

# Retour d'expérience sur la stratégie d'implantation d'infrastructures vertes à Montréal

## Présentation Congrès Infra

25 novembre 2024

**Ikram Abdeljelil, ing., M. Ing., cheffe d'équipe**

**Sophie Bérard, ing., M. Env**

Équipe infrastructures vertes

Service de l'eau, Ville de Montréal

# ORDRE DU JOUR

- ▶ Contexte
- ▶ Stratégie PEV
- ▶ Projets de recherche et outils
- ▶ Méthodologie et résultats terrain
- ▶ Défis et conclusion

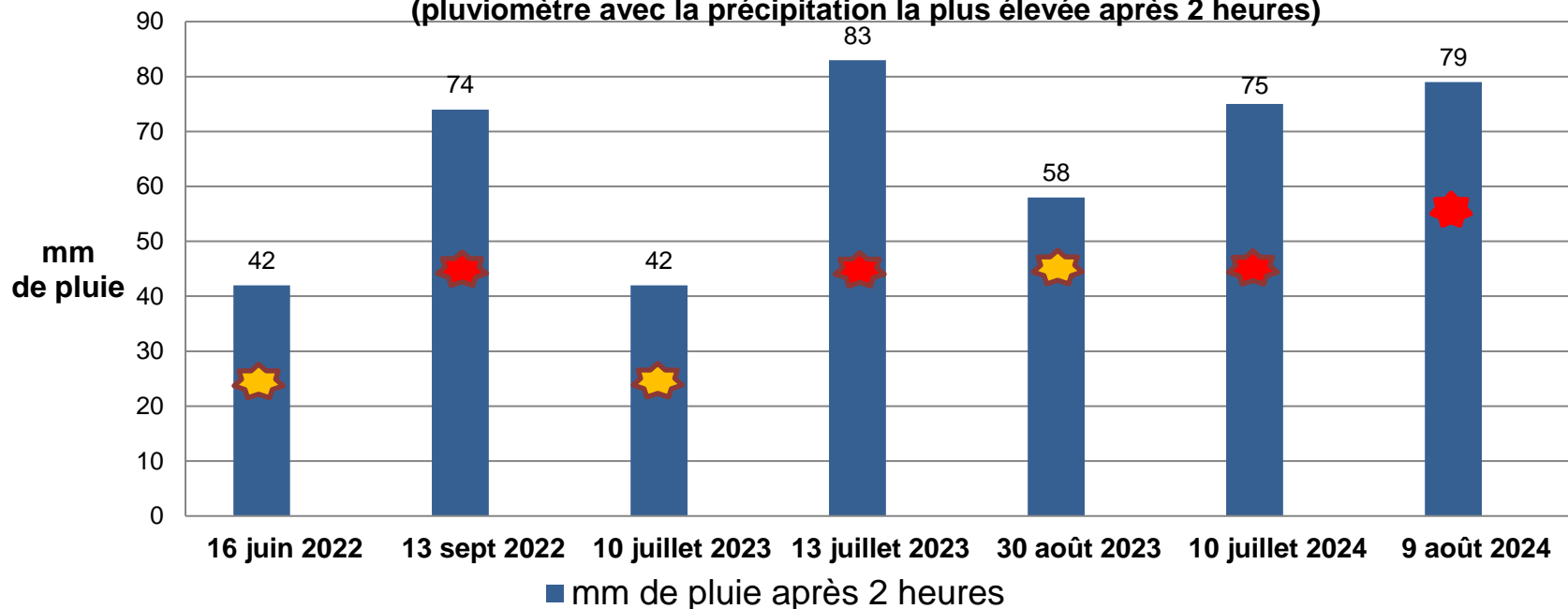
Infrastructures  
vertes drainantes =  
**IVD**

Espaces publics  
résilients  
(inclus parcs  
éponges) =  
**EPR**

# Changements climatiques : connaissez-vous les impacts?

## Pluies torrentielles récentes avec des inondations à Montréal

(pluviomètre avec la précipitation la plus élevée après 2 heures)



 Pluie 25 ans

 Pluie de 100 ans et +

# Changements climatiques : connaissez-vous les impacts?

## Le coût de ne rien faire

### Coût économique

Les assureurs ont versé davantage en indemnisations au Québec pour les inondations du 9 août que ce que le gouvernement fédéral a investi dans l'adaptation climatique au cours de la dernière décennie.

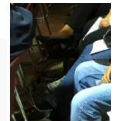


Vestiges de l'ouragan Debby  
« L'évènement climatique le plus coûteux de l'histoire du Québec »

Saint-Léonard : régler le problème d'inondations ne sera pas facile



Valérie Plante réagit aux pluies diluviennes tombées à Montréal et réclame des solutions



Près d'une centaine de ci Photo: Félix Lacerte-Gau

« En 2 heures, nous avons reçu pratiquement l'eau de pluie qu'on reçoit habituellement en 1 mois... »

Actualités Affaires Civiques Affaires D'ici Arrondissements Lachine Municipal Urbanisme  
**Rue Victoria à Lachine : inondés à répétition des résidents et résidentes interpellent le conseil d'arrondissement**

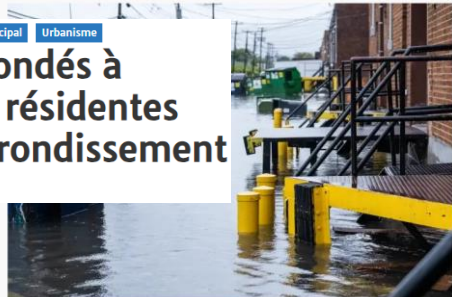


PHOTO CHARLES WILLIAM PELLETIER. ARCHIVES COLLABORATION SPÉCIALE  
Les restes de l'ouragan Debby avaient frappé le sud du Québec les 9 et 10 août dernier, affectant des résidences, des entreprises et des véhicules.



Inondations à Montréal, septembre 2022. Droite : Valérie Plante et les maires des grandes villes du Québec.  
@\_marco\_caron\_ | Instagram, Val\_Plante | Twitter

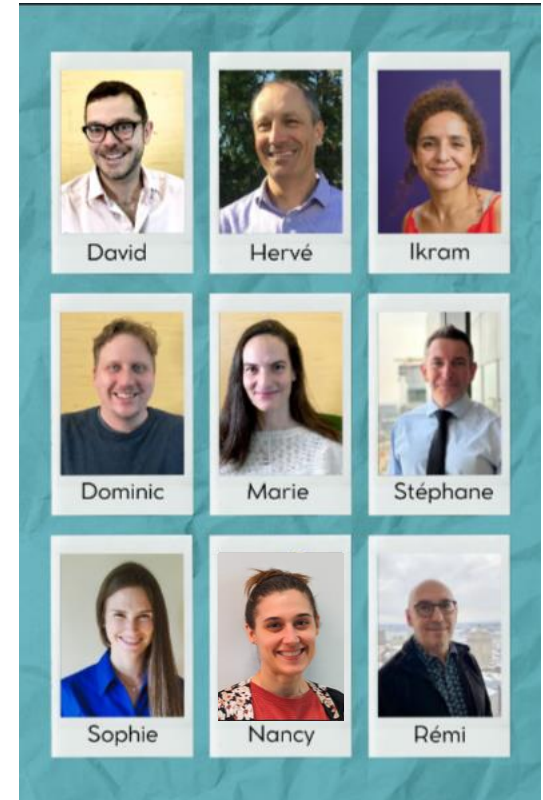
# Comment Montréal arrive-t-elle à accélérer l'implantation des infrastructures vertes?

- ▶ Budget illimité parce que grande ville?
- ▶ Plus facile à aménager qu'ailleurs?

Pas exactement...

# Contexte - Qu'est-ce que PEV?

- Financement du MELCC
- Adaptation aux changements climatiques
- Infrastructures vertes en surface
- 15M \$ à investir en 3 ans
  - Monter une équipe
  - Définir une stratégie
  - Se fixer des objectifs
  - Trouver des projets
  - Faire la conception
  - Terminer la construction



# Contexte - Réduire les impacts en 3 axes

1

Petites pluies  
Surverses



Impacts sur la vie aquatique,  
les activités récréotouristiques



Infrastructures vertes  
drainantes  
(Envoyer l'eau vers le perméable)

2

Fortes pluies  
Refoulements

(ex. juin et sept. 2022)



Impact sur la qualité de vie des  
personnes, (salubrité, perte de  
valeur, assurabilité...)



Adaptation du cadre bâti  
Protection des bâtiments  
(Clapet et aménagement)

3

Orages violents  
Inondations  
(ex. mai 2012, août 2024)

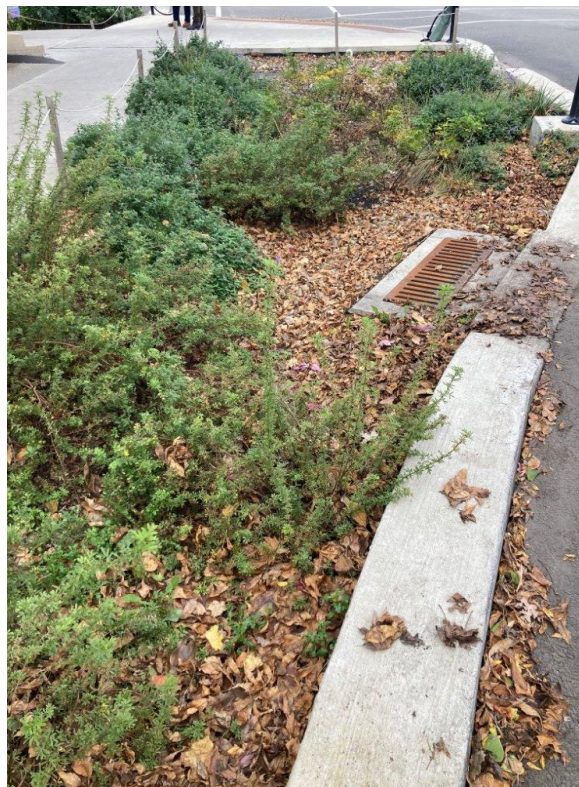


Impact sur la qualité de vie,  
sécurité publique, risque pour les  
personnes prises dans leur véhicule



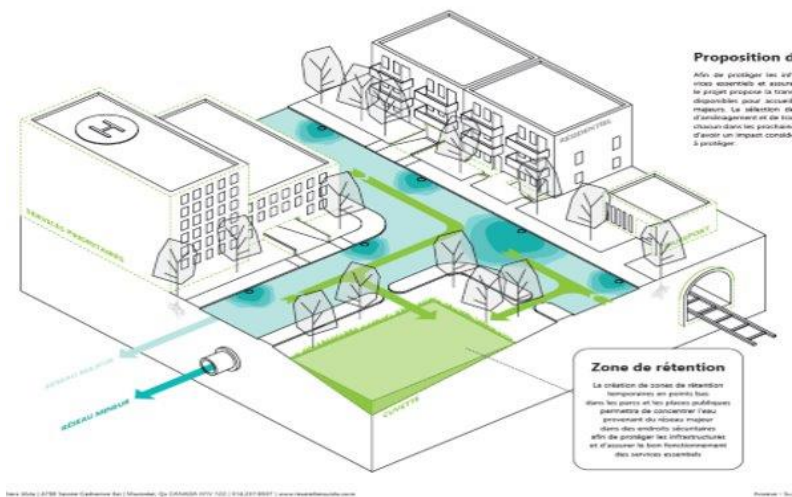
Espaces publics résilients  
pour choisir où être inondé  
plutôt que de subir

# Exemples IVD





# Exemple parc résilient



L'espace public résilient capte l'eau de la rue et vise une rétention en surface dans un espace multifonctionnel. On choisit où être inondé plutôt que de subir.

# ORDRE DU JOUR

- ▶ Contexte
- ▶ **Stratégie PEV**
- ▶ Projets de recherche et outils
- ▶ Méthodologie et résultats terrain
- ▶ Défis et conclusion

# Stratégie PEV

- ▶ Par opportunisme :
  - Selon la planification des projets
  - Financement (1200\$/m<sup>3</sup> d'eau infiltré ou retenu) = intérêt pour déposer des projets
  - Intervenir dans un maximum de projets
- ▶ Message clair des gestionnaires
- ▶ Sensibilisation et accompagnement technique
- ▶ Normaliser : [DTNI-3A](#)
- ▶ Guides, formation et vulgarisation : [Boîte à outils](#)
- ▶ Faciliter les communications
- ▶ Projets de recherche

Gouvernance de Montréal  
en 2 paliers :

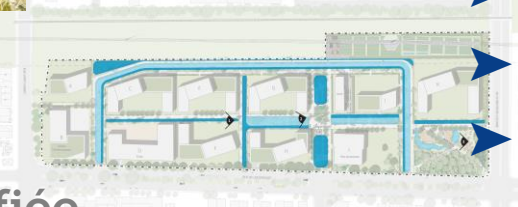
- services centraux
- arrondissements



Stratégie moins complexe  
si 1 seul palier



# Stratégie PEV - par opportunisme



## Toute rue planifiée

- ▶ 10% d'IVD

## Parcs

- ▶ Tout parc planifié : possibilité d'être résilient
- ▶ Toute rue adjacente à un parc : dévers unique
- ▶ Toute rue à proximité d'un parc : évaluation de l'activation du réseau majeur

## Tout nouveau développement

- ▶ Rejet nul pour faibles pluies
- ▶ Rétention temporaire pour une forte pluie
- ▶ 10% d'IVD
- ▶ Espace public résilient placé en point bas



# Stratégie PEV - Réalisations et prévisions (2022-2025)

## ESPACES PUBLICS RÉSILIENTS

CONSTRUITS ET EN CONSTRUCTION :  
11 500M3 / 23 PROJETS

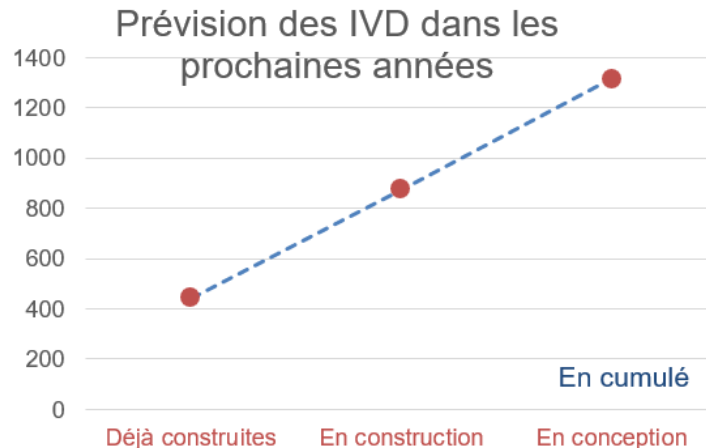
2025: 6900M3 / 7 PROJETS

## INFRASTRUCTURES VERTES

2011 À 2019 : 60 CELLULES

CONSTRUITES ET EN CONSTRUCTION:  
875 CELLULES

EN CONCEPTION: 440 CELLULES



# ORDRE DU JOUR

- ▶ Contexte
- ▶ Stratégie PEV
- ▶ **Projets de recherche et outils**
- ▶ Méthodologie et résultats terrain
- ▶ Défis et conclusion

# Projets de recherche – projet avec l'ÉTS

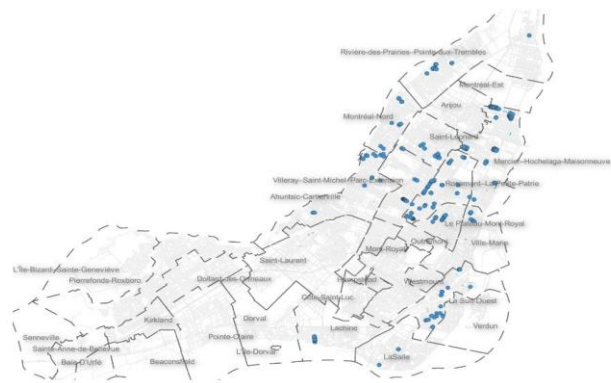


- ▶ Suivi de performance
- ▶ Suivi horticole
- ▶ Suivi de 167 IVD sur 1 an
- ▶ 3 arrondissements (+1)
  
- ▶ Analyse visuelle d'état et de performance
- ▶ Collaboration avec les équipes d'horticulture et de conception



# Projets de recherche - Les outils développés

- ▶ Listes de vérifications chantier
  - Civil + horticulture
- ▶ Fiche d'essai d'écoulement
- ▶ Cahier des bonnes pratiques d'entretien
- ▶ Liste de végétaux
- ▶ Aide-mémoire embarquable
- ▶ Vidéo de 10 minutes pour les équipes terrain
- ▶ Géoréférencement





# Outils - Liste de vérification - aperçu

Logique de la liste:

- Éléments à évaluer selon le moment (chantier et post chantier)
- Dire pour chaque point si conforme ou non conforme
- Ordre de construction

Nécessité d'adapter la liste aux besoins

N°	Lors des travaux	Post chantier	Éléments à vérifier	Conforme	Non conforme	Non applicable
A10	X		Un géocomposite est présent sur les parois verticales du côté c haussée.			
A11	X		Un géocomposite est présent sur les parois verticales du côté trottoir si bâtiment à moins de 4 mètres.			
A12	X		Le géocomposite est installé dans le sens de pose spécifié au DTNI-3A.			
A13	X		<b>En tout temps, les sources potentielles de sédiments (ex: graviers, terre, etc) ne risquent pas de colmater l'IVD.</b>			
A14	X		Le substrat de biorétention est installé par couches de 200 mm. Il est tassé au pied, non compacté.			
A15	X		Le substrat de biorétention mis en place correspond au mélange spécifié au devis.			
A16	X	X	La profondeur de la dépression (entre la bordure abaissée et le fond) est conforme aux exigences des plans et/ou du DTNI-3A.			
A17	X	X	Les pentes sont sécuritaires et suffisamment douces (3H:1V).			
A18	X	X	Le dénivelé entre le trottoir et le niveau final de l'IVD (tenir compte du paillis) est de 50 mm à 100 mm max.			
A19	X	X	Le géocomposite et le géotextile ne sont pas visibles en surface (niveau fini).			
A20	X	X	Le dessus du cadre du puisard est au moins 50 mm sous le niveau de la bordure abaissée.			
A21	X	X	Il y a un espace entre le fond de l'IVD et le dessus du cadre du puisard.			
A22	X	X	La grille du puisard est en dôme.			
A23	X	X	La conduite de sortie à l'intérieur du puisard est visible.			
A24	X	X	Le niveau de l'ensemble de l'enrochement est inférieur au niveau de la bordure abaissée.			
A25	X	X	Les pierres de l'enrochement ont un calibre conforme aux plans et/ou DTNI.			
A26	X	X	Les barbacanes du caniveau sont recouvertes par l'enrochement.			
A27	X	X	La surface d'enrochement est conforme au DTNI-3A et n'excède pas la surface recommandée.			
A28	X	X	Un géotextile anti-mauvaises herbes protège le substrat/paillis, jusqu'à la plantation des végétaux.			
A29	X	X	Le niveau du pavage à l'entrée est plus haut que la bordure abaissée.			
A30	X	X	Le nivellement du pavage permet à l'eau de se rendre à l'IVD (pente).			
A31		X	Aucune flaque d'eau ne se trouve à proximité de l'IVD.			
A32		X	En cas de pluie, l'eau rentre dans l'IVD.			

## Outils - Liste de vérification - Objectifs

Proposer un outil d'accompagnement à l'attention des chargé.e.s de projet, surveillant.e.s de travaux et entrepreneur.e.s pour:

- S'assurer que chaque élément est construit conformément aux exigences pendant et après les travaux ;
- S'assurer que l'ouvrage est capable d'accueillir l'eau pluviale, de l'infiltrer et de gérer son trop-plein.

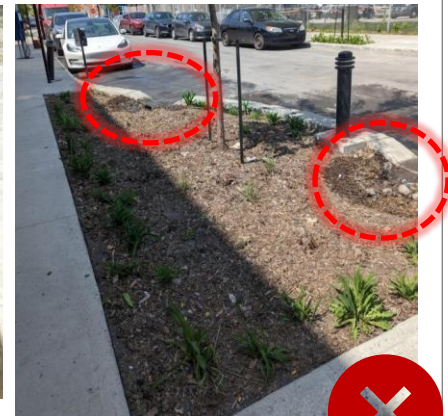
D'autres listes de vérifications (Plantation et post plantation, entretien voirie, entretien horticole) complètent cette liste.

# Outils - Liste de vérification – Niveau du substrat

Conforme



Non conforme



1

# Outils - Liste de vérification – Niveau du substrat

	Éléments à vérifier	Conforme	Non conforme
	Le substrat de biorétention est installé par couches de 200 mm. Il est tassé au pied, non compacté.		
	Le substrat de biorétention mis en place correspond au mélange spécifié au devis.		
1	La profondeur de la dépression (entre la bordure abaissée et le fond) est conforme aux exigences des plans et/ou du DTNI-3A.		

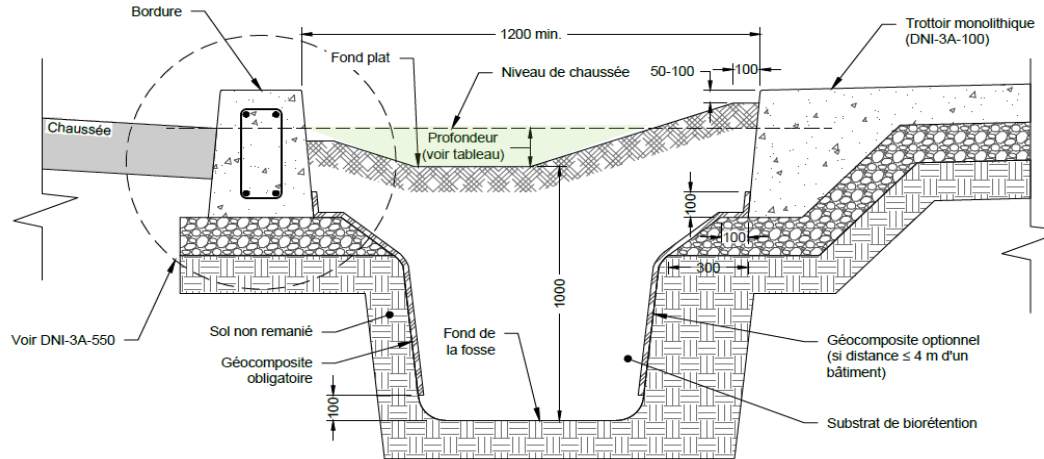
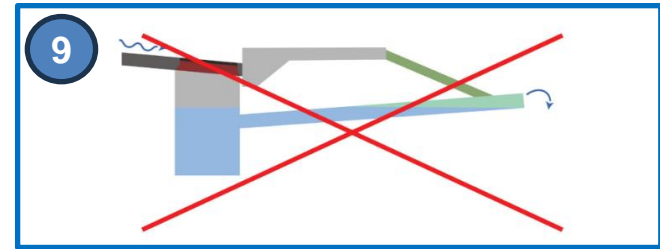
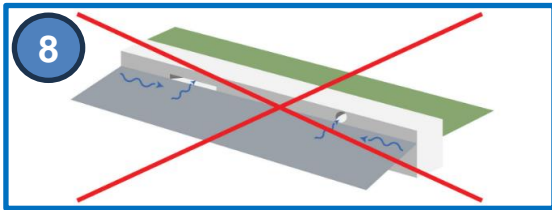
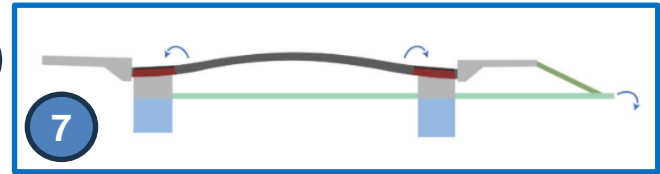
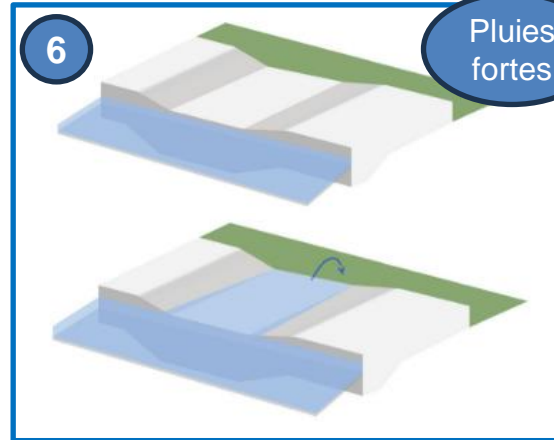
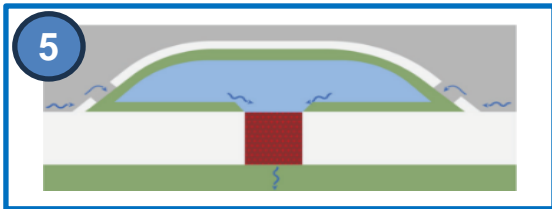
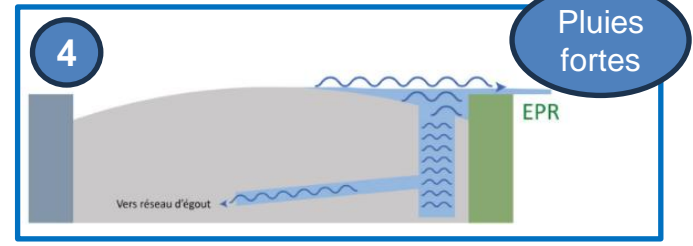
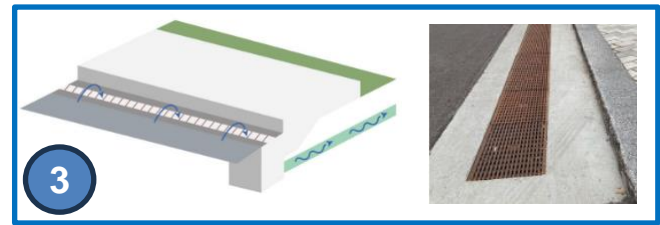
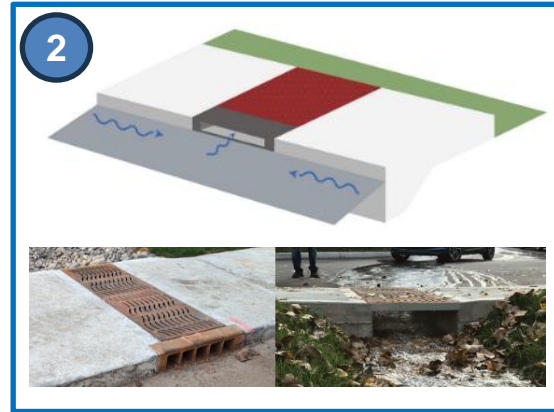


TABLEAU DES PROFONDEURS	
<b>BORDURE EN BÉTON ARMÉ</b>	
<u>Largeur</u>	<u>Profondeur</u>
1200 à 1500	125-150
1500 à 1800	150-200
1800 et plus	200
<b>BORDURE DE GRANIT</b>	
<u>Largeur</u>	<u>Profondeur</u>
1500 à 1800	100-150
1800 à 2100	150-200
2100 et plus	200

# Outils - Guide des points d'entrée

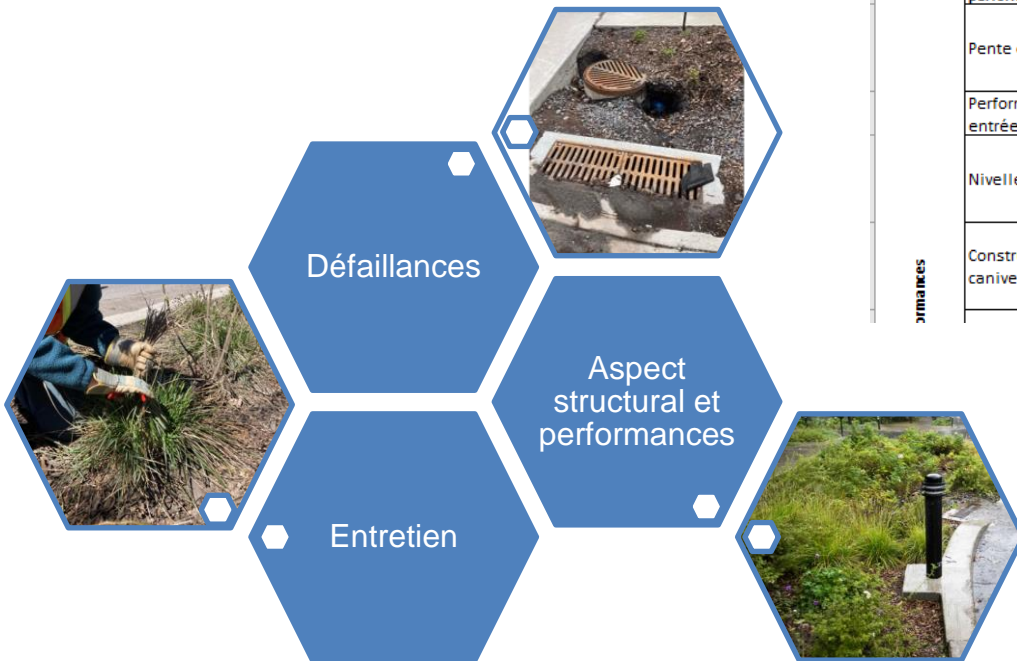


# ORDRE DU JOUR

- ▶ Contexte
- ▶ Stratégie PEV
- ▶ Projets de recherche et outils
- ▶ **Méthodologie et résultats terrain**
- ▶ Défis et conclusion

# Projet de recherche - Méthodologie - Critères d'évaluation

## ► Suivi de 167 IVD - Principaux critères évalués

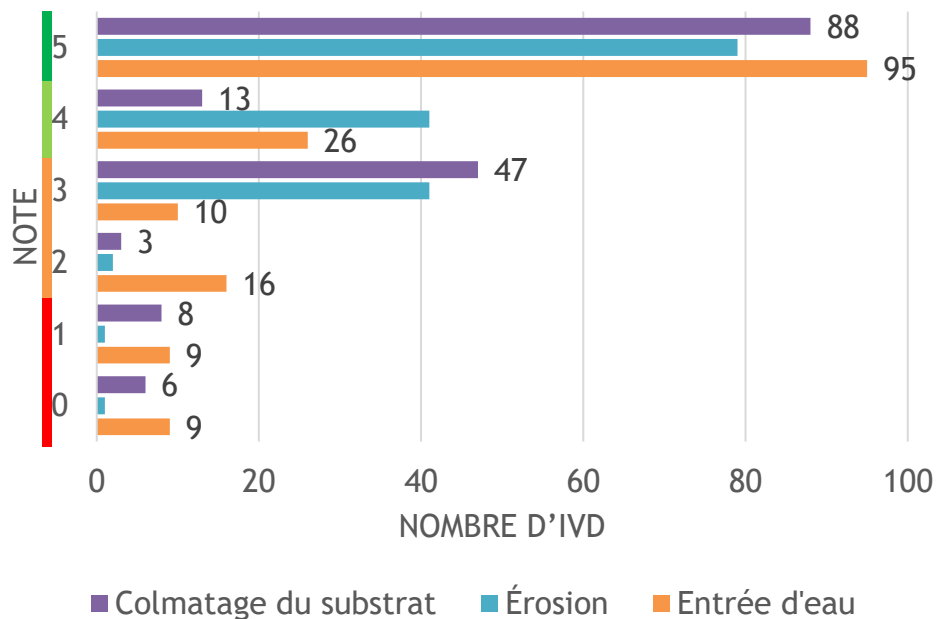


Catégorie	Indicateur	Remarque	0	
			0	1
Défaillances	Note globale aspect structural et performances	Montre la qualité de réalisation de l'IVD		
	Pente chaussée	Cohérence des pentes de la chaussée avec l'usage de l'IVD (indication sur l'entrée de l'eau)	Ne mènent pas à l'entrée (en tout temps)	Mènent de l'eau trop rapidement à l'IVD (destruction)
	Performance des entrées	Placement des entrées et indication sur l'entrée de l'eau	Il manque d'une entrée	
	Nivellement à l'entrée	Indication sur la sédimentation et la quantité d'eau pouvant entrer	La bordure abaissée est plus haute que la chaussée -> l'eau entre difficilement	
	Construction du caniveau	Réalisation du caniveau et sa capacité à sédimenter/laisser entrer l'eau	Béton très au dessus de bordure ou grille très au dessus de béton	Pente du caniveau donne vers la chaussée

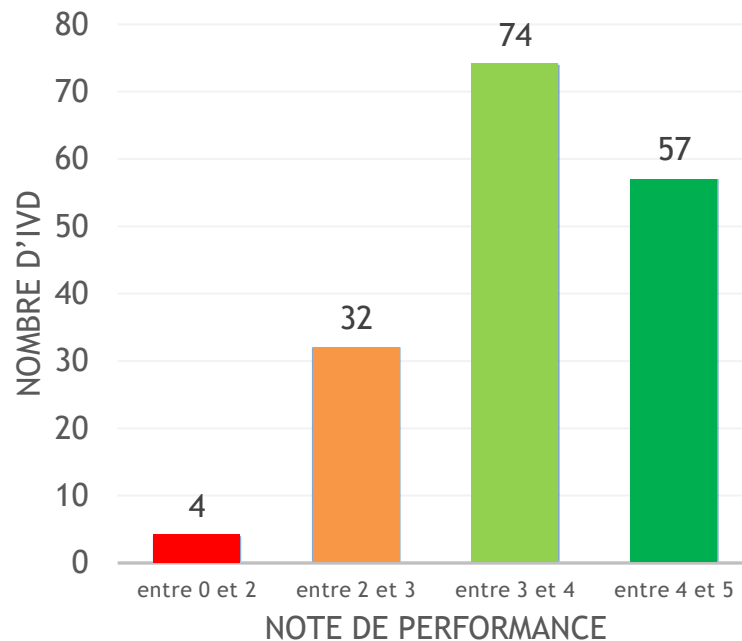
	2	3	4	5
Mènent l'eau à l'entrée seulement lors de fortes pluies		Mènent de l'eau rapidement à l'IVD (sans endommagement)	Pas parfait mais fonctionne quand même	Mènent l'eau à l'IVD en tout temps
		Entrée mal placée ou trop d'entrées		Entrées efficaces
La pente de la bordure abaissée est inversée -> sédimentation				Pas de problème de bordure
		Mauvais alignement ou des petits défauts à régler		Caniveau conforme aux plans et efficace

# Projet de recherche - Résultats - Suivi de performance

## Défaillances majeures des IVD



## Performance structurale



**0 = très mauvais / 5 = très bon**



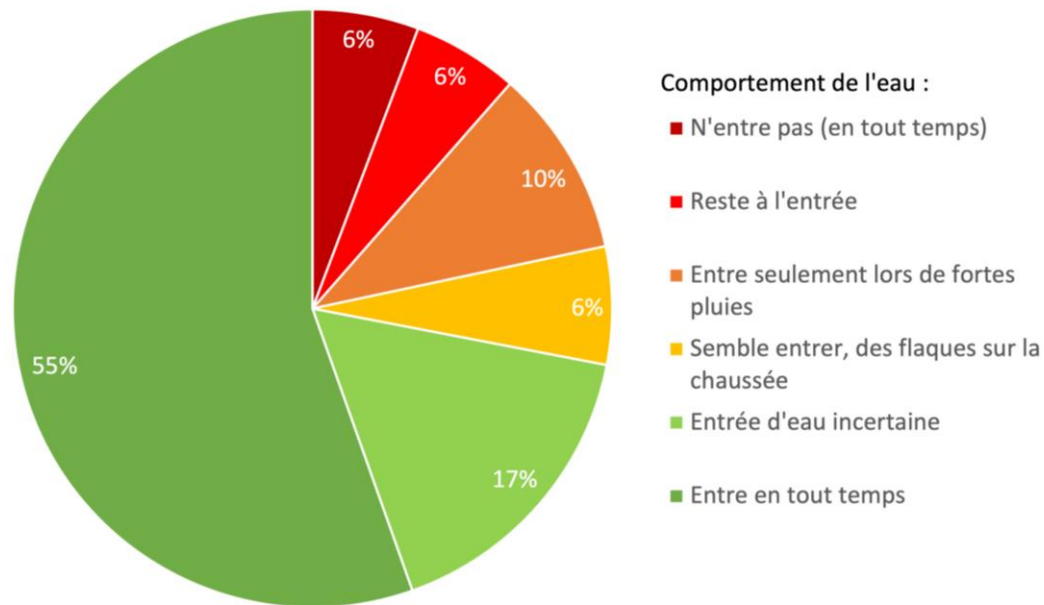
# Projet de recherche - Résultats - Comportement de l'eau

Éléments civils (nivellement chaussée, bordure abaissée, etc.)

➤ **¾ des IVD sont bien construites**

➤ Formations données conception et suivi de chantier

- concepteurs et agents techniques en Mai 2023 et en Avril 2024
- Formations à venir en 2025



# Projet de recherche - Résultats - Accumulation et répartition de l'eau

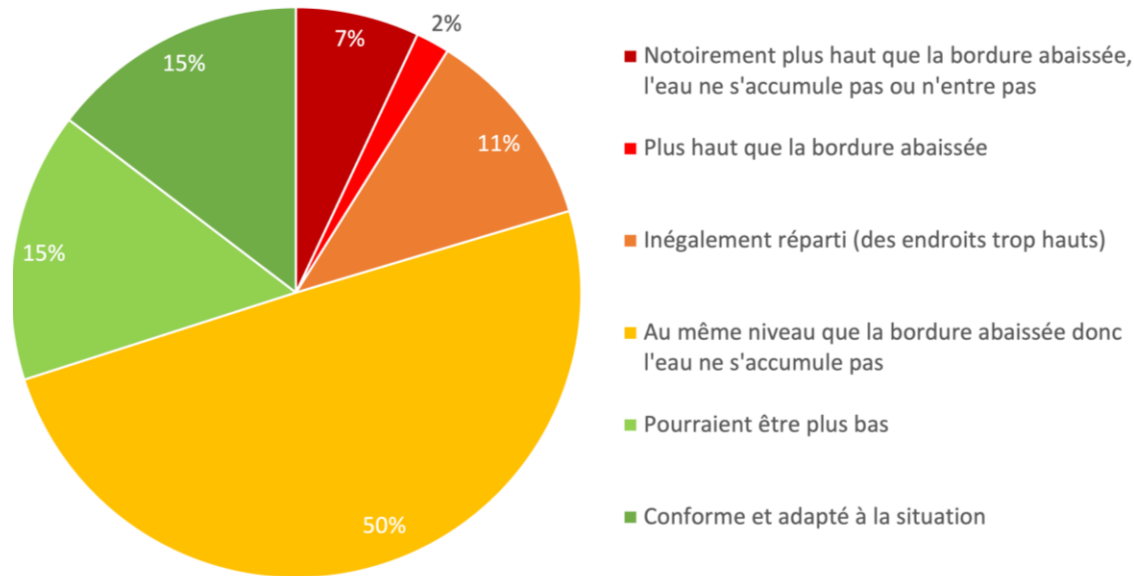
## Civil et horticulture

### ► Importance du nivellement du substrat

### ► Solutions :

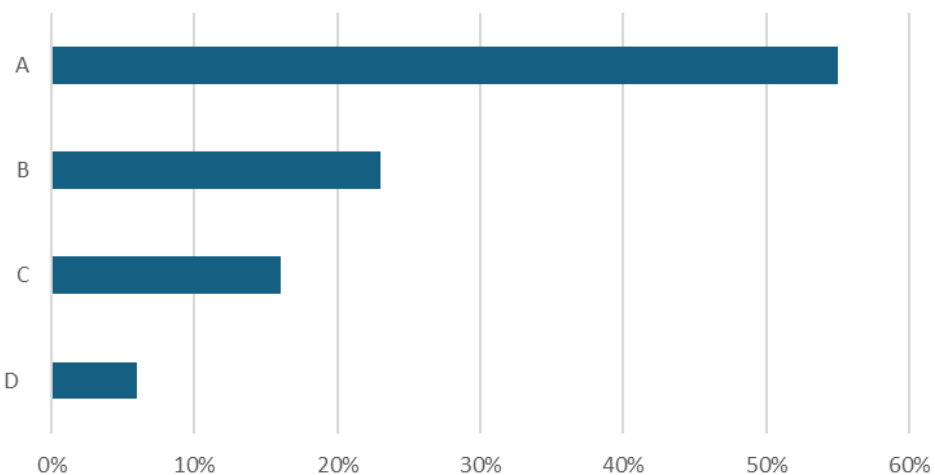
- Liste de vérification construction
- Interventions horticoles

Nivellement du substrat (3 arrondissements étudiés)

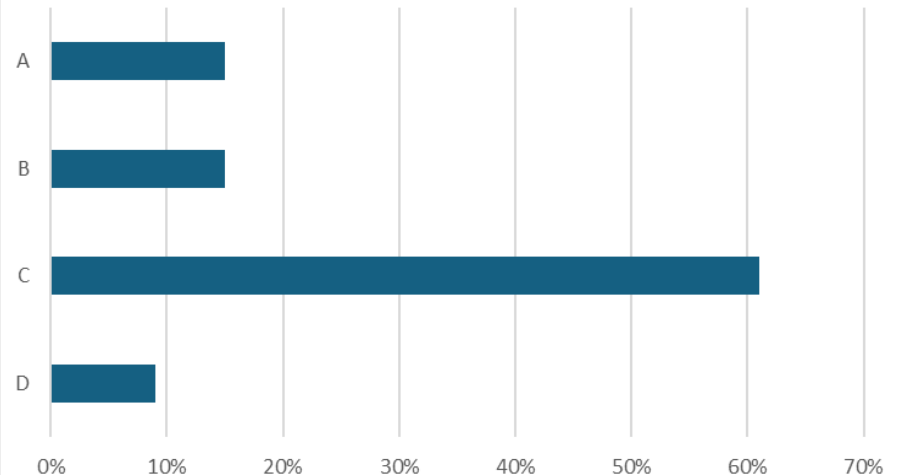


# Projet de recherche - Résultats - Points d'entrée et nivellement

## EFFICACITÉ ENTRÉE D'EAU



## NIVELLEMENT SUBSTRAT



# Projet de recherche - Résultats - Substrat

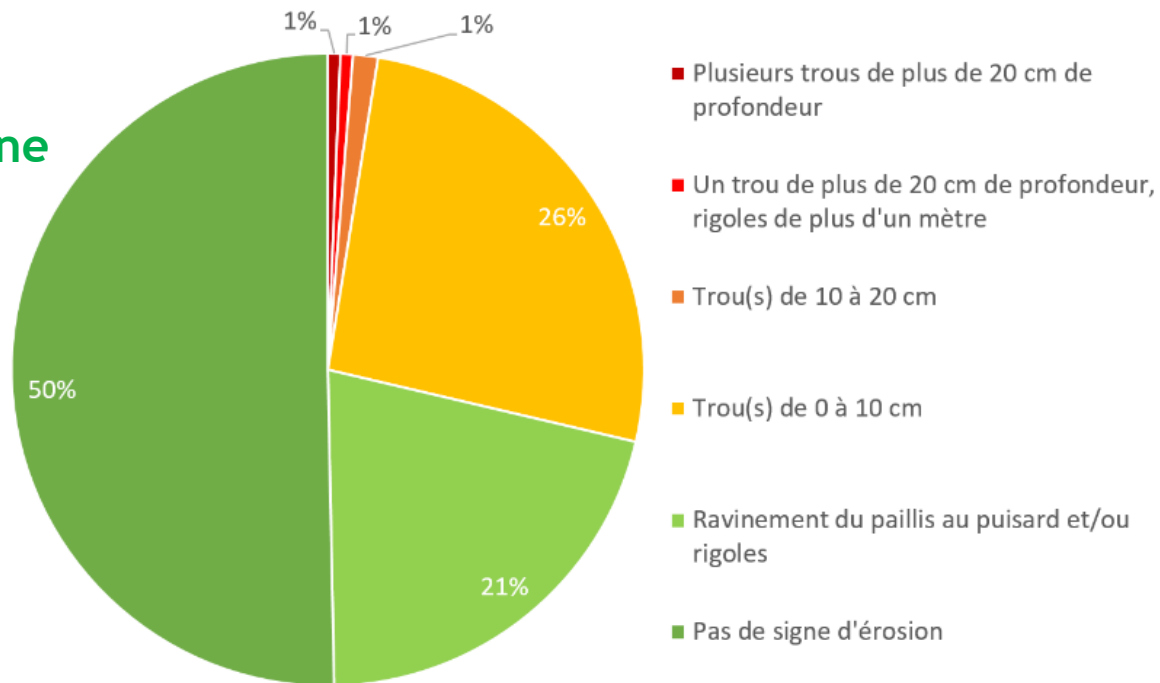
## Érosion

► **Plus du ¾ des IVD ne montrent pas ou peu de signe d'érosion**

► **Solutions :**

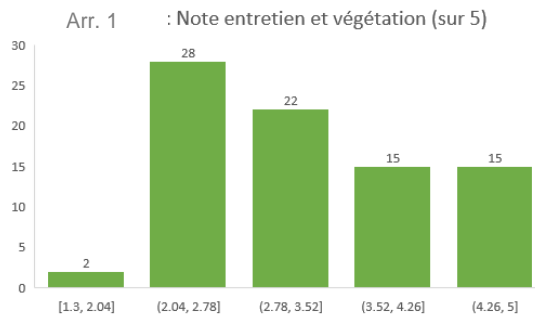
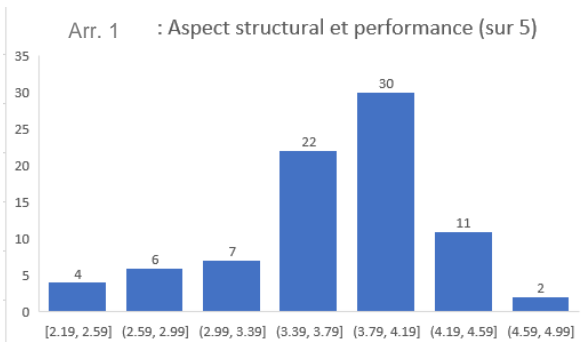
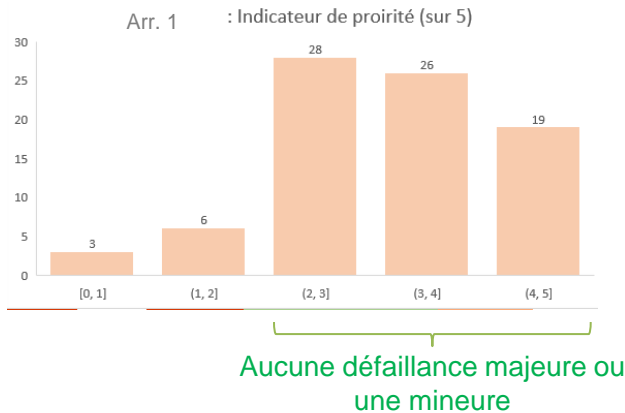
- Enrochement
- Interventions horticoles

État de l'érosion (3 arrondissements étudiés)



# Projet de recherche - Résultats - Suite = correctifs

- Fiche de recommandation
- Les correctifs sont en cours et subventionnés



N° Fiche	09010		
N° IVD	XXXX		
Coordonnées (lat,long)			Arrondissement:
Date:	2024-11-12	Par:	
Prox. Batiment:	Oui	Risque hydraulique:	3
Défaillances	Note	Lien vers les photos:	
Entrée d'eau	5	0	
Erosion	0		
Colmatage substrat	2		
Structure et performances	Note	Commentaires	
Entrée	0		
Nivellement	Chaussée	1	
	Entrée	2	
Systèmes de sédimentation	Caniveau	5	
	Enrochement	0	
Niveaux	0		
Pentes	2		
Puisard	0		
Entretien et végétation	Note	Commentaires	
Caniveau	0		
Enrochement	2		
Puisard	0		
Végétation	2		
Commentaires généraux			
Correctifs suggérés			

# Projet de recherche - Résultats - Synthèse



**79%** des IVD ne présentent pas de **défauts structurels**

La performance dépend beaucoup de **la construction !**

Une IVD bien construite est une IVD qui a **peu de besoins en entretien!**



Considérer les enjeux de **l'horticulture** dès la conception

Laisser de la place à la **végétation**



Lors des travaux de modification (ex: ponçage de la bordure): **PROTEGER IVD!**

# ORDRE DU JOUR

- ▶ Contexte
- ▶ Stratégie PEV
- ▶ Projets de recherche et outils
- ▶ Méthodologie et résultats terrain
- ▶ **Défis et conclusion**

# PEV - Défis

- ▶ Passation de pouvoir entre les différentes équipes de planification, conception et entretien
- ▶ La formation d'une multitude d'intervenants
  - Élus et population
  - Professionnels internes et externes
  - Entrepreneur et surveillance de chantier
  - Personnel d'entretien voirie et horticole
- ▶ La disponibilité des budgets de fonctionnement permettant l'entretien des ouvrages et le maintien d'une équipe d'accompagnement nécessaire pour centraliser et rediffuser les connaissances
- ▶ Les enjeux multi-facettes des infrastructures vertes (drainage et hydrogéologie, biodiversité et végétation, sécurisation des rues, etc.)
- ▶ Laisser tomber des opportunités (popularité de l'équipe)
- ▶ Différence de vision à l'interne car IVD = Nouveau
- ▶ Manque de littérature scientifique (contexte québécois)
- ▶ Pérennisation du budget (projet d'envergure sur plusieurs années) et de l'équipe après le programme PEV



# PEV - Conclusion



Volonté  
politique

Expertise  
interne

Financement

« Ils ne savaient pas que  
c'était impossible, alors ils  
l'ont fait » - Mark Twain

# PÉRIODE DE QUESTIONS