

8 NOVEMBRE 2024

WEBINAIRE FRANCE - QUÉBEC - VILLE PERMÉABLE

**Techniques de gestion à la source des eaux pluviales |
pratiques d'entretien, coûts, avantages et potentialités**





Au programme de ce RDV !



Emma Girot & Maud Génissel , INSA Lyon Deep, RECOVER, INRAE Aix-Marseille (FR) |

Résultats d'enquêtes sur l'entretien des solutions de gestion des eaux pluviales.

Sophie Duchesne, Marie-Ève Jean, INRS Centre Eau Terre Environnement – Québec (CA) & Laura Milena Solarte Moncayo |

Analyse coûts-avantages des infrastructures vertes EP / Milieu urbain

Robin Dagois, Plante & Cité – Angers (FR) |

Les noues végétalisées : potentiel / zones humides et biodiversité

UNE VISION

l'ensemble des parties prenantes sensibilisées et formées

UNE STRATEGIE

et un cadre d'action favorable

DES REALISATIONS

et des opérations exemplaires



Synthèse

Le webinaire France-Québec « Ville perméable » s'inscrit dans le cadre de la recherche et le développement des solutions de gestion des eaux pluviales à la source et solutions fondées sur la nature. Animé par le GRAIE et la métropole de Lyon, ce webinaire s'inscrit dans le partenariat avec les villes de Montréal et de Québec et les Ateliers Ublo. Cette année, nous avons monté cette rencontre en collaboration avec l'Adopta et Redagieo, dans le cadre de l'animation du réseau francophone des animateurs eaux pluviales, avec le soutien du Ministère français en charge de la transition écologique et des agences de l'eau Rhône Méditerranée Corse et Loire Bretagne.

Le webinaire a rassemblé plus de 200 participants francophones, de France, Canada, Belgique, Luxembourg et Suisse venant des secteurs concernés (services techniques eau et autres, bureaux d'études, centres de recherche publique, ...).

3 axes forts à retenir des présentations et des échanges de ce webinaires :

L'entretien des solutions fondées sur la nature dédiées à la gestion des eaux pluviales ne doit pas être un frein à leur développement.

Les études réalisées en France, au Québec et à Melbourne (Australie) ont montré que la gestion de ces ouvrages était souvent confiée à plusieurs services qui n'ont pas forcément conscience de toutes les fonctionnalités, ce qui entraîne de mauvaises pratiques et un manque de coordination. La concertation en amont, l'attribution des rôles et des budgets, le partage sur les fonctionnalités multiples et la formation ou l'échange sur les pratiques d'entretien sont des leviers efficaces et nécessaires pour faciliter l'entretien.

La compréhension et le partage des connaissances est un atout majeur à améliorer.

De manière générale, il y a une méconnaissance des solutions fondées sur la nature et de leurs fonctionnalités de la part du grand public et des différents services en charge de la gestion des espaces et des ouvrages. Le constat est malheureusement assez similaire dans la littérature scientifique internationale.

L'efficacité des Solutions Fondées sur la Nature (SfN) dépend de l'anticipation de la gestion des ouvrages dès leur conception.

Du fait d'un manque d'expertise et de coordination entre les différents services en charges de la conception et de l'entretien des solutions fondées sur la nature pour la gestion des eaux pluviales, celles-ci remplissent difficilement la totalité de leurs fonctions potentielles.

Les bonnes pratiques d'entretien des ouvrages de gestion à la source des eaux pluviales sont primordiales pour une efficacité optimale sur la réduction des rejets d'eaux pluviales, la réduction des coûts et l'optimisation des multiples bénéfices qui en découlent.



En partenariat avec :



Synthèse

1. Résultats d'enquêtes sur l'entretien des solutions de gestion des eaux pluviales

Emma Girot mène un travail de recherche entre INSA Lyon et INRAE Aix-Marseille dans le cadre du projet GestPatPluvO, sur la Gestion patrimoniale durable et multi-échelle des solutions fondées sur la nature dédiées aux eaux pluviales urbaines. Elle a lancé une enquête sur les pratiques d'entretien sur le territoire français. Les réponses ont porté essentiellement sur des ouvrages publics centralisés (cad permettant de gérer l'ensemble des eaux pluviales d'un bassin versant par un dispositif unique et/ou en un lieu unique, comme les bassins de rétention) et beaucoup moins sur les ouvrages décentralisés (dédiée à la gestion des eaux pluviales à la source du ruissellement ou à proximité de cette source, comme les arbres de pluie). Ce vocabulaire reste d'ailleurs à consolider et porte des interprétations différentes. On retrouve ainsi essentiellement des réponses liées aux ouvrages centralisés : pour les pratiques d'entretien une forte proportion de réponses sur le curage, face aux problématiques que sont l'accumulation de sédiments, le colmatage, un volume de stockage insuffisant, un régulateur de débit défectueux, ... Maud Génissel a mené des interview semi-directives sur les synergies et contraintes dans l'entretien des SfN au regard des enjeux de biodiversité au sein de services assainissement et espaces verts des collectivités. Elle a constaté que souvent les SfN sont bien perçues et appréciées, mais leur fonction hydraulique reste méconnue. En conséquence, les pratiques d'entretien ne sont pas adaptées pour respecter les multiples fonctions des ouvrages. Le manque connaissance et d'organisation de ces pratiques ainsi que leurs entretiens a été démontré comme potentiellement pénalisant.

Une enquête internationale sur la gestion des SfN dédiées aux eaux pluviales va avoir lieu en décembre 2024 et un guide des bonnes pratiques de gestion des SfN pour la biodiversité est en préparation.

Synthèse

2. Analyse coût-avantages des infrastructures vertes pour le contrôle à la source des eaux pluviales en milieu urbains

Les chercheuses de l'INRS ont réalisé une étude pour l'observatoire de la gestion intégrée de l'espace public urbain du CERIU sur les coûts d'entretien, leur impact sur les performances hydrologiques et la mise en œuvre de programmes d'entretien. Ces recherches ont été menées en trois parties : entretiens dirigés avec les services concernés, analyse de la littérature scientifique et études de cas. Il en ressort des difficultés similaires à celles évoquées dans l'enquête française, notamment l'éparpillement des responsabilités, les conséquences en termes d'organisation, d'inventaire incomplet, de perception des besoins, ... mais aussi quelques stratégies exemplaires, que ce soit des équipes pluridisciplinaires dédiées, des guides d'entretien partagés, ou la mobilisation d'animaux brouteurs pour simplifier l'entretien. Les coûts d'entretien de ces solutions sont très variables mais des bonnes pratiques semblent pouvoir les réduire et améliorer la durabilité des ouvrages. Malgré le manque de documentation sur ce sujet, il est possible d'appuyer la décision avec des projections climatiques et d'occupation du sol, les coûts du cycle de vie des ouvrages, les coûts évités, les performances et avantages.

3. Les noues végétalisées : quel potentiel en matière de zone humide et de support de biodiversité ?

Robin Dagois présente les premiers enseignements du programme N'OUPS : pour une meilleure prise en compte des fonctionnalités écologiques des noues végétalisées. Cette étude vise à étudier 9 noues et leur mode de gestion (pratique d'entretien), avec des disparités géographiques et climatiques, afin de mettre en place des préconisations techniques pour plus de multifonctionnalités. Elle a montré que les ouvrages recensés, bien que végétalisés, ne sont souvent perçus qu'avec leur seule fonction hydraulique alors que les SfN sont hybrides. Les décisions prises en matière de gestion des solutions devraient faire l'objet d'une réflexion sur les multi-usages qu'ils proposent et en faveur de l'écologie. Ainsi il est proposé de poursuivre les travaux afin de proposer des recommandations quant aux éléments de conception écologique (notamment adéquation plantations – sol – environnement), l'anticipation de l'évolution du système d'un aménagement vers un écosystème et enfin l'adaptation des programmes d'entretien au regard de cet enjeu écologique.

WEBINAIRE FRANCE - QUÉBEC | VILLE PERMÉABLE

Techniques de gestion à la source des eaux pluviales | pratiques,
d'entretien, couts, avantages et potentialités

8 NOVEMBRE 2024



INTRODUCTION

Elodie BRELOT – GRAIE

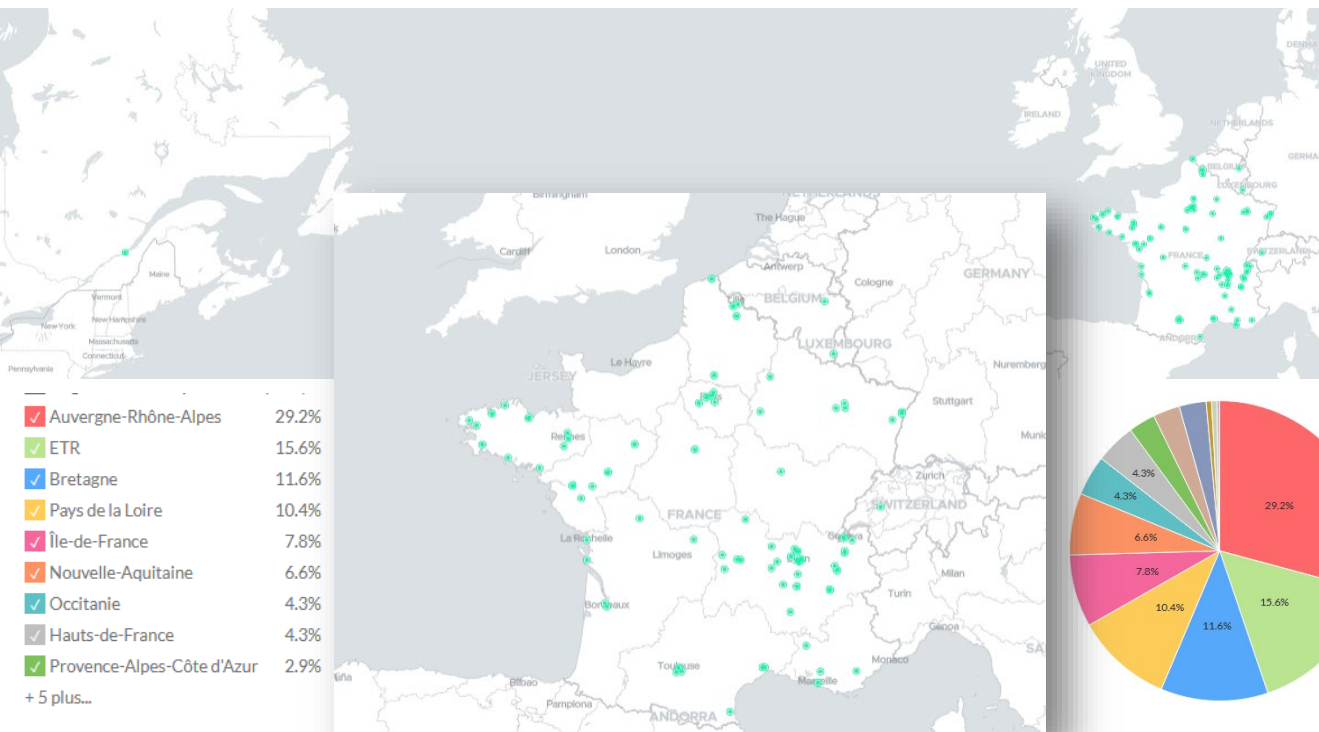
Hervé CALTRAN – Métropole de Lyon





Bienvenue

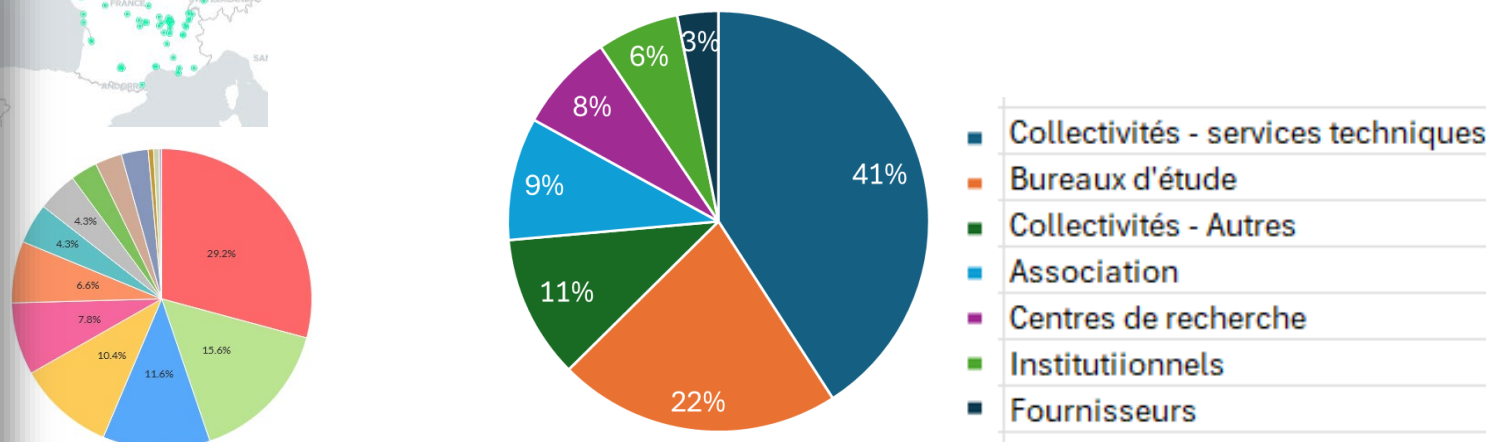
Répartition géographique :



France, Canada, Belgique, Suisse, Luxembourg ...

Nombre d'inscrits 346	Nombre d'organismes 217
Membres du Graie 67	Nouveaux contacts 159

Répartition par activité :

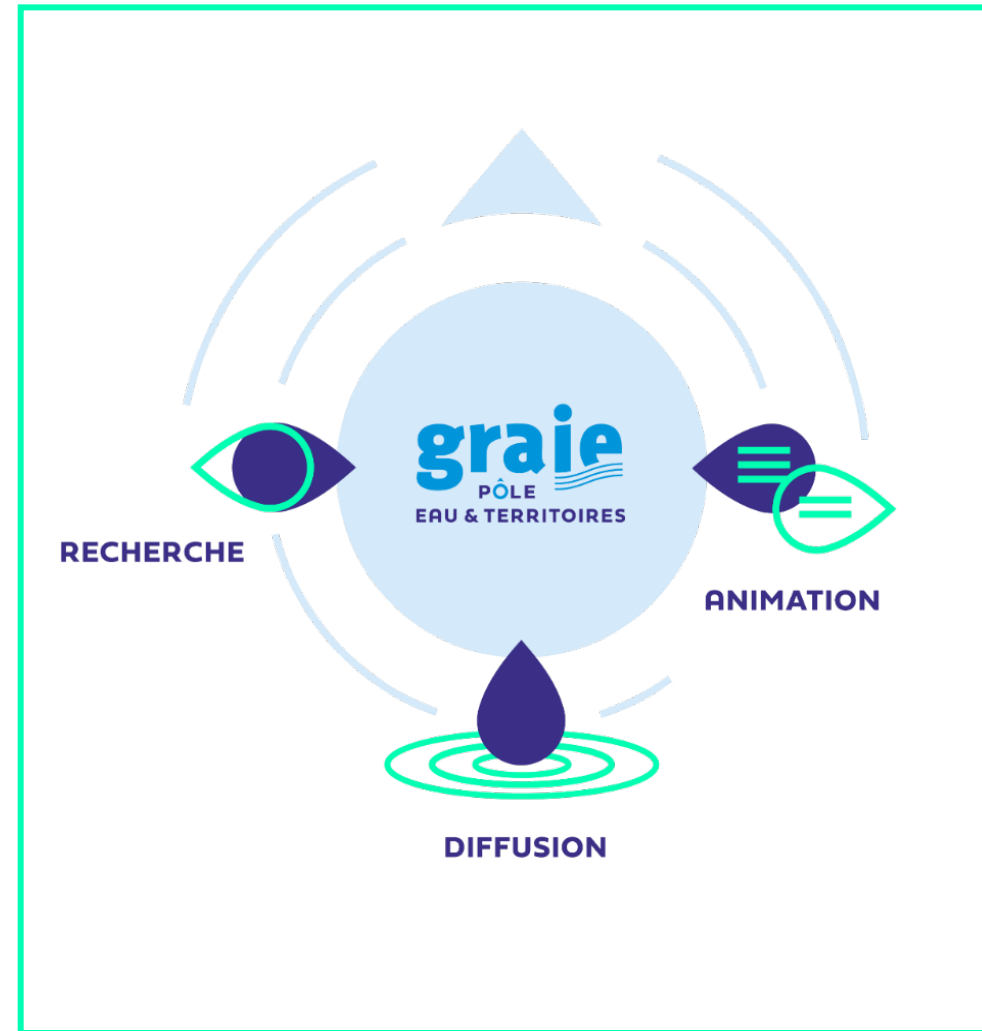
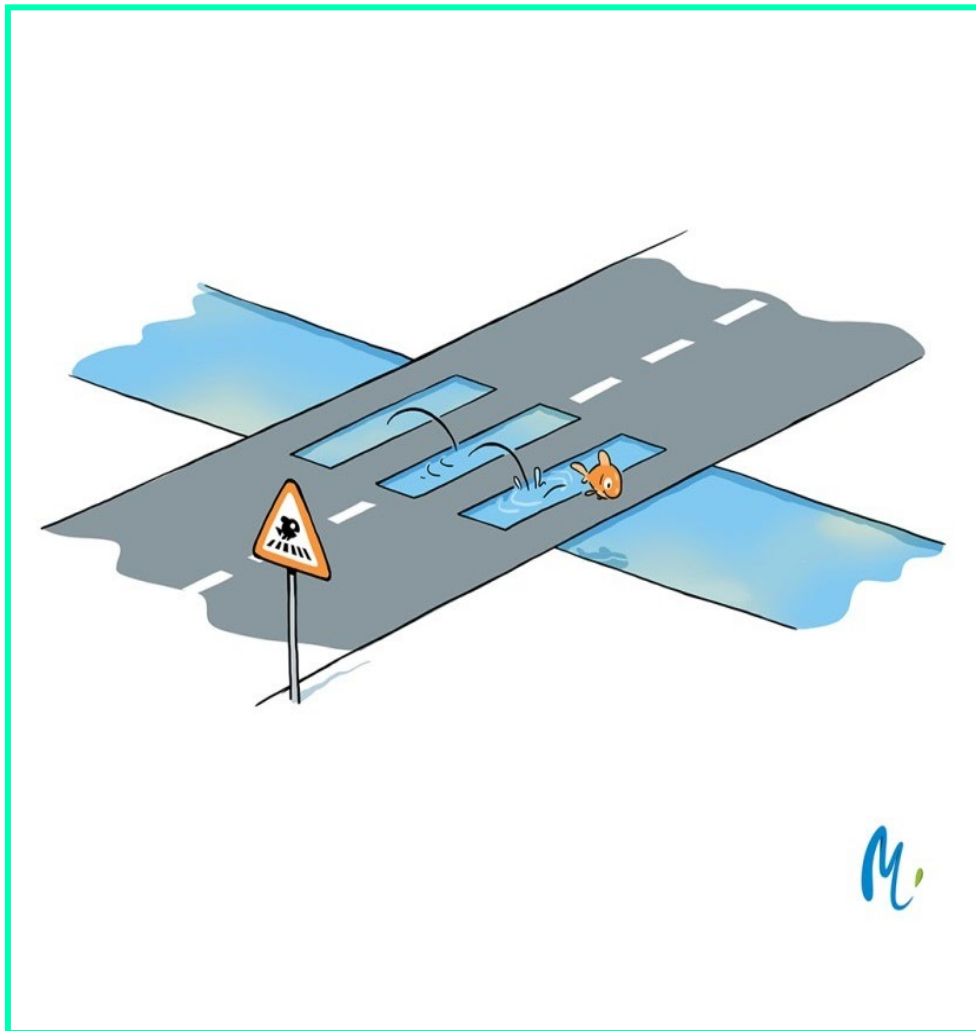


En partenariat avec :



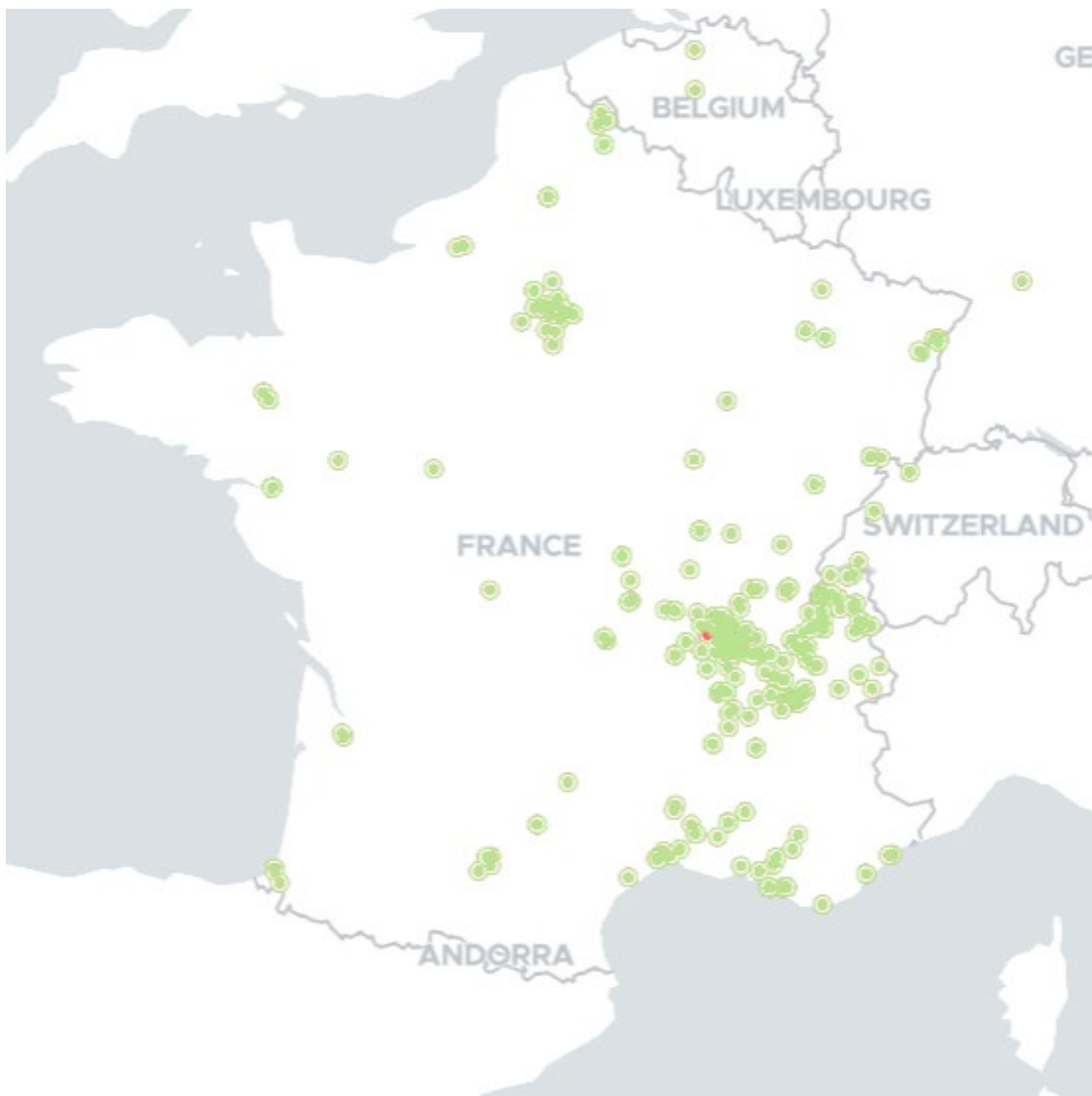


Le Graie, Pôle de compétence Eau & Territoires

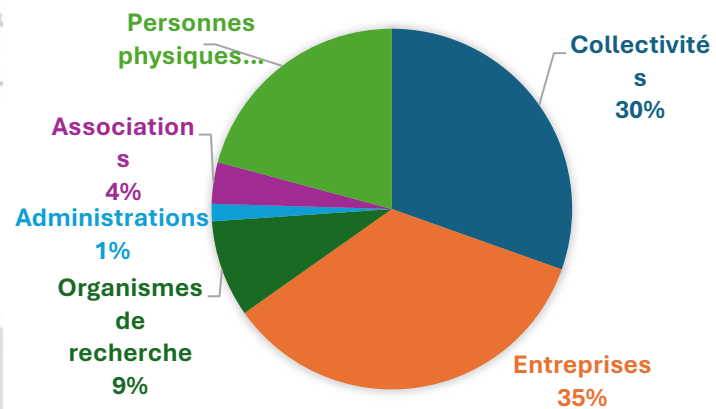
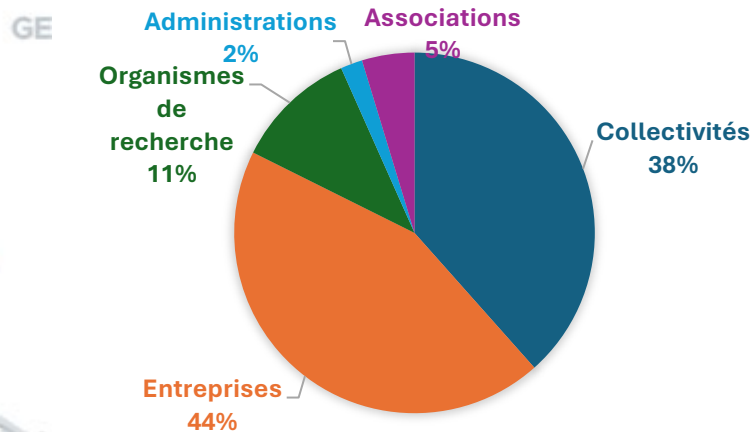




Les membres du Graie



10 étrangers : Suisse Belgique Pays Bas Luxembourg Canada



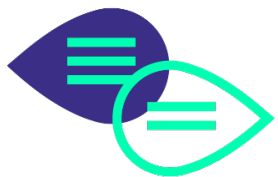
MEMBRES 2023

330
adhérents

233
personnes morales
68
personnes physiques

29
membres actifs
du réseau régional

Plus de 3000 contacts dans la base



Les partenaires du GRAIE

Soutenu par



Nombreux partenaires spécifiques aux conférences internationales : mécènes et associations scientifiques et techniques, nationales et internationales



Partenaires techniques (co-organisation et co-animation des réseaux) : ADOPTA, AMORCE, ARBE Région Sud, ASCOMADE, ASTEE, CEREMA, FNCCR, FNE AURA, UR CAUE, VAD - Ville et Aménagement Durable, Ville de Montréal et Ville de Québec.

GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU DANS LA VILLE

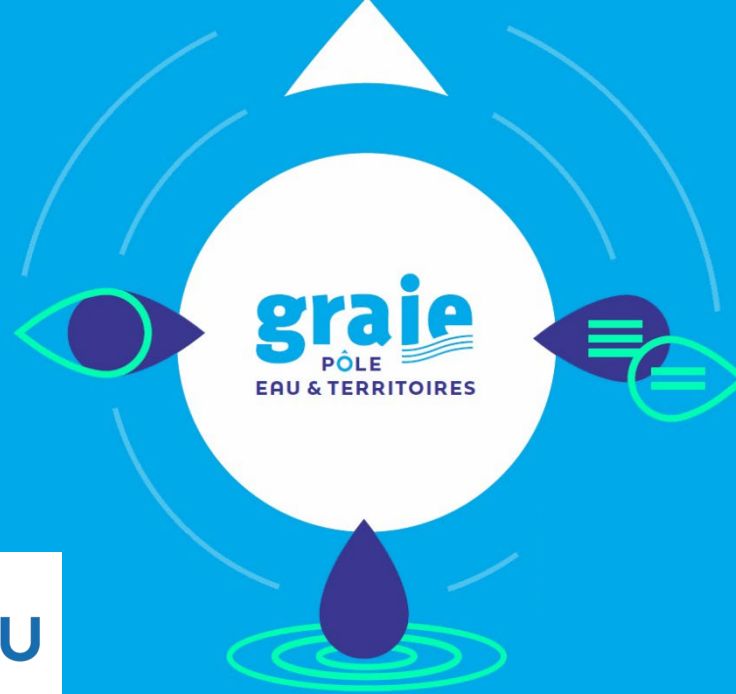


RECHERCHE

- OTHU
Observatoire de Terrain en
Hydrologie Urbaine
- 10 programmes de
recherche en appui
- CO-EAUPLUVIALE
Collaboration
France-Québec



- CO-UDlabs
programme européen H2020
Réseau d'observatoires de
recherche pour la gestion
durable de l'eau dans la ville



DIFFUSION

Publications

- Notes, guides et outils méthodo
- Observatoire des opérations exemplaires
- Méli mélo - Démêlons les fils de l'eau

Accompagnement

- Organisation de rencontres locales
- Atelier Ville perméable
- Formations

Conférences

- Villes perméables
- NOVATECH - 12^e conférence internationale
en 2026 - sur l'eau dans la ville
29 JUIN – 3 JUILLET 2026

ANIMATION

Régionale :

Groupes de travail

- Autosurveillance
- Eaux pluviales et
aménagement
- Effluents non domestiques
- Exploitants de stations
d'épuration

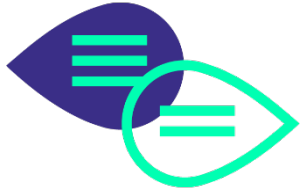
National :

- RFATEP - Les animateurs
territoriaux eaux pluviales
- La gestion des effluents non
domestiques
- Contribution au plan d'action
national eaux pluviales

INTERNATIONAL

- Co-eauxpluviales FR-CA





Les partenariats

Le RFATEP – réseau francophone des animateurs eaux pluviales

Graie - Adopta - Redagieo

- La plateforme Expertises-territoires
- RDV 1 à 2/an - POITIERS les 19-20 novembre



CO.EAUXPLUVIALES FR – CA

Grand Lyon – Graie - Montréal – Québec – Ateliers Ublo

- Webinaires "ville perméable" 1/an depuis 2019
- Balados eaux pluviales



En partenariat avec :



UNE SÉRIE DE BALADOS SUR LA GESTION INTÉGRÉE DES EAUX PLUVIALES


Une Coopération France-Québec

CO•EAUPLUVIALE FR-CA



- Partager - Diffuser - Innover -

PRÉSENTEZ VOS INNOVATIONS et faites rayonner vos idées

 **Le Balado "Où va l'eau ?" approche à grands pas !
Il sera disponible avant la fin de l'année sur toutes
les plateformes dédiées et sur le site du **GRAIE**.**



Écocampus (La Doua)
Enregistrement



Les rendez-vous « Ville Perméable » du Graie

Conférences et échanges entre France Québec et ailleurs :

- **Retour sur des opérations « ordinaires » ou emblématiques**, pour faire la démonstration par l'exemple.
- **Approches transversales, multidisciplinaires et pluri-acteurs**, tant dans l'élaboration des stratégies que dans la mise en œuvre des opérations d'aménagement.
- **Accompagnement du changement** en appui sur cette chaîne d'acteurs variés, qui interviennent – pour certains malgré eux - sur la gestion de l'eau

WEBINAIRE FRANCE - QUÉBEC | VILLE PERMÉABLE

Techniques de gestion à la source des eaux pluviales | pratiques,
d'entretien, couts, avantages et potentialités

8 NOVEMBRE 2024

Présentation des résultats d'enquêtes sur l'entretien des solutions de gestion des eaux pluviales

Zoom sur la gestion des solutions fondées sur la nature et les enjeux de biodiversité

Emma Girot – DEEP, INSA Lyon et RECOVER, INRAE Aix-Marseille

Maud Génissel – RECOVER, INRAE Aix-Marseille





Projet GestPatPluvO

Gestion patrimoniale durable et multi-échelles des solutions fondées sur la nature (SfN) dédiées aux eaux pluviales urbaines

- Equipe projet interdisciplinaire



Hydrologie urbaine

Emma Girot

Génie urbain, aide à la décision, gestion patrimoniale

Frédéric Cherqui

Ecologie, connectivité écologique, services écosystémiques

Sylvie Vanpeene, Maud Génissel

Sciences de gestion, gestion des services d'eau et d'assainissement

Christophe Wittner, Rikyelle Nguematio

Gestion des risques

Aide à la décision

Diagnostic territorial

Pascal Di Maiolo

Approches participatives

Franck Taillandier

Gestion patrimoniale

Corinne Curt

- Soutien financier



En partenariat avec :



Projet GestPatPluvO

► Guider la gestion à l'aide d'un modèle

Impactent

SfN dédiées à la
gestion des eaux
pluviales

Caractérisées par

Pratiques d'entretien

Fauchage

Nettoyage

Surveillance

Retrait des déchets



Performances



Détermine

Stratégie de gestion

Guident



Enquête française



- **Objectif :**

Retour d'expérience opérationnel de la gestion des solutions de gestion des eaux pluviales : types de solutions, pratiques d'entretien, fréquence d'entretien, dysfonctionnements, causes de dysfonctionnements....



- **Public visé :**

Gestionnaires et opérateurs français des solutions de gestion des eaux pluviales



- **Période d'enquête :** 21 mars – 10 mai

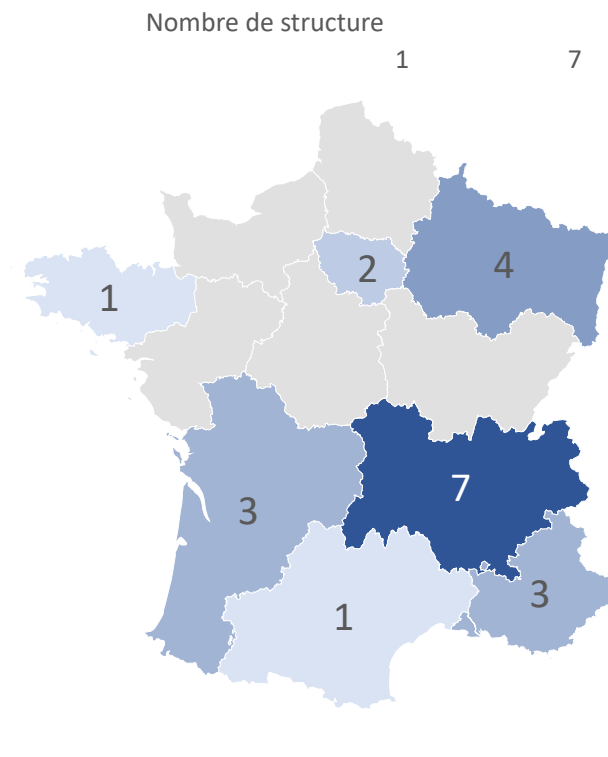
Résultats de l'enquête française

Participation

Taux de réponse : 6% (21 enquêtés sur 357 connexions)

Fonction		Nombre de réponses	Pourcentage (%)
Gestionnaire public	Technicien.ne	4	19
	Ingénieur.e	10	48
	Chef.fe de service	5	24
Constructeur de solution	Ingénieur.e	1	5
MOE / Enseignant chercheur	Paysagiste concepteur / Chef de projet /	1	5
	Maître de conférences		

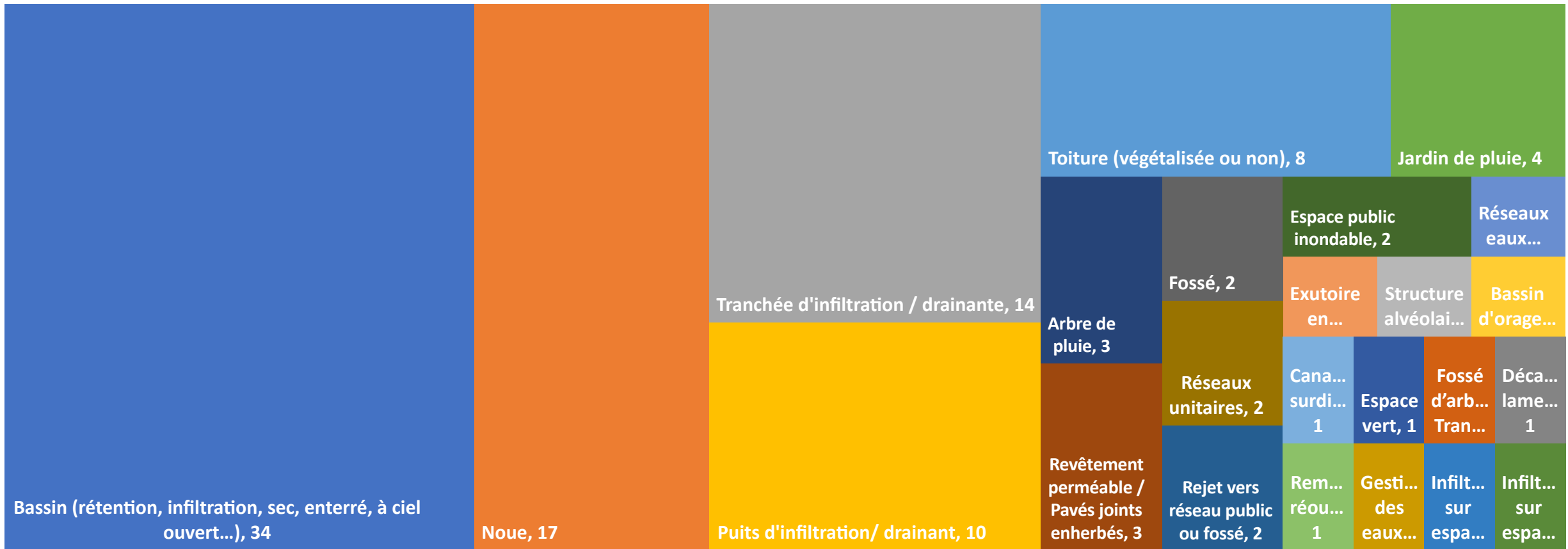
Profil des enquêtés



Répartition géographique par région des enquêtés

Résultats de l'enquête française

Solutions représentées



Nombre de mentions selon le type de solutions

Résultats de l'enquête française

Solutions représentées

- Distinction entre solution centralisée VS décentralisée peu claire

Une solution dite **centralisée** permet de gérer **l'ensemble des eaux pluviales d'un bassin versant par un dispositif unique et/ou en un lieu unique.**

Bassin de rétention



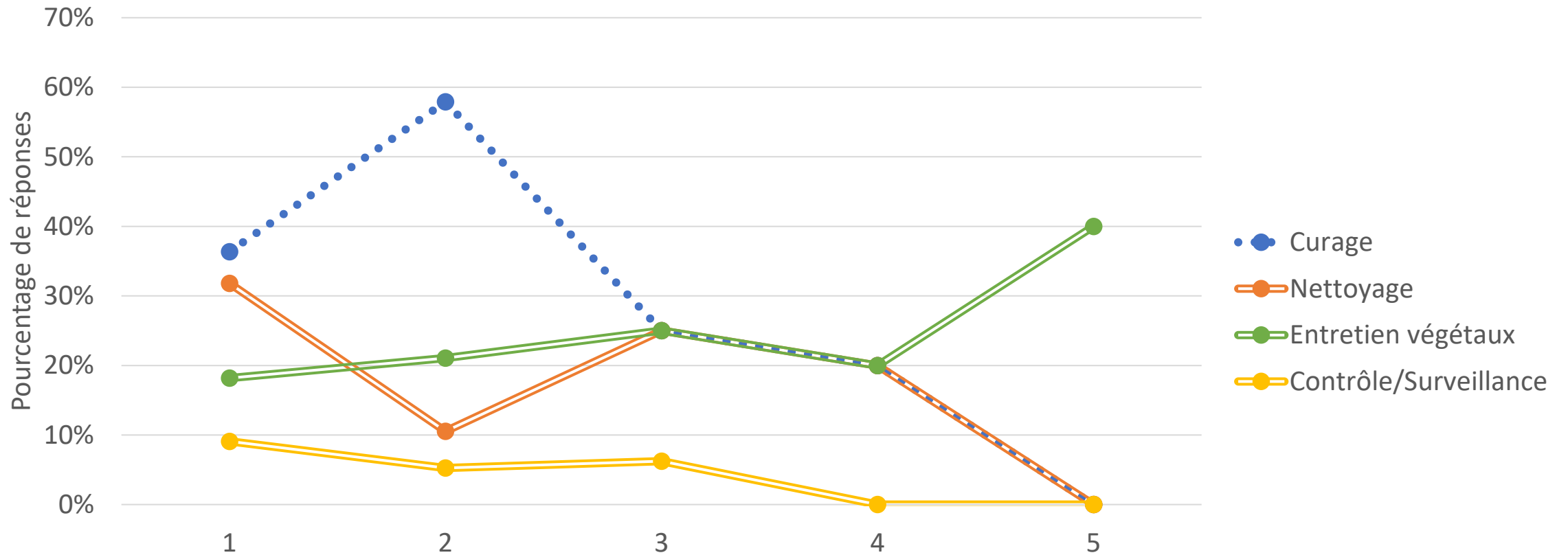
Une solution dite décentralisée est **dédiée à la gestion des eaux pluviales à la source du ruissellement ou à proximité de cette source.**

Arbre de pluie



Résultats de l'enquête française

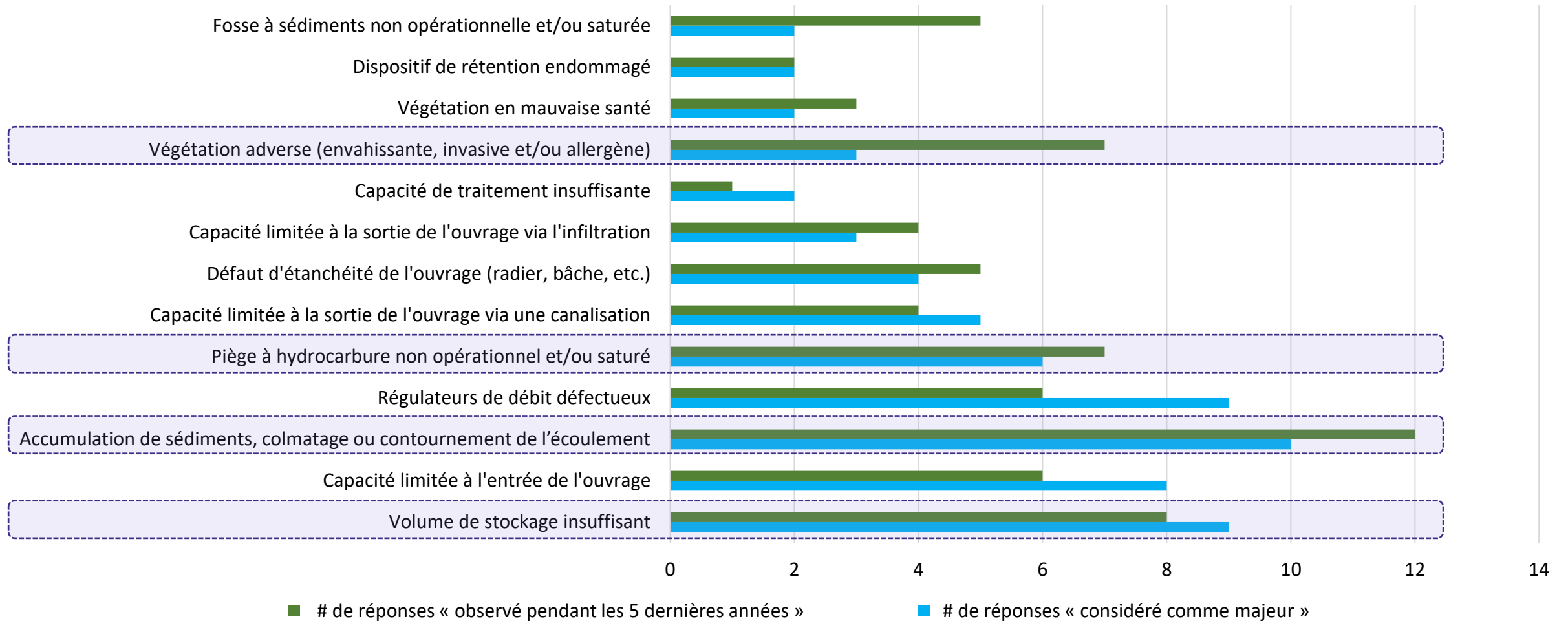
Opérations d'entretien



Classement des opérations par ordre d'importance (1 étant la plus importante et 5 la moins importante)

Résultats de l'enquête française

Dysfonctionnements observés



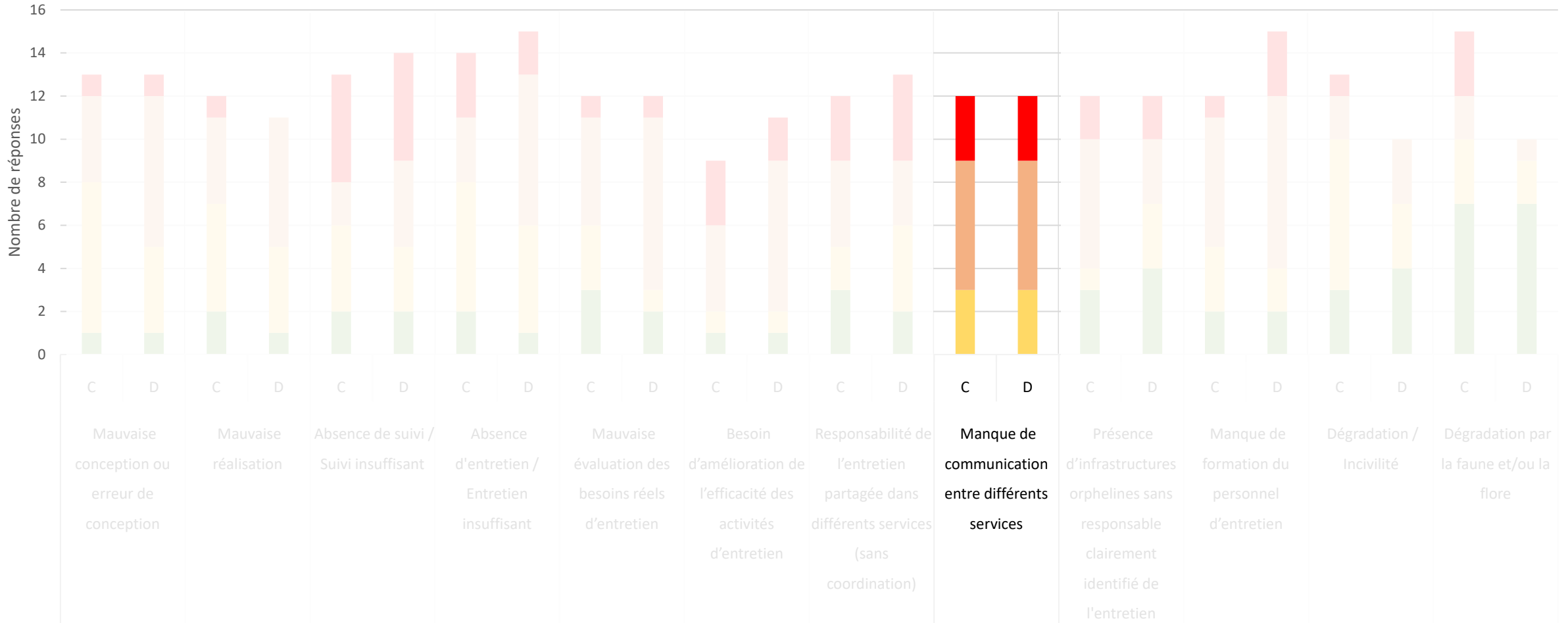
■ # de réponses « observé pendant les 5 dernières années »

■ # de réponses « considéré comme majeur »

Résultats de l'enquête française

Récurrance des causes de dysfonctionnements

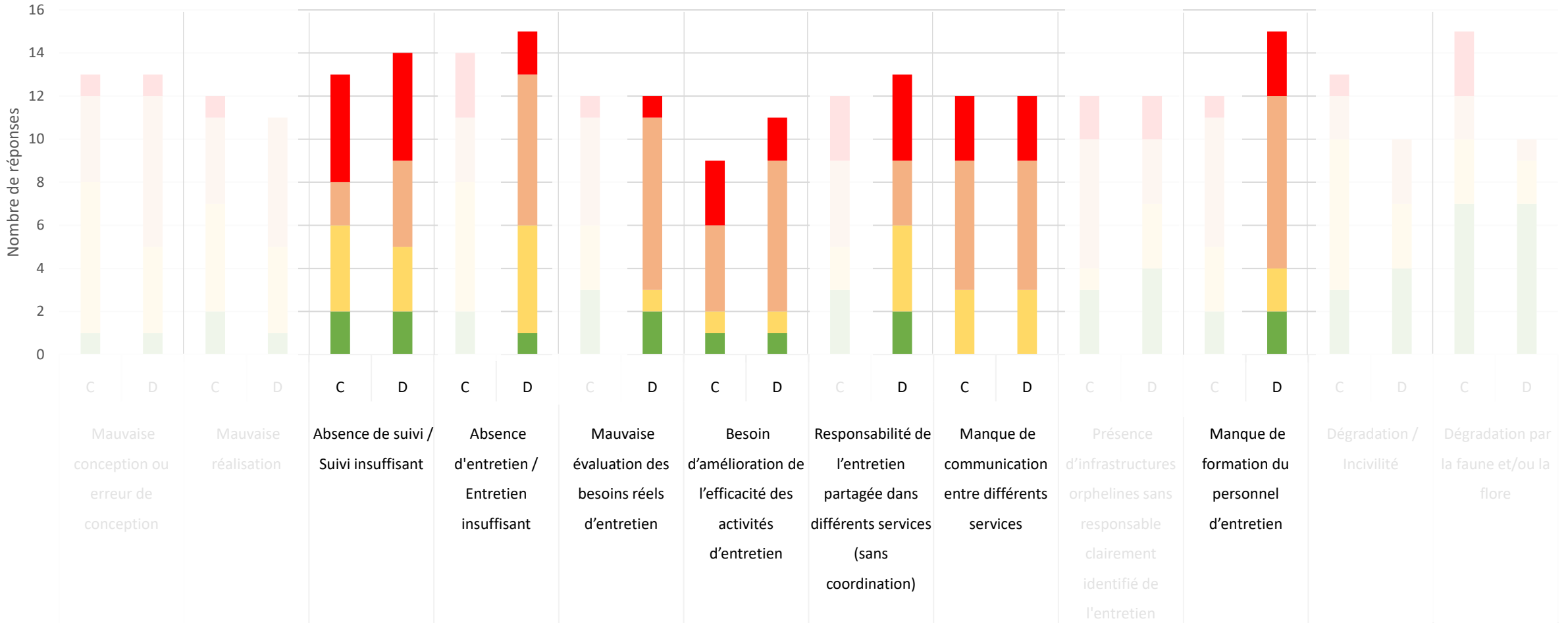
■ Rare ■ Peu fréquent ■ Fréquent ■ Très fréquent



Résultats de l'enquête française

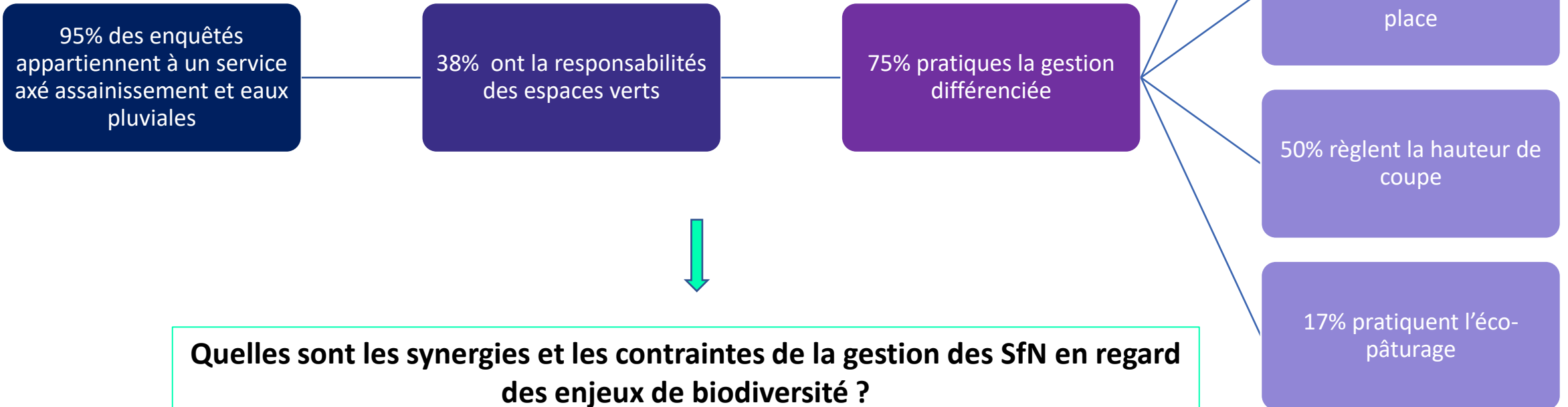
Récurrance des causes de dysfonctionnements

■ Rare ■ Peu fréquent ■ Fréquent ■ Très fréquent



Zoom sur les SfN dédiées aux eaux pluviales

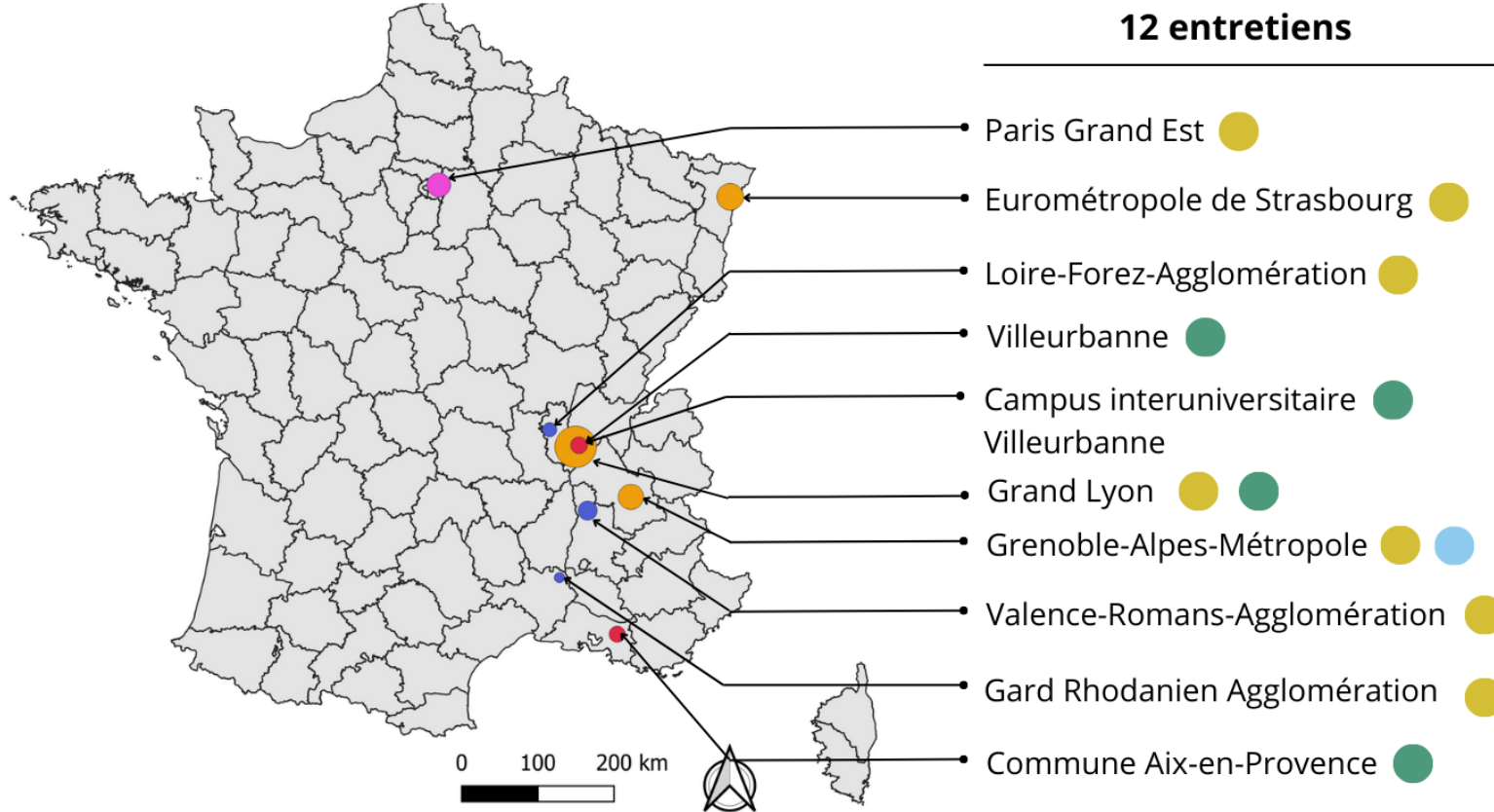
Gestion différenciée des espaces verts



Stage de M2 de Maud Génissel

Interviews semi-directives

Enquête - gestionnaires publics



Type de collectivité

- Commune
- Communauté d'agglomération
- Etablissement Public Territorial
- Métropole

Nombre d'habitants

- 100 000
- 200 000
- 500 000
- 1 000 000
- 1 500 000

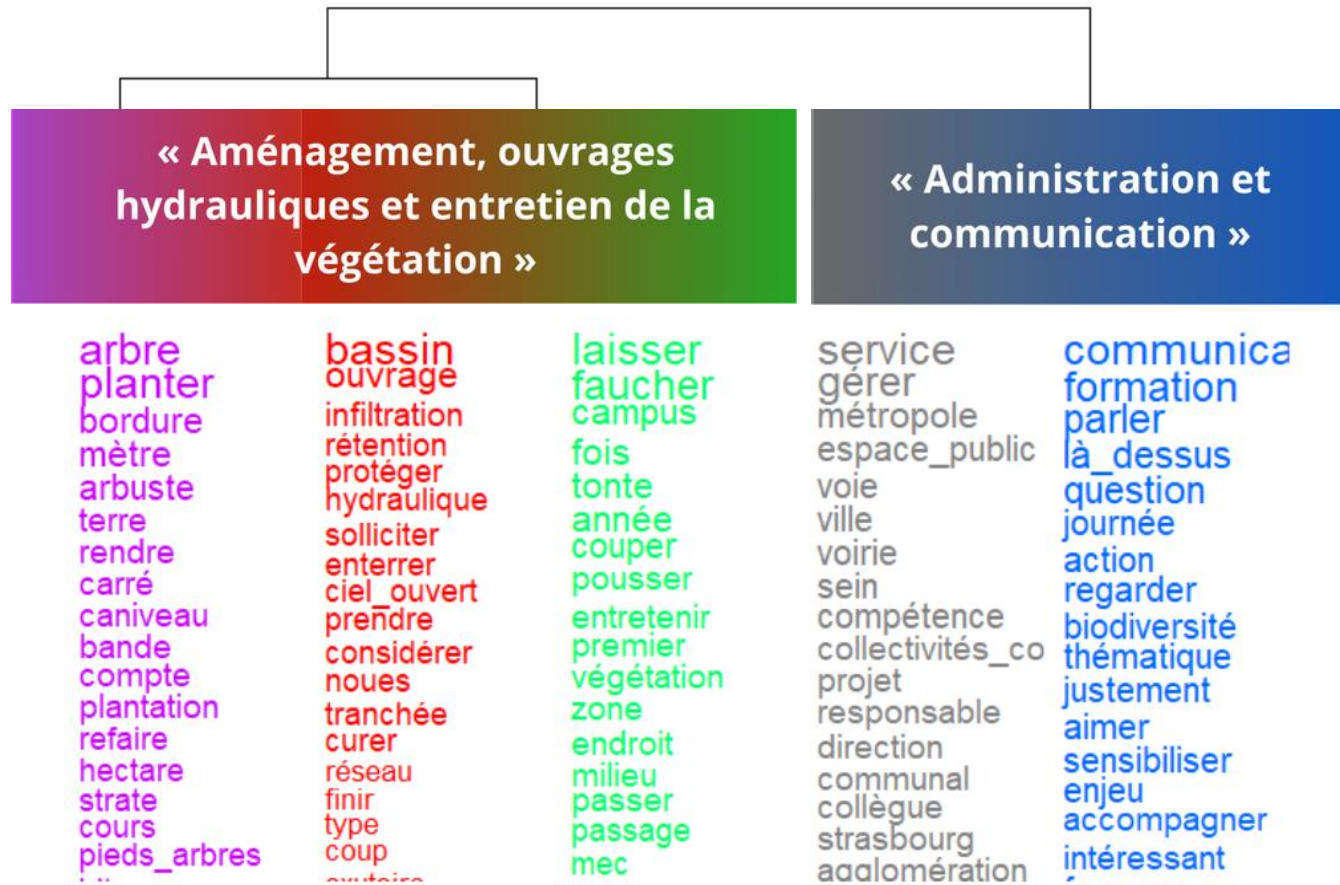
Type de service

- Service assainissement
- Service espaces verts
- Service voirie

Collectivités interrogées selon leur type et leur nombre d'habitants. ©Génissel

Résultats interviews semi-directives

► Analyse lexicale

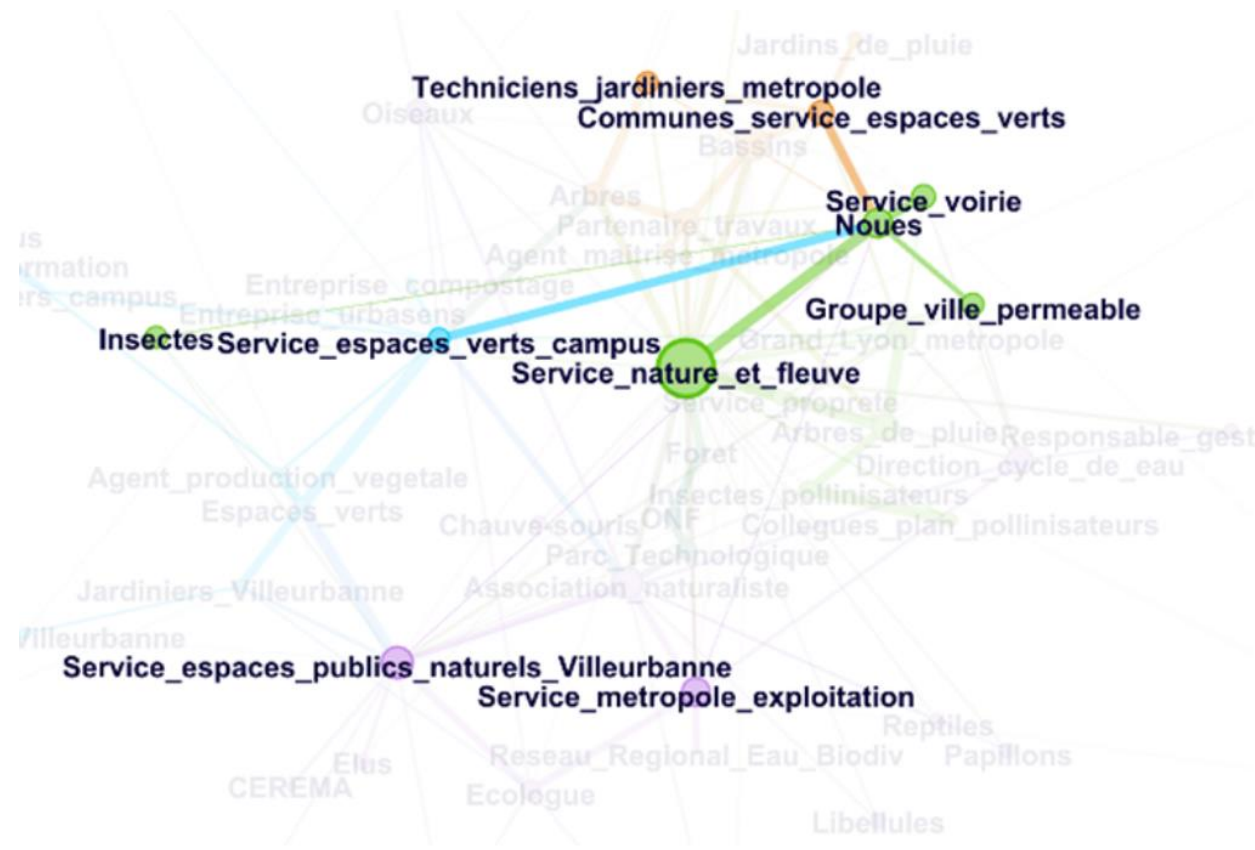


Dendrogramme des classes, méthode de Reinert, classification simple sur texte

Résultats interviews semi-directives

Analyse thématique

Les multiples services en charge des SfN de type 'Noue' sur le territoire du Grand Lyon

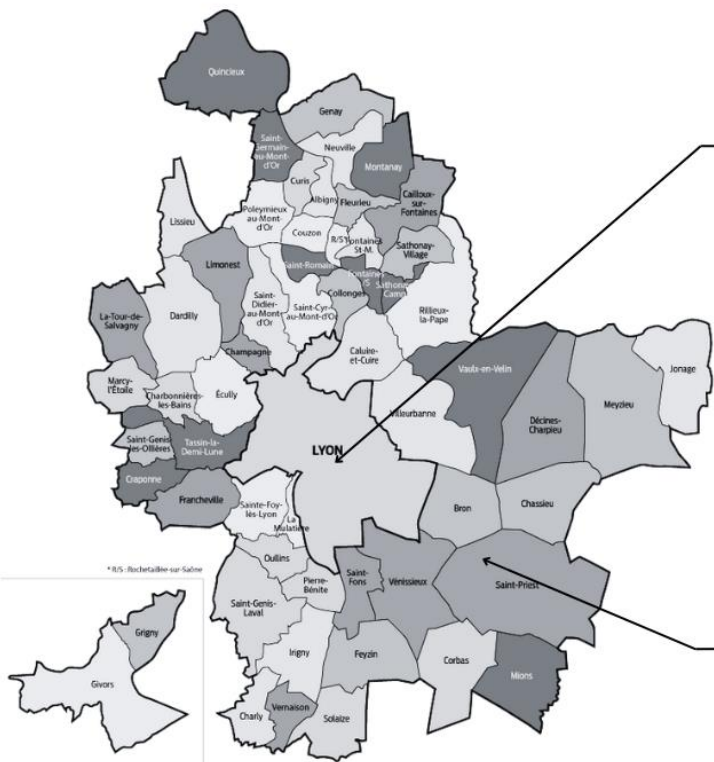


Réseau d'acteurs (organisé par la spatialisation Force Atlas 2.)
Zoom sur l'acteur « Noues ».



Enquête sociologique

Enquête - usagers des SfN



Territoire Grand Lyon. Source : Tribune de Lyon.

PARC JACOB KAPLAN



47
usagers

PARC TECHNOLOGIQUE



24
usagers

Résultats de l'enquête sociologique

Perception des SfN : des ouvrages peu connus...

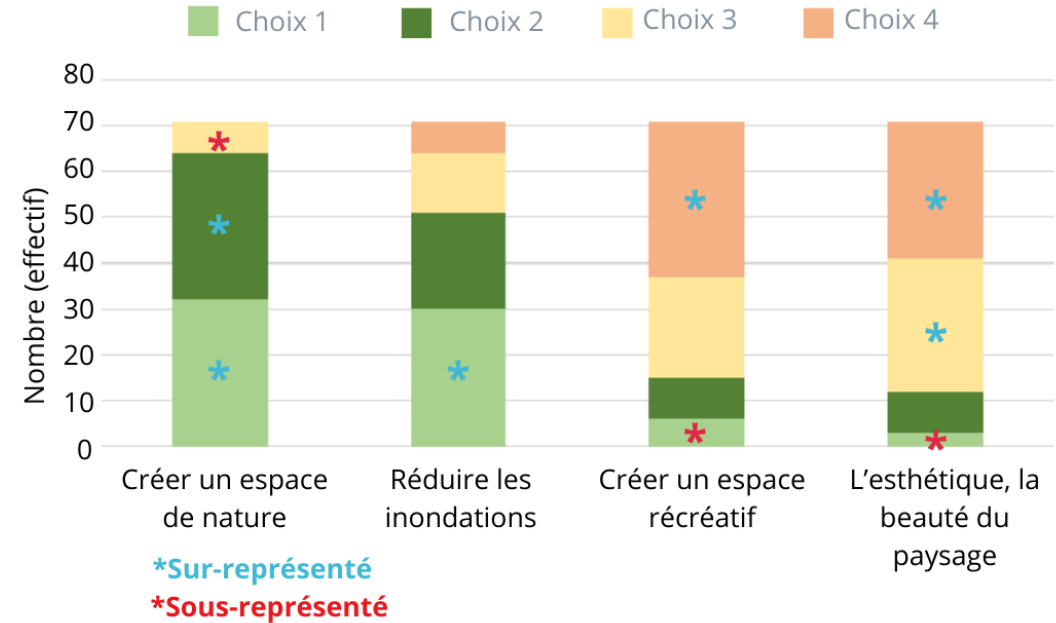
- Méconnaissance de la fonction hydraulique des parcs et du terme SfN par plus de 80%

... mais perçus positivement

- 80% des usagers souhaitent en apprendre plus à l'occasion
- Les SfN sont des solutions fiables et durables (n = 68) :



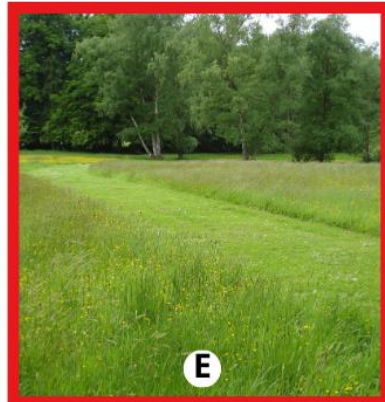
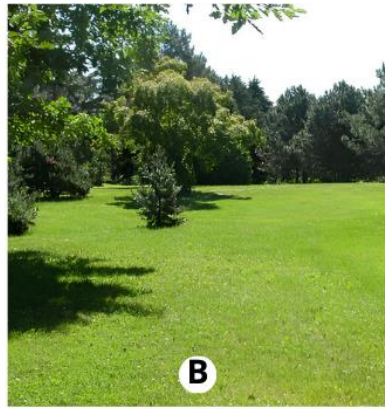
- Les SfN contribuent positivement à l'environnement du parc (n = 71) :



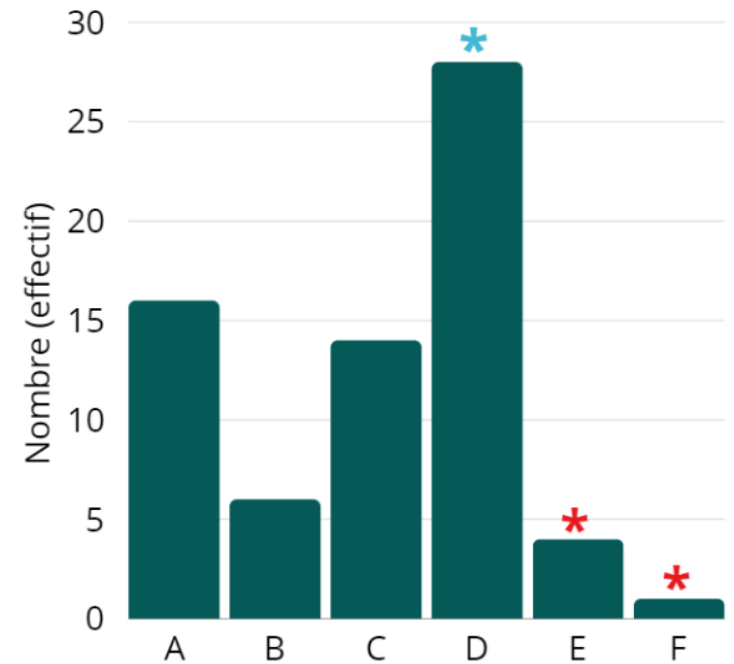
Classement de quatre bénéfices des SfN selon leur importance pour les usagers : (n = 71)

Résultats de l'enquête sociologique

Préférences de gestion



Quelle photo vous plaît le plus ? (n=69)

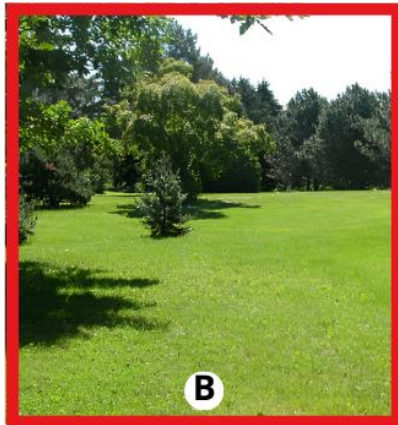


*Sur-représenté

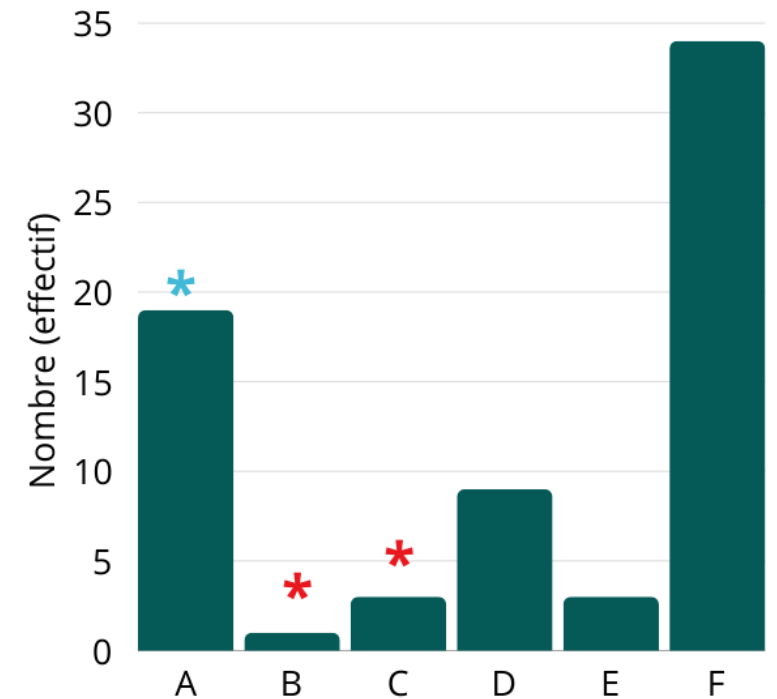
*Sous-représenté

Résultats de l'enquête sociologique

Préférences de gestion



Quelle photo vous plaît le moins ? (n=69)

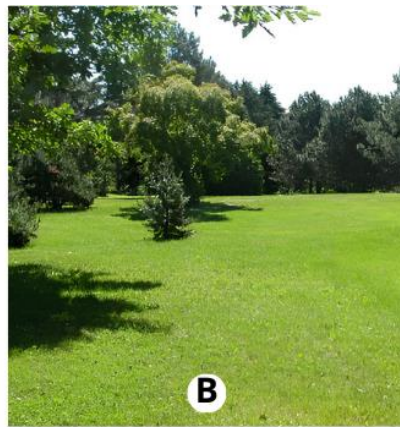
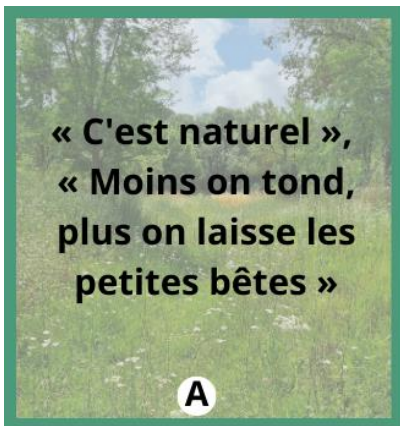


*Sur-représenté

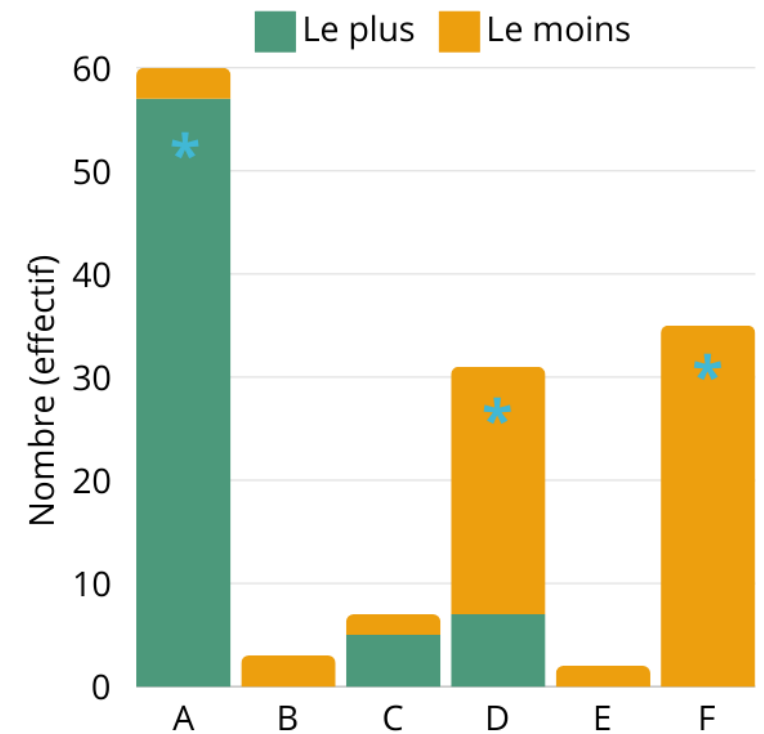
*Sous-représenté

Résultats de l'enquête sociologique

► Perception de la biodiversité



Selon vous, quel espace est le plus vs. le moins propice à la biodiversité ? (n=69)



*Sur-représenté

Conclusions

Gestionnaires publics

- Une gestion fragmentée entre services et des pratiques d'entretien hétérogènes
- Des incohérences dans la répartition des tâches qui vont impacter l'efficacité des SfN pour la biodiversité
- Contraintes organisationnelles liées au caractère multifonctionnel
- Manque de connaissance

Usagers

- Des préférences qui demandent de trouver un équilibre entre les critères esthétiques et récréatifs et les objectifs de biodiversité.
- Des ouvrages encore méconnus, mais perçus de manière positive

- Nécessité de former et faire dialoguer les gestionnaires pour coordonner les pratiques
- Nécessité de déterminer les performances attendues de chaque SfN
- Adapter les pratiques d'entretien et concevoir un plan de gestion sur le moyen et le long terme
- Nécessité de sensibiliser les citoyens sur la présence de SfN qui s'intègrent dans le paysage urbain et de leurs fonctions, notamment pour la biodiversité, pour encourager l'acceptation d'une gestion extensive



La suite ...

- **Enquête internationale sur la gestion des SfN dédiées aux eaux pluviales - Décembre 2024**
 - Inventaire des pratiques et des connaissances
 - Les retours d'expériences alimenteront un modèle permettant de guider les pratiques de gestion sur le long terme en fonction des performances attendues
- **Guide technique des bonnes pratiques de gestion des SfN pour la biodiversité - En préparation**

La suite ...

A retrouver sur le site du projet [GestPatPluvO \(inrae.fr\)](https://inrae.fr) :

- [Rapport de stage de Maud Génissel](#) : Synergies et contraintes de la gestion de la végétation des SfN en regard des enjeux de biodiversité – Application à la gestion des eaux pluviales urbaines
- [Rapport de stage de Rikyelle Nguematio](#) : Contribution à l'élaboration d'un outil d'estimation des coûts d'exploitation des solutions fondées sur la nature pour la gestion des eaux pluviales urbaines en France

Merci de votre attention !



OBSERVATOIRE
DE LA GESTION INTÉGRÉE
DE L'ESPACE PUBLIC URBAIN



Analyse coûts-avantages des infrastructures vertes pour le contrôle à la source des eaux pluviales en milieu urbain

Marie-Ève Jean, Laura Solarte et Sophie Duchesne

**IN
RS**

Institut national
de la recherche
scientifique



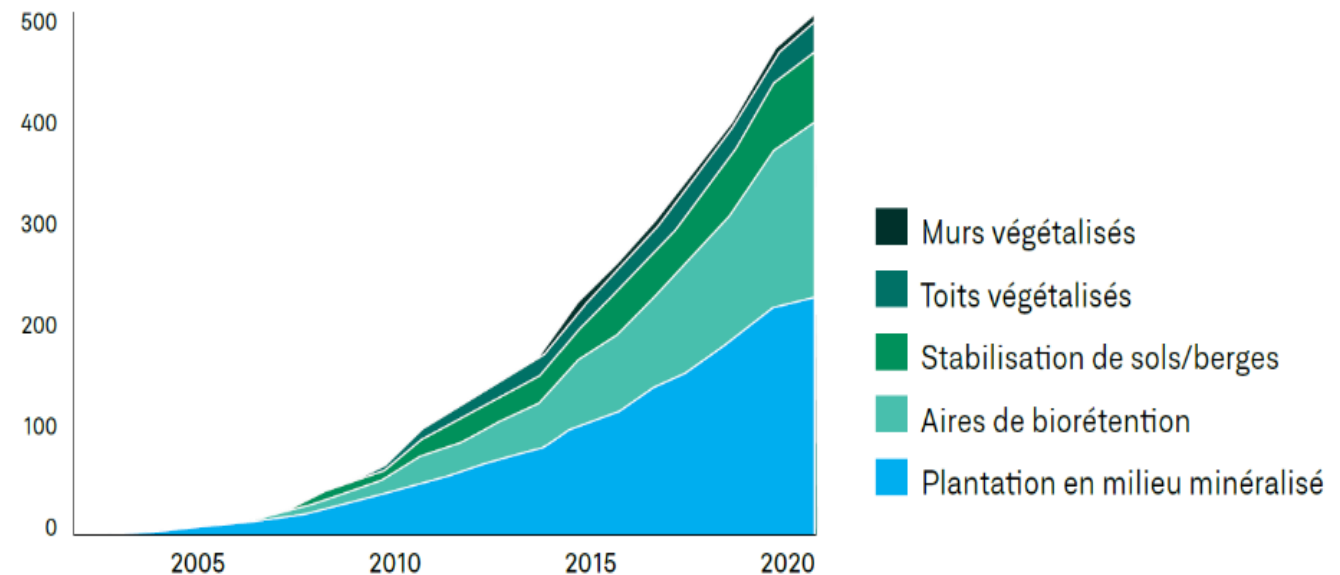
Mise en contexte

Intégration grandissante des infrastructures vertes comme mesures de contrôle à la source des eaux pluviales, mais peu de connaissances sur:

- Les coûts d'entretien
- L'impact des activités d'entretien sur la performance hydrologique
- La conception et la mise en œuvre de programmes d'entretien

Québec Vert (2022)

Nombre cumulatif d'infrastructures végétalisées réalisées dans les municipalités du Québec



Mandat confié à l'INRS par l'Observatoire

Titre : Analyse coûts-avantages des infrastructures vertes pour le contrôle à la source des eaux pluviales en milieu urbain

Réalisé en trois parties :

1. Revue des coûts, des besoins et des pratiques d'entretien par des entrevues personnalisées (municipalités et autres organismes)
PUBLIÉ (Marie-Ève Jean)
2. Revue des coûts, des besoins et des pratiques d'entretien par une revue de littérature (rapports techniques et articles scientifiques)
PUBLIÉ (Laura Solarte)
3. Analyse avantages-coûts des infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales sur des cas d'étude réels (réseaux unitaires)
PUBLIÉ (Laura Solarte)



1^{ère} partie : Revue des coûts, des besoins et des pratiques d'entretien par des entretiens personnalisés

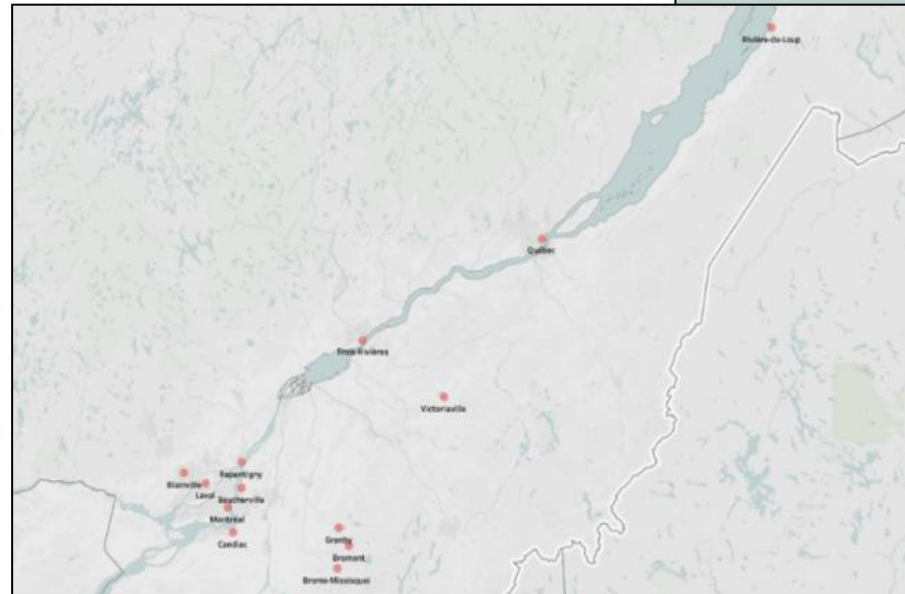
Objectif du 1^{er} rapport

Évaluer les pratiques et les coûts liés à l'entretien des infrastructures vertes par une revue de cas d'applications réels et d'expériences de terrain

Participants



- Québec
- Canada (Québec exclu)
- France
- Melbourne



Entretien ZOOM avec la ville de Candiac, 2022

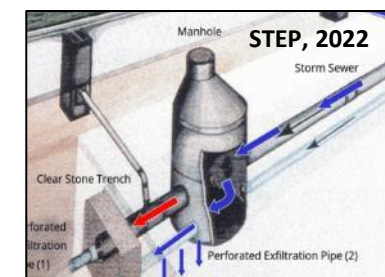
Méthodologie – 1^{ère} partie

Entretiens dirigés

Collecte de données qualitatives/quantitatives

Infrastructures étudiées:

- Noues végétalisées
- Aires de biorétention
- Pavages perméables
- Systèmes d'infiltration ou d'exfiltration sous chaussée
- Toits verts
- Fosses d'arbres
- Systèmes de récupération d'eau de pluie



Enjeux d'entretien

- Responsabilité de l'entretien éparpillée dans différents services et divisions
- Délais de traitement organisationnel et de traitement de la donnée
- Inventaire inexistant ou incomplet des infrastructures
- Infrastructures orphelines
- Problèmes de perception
 - des besoins réels d'entretien
 - des fonctions hydrauliques/hydrologiques
- Manque de main-d'œuvre
- Absence ou insuffisance de budgets
- Gestion évolutive des infrastructures
- Erreurs de conception et de construction
- Défis d'acceptation et de sensibilisation des citoyens



Bonnes pratiques répertoriées

Granby

Plan et guide d'entretien pour chaque ouvrage et coordination avec les travaux publics

Montréal, Vancouver, Edmonton, et...

Mise en place d'une équipe spécialement dédiée aux infrastructures vertes

Repentigny

Entretien des noues par les citoyens

Douai

Favoriser les ouvrages multifonctionnels dont l'entretien est déterminé par leurs autres fonctions

Kitchener

Concentrer ses efforts sur le nettoyage des unités de prétraitement



CMORISSETTE INC, 2019

Candiac

Entretien de noues réalisé à l'interne pour mieux cibler les besoins d'entretien

Québec

Coordonner le séquençage du balayage des rues au printemps dans les secteurs plus sensibles

Paris

Délivrance de permis pour végétaliser l'espace public

Lille

Entretien d'espaces verts avec des troupeaux d'animaux

...



Coûts d'entretien

Disparité des coûts répertoriés :

- **Nature des plantations**
(gazon, semis, vivaces, plantes ornementales, etc.)
- **Complexité d'entretien**
(accès, conception, présence de sédiments, etc...)
- **Fréquence des visites**
(variable de 1 à >20 visites/an)

Type d'infrastructure	Coût moyen \$CAD/m ² /an	Valeur Min-max
Noues engazonnées	1	<1 à 30
Noues végétalisées	3	
Biorétentions	13	
Toits verts	4 *	4 à 12
Pavages/enrobés perméables	2	1 à 3
Systèmes d'infiltration	0 **	4 à 35 ***
Activité d'inspection	150 <i>par ouvrage par visite</i>	100 à 400 <i>par ouvrage par visite</i>
* Valeur médiane		
** Valeurs rapportées		
*** Valeurs théoriques		

Coûts calculés en CAD\$ de 2022



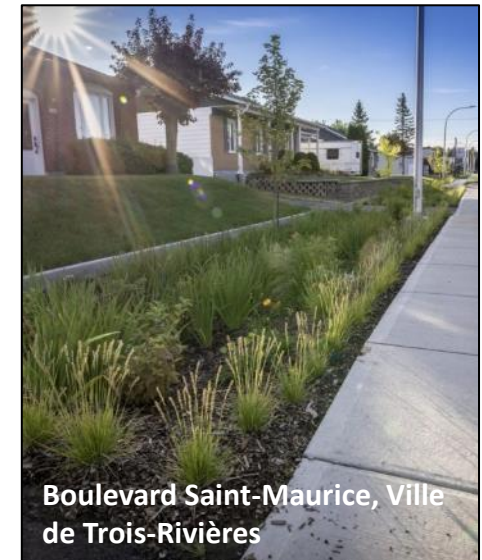
Conclusion – 1^{ère} partie

Limitations de l'étude

- Informations limitées (infrastructures récentes)
- Disparité des données
- Sous-représentation régionale

Pour une intégration réussie et durable ...

- Intégrer la planification de l'entretien en amont
- Adapter la conception pour minimiser l'effort d'entretien



2^e et 3^e parties : Revue bibliographique et analyse avantages-coûts

Deuxième objectif :

- Revue de la littérature





Méthodologie

Concepts clés

- **Green infrastructures (possible variations)**

- Green infrastructure (GI)
- Integrated management practices (IMP's)
- Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)
- Stormwater control measures (SCM)
- Low Impact Development control (LID)
- Best Management Practices (BMP)
- Urban green infrastructure (UGI)
- Water Sensitive Urban Design (WSUD)
- Nature-based solutions (NBS)
- Blue-green infrastructure (BGI)
- Integrated Urban Water Management (IUWM)
- Alternative techniques (ATs)

- **Stormwater systems**

- Combined sewer overflow (CSO)
- Sewer
- Combined sewer

- **Cost**

- **Maintenance**

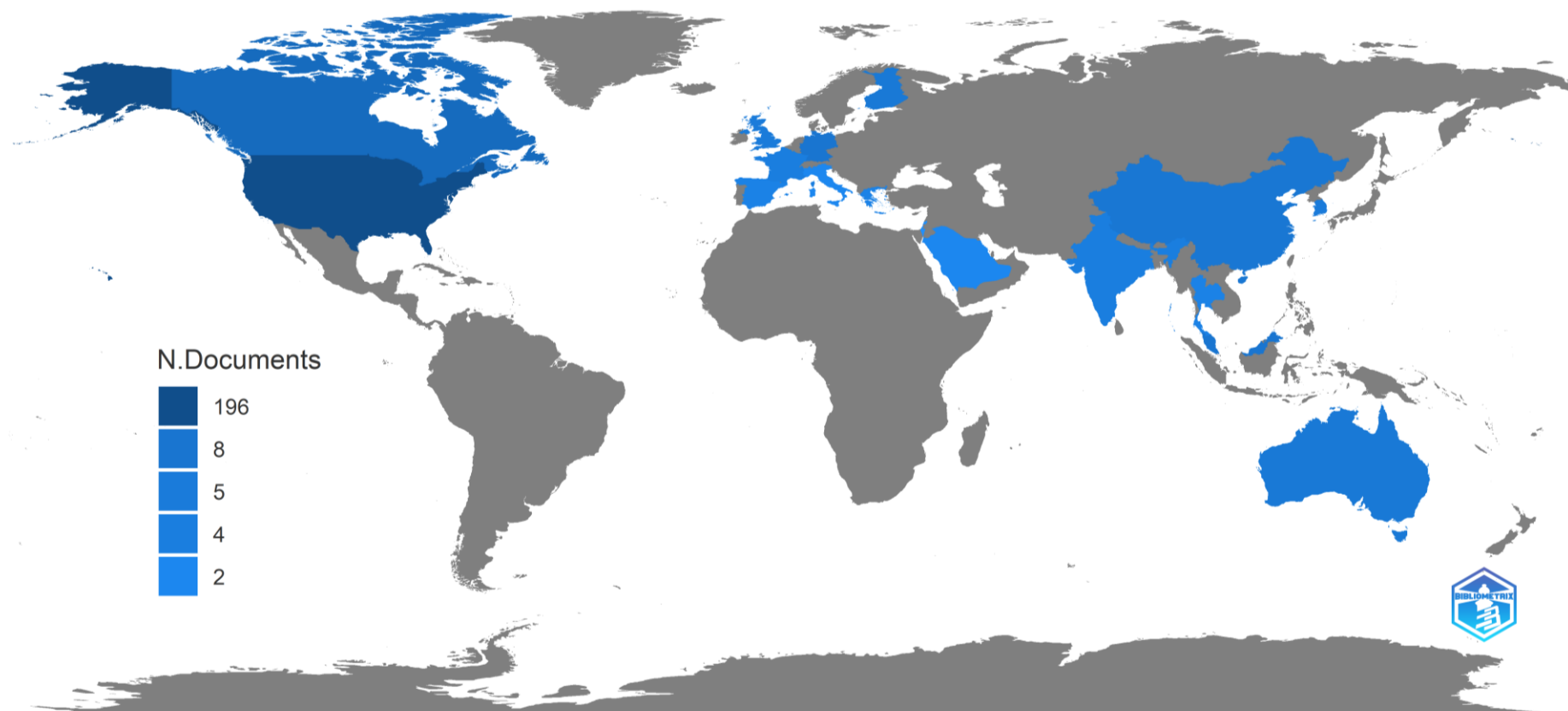
- **Benefits**

- **Performance**

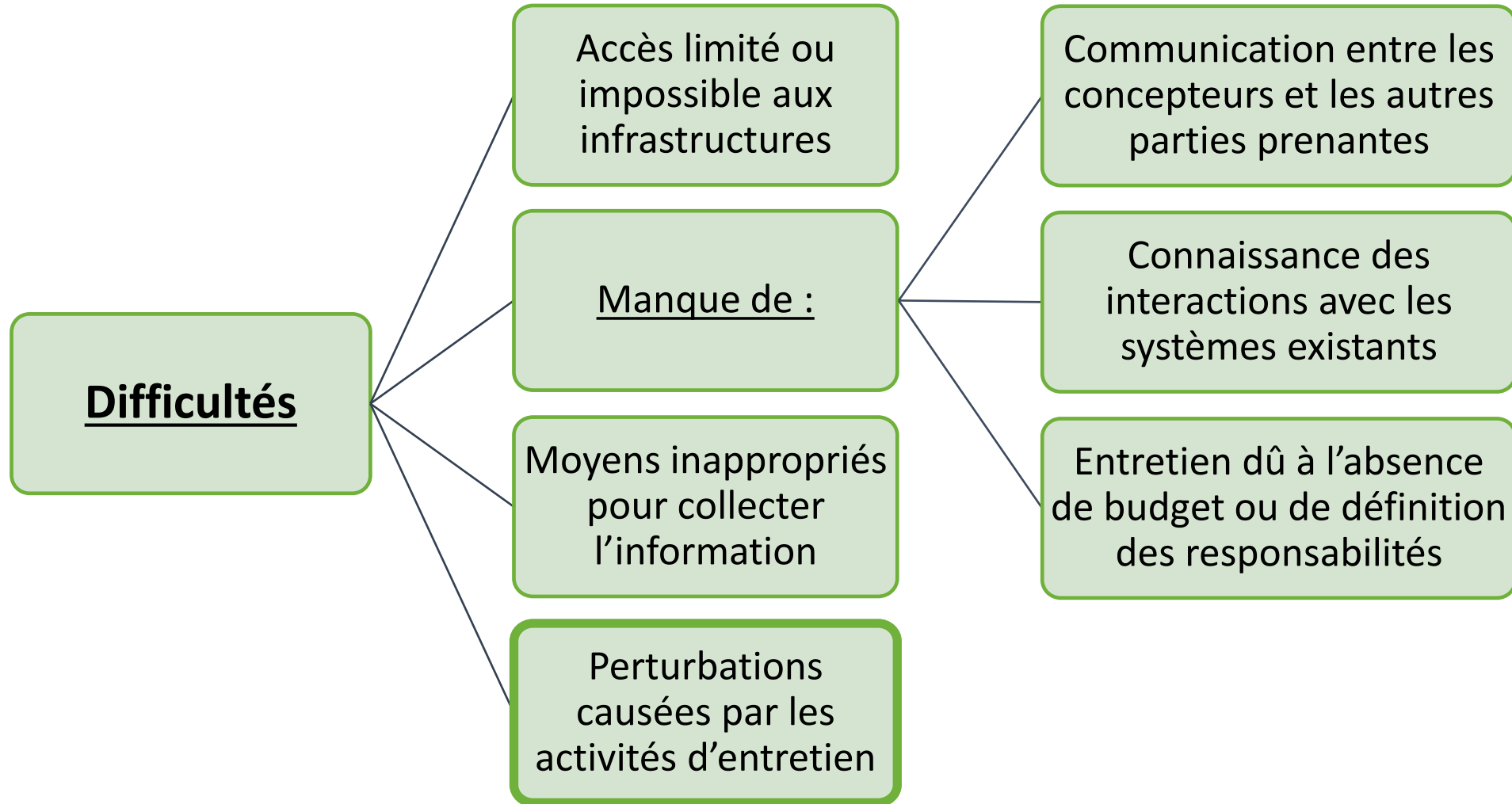


Résultats de Bibliometrix

Nombre de documents par pays



Difficultés associées à l'entretien



Avantages des infrastructures vertes

Type d'avantage	Dimension	Avantage
Social	Environnementale	Qualité des cours d'eau récepteurs
		Recharge des nappes phréatiques
		Amélioration de la biodiversité / des écosystèmes
		Réduction de la température
		Amélioration de la qualité de l'air
		Séquestration du carbone
	Réduction des débordements des réseaux d'égout unitaires	
	Réduction du ruissellement	
	Sociale	Commodité et esthétique
		Loisirs et santé
Sécurité alimentaire		
Opportunité d'emploi		
Réduction de la charge sur les infras existantes		
Privé	Économique	Collecte des eaux de pluie
		Réduction du pompage et du traitement
		Économies d'énergie dans les bâtiments
		Appréciation de la valeur des biens immobiliers
		Augmentation de la longévité des bâtiments
		Taxes liées aux eaux pluviales





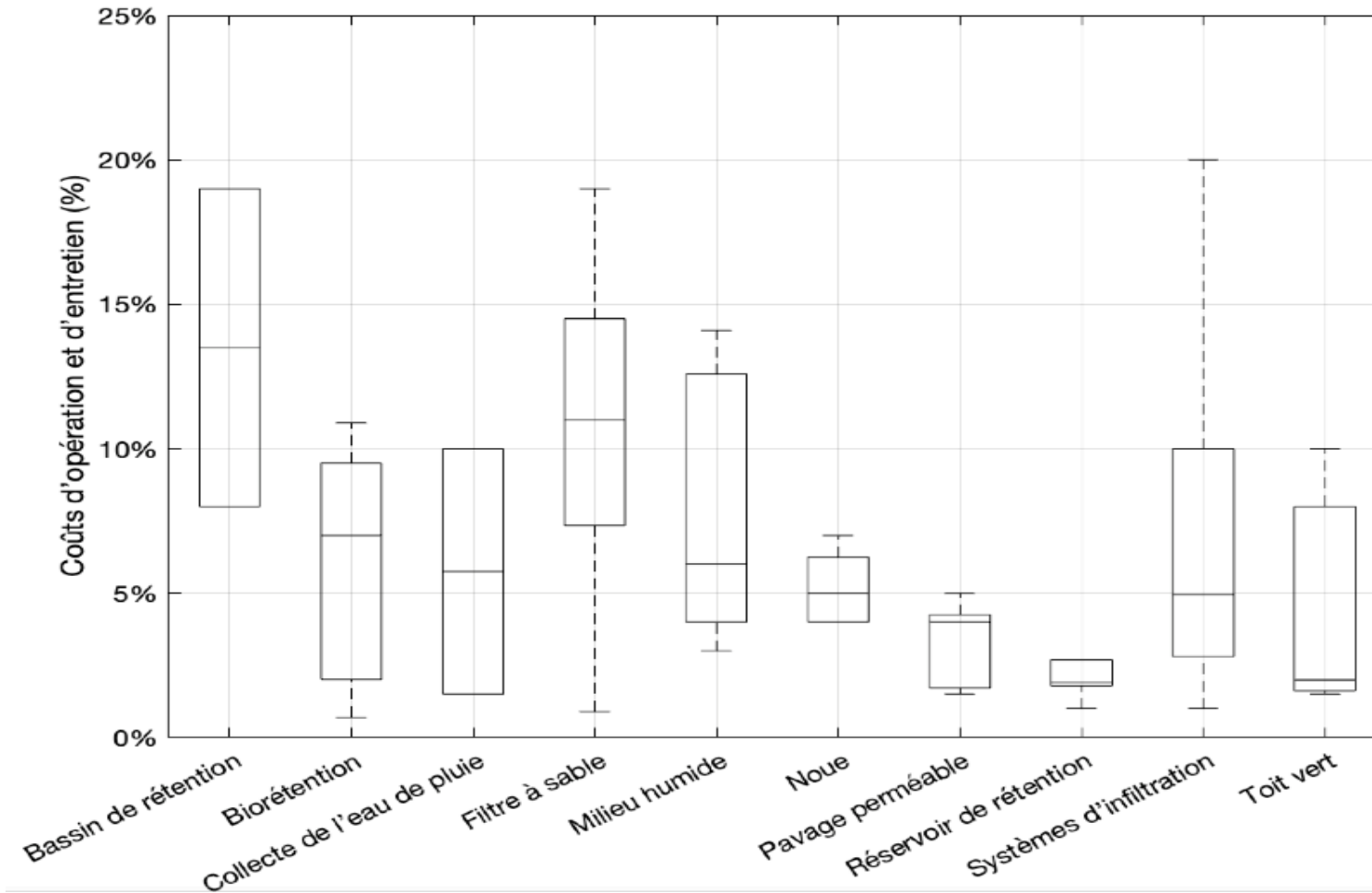
Outils de calcul des coûts du cycle de vie

- E²STORMED: Universitat Politècnica de València, University of Abertay Dundee. Europe, 2015.
- CLASIC: Financé par *Water Research Foundation*, US EPA et *National Science Foundation Urban Water Innovation Network*. É-U., 2021. Outil en ligne
- National Stormwater Calculator: US *Environmental Protection Agency* (EPA). É-U., 2019. Outil en ligne
- Green Values Calculator: *Center for Neighborhood Technology* (CNT). É-U., 2021. Outil en ligne

- Soutenir les décisions concernant les infrastructures vertes, hybrides vertes-grises et grises pour la gestion des eaux pluviales
- Création de scénarios d'infrastructures, intégrant des projections sur le climat et l'occupation du sol
 - évaluation des coûts du cycle de vie, des performances et des avantages



Évaluation des coûts d'entretien - Articles scientifiques



Coûts de l'entretien en fonction des coûts d'investissement dans les articles consultés





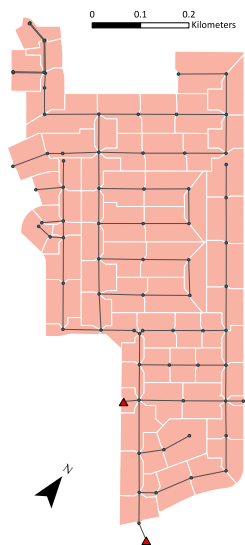
Troisième objectif :

- Études de cas

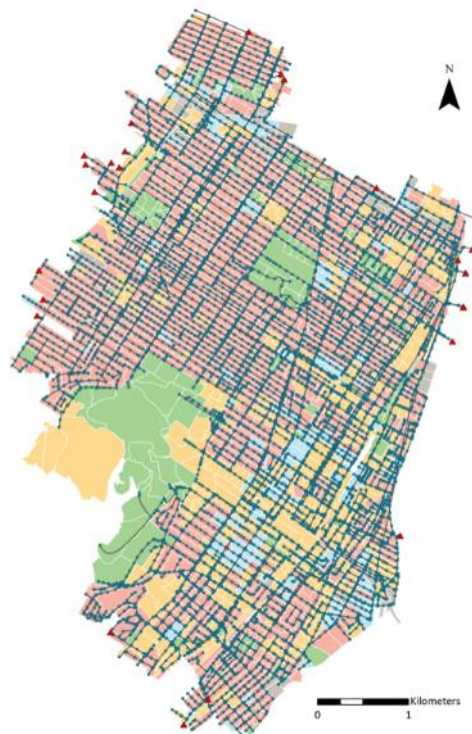


Deux cas d'études au Québec

Cas A - 33 ha



Cas B - 1 252 ha



- ▲ Outfalls
- Junctions
- Conduits
- Subcatchments
- Type
 - Commercial
 - Green spaces
 - Industry
 - Institutional
 - Residential



Analyse coûts-avantages

Coûts

• Coûts de construction

Infrastructure	Coût unitaire (CAD/m ²)
Jardin de pluie	171
Cellules de biorétention	448

• Coûts d'entretien

Infrastructure	Coût moyen (CAD/m ² /an)
Jardin de pluie	10
Cellules de biorétention	15

Avantages

Bénéfices	Valeur	Unités
Coût évité pour le réservoir de rétention	Réservoir de rétention souterrain	
	Construction du réservoir	1400 \$/m ³
Coût évité pour le traitement des eaux usées	Coût de traitement des eaux usées	
	Coût Cas A	0.131 \$/m ³
	Coût Cas B	0.110 \$/m ³
	Réduction des matières en suspension	
	Coût réduction MES	0.6 \$/kg
	Concentration moyenne MES	48 mg/L
	Taux d'enlèvement	84%
Économie d'eau potable	Arrosage	
	Coût de l'eau au Québec	1.97 \$/m ³
	Portion du ruissellement utilisé	40%
Bénéfices environnementaux	Qualité de l'air	
	Séquestration du C	0.31 kg C/m ² /an
	Reduction des coûts de C	65 \$/ton/an
	Arbres	
	Captage du C	7 \$/arbre/an

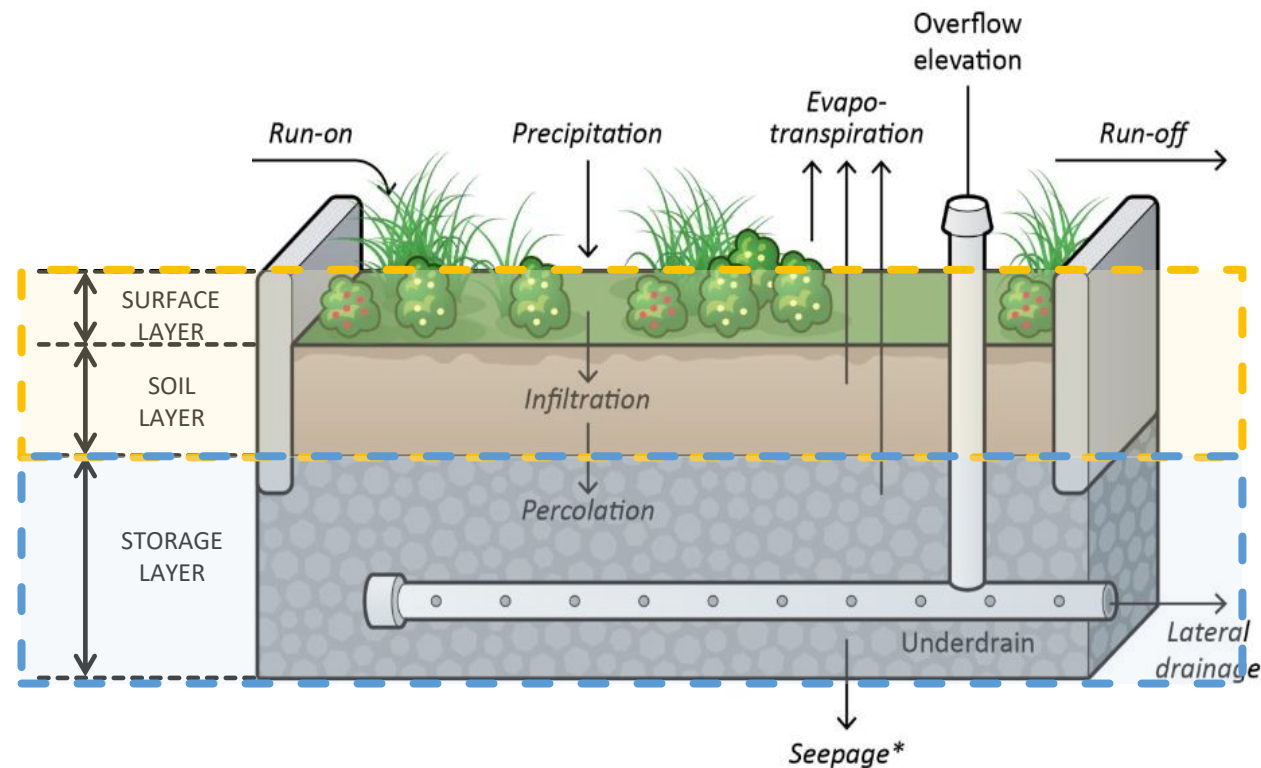
Création de scénarios dans SWMM

- Simulations pour la période de mai à octobre (pas de temps de 5 minutes)

1. Scénario sans infras vertes :
cas de référence

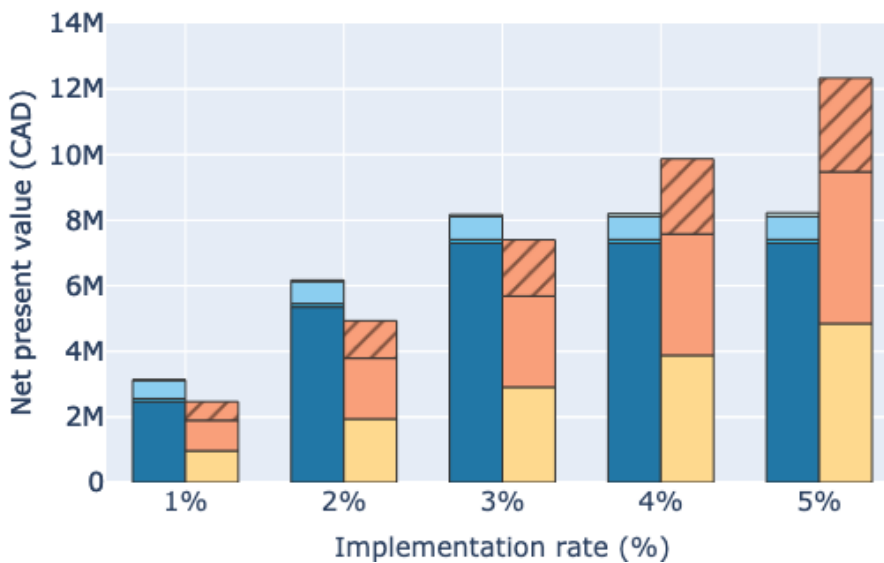
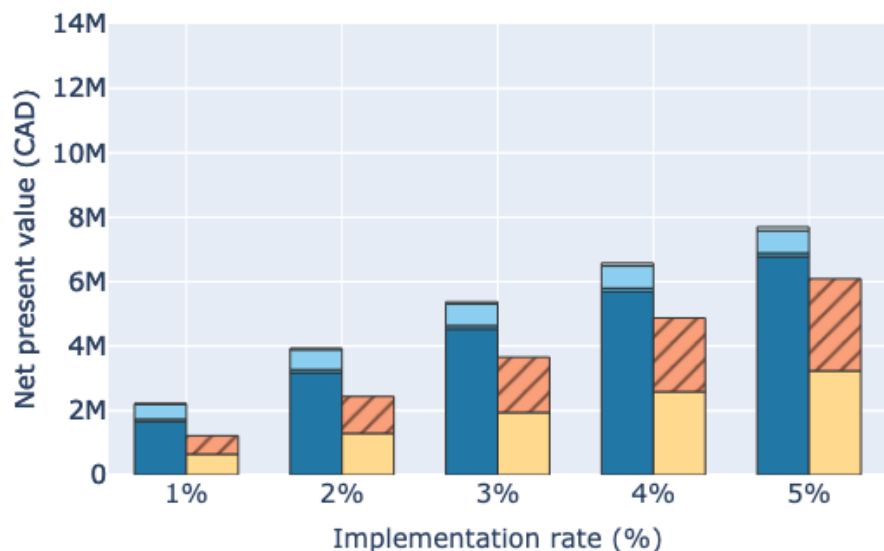
2. Scénario Jardins de pluie :
sans stockage souterrain ni drain

3. Scénario Biorétentions :
avec stockage souterrain mais
sans drain

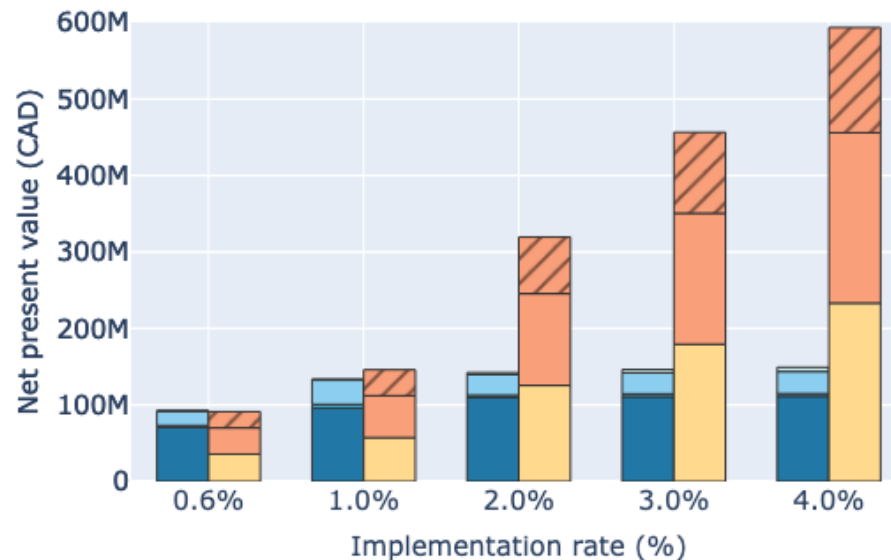
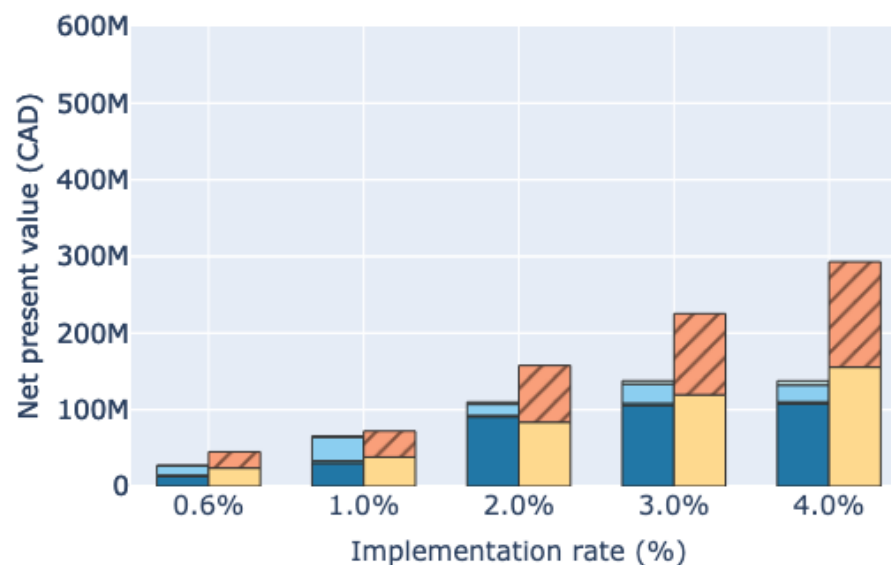


Source: CHI

Cas A – Résidentiel



Cas B – Occupations multiples



Jardins de pluie

Project benefits

- Avoided cost for CSO tank
- Treatment fee saving
- Water saving
- Environmental

Project costs

- O&M
- Construction cost
- Construction savings

Biorétentions



Conclusions

1. Les infrastructures de contrôle à la source des eaux pluviales :

- requièrent des engagements à long terme, des fonds et du personnel qualifié
- peuvent contribuer de façon positive au caractère durable des réseaux urbains de drainage, si les conditions locales sont prises en compte

2. Les analyses avantages-coûts et la réglementation peuvent supporter la prise de décisions

3. L'expérience pratique témoigne d'une grande variabilité des coûts d'entretien

- dépend de la complexité de l'entretien, variable selon l'infrastructure
- plusieurs bonnes pratiques permettent de réduire les coûts
- faible documentation de ces coûts



Recommandations

Pour une intégration réussie et un fonctionnement durable dans le temps, ces ouvrages demandent :

Concertation de plusieurs parties prenantes au niveau de la conception, de la planification et de la réalisation.

Identification en amont du projet des rôles et responsabilités.

Pratiques de maintenance efficaces.

Approche participative avec les résidents pour assurer une meilleure acceptation.

Attribution de budgets spécifiques.

Promotion du partage de connaissances et des bonnes pratiques.

Mandat de recherche lancé par l'Observatoire de la gestion intégrée de l'espace public urbain (CERIU) et ses partenaires.

5 Partenaires fondateurs

8 Partenaires municipaux

Financement complémentaire

Montréal 

 LAVAL

 VILLE DE
Mascouche

 Boucherville

 Blainville
inspirante

VILLE DE
QUÉBEC  l'accent
d'Amérique

 Repentigny
Sépanouir

Pointe
Claire 

 DORVAL

 VILLE DE
SAINT-JEAN-
SUR-RICHELIEU

 Mitacs

 INRS
Institut national
de la recherche
scientifique

AGENCE
DE MOBILITÉ
DURABLE
MONTRÉAL

 Longueuil



Restez en contact avec nos
chercheuses !

Marie-Ève Jean

marie-eve.jean@ville.quebec.qc.ca

Laura Solarte

Laura.Solarte@inrs.ca

Sophie Duchesne

Sophie.Duchesne@inrs.ca

Restez en contact avec
l'Observatoire !

Rafika Lassel

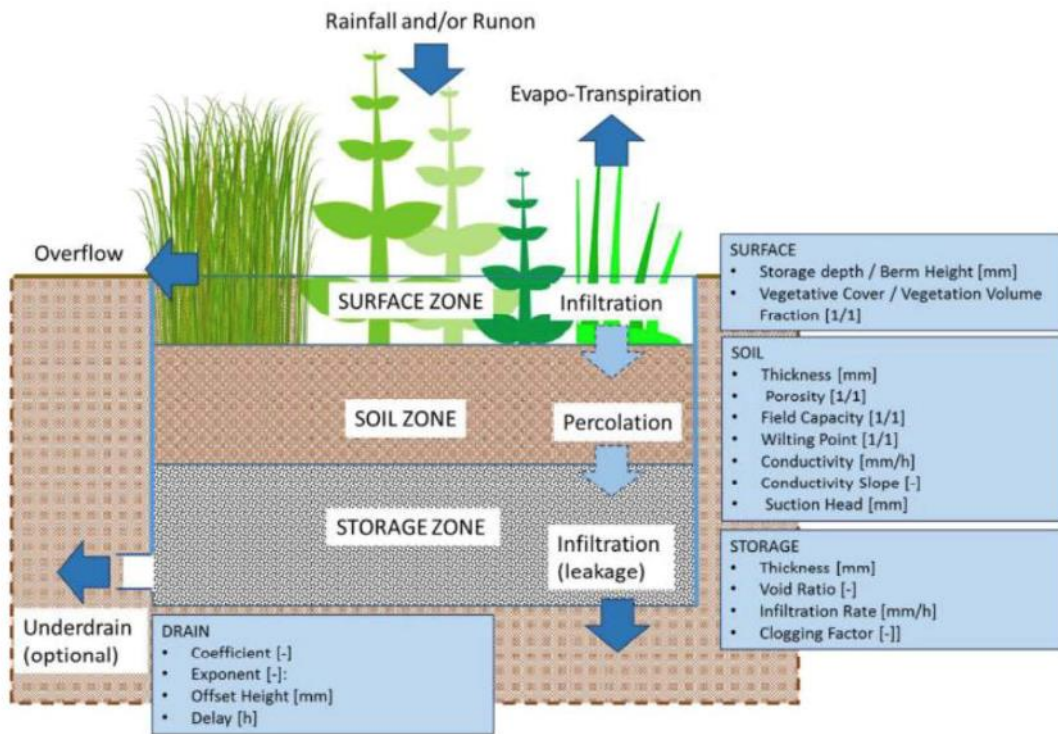
Directrice

Observatoire de la gestion intégrée
de l'espace public urbain

CERIU

rafika.lassel@ceriu.qc.ca

Paramètres de simulation des infrastructures vertes



Couche	Paramètre	Unité	LID-JP ¹	LID-BR ²
Surface	Hauteur de berme	mm	150	300
	Volume de végétation	fraction	0,1	0,1
	Rugosité (n Manning)	-	0,3	0,3
	Pente de la surface	%	0,5	0,5
Sol	Épaisseur	mm	850	450
	Porosité	fraction de volume	0,25	0,437
	Capacité capillaire	fraction de volume	0,105	0,105
	Point de flétrissement	fraction de volume	0,047	0,047
	Conductivité	mm/h	60	140
	Pente de conductivité	-	45	30
Stockage	Tension capillaire	mm	85	110
	Épaisseur	mm	0	600
	Ratio des vides	fraction	0,5	0,5
	Taux de fuites	mm/h	1	5
Drain souterrain	Facteur de colmatage	-	0	0
	Coefficient du drain	mm/h	0	
	Exposant du drain	-	0,5	
	Hauteur décalage du drain	(mm)	0	
Note : Utiliser un coefficient de drain = 0 dans une unité sans drain souterrain				

Khurelbaatar, G., van Afferden, M., Ueberham, M., Stefan, M., Geyler, S., & Müller, R. A. (2021). Management of urban stormwater at block-level (MUST-B): a new approach for potential analysis of decentralized stormwater management systems. *Water*, 13(3), 378.

¹ Ville de Montréal

² Jean, M. È., Morin, C., Duchesne, S., Pelletier, G., & Pleau, M. (2021). Optimization of Real-Time Control With Green and Gray Infrastructure Design for a Cost-Effective Mitigation of Combined Sewer Overflows. *Water Resources Research*, 57(12), e2021WR030282.



Coûts d'entretien

Noues et biorétentions

Disparité des coûts répertoriés :

- Nature des plantations
- Complexité d'entretien
- Fréquence des visites

1 à 30 \$/m²/an

Type d'infrastructure verte	Coût moyen annuel (\$/m ²)	Nb de visites/an
Biorétention	32	12
Noue végétalisée	25	>20
Noue végétalisée	12	≈ 6
Biorétention locale	11	4
Saillie de vivaces	10	3
Noue / Biorétention / Plate-bande	9,5	≈ 5
Noue végétalisée	8	12
Noue végétalisée	7	≈ 5
Saillie avec semis annuels	6	3
Biorétention de quartier	3,5	4
Noue végétalisée	1	4
Noue / saillie engazonnée	0,35	Au besoin
....

Coûts calculés en CAD\$ de 2022

Coûts d'entretien

Toits verts

- Peu de suivi
- Similitudes avec les noues et biorétention

Disparité des coûts répertoriés :

- Nature des plantations
- Complexité d'entretien (nombre de travailleurs, contraintes d'irrigation)
- Fréquence des visites



Québec Vert, 2022

Type d'infra verte	Coût moyen annuel (\$/m ²)
Toits verts	4 – 12

Coûts calculés en CAD\$ de 2022

Coûts d'entretien

Pavage perméable

Disparité des coûts répertoriés :

- Peu de suivi
- Type de pavage
- Localisation (apports sédimentaires)
- Économie d'échelle



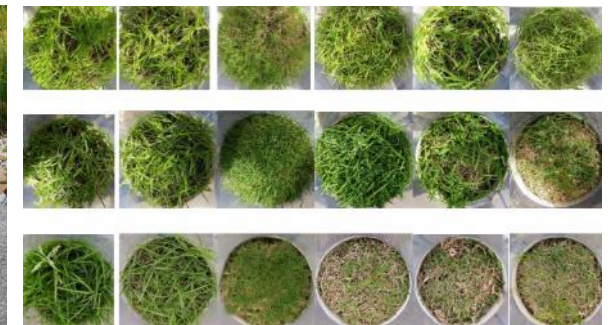
CMORISSETTE INC, 2019

Type de pavage perméable	Coût moyen annuel (\$/m ²)
Pavage enherbé	7
Pavé en blocs	2-3
Enrobé poreux	0,5-2
Décolmatage	3-60

Coûts calculés en CAD\$ de 2022

Pistes pour minimiser les coûts d'entretien

- Faciliter les points d'accès pour l'entretien
- Favoriser des caniveaux et des trappes à sédiments en béton plutôt que des enrochements
- Choisir les végétaux en fonction de l'effort d'entretien, résistance au colmatage, au stress hydrique, aux sels, etc. ...
- Distribuer les différents types de plantations pour faciliter la tonte



ZAM-WSUD Handbook
Zero Additional Maintenance Water Sensitive Urban Design
without ongoing maintenance requirements for asset owners

Manningham Council, 2018

WEBINAIRE FRANCE - QUÉBEC | VILLE PERMÉABLE

**Techniques de gestion à la source des eaux pluviales | pratiques,
d'entretien, couts, avantages et potentialités**

8 NOVEMBRE 2024

Les noues végétalisées : quel potentiel en matière de zone humide et de support de biodiversité ?

Robin Dagois – Plante & Cité



graie
PÔLE
EAU & TERRITOIRES

En partenariat avec :

ADOPTA
Aide à la gestion durable et intégrée des eaux pluviales

RÉDAGIE
Le réseau des acteurs de la gestion intégrée
des eaux pluviales du grand Ouest

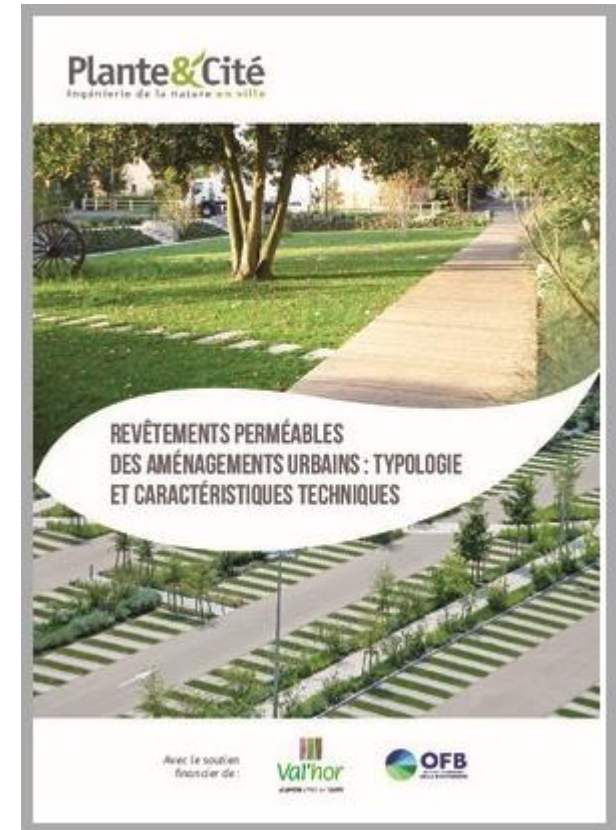
Plante & Cité : Nos missions

- > Conduire des études et des projets de recherche, pour répondre aux besoins du terrain, et produire une expertise technique
- > Produire des connaissances et diffuser des ressources scientifiques et techniques, pour aider les collectivités et professionnels à faire évoluer leurs pratiques d'aménagement, de conception et de gestion pour répondre aux grands enjeux de la nature en ville
- > Partager et mutualiser des réalisations innovantes au sein d'un réseau d'acteurs de la nature en ville (collectivités territoriales, entreprises du paysage, centres de recherche et de formation)

Présentation de projets

Sujets autour de la gestion des eaux pluviales :

- **Revêtement Perméables des espaces urbains (2021)** : synthèse technique et prescriptions sur la mise en œuvre et l'entretien des revêtements perméables
- **Vegepp (2014)** : choix des végétaux et aménagements des ouvrages de gestion des eaux pluviales
- **Végétalisation des pieds d'arbre (en cours)** : stratégie de conception et de gestion écologique des pieds d'arbre
- **N'OUPS (en cours)** : fonctions écologiques des noues végétalisées

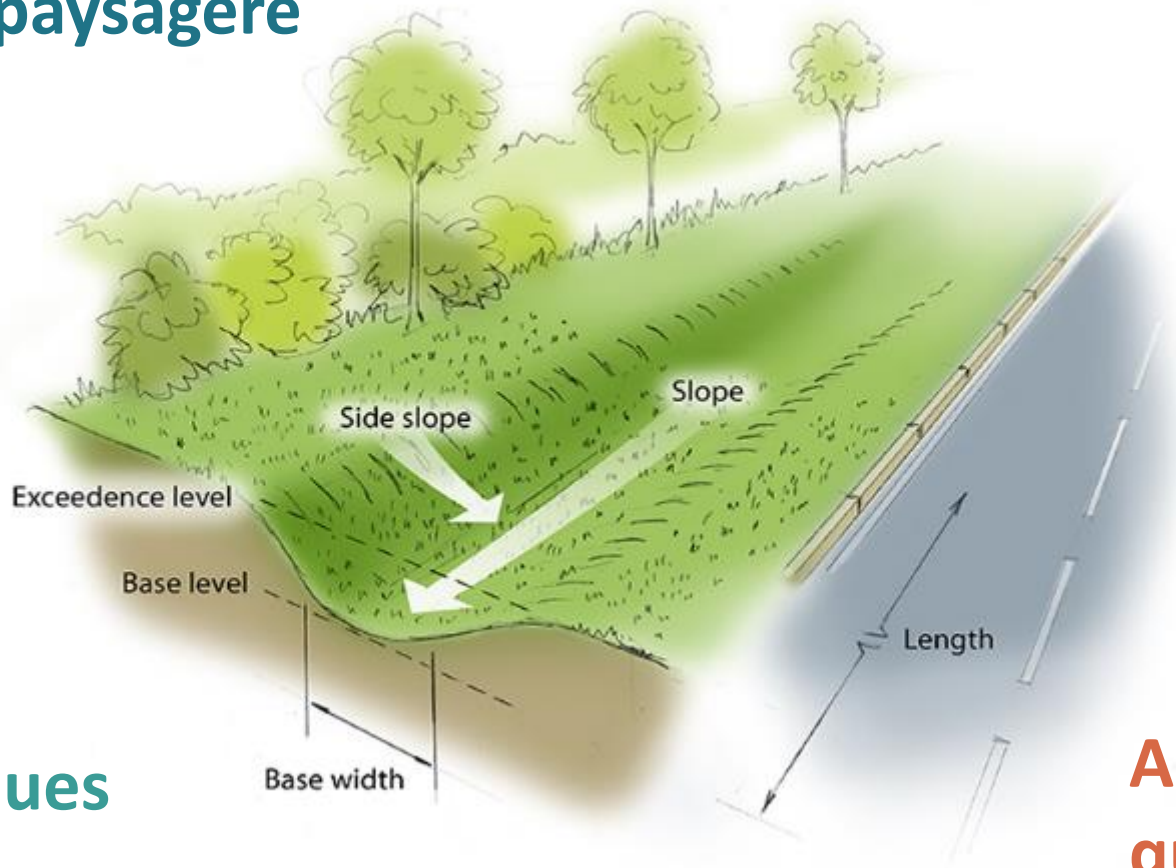


Pourquoi les noues ?

Aménité paysagère

Habitat de biodiversité

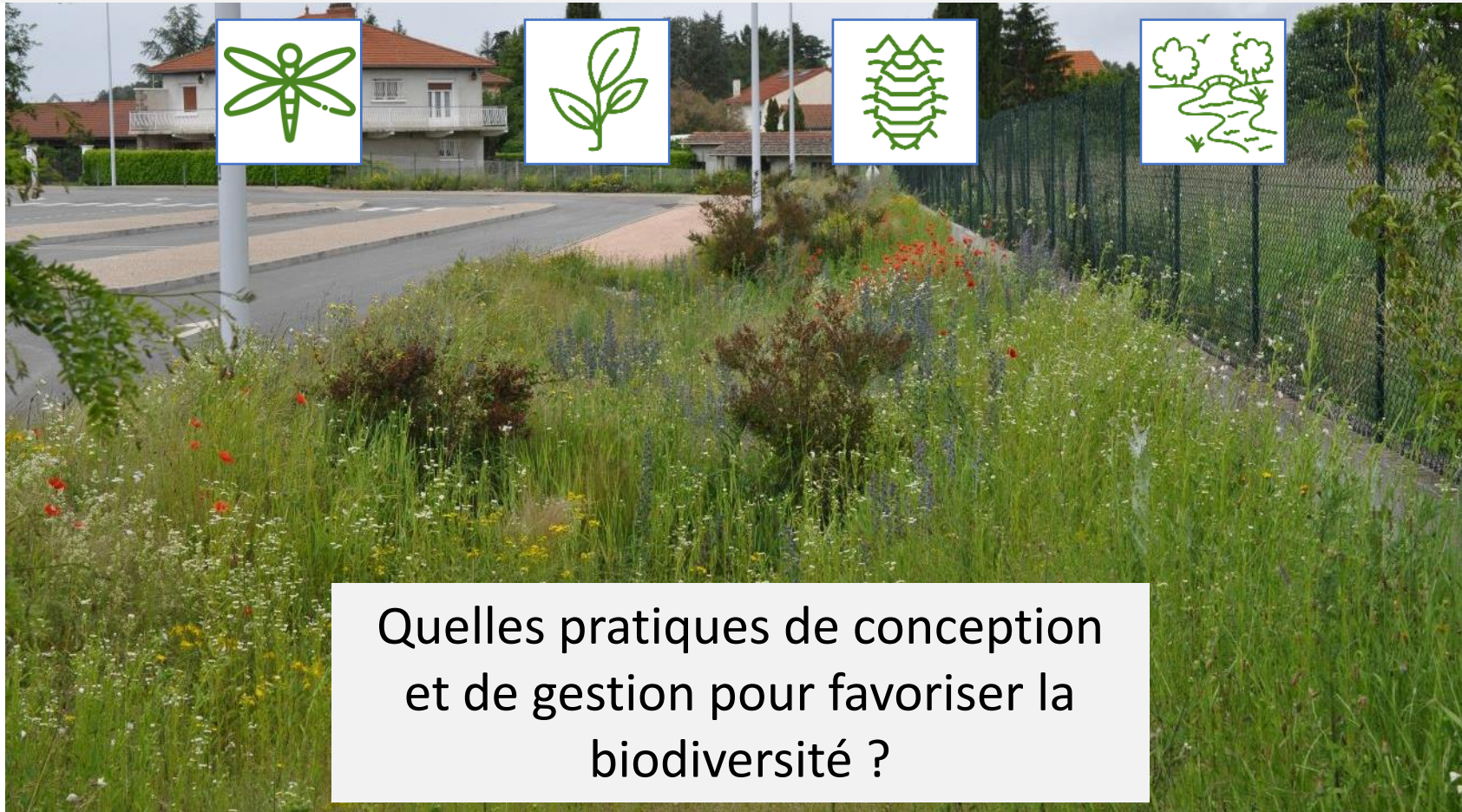
Gestion des eaux pluviales et limitation des risques de crue



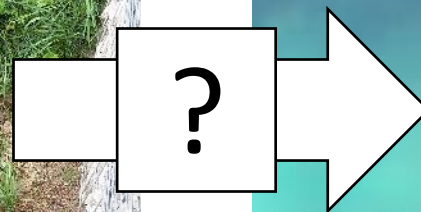
Rafraîchissement de l'air

Amélioration de la qualité des eaux de ruissellement

Valeur écologique des noues végétalisées ? Corridor, refuge ?



Contexte





Programme NOUPS

Equipe Plante & Cité

Plante & Cité

Partenaire financeur

VALHOR

TOUTES LES FORCES DU VÉGÉTAL

Partenaires & comité de pilotage



En partenariat avec :



Démarche projet

01 Panorama de noues végétalisées

- Illustrer un panorama d'ouvrages de gestion des eaux pluviales
- Renseigner sur la diversité des noues végétalisées (morphologie, contexte urbain)
- Acquérir des informations sur les caractéristiques des noues, leur fonctionnement et leur rôle potentiel en termes d'habitat de biodiversité

02 Suivis écologiques et environnementaux d'ouvrages végétalisés

- Evaluation des fonctions environnementales/écologiques des noues en lien avec l'**eau** et le **sol**, le **végétal**, la **faune** (attraction des auxiliaires et pollinisateurs)
- Mise en lien avec les caractéristiques morphologiques de la noue et son mode de gestion

03 Synthèses et préconisations techniques

- Synthèse des éléments techniques autour de l'**étude**, la **conception**, la **mise en œuvre** et l'**entretien** des noues végétalisées pour plus de multifonctionnalités

Méthode

Panorama de noues végétalisées

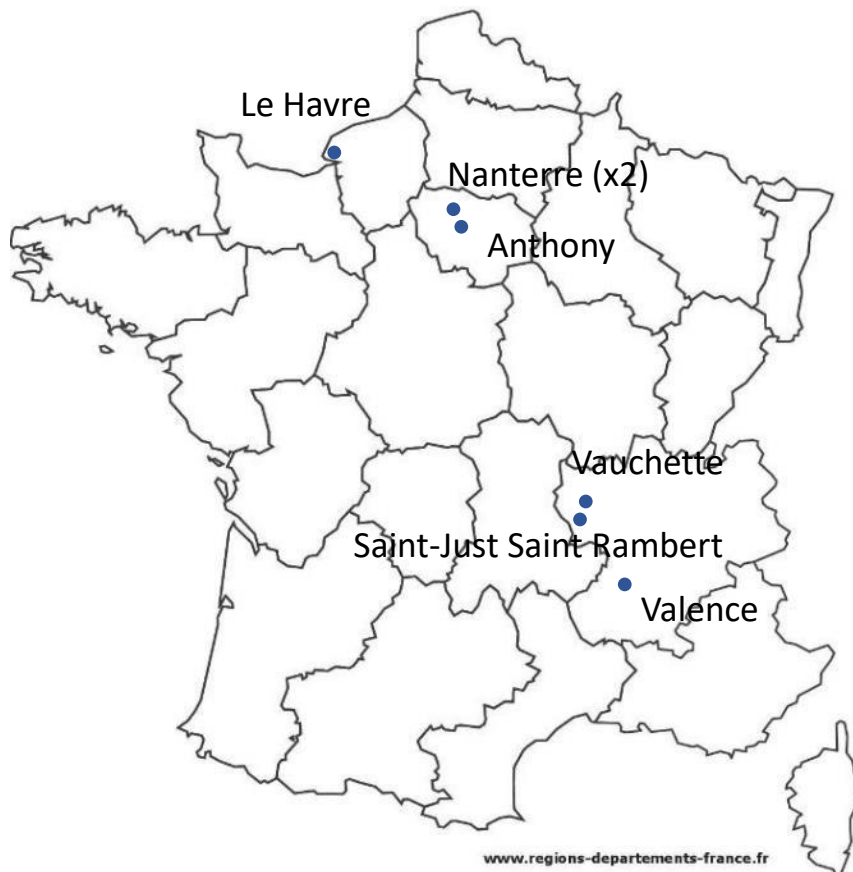


- Conception
- Gestion
- Objectifs/difficultés



Panorama d'actions

Diagnostic écologique de noues végétalisées



Par site :

- Evaluation générale des noues et de leur fonctionnement hydraulique (quels parallèles avec les zones humides ?)
- Inventaire floristique – inventaire entomofaune et évaluation de la faune du sol

Diagnostique écologique



Entomofaune terrestre :

- Espèces remarquables de biotopes spécifiques
- Indicateurs fonctionnels



Faune du sol :

- Groupes fonctionnels de la macrofaune/mésafaune
- Groupes fonctionnels des lombrics



Diversité floristique :

- Biotope pour chaque espèce observée
- Rôle écologique (attire des pollinisateurs, support de biodiversité)



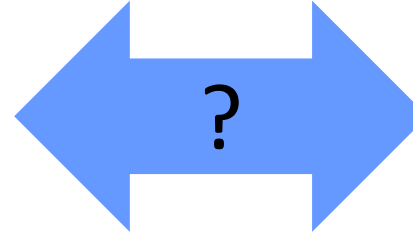
Evaluation du rôle écologique de la noue :

- Réservoir de biodiversité
- Continuité biologique ou écologique

Diagnostics écologiques



Bilan des observations et des indicateurs



Conception/dimensionnement de l'aménagement
Choix des plantations



Gestion et entretien de l'aménagement

Diagnostiques écologiques

Diagnostic écologique de noues végétalisées : Le Havre



Diagnostiques écologiques

Diagnostic écologique de noues végétalisées : Paris (Nanterre – Anthony)



Diagnostiques écologiques

Diagnostic écologique de noues végétalisées : Valence/Saint-Etienne



Diagnostiques écologiques

Noue Saint-Just Saint-Rambert



Dimensions de l'ouvrage :

- Longueur (m) : 80 m
- Largeur (m) : 4,5 m
- Profondeur (m) : 0,40 m
- Volume de la noue : 284 m³
- Pente des versants : N/C
- Surface du bassin versant : 4 400 m²

Diagnostiques écologiques

Noue Saint-Just Saint-Rambert – diversité floristique (50 taxons)



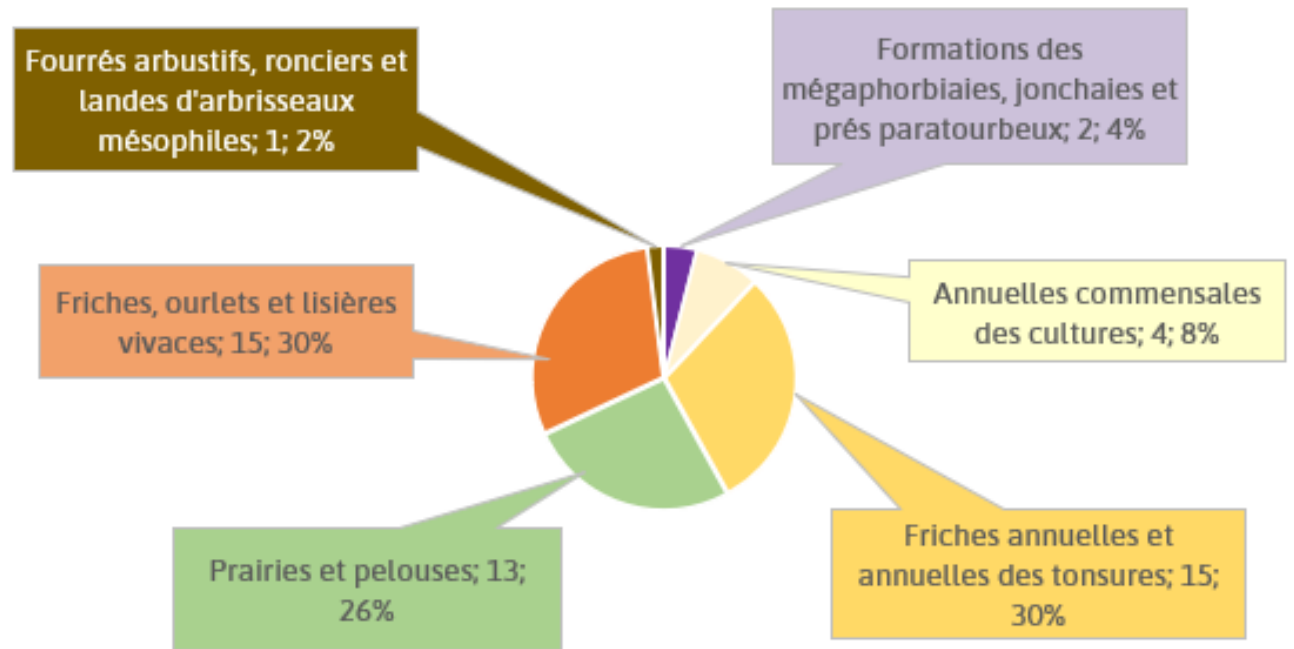
Trèfle des champs (*Trifolium arvense*)



Logfie minime (*Logfia minima*)



Vipérine commune (*Echium vulgare*)



Diagnostics écologiques

Noue Saint-Just Saint-Rambert – diversité faunistique



Entomofaune : hyménoptères et orthoptères majoritairement



Vers de terre anéciques et endogés



Faune du sol : coléoptères

Diagnostics écologiques

► Noue Le Havre – Boulevard Leningrad



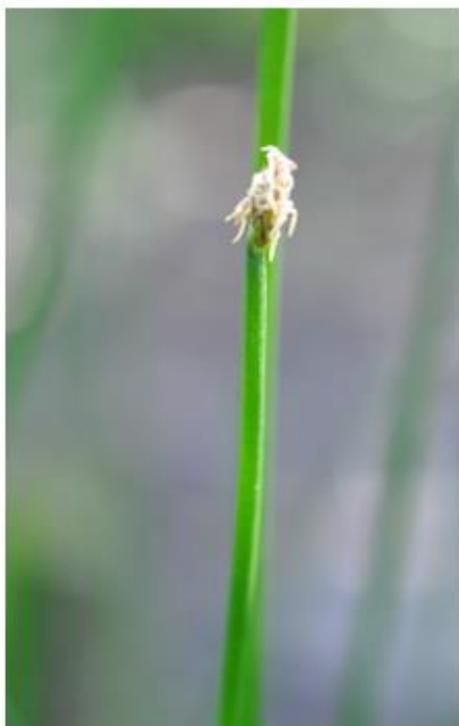
Ortie dioïque (*Urtica dioica*)



Iris faux acore (*Iris pseudacorus*)

Diagnostiques écologiques

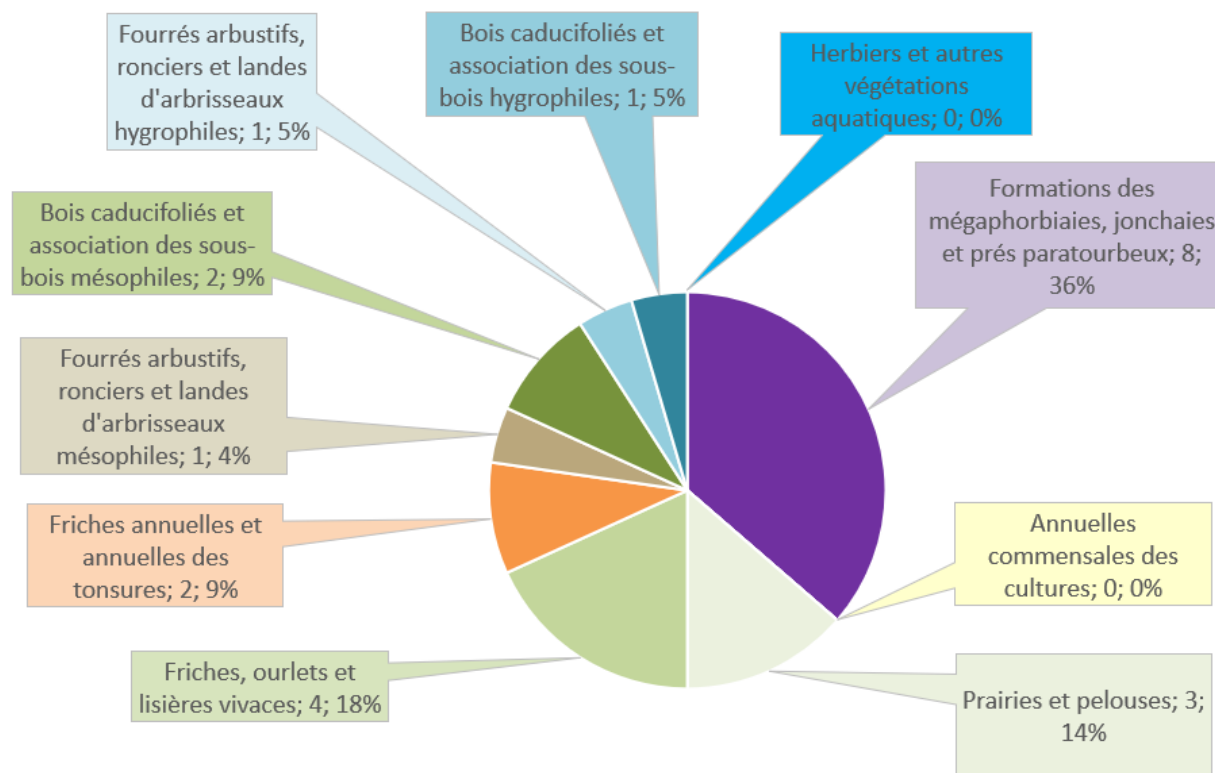
► Noue Le Havre – Boulevard Leningrad



Éléocharide des marais (*Eleocharis palustris*)



Alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*)



Diagnostics écologiques

▶ Noue Le Havre – Boulevard Leningrad



Diagnostiques écologiques

Nombre total d'espèces observées

Flore

22

Entomofaune
terrestre

4

Milieus pas à fortement fréquentés par les espèces

Milieus lacunaires mésophiles (type sol à nu, zones rocheuses, murs)

Milieus ouverts mésophiles (type prairies, pelouses, cultures, ourlets)

Milieus semi-fermés à fermés mésophiles (type fourrés et boisements)

Milieus ouverts hygrophiles et aquatiques (type roselières, herbiers aquatiques, eaux stagnantes et courantes)

Milieus semi-fermés à fermés hygrophiles (fourré et boisements humides)

Diagnostics écologiques

▶ Noue - Saint Marcel Lès Valence : importance de l'évolution temporelle



Mai 2024



Juillet 2024



Octobre 2024

Diagnostiques écologiques

▶ Noue - Saint Marcel Lès Valence



Avoine barbue (*Avena barbata*)



Mauve sylvestre (*Malva sylvestris*)



Ophrys abeille (*Ophrys apifera*)

Premier bilan des indicateurs

- Conception des aménagements orientées sur la gestion des eaux pluviales – surface des noues = facteur limitant
- Implémenter les éléments de conception écologique (adéquation des plantations avec le sol et l'environnement) – soin sur les pratiques de tonte/fauche
- Anticiper l'évolution de l'aménagement vers un milieu et adapter une gestion en conséquence
- Adapter les tailles et fauches aux périodes les moins impactantes
- Définir des préconisations sur la conception et la gestion des noues végétalisées

La suite ?

1. Synthèse des analyses et des indicateurs de fonctionnement hydraulique et écologique des neuf noues végétalisées (en cours de rédaction)
2. Préconisations techniques pour améliorer le rôle des noues sur la biodiversité urbaine



Plante & Cité
Ingénierie de la nature **en ville**
Center for landscape and **urban** horticulture

VALHOR
TOUTES LES FORCES DU VÉGÉTAL