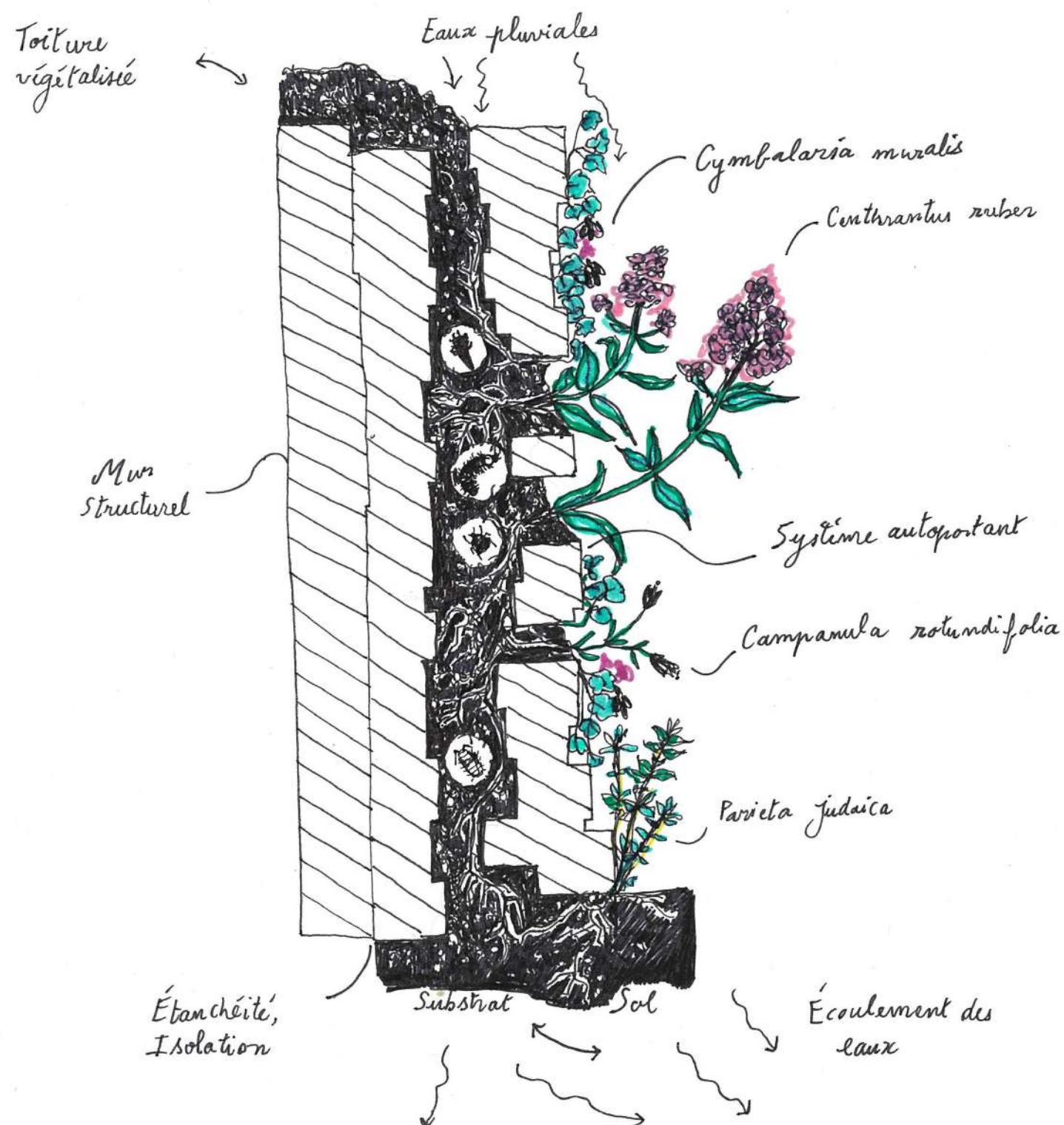


# Murs biodiverses

## Architecture support de biodiversité



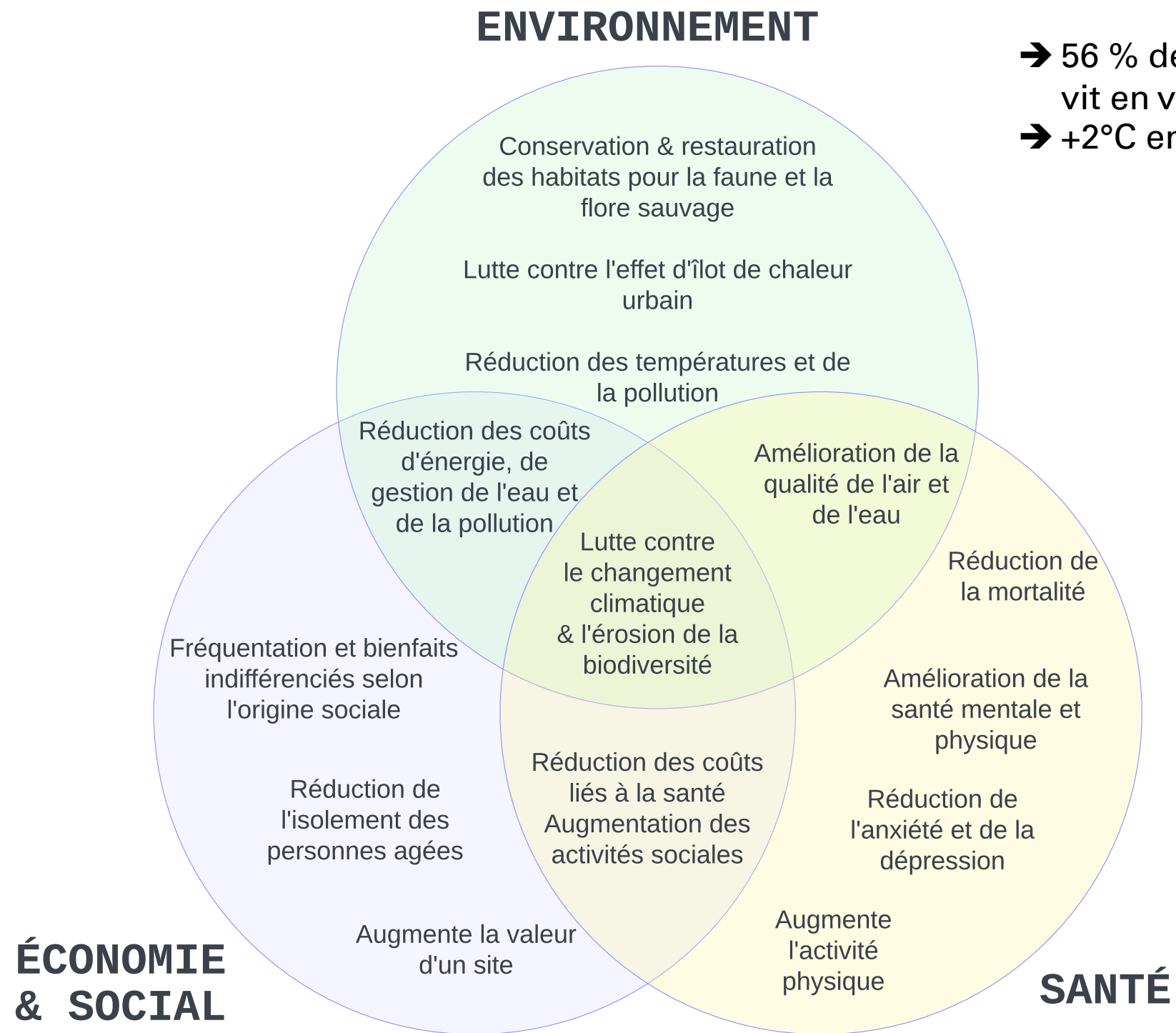
Delphine Lewandowski, docteure en architecture, architecte DE-HMONP, enseignante



ChartierDalix

**The environmental crisis is a design crisis.** Design is a hinge that inevitably connects culture and nature through exchanges of materials, flow of energy, and choices of land use. The every world of buildings, artifacts, and domesticated landscape is a design world, one shaped by human (Çelik, 2013 + Van Der Ryn and Cowan, 1996)

# Importance de la nature en ville

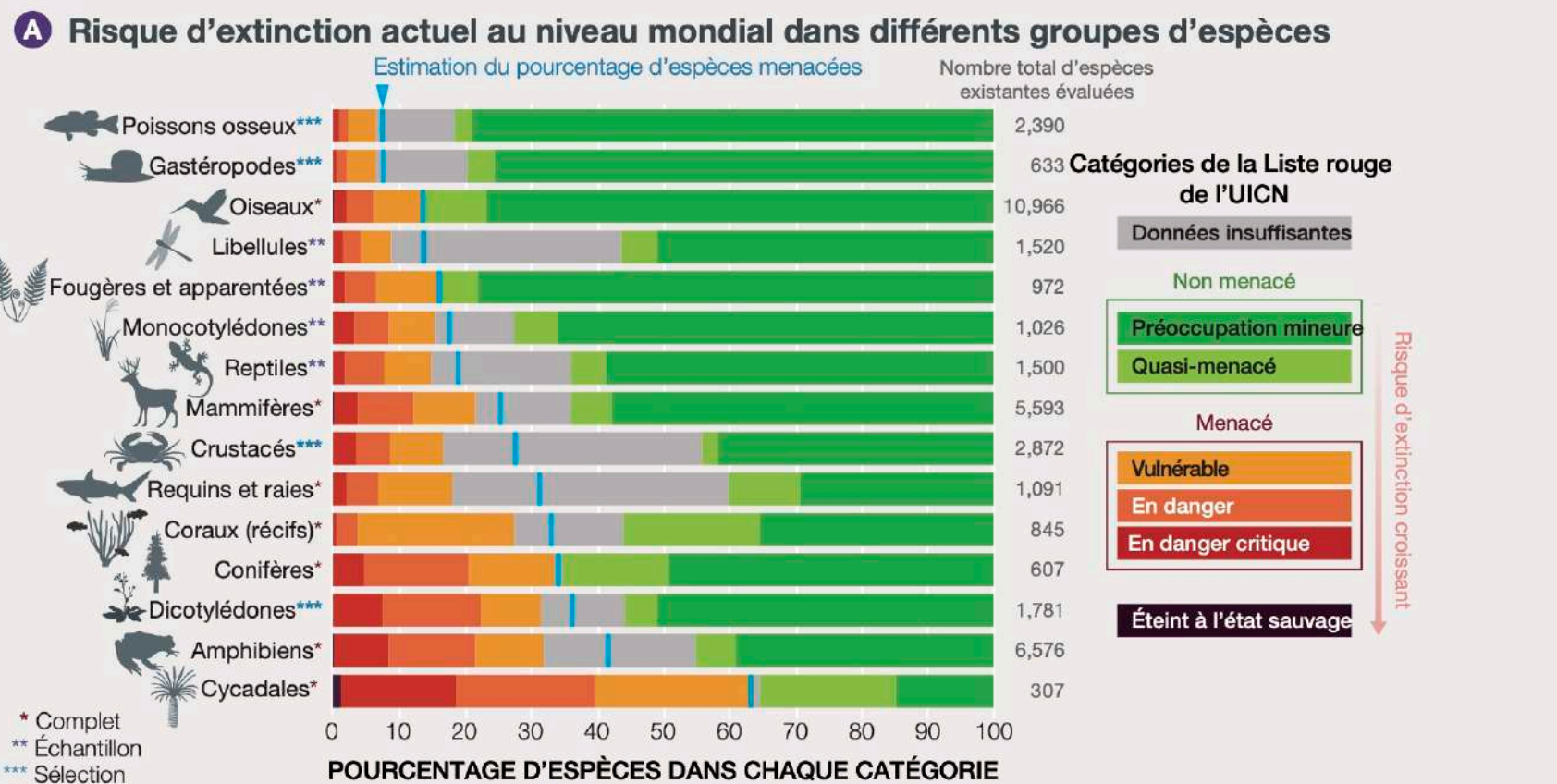


- 56 % de la population mondiale vit en ville, 74 % en 2050
- +2°C en ville / campagne

© Lewandowski Delphine



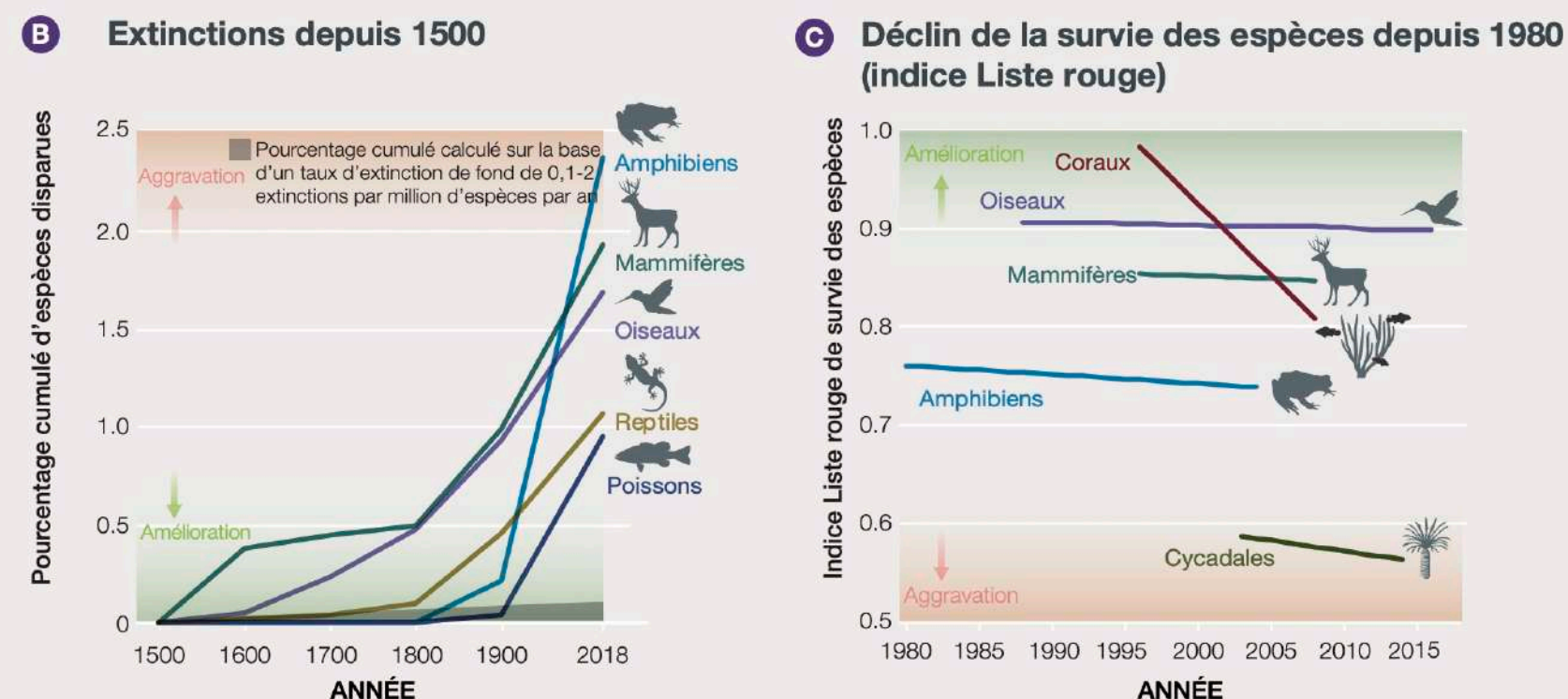
# Contexte d'érosion globale de la biodiversité



**1 million d'espèces menacées d'extinction**

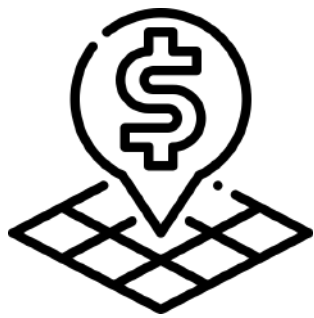
« La santé des écosystèmes dont nous dépendons, ainsi que toutes les autres espèces, se dégrade plus vite que jamais. Nous sommes en train d'éroder les fondements mêmes de nos économies, nos moyens de subsistance, la sécurité alimentaire, la santé et la qualité de vie dans le monde entier »

Sir Robert Watson,  
Président de l'IPBES



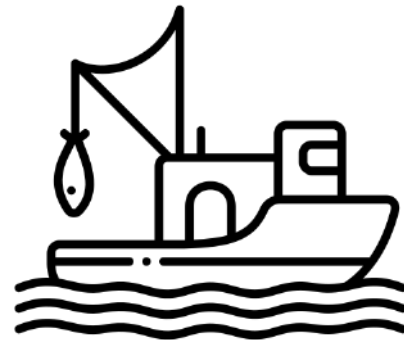


# Les 5 facteurs d'érosion de la biodiversité



1. **Les changements d'utilisation des terres/mers**

Destruction et fragmentation des milieux naturels



2. **L'exploitation directe de certains organismes**

Surexploitation d'espèces sauvages, surpêche, déforestation, braconnage, etc.



3. **Le changement climatique**

Facteur aggravant  
Modifie les conditions de vie des espèces, forcées à migrer ou à adapter leurs modes de vie, lorsqu'elles le peuvent



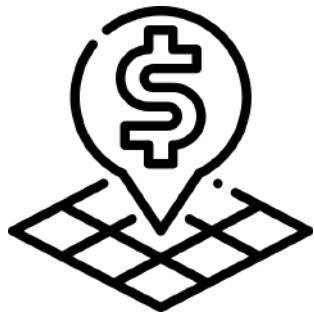
4. **La pollution**

des eaux, des sols et de l'air, la pollution lumineuse ou phonique



5. **La propagation d'espèces envahissantes**

# Les 5 facteurs d'érosion de la biodiversité



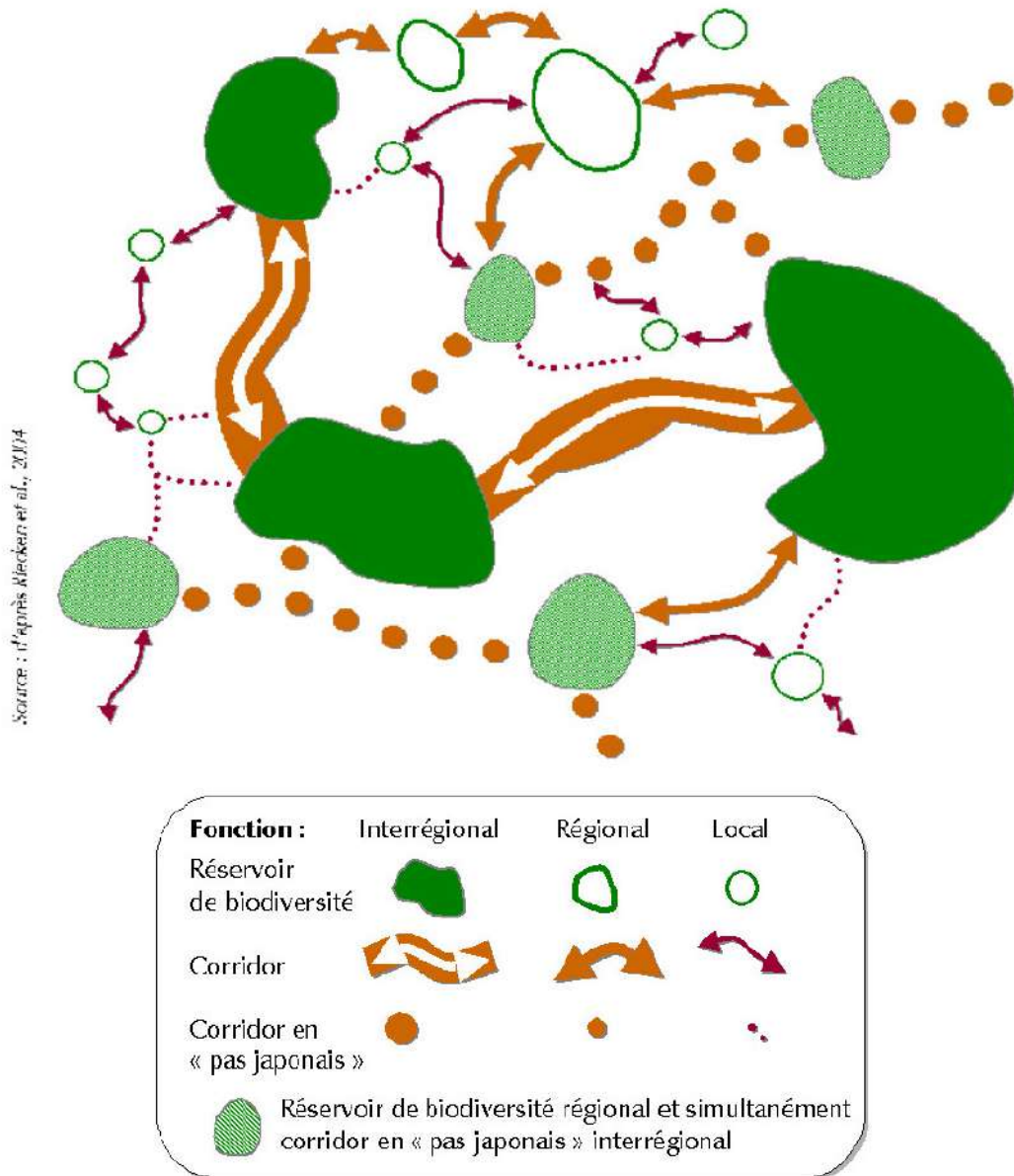
1.

Les changements  
d'utilisation des  
terres/mers

L'urbanisation est l'un des facteurs d'origine humaine les plus intensifs et rapides qui menacent la biodiversité (McKinney, 2002 ; Kondratyeva *et al.*, 2020)

# L'architecture comme habitat analogue

- La crise environnementale est une crise de la conception (Çelik, 2013)
- Les enveloppes des bâtiments représentent jusqu'à 50% de la surface globale de la ville. (Darlington, 1981 ; Grimmond *et al.*, 1991)



CEMAGREF d'après Riechen *et al.*, 2004

Mayrand & Clergeau, 2014

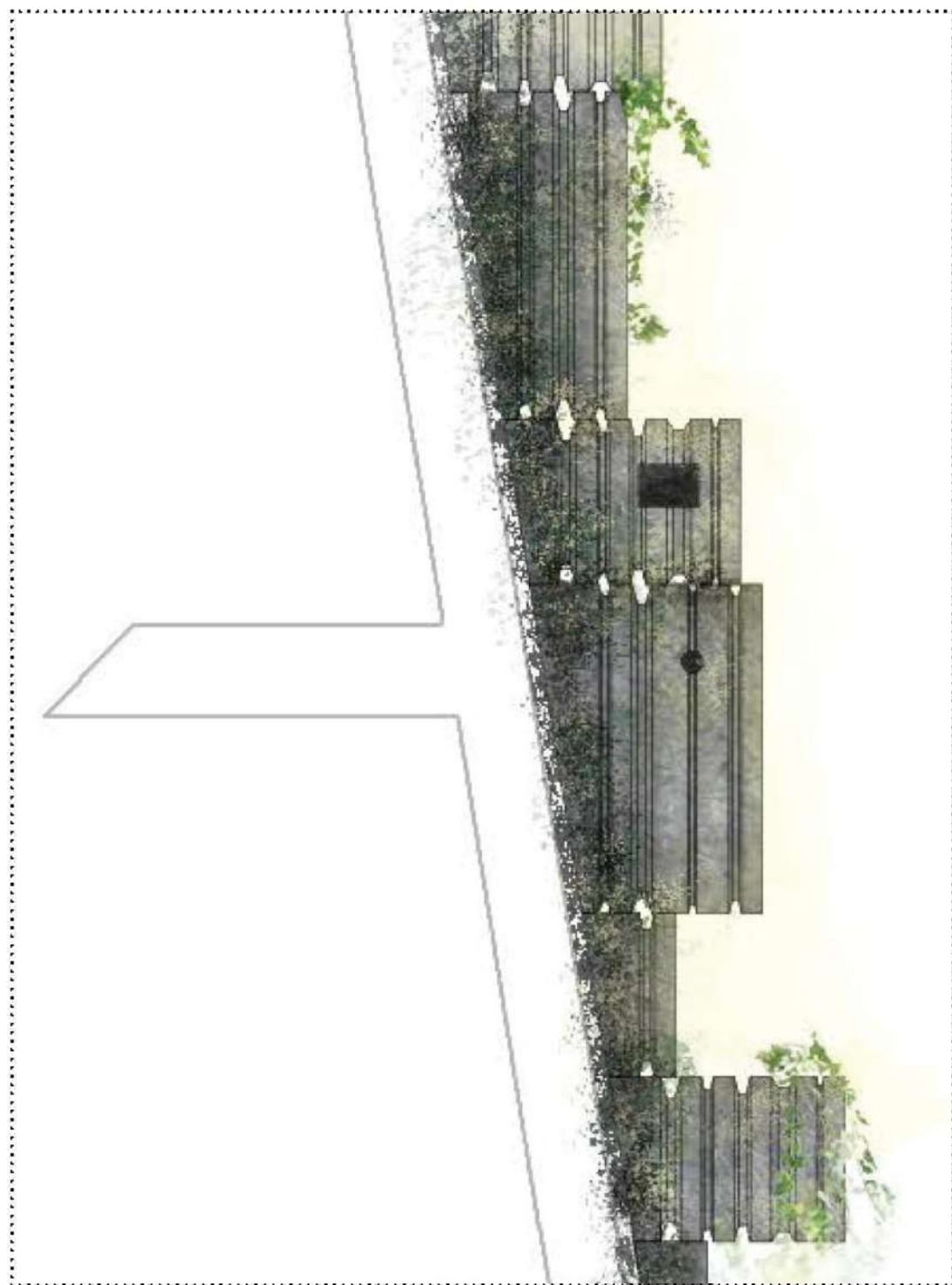


École des Sciences et de la Biodiversité, Boulogne-Billancourt, ChartierDalix, 2014

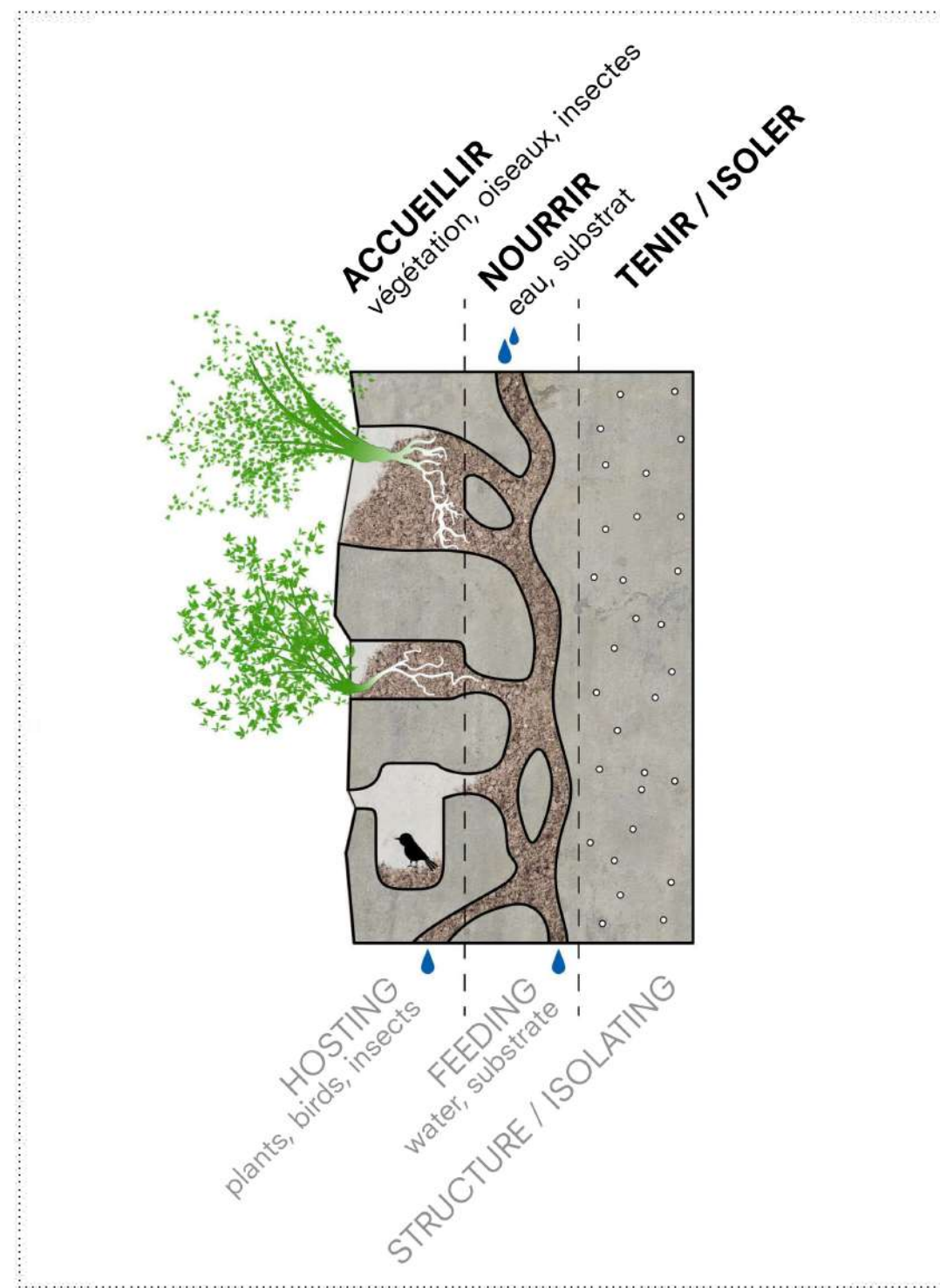




# Genèse du mur « biodiversitaire »



École des Sciences et de la Biodiversité, 2010-2014



Mur « biodiversitaire », Projet FAIRE, en collaboration avec le Muséum et Topager, 2017

# Problématiques

Comment définir la nouvelle typologie « mur biodiversitaire » ?

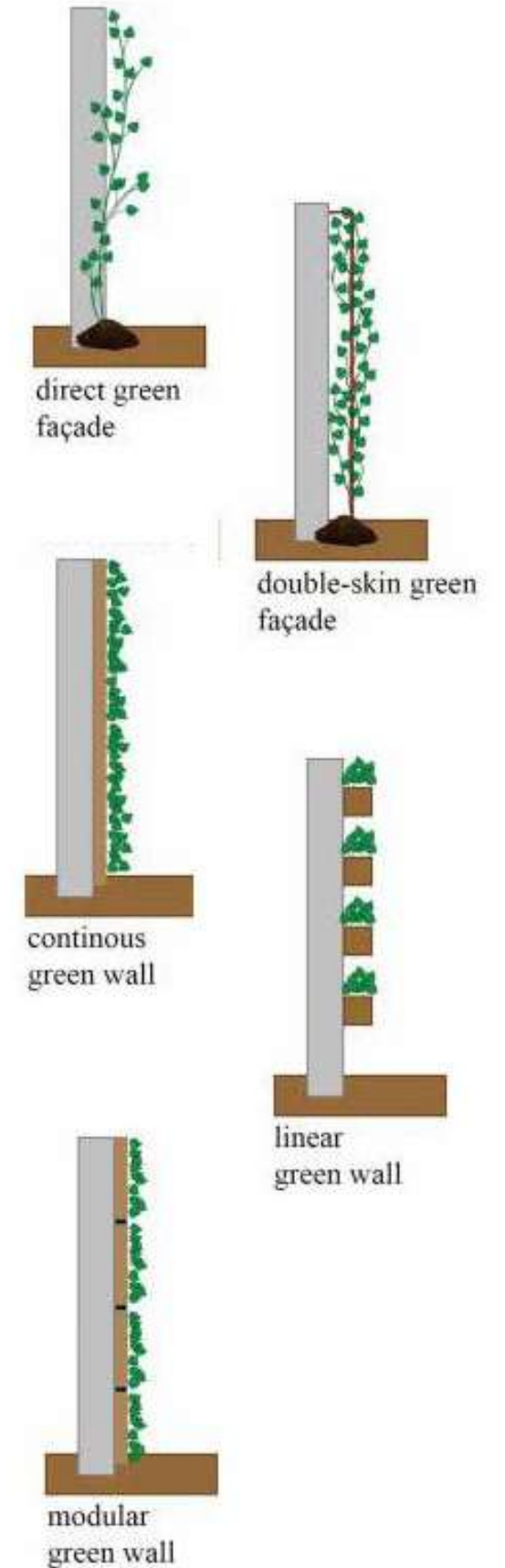
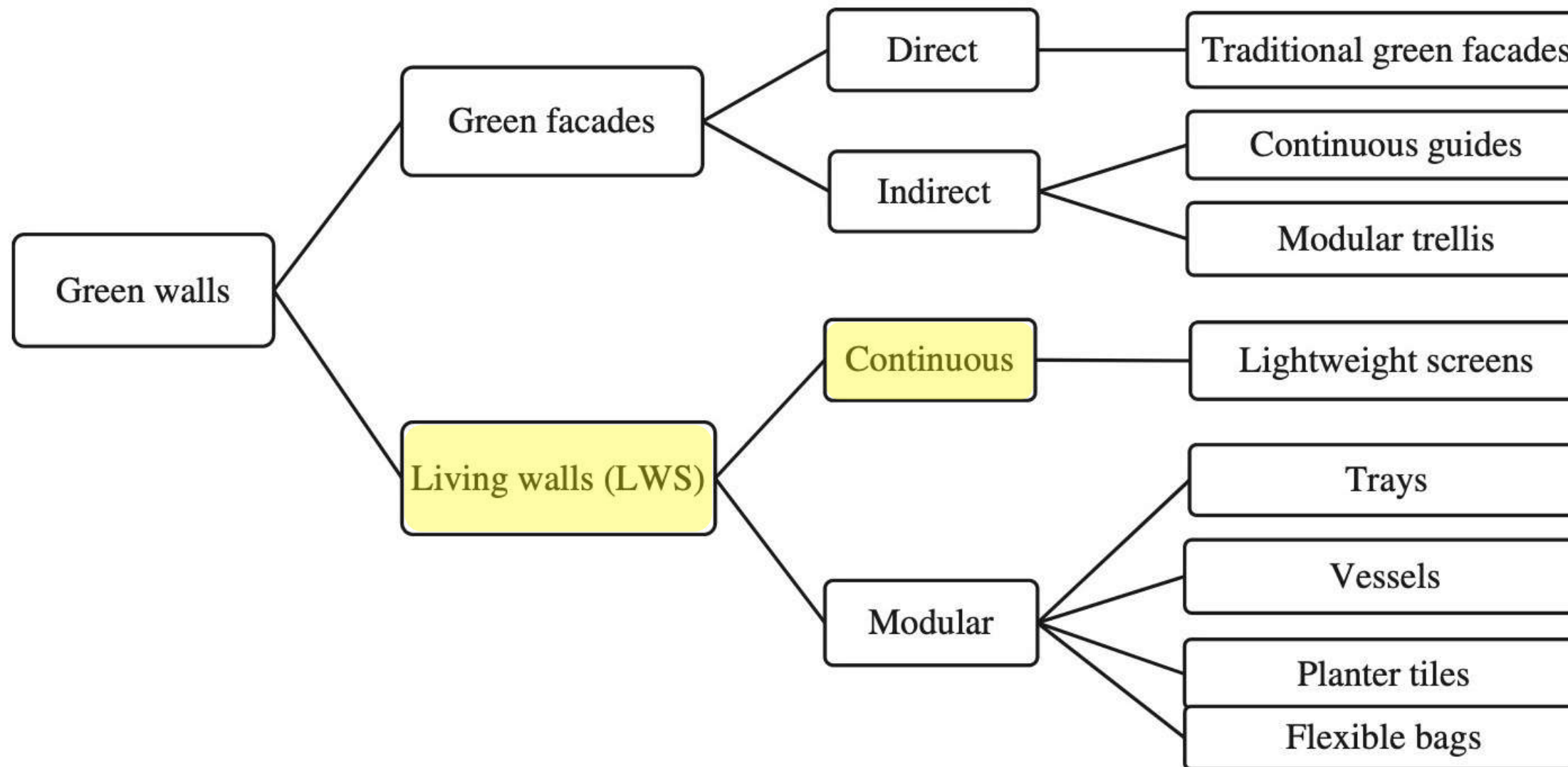
Quelles sont les conditions techniques et biologiques qui définissent le mur biodiversitaire et qui garantissent son fonctionnement ?

Comment cette typologie se décline-t-elle en termes de matériaux, structures, milieux ?

Comment définir et hiérarchiser les critères de conception des murs biodiverses ?



# Classification des murs végétalisés

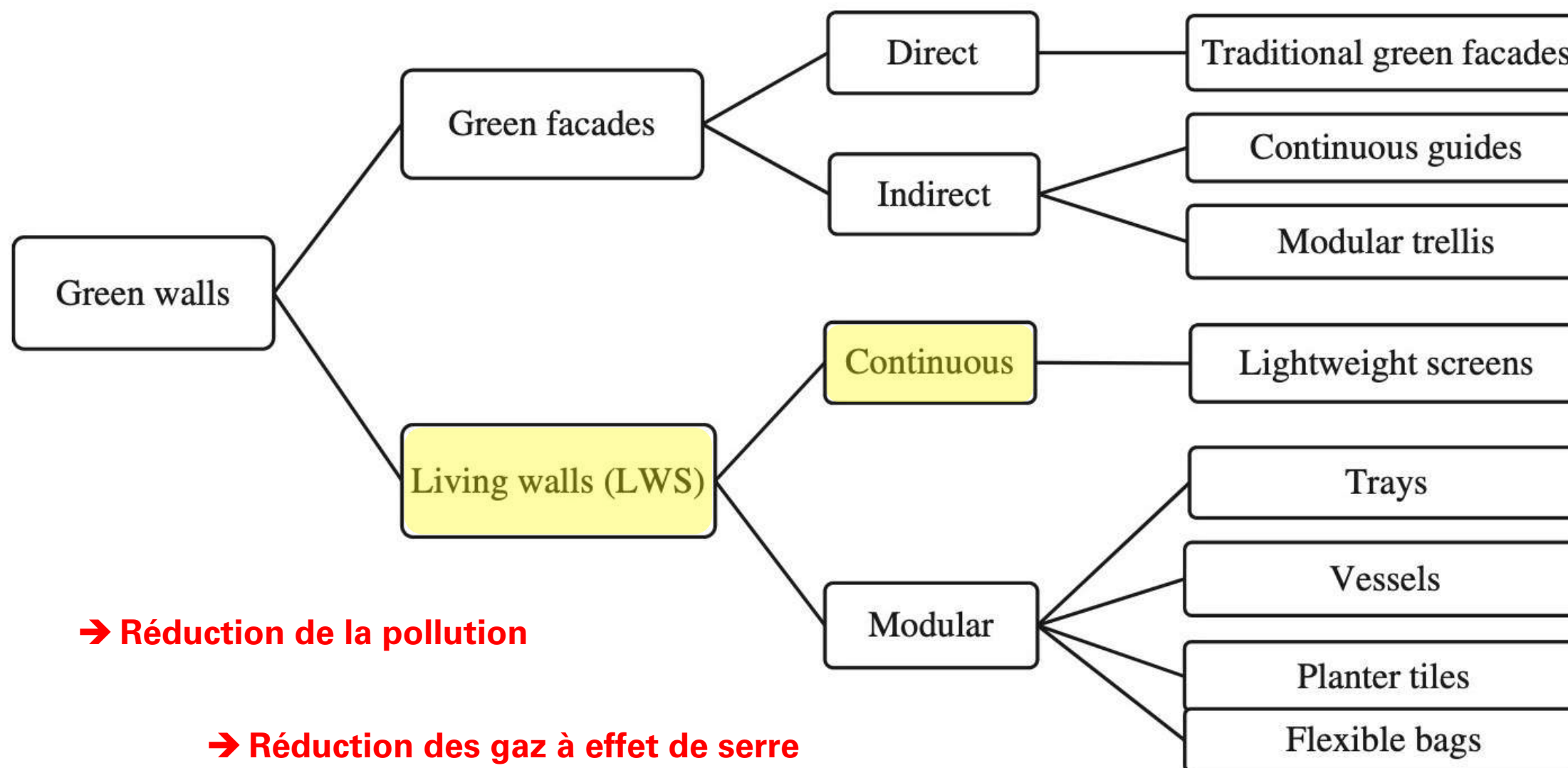


# Classification des murs végétalisés

→ Réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain

→ Performances thermiques (intérieur du bâtiment)

→ Atténuation du bruit

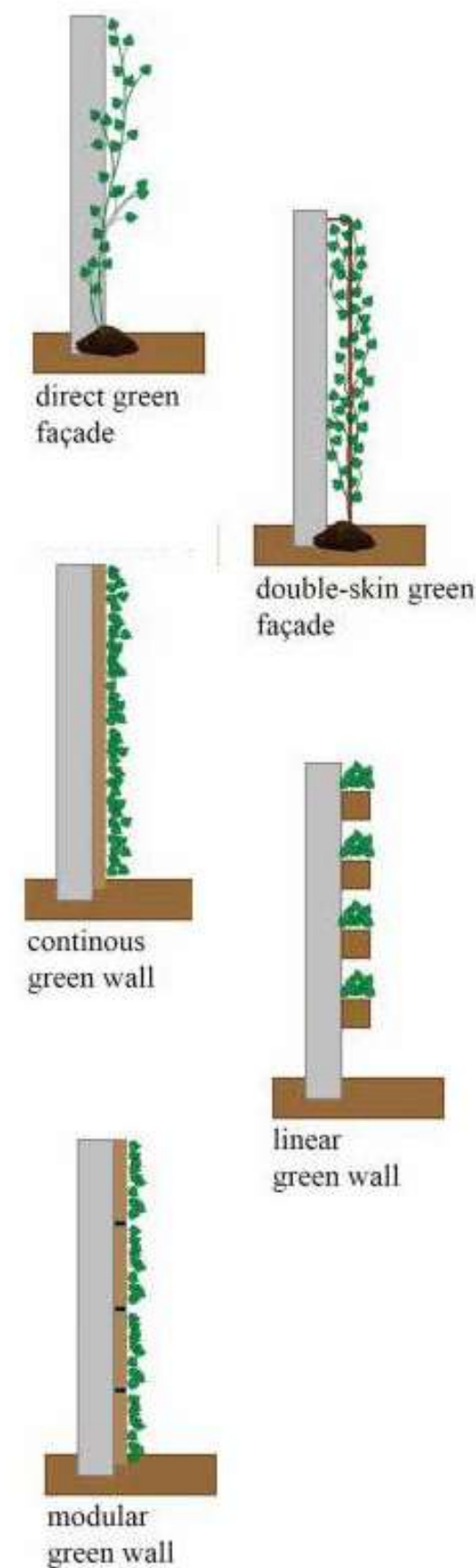


→ Réduction de la pollution

→ Réduction des gaz à effet de serre

→ Gestion des eaux pluviales

→ Ressources pour la biodiversité





# Les murs biodiverses



Le dauphin vert, Lagurgue, 2019

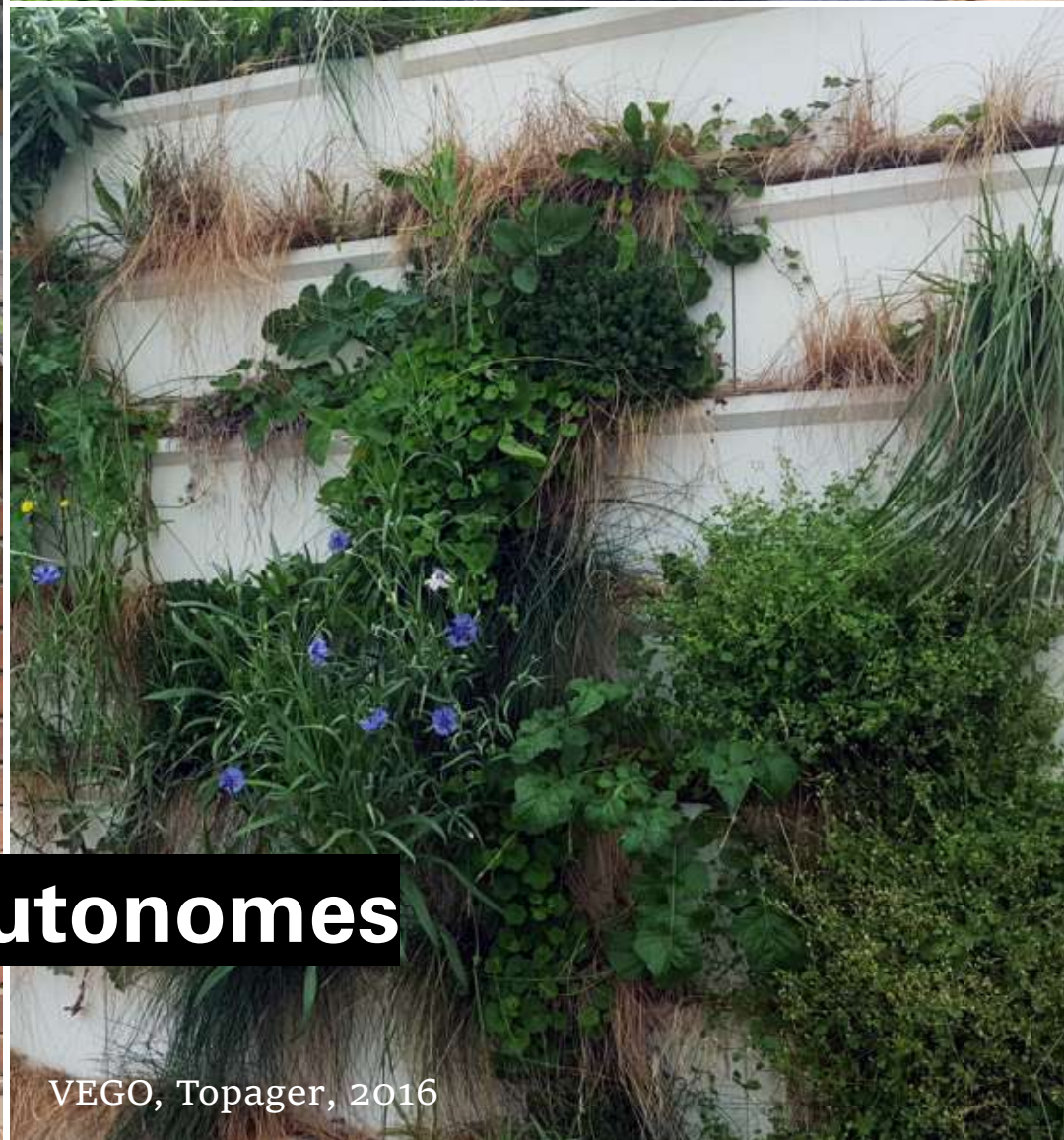


Bioreceptive wall, Mustafa *et al.*, 2021



## murs bioréceptifs

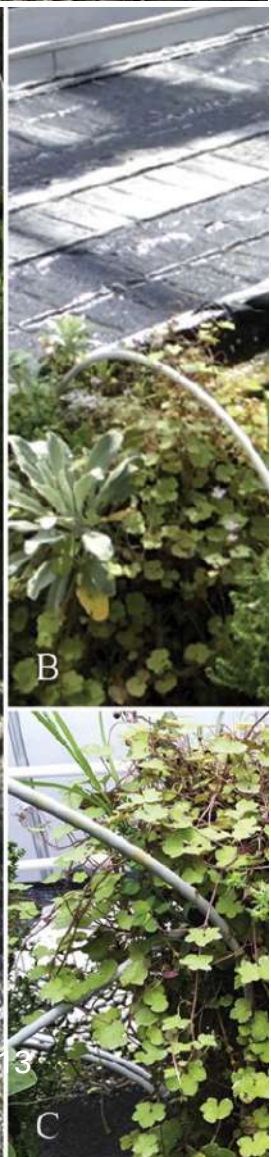
Mur poikohydrique, Cruz *et al.*, 2020-2022



VEGO, Topager, 2016



A Living concrete, Riley *et al.*, 2019



B

C



## Recherche théorique

État de l'art, cahier des charges, conception des murs biodiverses

## Recherche appliquée

Prototypage de murs biodiversitaires (Expérience 1)

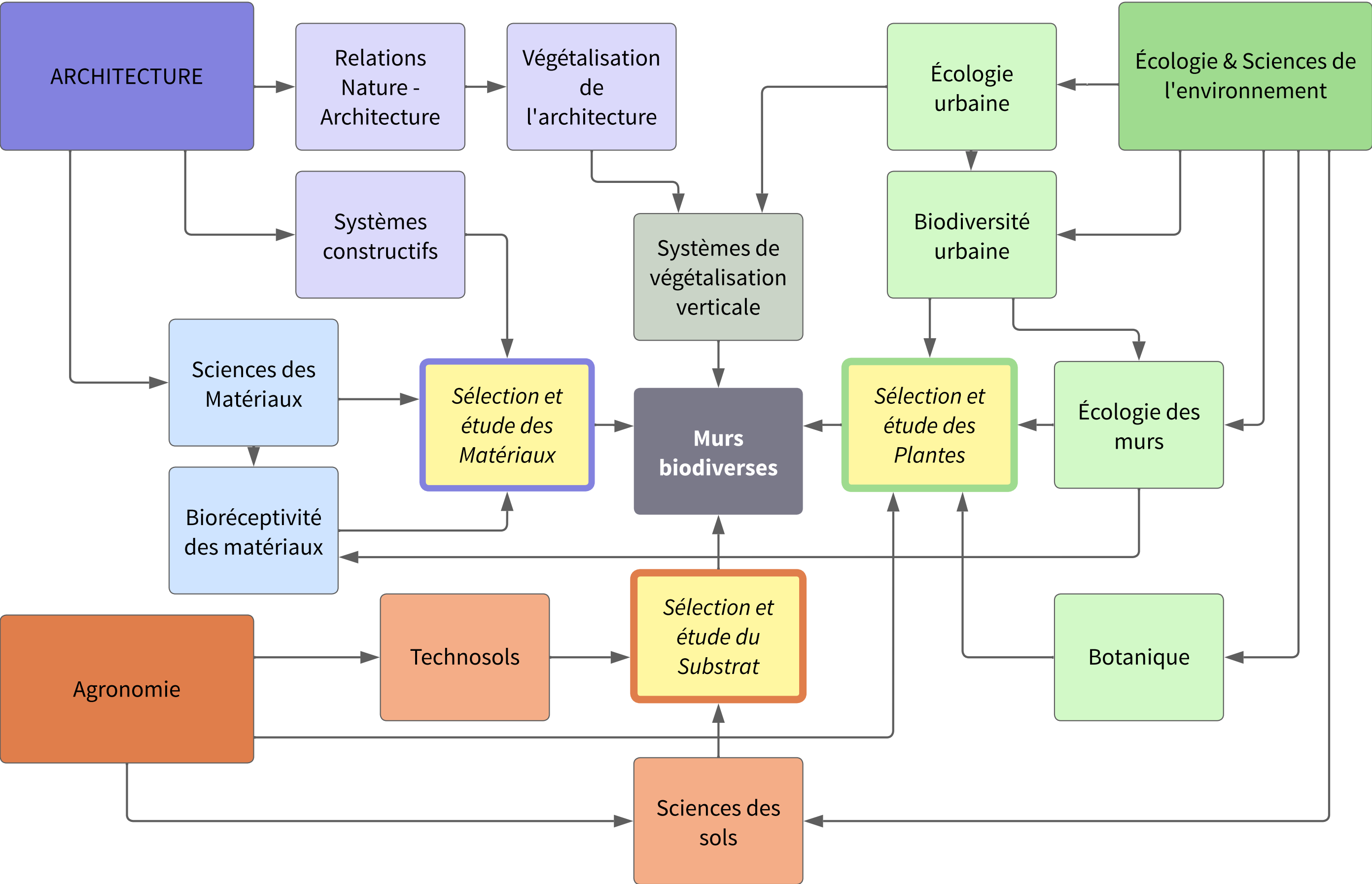
## Recherche expérimentale

Études de certains paramètres : biodiversité, matériaux et substrat (Expériences 2 et 3)

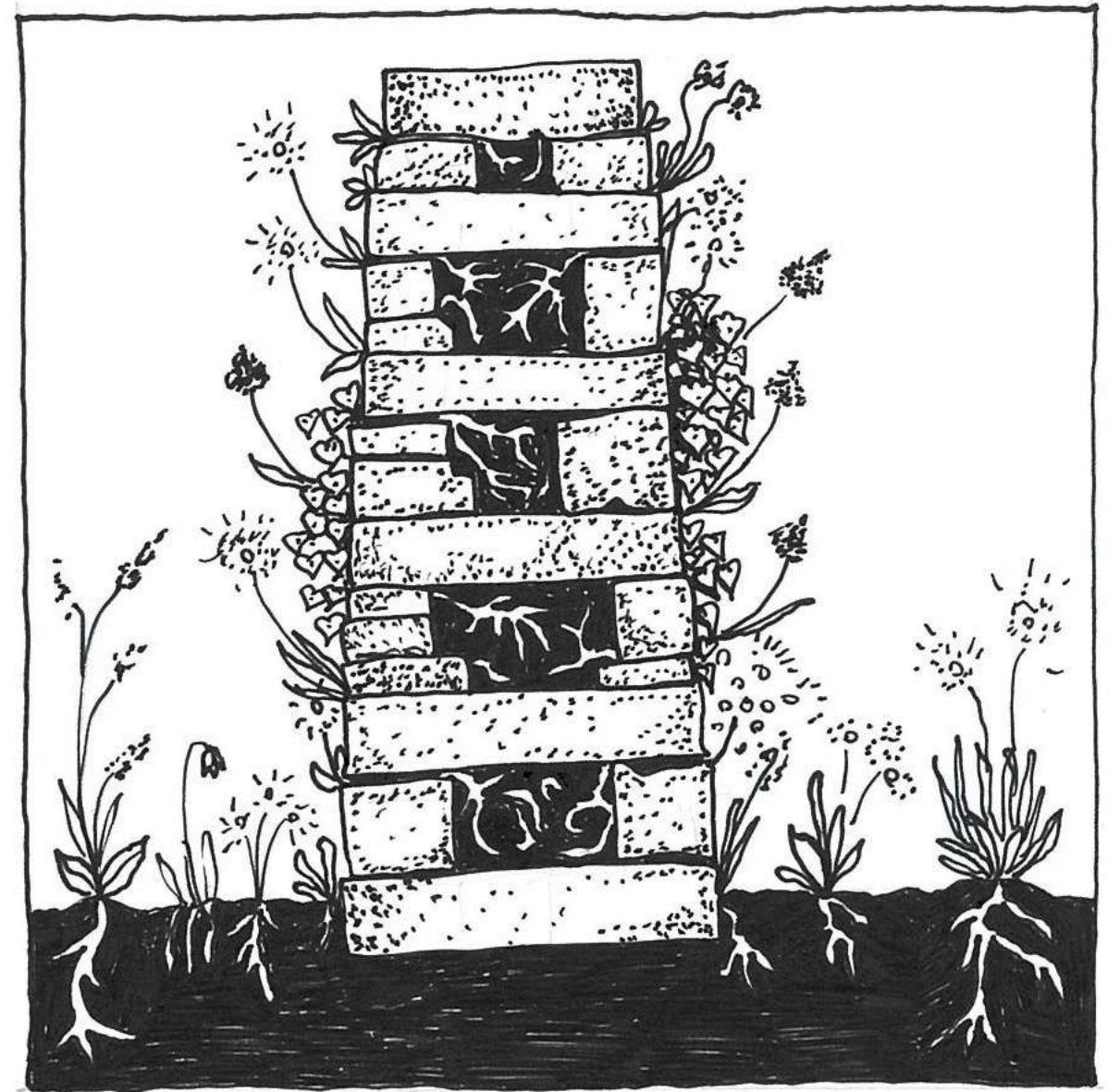
*Allers-retours*



# Approche multidisciplinaire



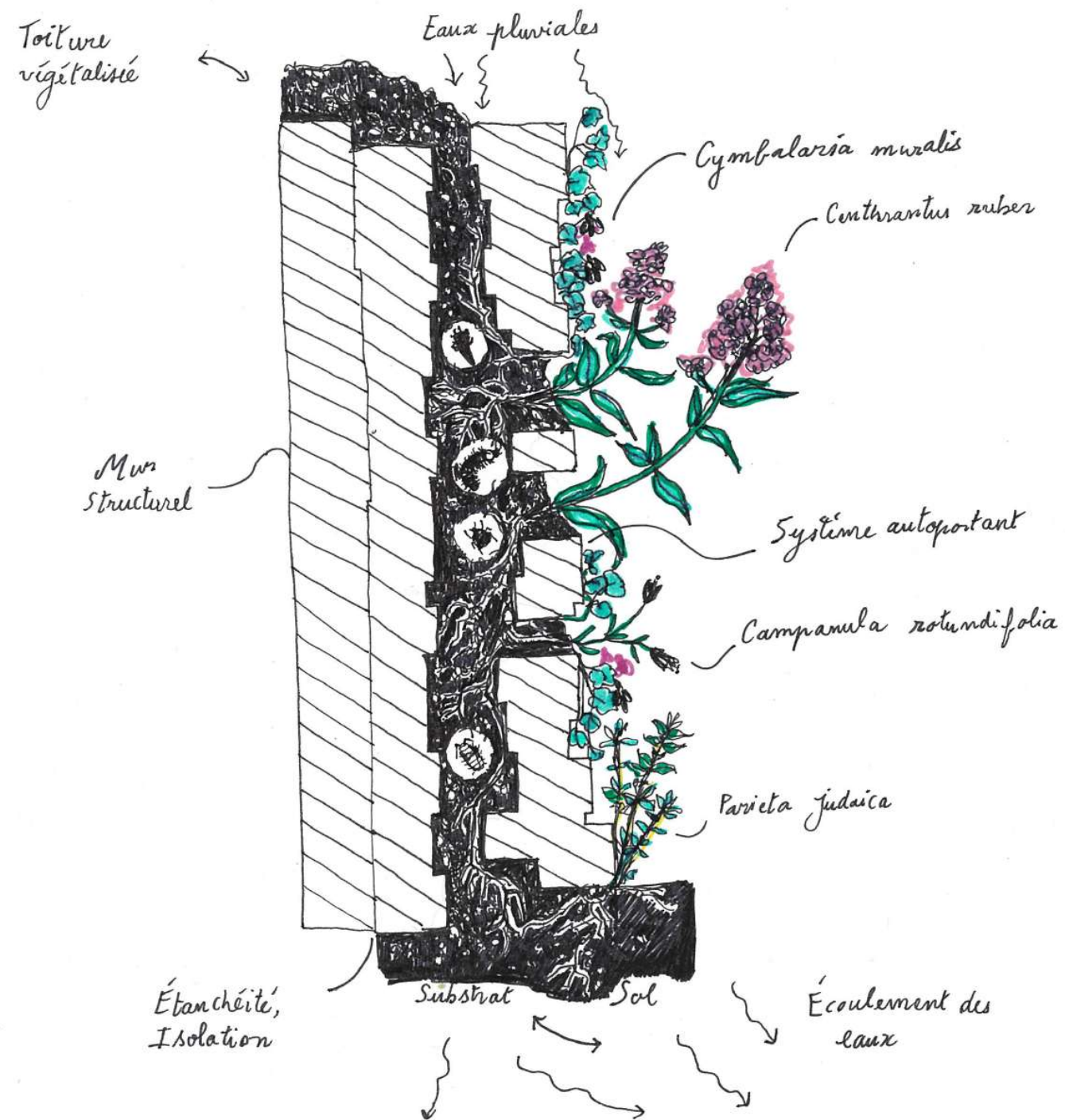
# Prototypes de mur biodiversitaire





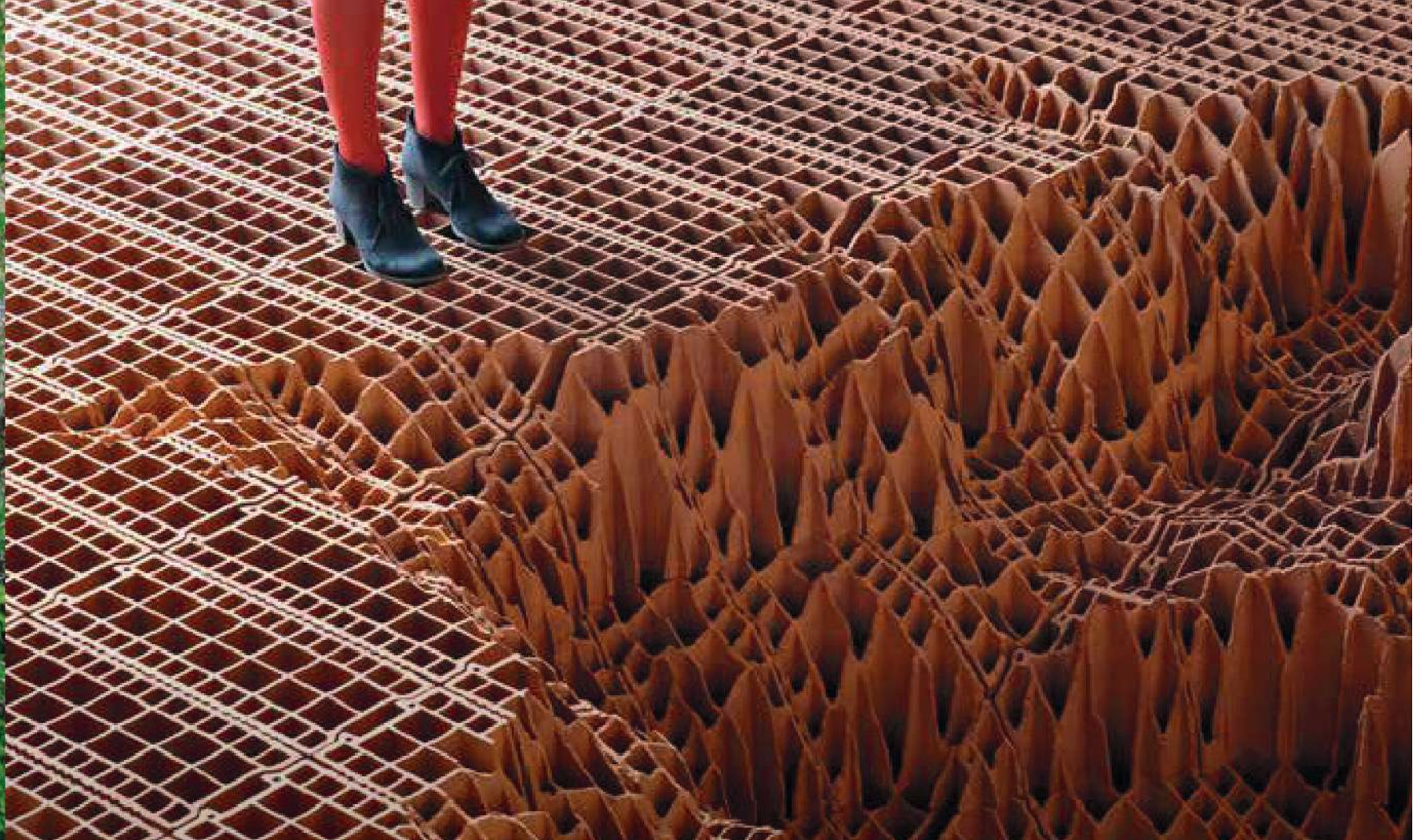
# Originalités du mur biodiversitaire

*Par rapport aux systèmes existants*



- **Continuité du substrat dans le mur**  
*Continuité écologique sol/mur/toiture, autonomie*
- **Emploi de matériaux de construction**  
*Qualité archi, plus grande longévité et inertie*
- **Couche surfacique épaisse**  
*Accueille les espèces, protège des chocs thermiques*





Sélection des matériaux et des systèmes constructifs






Pavillon expérimental  
« biodiverstaire », Muséum  
national d'histoire naturelle,  
2021





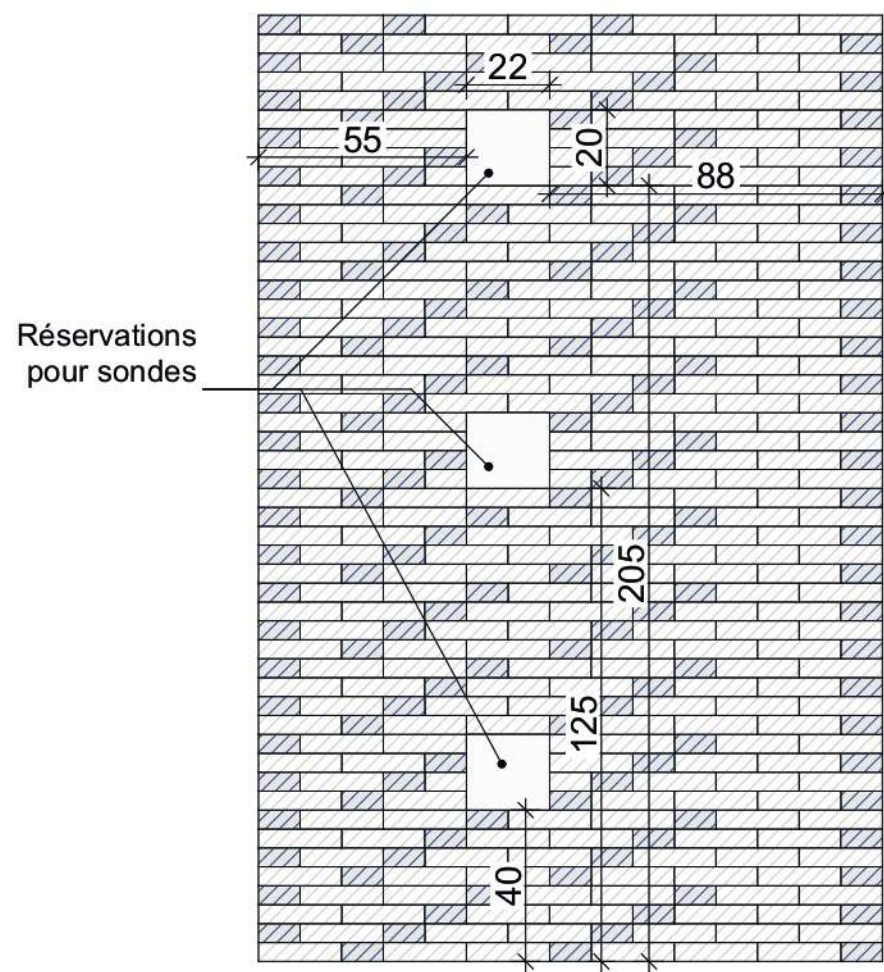
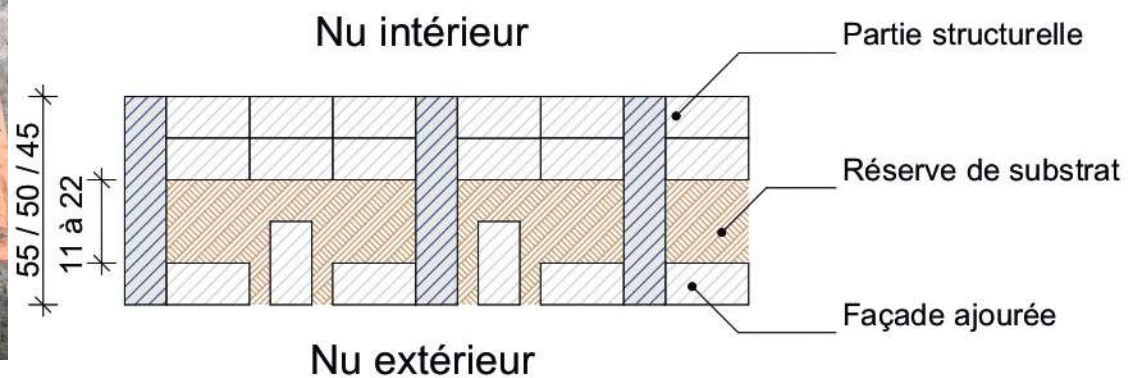


Mur en briques pleines

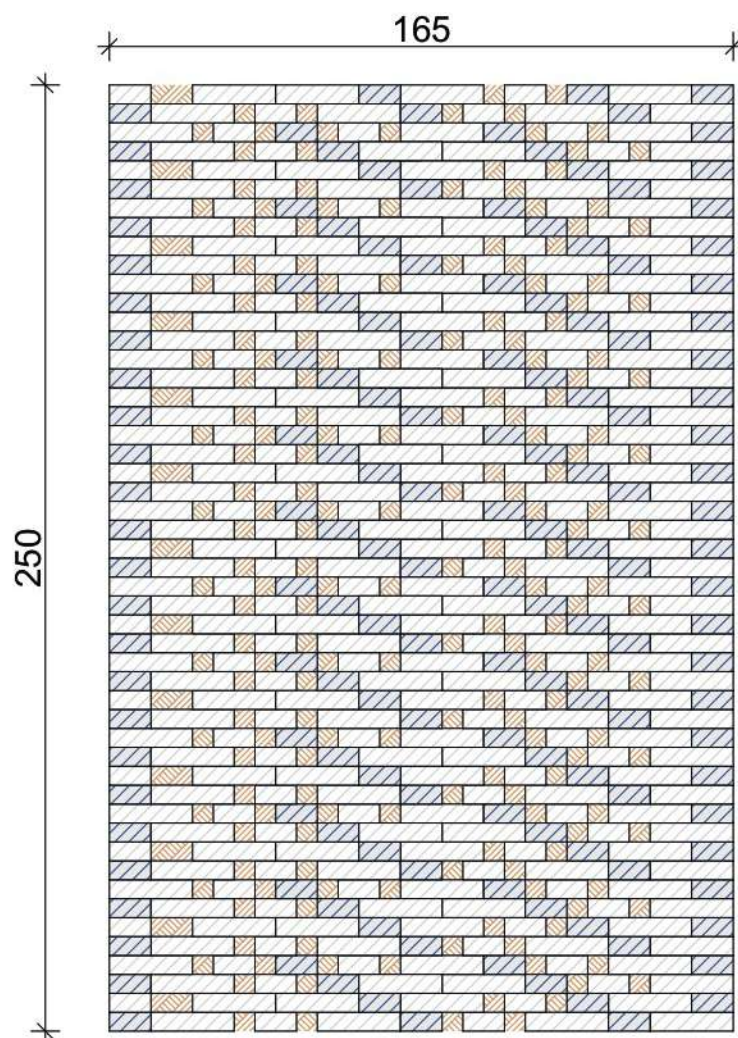




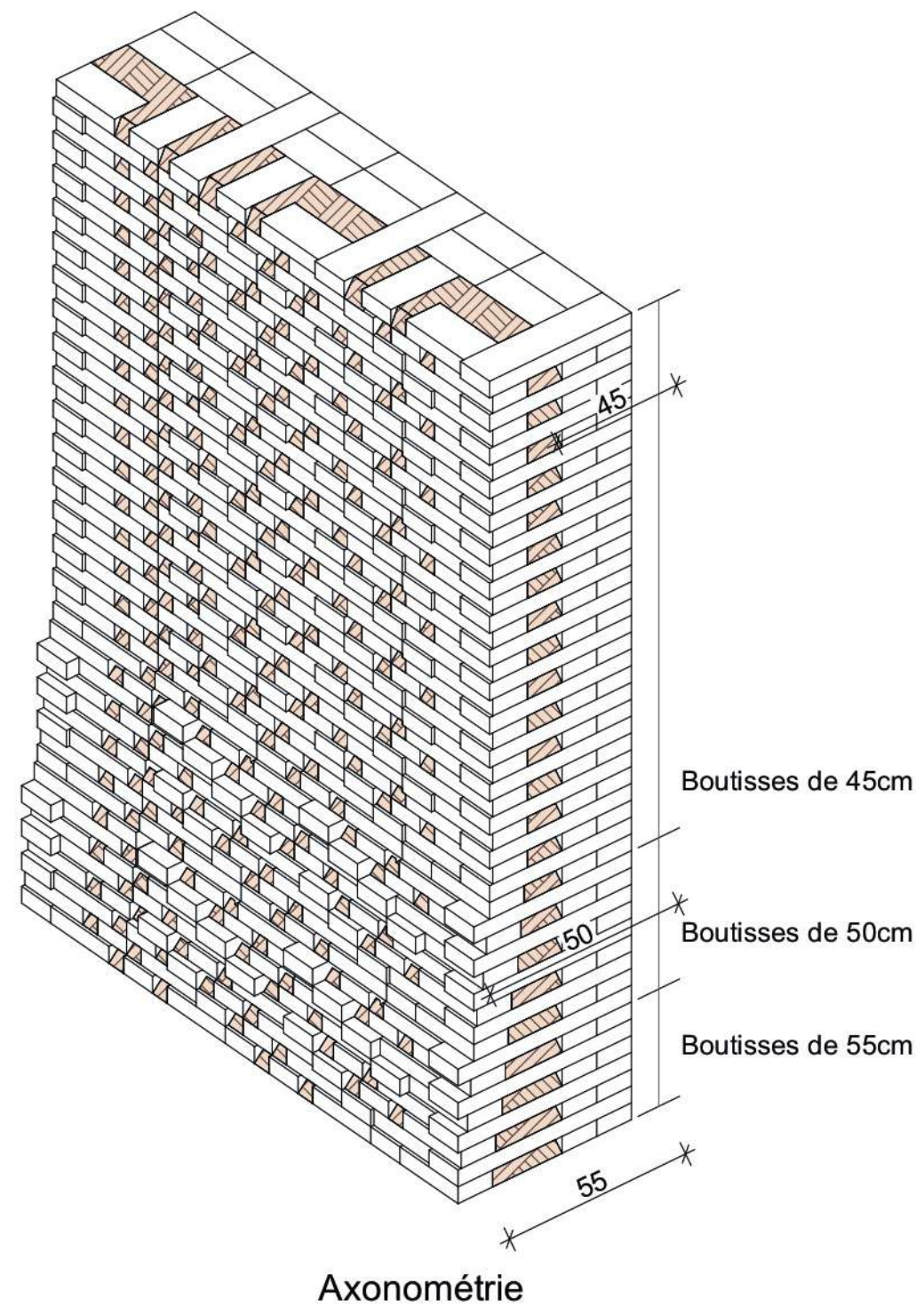
Coupe de principe du mur biodiversitaire en brique standard.



Elévation nu intérieur



Elévation nu extérieur



Axonométrie





Mur en briques alvéolées  
« Monomur »



## Harponnage du mur

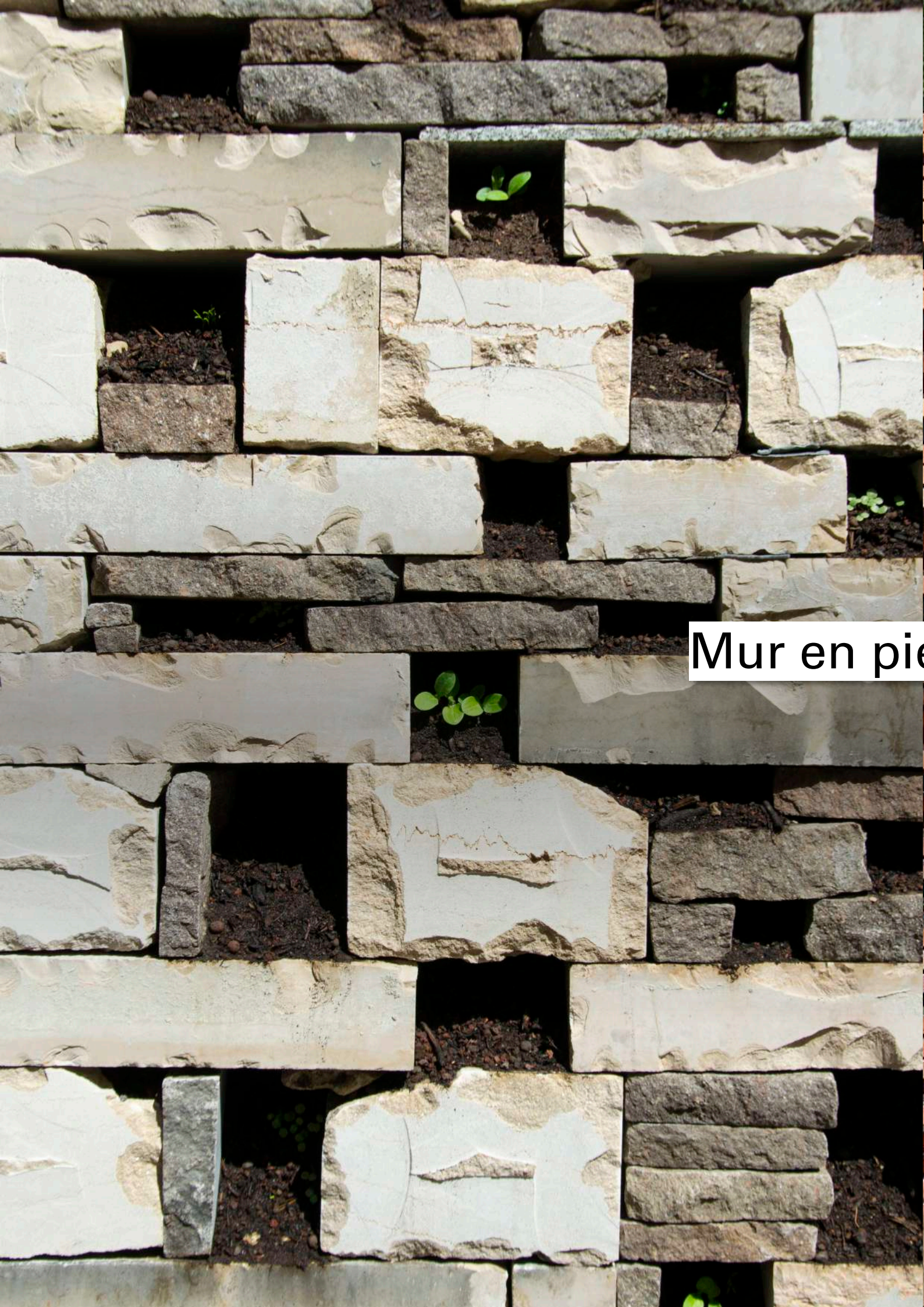


Incrustation de certaines briques de façade dans le mur structurel



Les briques harponnées seront cimentées avec une couche épaisse pour garantir le maintien avec le mur structurel





Mur en pierre sèche





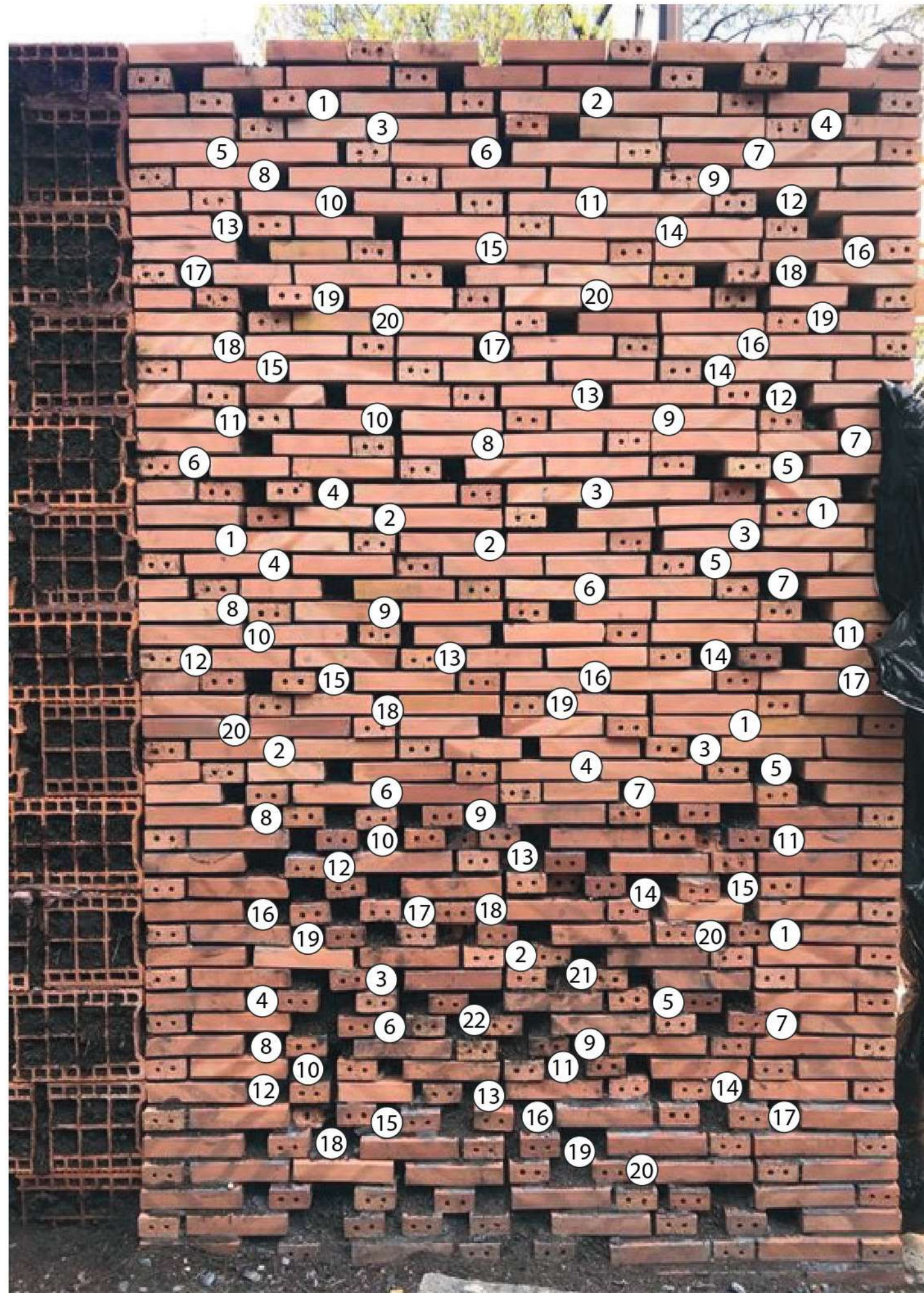


# Plantations du Pavillon expérimental MNHN

Vivaces		Oeillet des chartreux <i>Dianthus carthusianorum</i>	Campanule à feuilles rondes <i>Campanula rotundifolia</i>	Orpin reprise <i>Hylotelephium telephium</i>	Plantain lancéolé <i>Plantago lanceolata</i>
<p><b>Cymbalaire des murs</b> <i>Cymbalaria muralis</i></p>   <p>10-80cm 30-40cm</p> 	<p><b>Oeillet des chartreux</b> <i>Dianthus carthusianorum</i></p>   <p>20-50cm 20cm</p> 	<p><b>Campanule à feuilles rondes</b> <i>Campanula rotundifolia</i></p>   <p>10-50cm 30cm</p> 	<p><b>Orpin reprise</b> <i>Hylotelephium telephium</i></p>   <p>30-60cm 30-50cm</p> 	<p><b>Plantain lancéolé</b> <i>Plantago lanceolata</i></p>   <p>10-60cm 30-60cm</p> 	
<p><b>Grande Chelidoine</b> <i>Chelidonium majus</i></p>   <p>30-80cm 30-50cm</p> 	<p><b>Ciboulette</b> <i>Allium schoenoprasum</i></p>   <p>20-50cm 20cm</p> 	<p><b>Orpin blanc</b> <i>Sedum album</i></p>   <p>10-20cm 30cm</p> 	<p><b>Orpin réfléchi</b> <i>Sedum rupestre</i></p>   <p>20-40cm 15-30cm</p> 	<p><b>Origan commun</b> <i>Origanum vulgare</i></p>   <p>60cm 60cm</p> 	
<p><b>Valeriane rouge</b> <i>Centranthus ruber</i></p>   <p>30-80cm 50cm</p> 	<p><b>Millepertuis perforé</b> <i>Hypericum perforatum</i></p>   <p>30-90cm 60cm</p> 	<p><b>Thym serpolet</b> <i>Thymus serpyllum</i></p>   <p>5-30cm 50cm</p> 	<p><b>Orpin âcre</b> <i>Sedum acre</i></p>   <p>5cm 10-30cm</p> 	<p><b>Achillée millefeuille</b> <i>Achilea millefolium</i></p>   <p>80cm 60cm</p> 	



# Plan de plantation mur en briques



A

B

C

D

E

## Semis

### Espèces

- 1-*Plantago lanceolata*
- 2-*Sedum acre*
- 3-*Centranthus ruber*
- 4-*Sedum rupestre*
- 5-*Hypericum perforatum*
- 6-*Sedum album*
- 7-*Dianthus carthusianorum*
- 8-*Briza media*
- 9-*Allium schoenoprasum*
- 10-*Campanula rotundifolia*
- 11-*Borago officinalis*
- 12-*Stellaria media*
- 13-*Origanum vulgare*
- 14-*Chelidonium majus*
- 15-*Plantago coronopus*
- 16-*Achillea millefolium*
- 17-*Hylotelephium telephium*
- 18-*Cymbalaria muralis*
- 19-*Thymus serpyllum*
- 20-*Geranium robertianum*
- 21-*Asplenium ruta-muraria*
- 22-*Asplenium trichomanes*
- Etc...

Substrat utilisé : ID FLORE SP de Le Prieuré Vegetal ID.  
(minéral) + 50 % compost vert



# Expérience

Durée 1 an et demi

Irrigation selon saison, manuelle par le haut

Relevés Absence/présence, nombre d'espèces & d'individus par mur, orientation et hauteur

Instrumentation Sondes d'humidité dans le substrat des murs à 3 hauteurs différentes





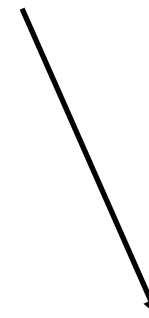
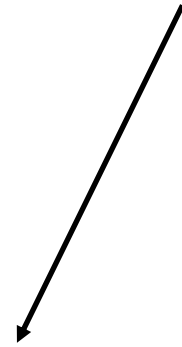
# Critères de conception des murs biodiverses

*Synthèse des résultats des 3 expériences*



# Apports de la thèse

Bases théoriques et pratiques des murs biodiverses



État de l'art transdisciplinaire

Méthodologie de conception et d'application

Aspects historiques, législatifs, éthiques et esthétiques

Travail multi-échelles

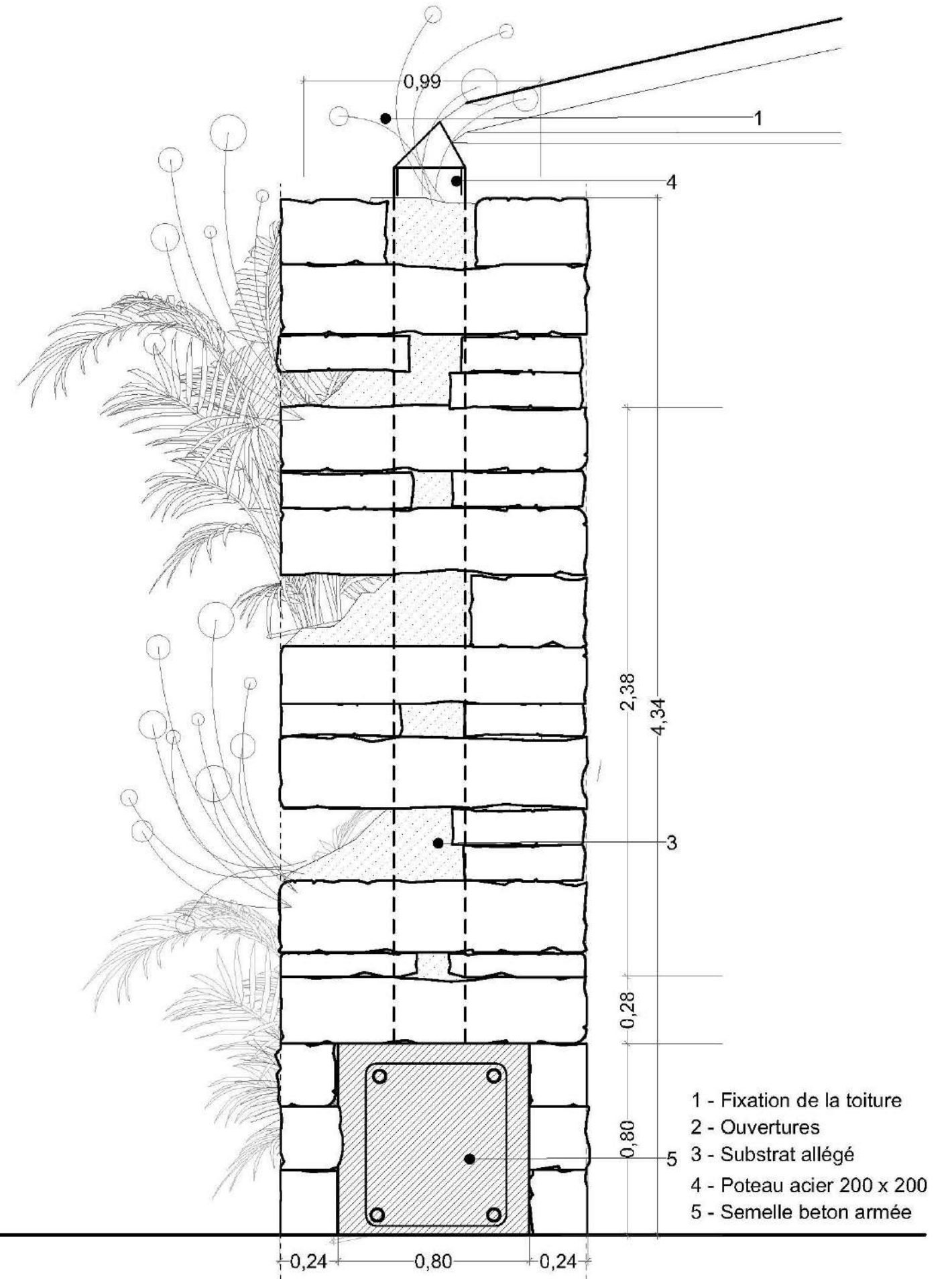
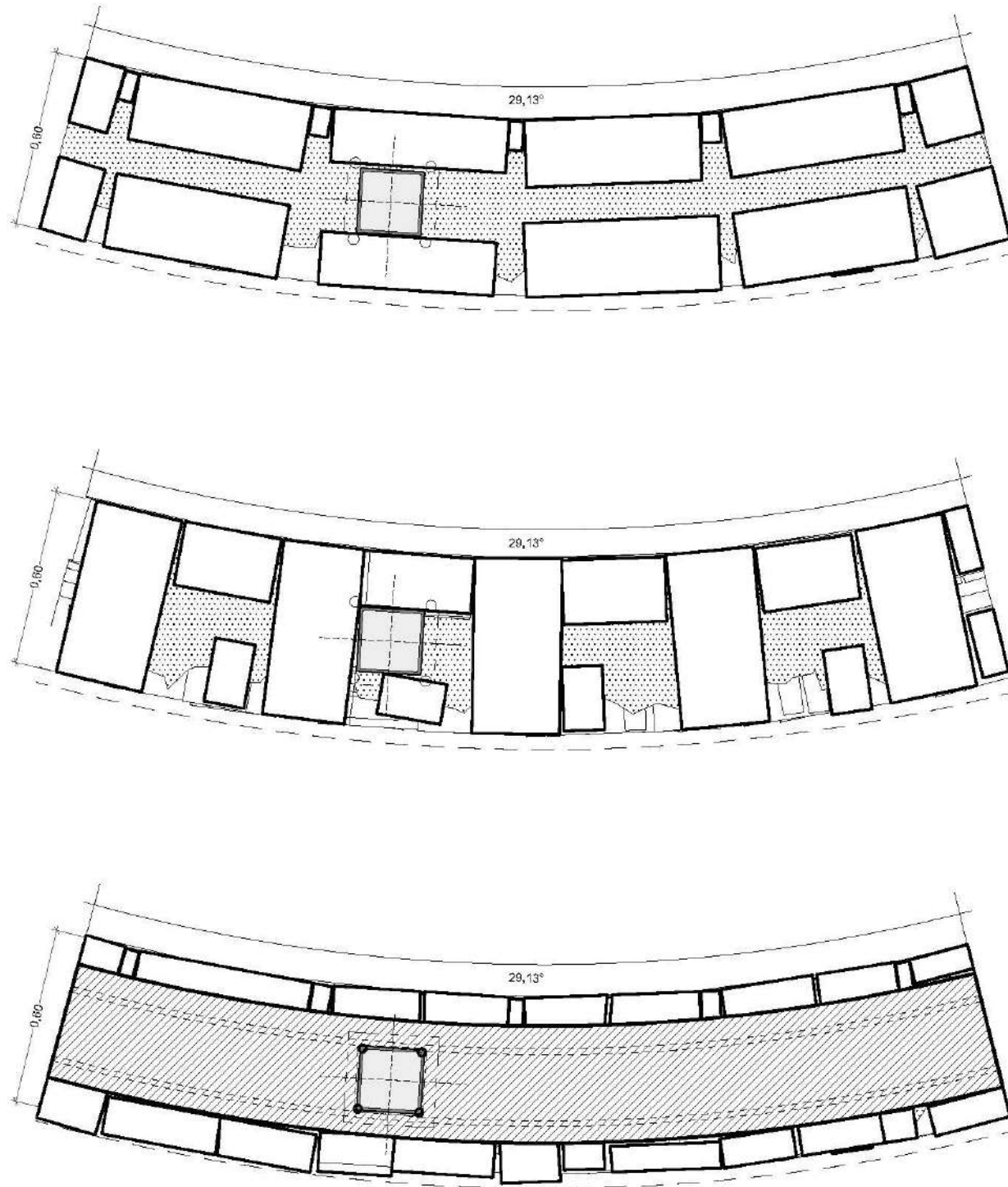




Pavillon pour la Métropole du Grand Paris, Biennale d'Architecture et de Paysage, Versailles, ChartierDalix, 2022



# Détail technique du mur biodiversitaire



- 1 - Fixation de la toiture
- 2 - Ouvertures
- 3 - Substrat allégé
- 4 - Poteau acier 200 x 200
- 5 - Semelle béton armée







# Perspectives

Coût/bénéfices



Bilan carbone, impact environnemental

Évaluation de la biodiversité

à l'échelle urbaine

Réemploi des matériaux de construction

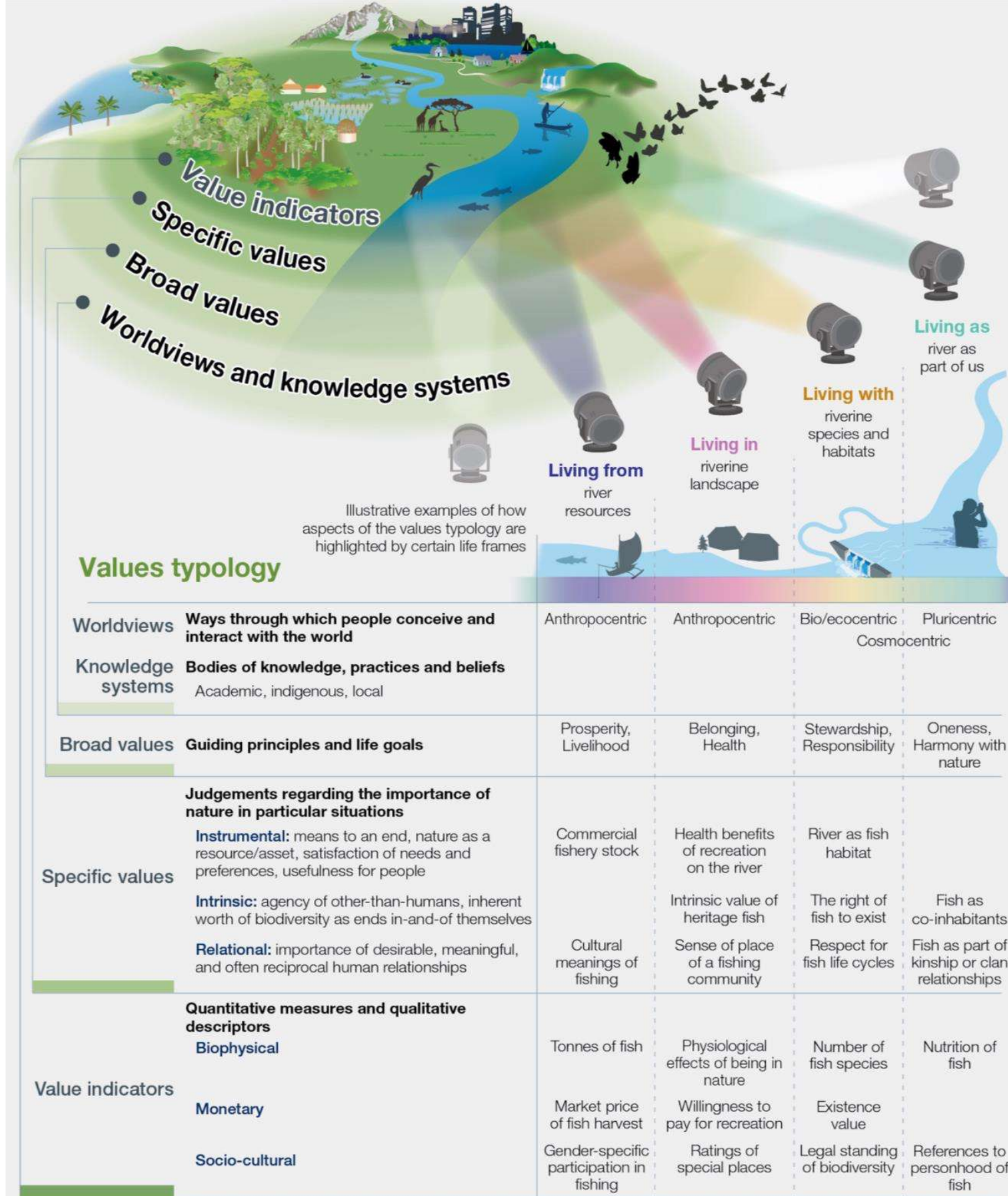
Étude de la vie du sol

Technosols pour le substrat

Eaux de pluie/grises pour l'arrosage



# Changement de valeur de la nature Pour une architecture écocentrique



## IPBES – Évaluation des valeurs de la nature

Résumé pour les décideurs, Juillet 2022



Merci

