

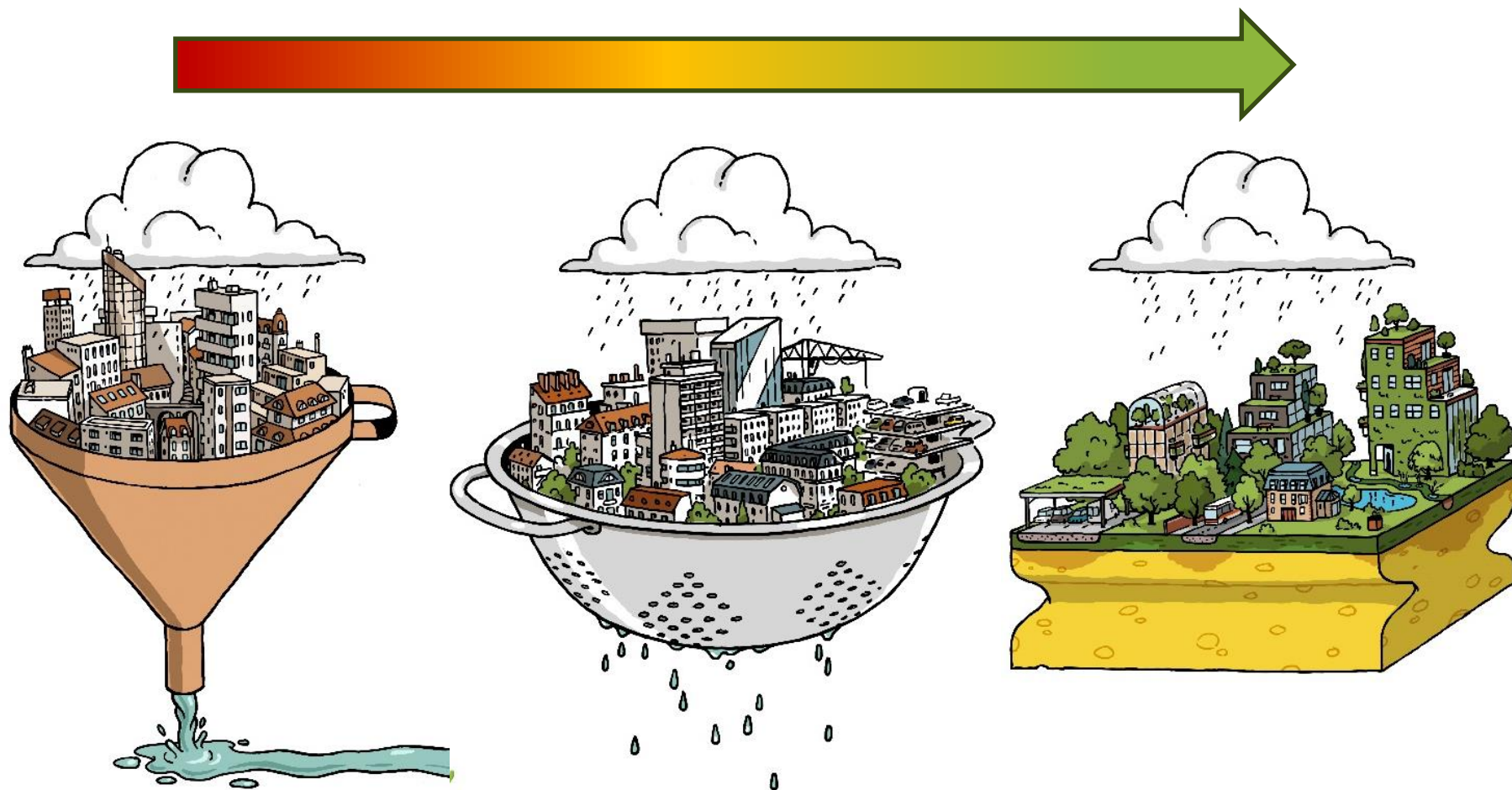
MIDI DE L'EAU

LES SOLUTIONS DE GIEP EN MILIEU CONTRAIGNANT



Stéphan Truong
Facilitateur Eau pour LBE

Du tout tuyau à la ville perméable



Source : Méli Mélo – Démêlons les fils de l'eau – www.graie.org/eaumelimelo/



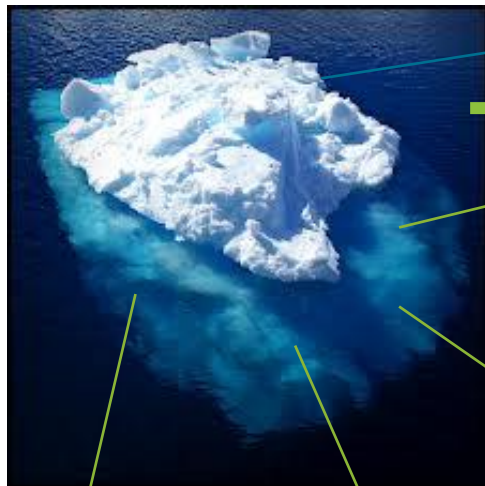
Une nécessité de réaménager en milieu urbain contraint





- ▶ Donner des éléments de solutions pour composer avec les contraintes qui peuvent être rencontrées
- ▶ S'affranchir de certaines idées reçues liées aux différentes contraintes
- ▶ Pouvoir défendre aux moyens d'arguments les bénéfices de la gestion intégrée des eaux pluviales





Inondations

Impact biens et personnes
Pollution des milieux naturels



Surcharge du réseau d'égout

↳ **Dégradation** d'infrastructures couteuses

↳ **Déversements**

→ pollution des cours d'eaux récepteurs

Mélange eaux usées – eaux claires

↳ **Dilution** des eaux à épurer

→ rendements épuratoires ▼

↳ **Gaspillage** de la ressource « eaux claires »

→ consommation eau potabilisée ↗



Perte de qualité de vie en ville

↳ Îlots de chaleur ↗

↳ Convivialité ▼

↳ Manque d'un élément fondamental équilibrant dans l'environnement urbain

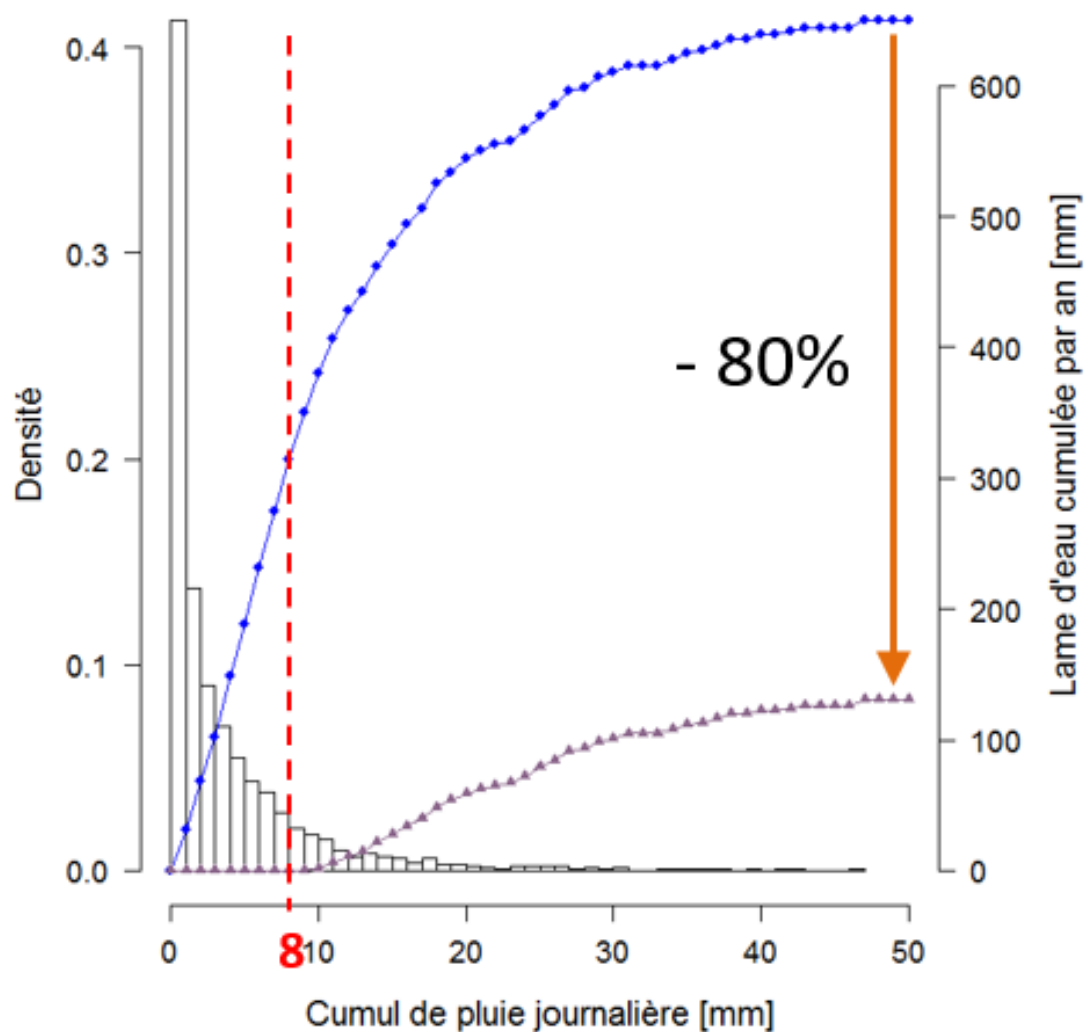
Manque de recharge en eau claire

↳ des sols (→ équilibre et qualité des sols en milieux naturels ▼)

↳ des nappes (→ conséquences long terme)

↳ des cours d'eau naturel ou zones humides (→ biodiversité ▼ en été)

La gestion des pluies courantes



DENSITÉ

ZONES DÉPOURVUES DE PLEINE TERRE

PENTE

PROXIMITÉ DE LA NAPPE

SOLS POLLUÉS

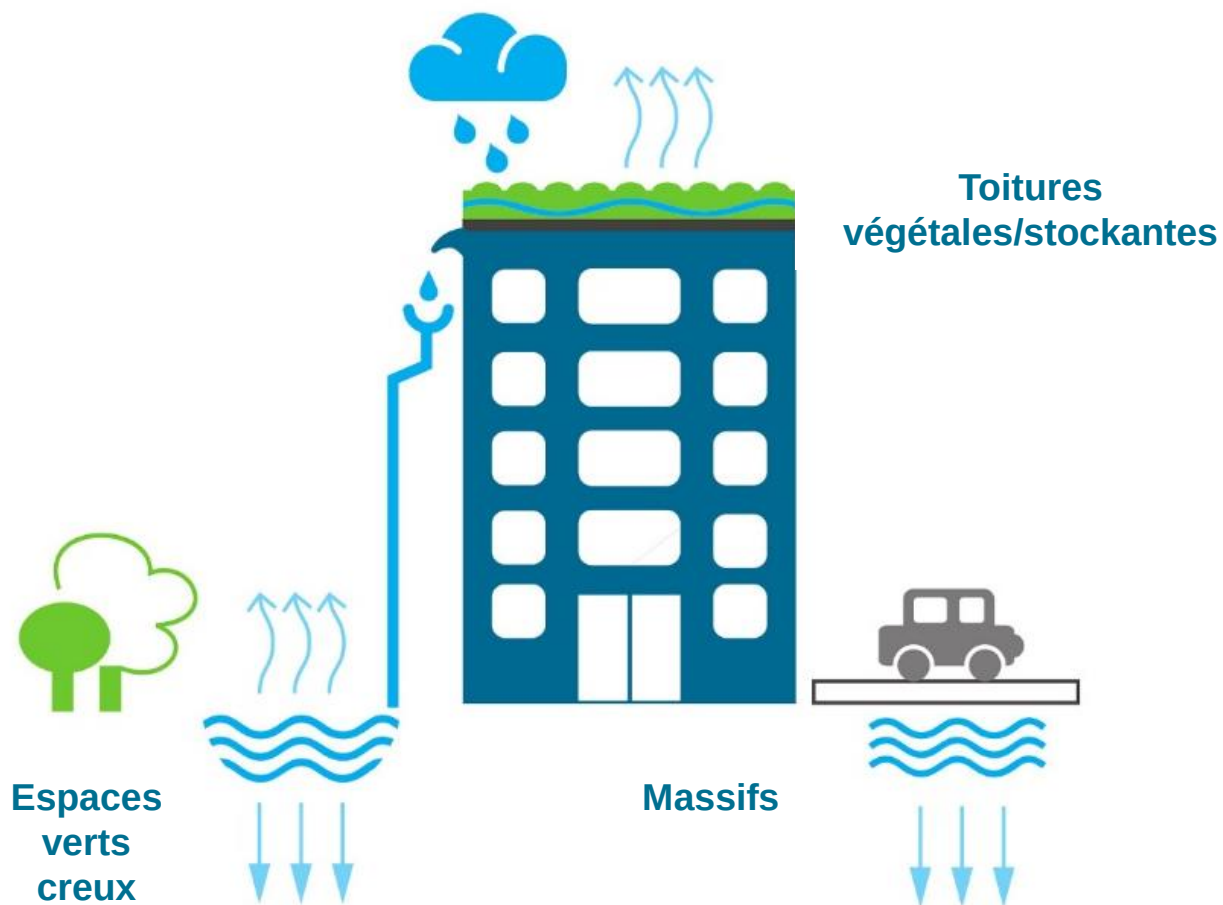
PERMÉABILITÉ

PROXIMITÉ DU BÂTI

PRÉSENCE D'IMPÉTRANTS



Toutes surface peut constituer un ouvrage de GiEP



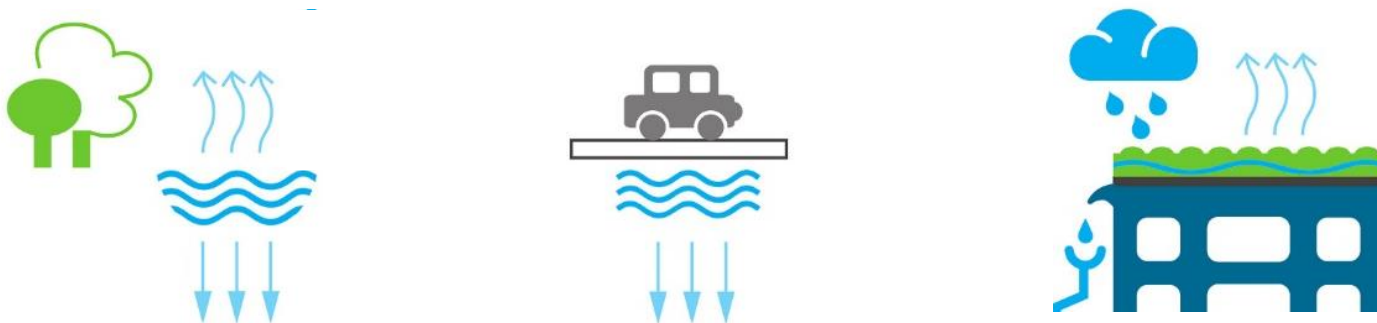
Densité bâtie (hors sol et sous-sol) jusqu'à $\pm 80\%$

- ⇒ Les surfaces d'infiltration disponibles sont suffisantes, la GiEP peut être faite au niveau des abords



Densité bâtie (hors sol et sous-sol) $> 80\%$

- ⇒ Il devient plus difficile de gérer 100% des eaux pluviales au niveau des abords



DENSITÉ

ZONES DÉPOURVUES DE PLEINE TERRE

PENTE

PROXIMITÉ DE LA NAPPE

SOLS POLLUÉS

PERMÉABILITÉ

PROXIMITÉ DU BÂTI

PRÉSENCE D'IMPÉTRANTS



Libérer des surfaces perméables



Infiltrer sous les bâtiments



Evapotranspirer et temporiser

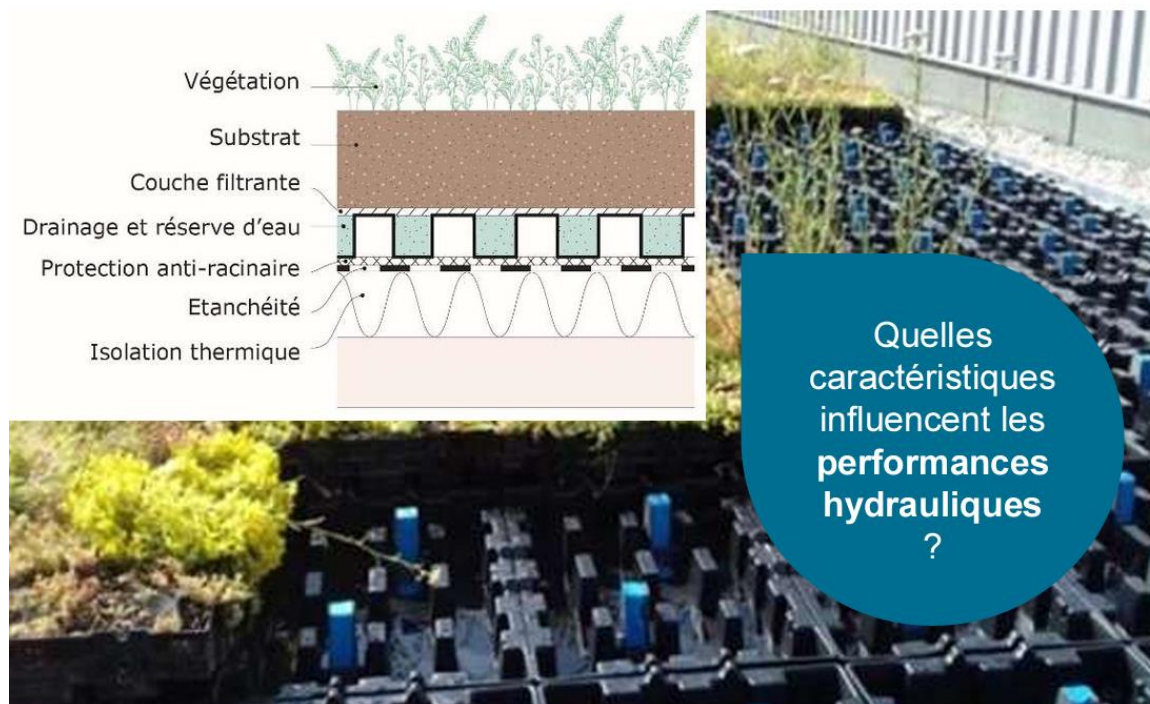


Midis techniques Eau

- La GiEP en toiture du 21/04/2022
- La gestion des eaux pluviales par les toitures végétalisées du 19/10/2023

Présentations et replay sur

<https://environnement.brussels/thematiques/eau/le-professionnel-en-action/evenements/evenements-passes>



DENSITÉ

ZONES DÉPOURVUES DE PLEINE TERRE

PENTE

PROXIMITÉ DE LA NAPPE

SOLS POLLUÉS

PERMÉABILITÉ

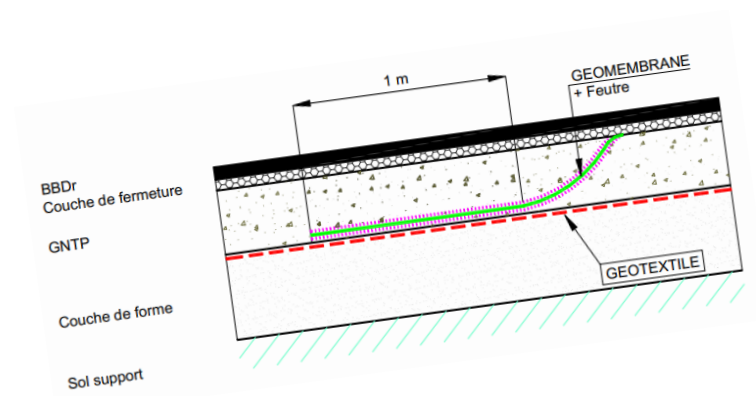
PROXIMITÉ DU BÂTI

PRÉSENCE D'IMPÉTRANTS



Compartimentages

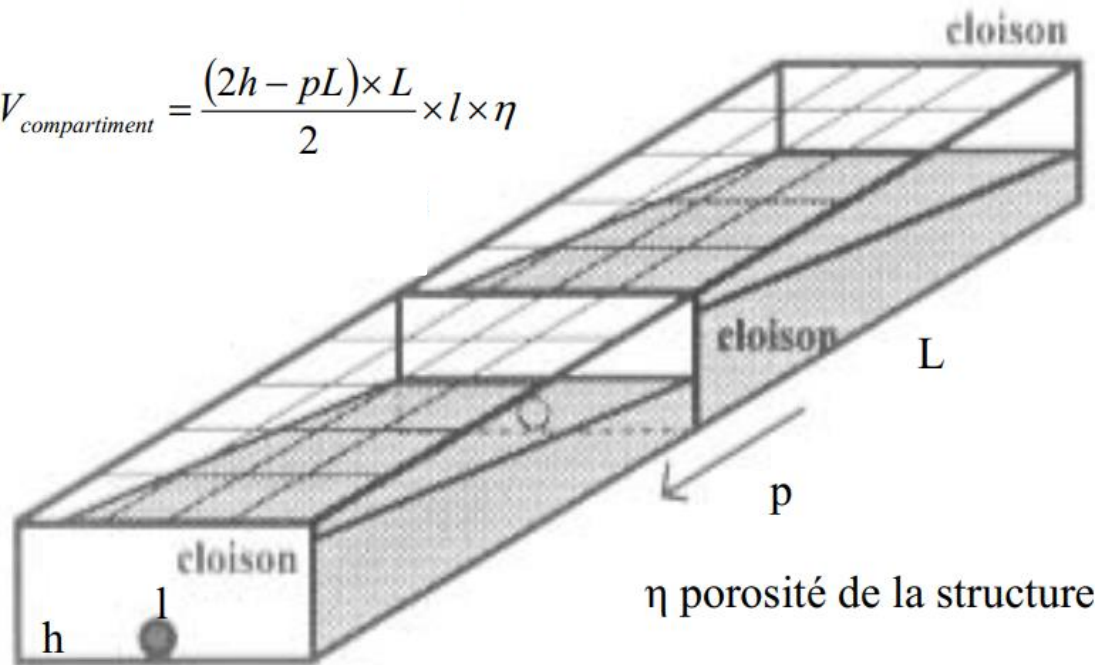
- ▶ En cas de pentes, il est nécessaire de réaliser des compartimentages
 - Via un dispositif d'étanchéité par géomembrane (DEG)
 - Via de la grave traitée
 - Via éléments préfabriqués, bordures...



Compartimentages

- Calcul du volume des compartiments :

$$V_{\text{compartiment}} = \frac{(2h - pL) \times L}{2} \times l \times \eta$$



Source : Bruno KERLOC'H –
Cerema Nord-Picardie

- Nombre de compartiments

$$L_{\text{compartiment}} = \frac{2h}{p} - \frac{2V_{\text{tot}}}{L_{\text{tot}} * l * \eta * p}$$



Compartimentages



Compartimentages



Compartimentages



DENSITÉ

ZONES DÉPOURVUES DE PLEINE TERRE

PENTE

PROXIMITÉ DE LA NAPPE

SOLS POLLUÉS

PERMÉABILITÉ

PROXIMITÉ DU BÂTI

PRÉSENCE D'IMPÉTRANTS



Consulter les informations cartographiques

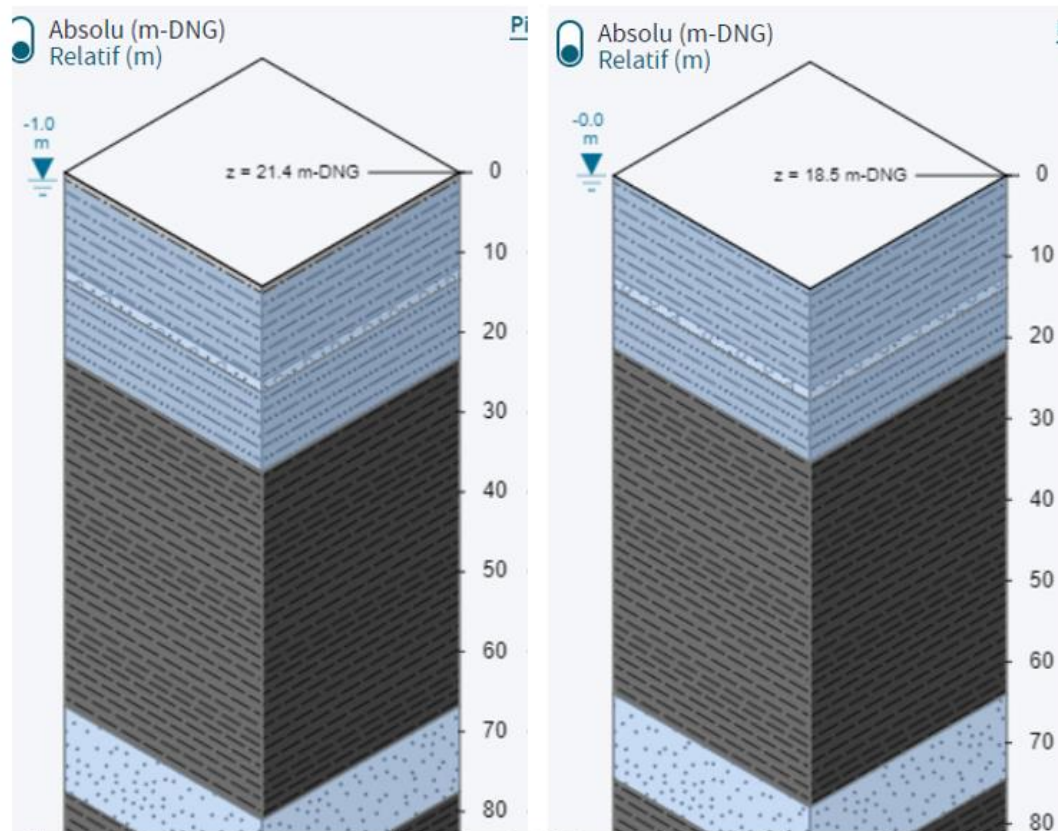
- ▶ Le Brussels Phreatic System Model (BPSM) donne une estimation de la profondeur de la nappe phréatique pour la période mai 2013. L'outil InfiltraSoil mentionne :
 - **Si > 4m**, pas concerné par un niveau de nappe subaffleurant, pas d'études complémentaires à réaliser
 - **Si < 4m**, le niveau phréatique est peut-être subaffleurant, des informations supplémentaires seront à collecter : nature des couches de sols concernés, pose de piézomètres dans la zone a minima sur les mois de mars à mai afin d'estimer le niveau des plus hautes eaux de la nappe (après recharge hivernale)
- ▶ Principes de précaution :
 - placer le **fond** de chacun des ouvrages de gestion des eaux pluviales, permettant une infiltration des eaux pluviales, a **minima 1 mètre** du niveau de la nappe dans sa période de plus hautes eaux
 - réaliser une **infiltration diffuse**
 - utiliser des **matériaux inertes** pour la réalisation des ouvrages



Vérifier les informations cartographiques (si < 4m)



Vérifier les informations cartographiques (si < 4m)



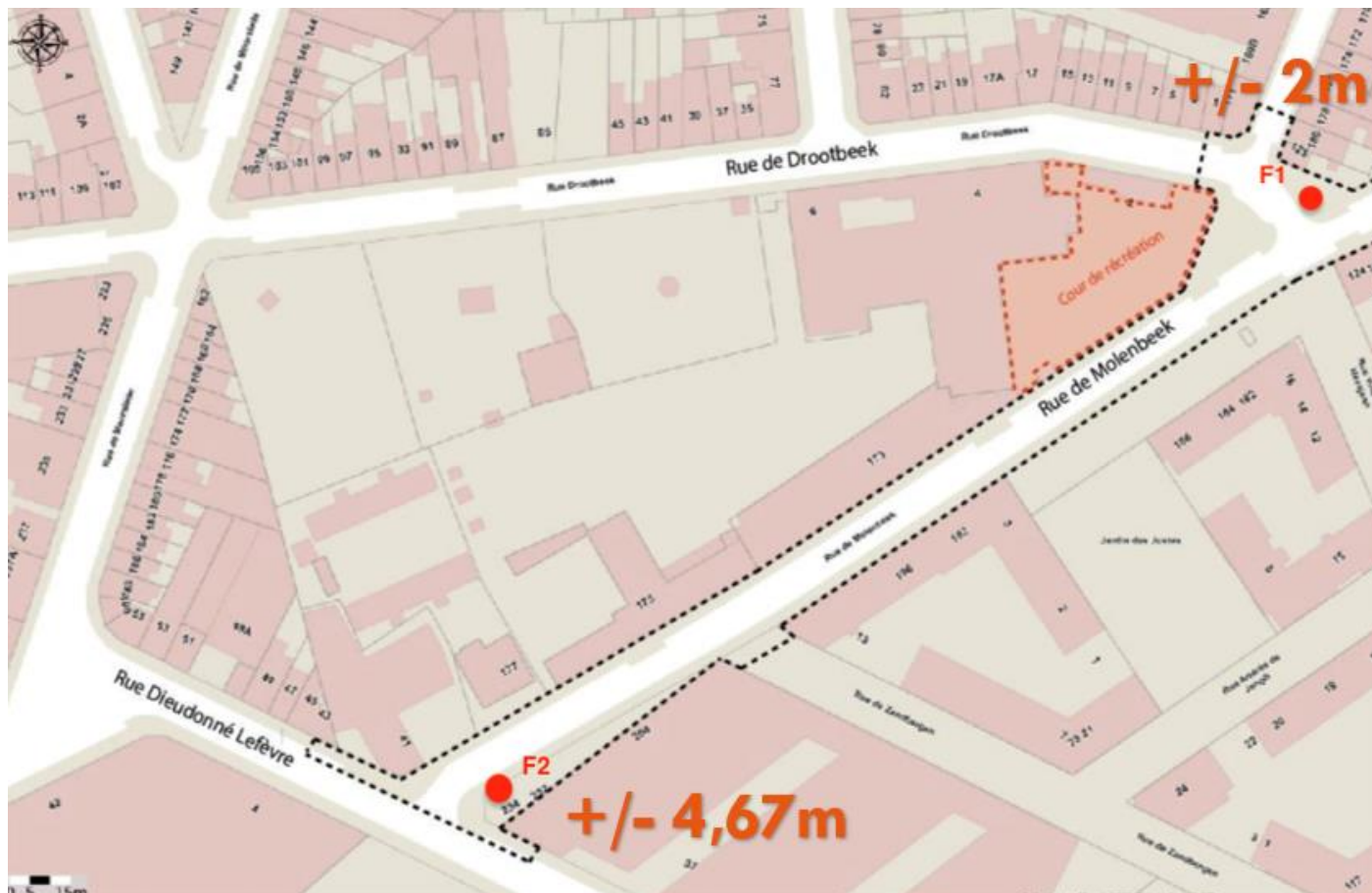
À gauche : Forage virtuel au croisement de la rue de Molenbeek et D. Lefèvre, position altimétrique 21,4 m.

À droite : Forage virtuel au niveau de la place de l'Eau, position altimétrique 18,5 m DNG.

Source : Brugeotool, Bruxelles Environnement



Vérifier les informations cartographiques (si $< 4\text{m}$)



DENSITÉ

ZONES DÉPOURVUES DE PLEINE TERRE

PENTE

PROXIMITÉ DE LA NAPPE

SOLS POLLUÉS

PERMÉABILITÉ

PROXIMITÉ DU BÂTI

PRÉSENCE D'IMPÉTRANTS

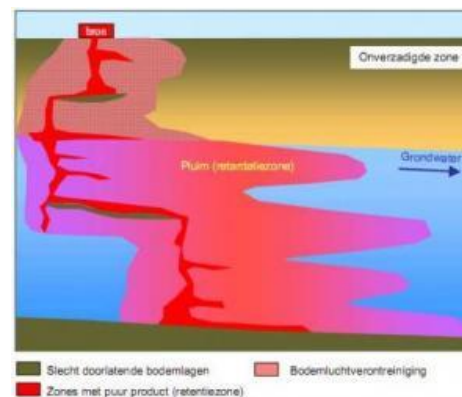
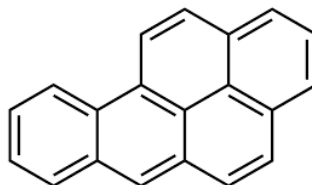


« Ma parcelle est reprise à l'inventaire comme étant polluée, il est donc impossible d'y infiltrer »

NON ! Pollution de sol ne veut pas dire impossibilité d'infiltrer... Il est nécessaire :

- ▶ De caractériser le(s) type(s) de polluant(s) et leur concentration
- ▶ Localiser le(s) polluant(s)
- ▶ Caractériser la manière d'infiltrer (infiltration forcée ou diffuse)

Zinc 65.38	Palladium 106.42	Silicium 28.09	Calcium 40.08
33 As Arsenic 74.902	48 Cd Cadmium 112.411	82 Pb Lead 207.2	80 Hg Mercury 200.59



Catégorie 0 : potentiellement pollué / concentrations inconnues

- reconnaissance de l'état du sol (RES) > catégorie X

Catégorie 1 : non pollué / concentrations $\leq$ norme d'assainissement

- Infiltration possible

Catégorie 2 : légèrement pollué sans risque / concentrations $\leq$ norme d'intervention

- Infiltration possible

Catégorie 3 : pollué sans risque / concentrations > norme d'intervention

- Consulter les études de sol (types de polluants, [..], localisation...)
- Dans certain cas, nécessaire d'actualiser l'étude de risque...

Catégorie 4: pollué en cours d'étude ou de traitement / concentrations > norme d'intervention

- Prendre contact avec l'expert en pollution du sol



Midis techniques Eau

- Midi sur l'infiltration et les sols pollués du 28/10/2021

Présentations et replay sur

<https://environnement.brussels/thematiques/eau/le-professionnel-en-action/evenements/evenements-passes>

- Midi à venir sur l'infiltration et les sols pollués à l'automne 2024

Facilitateur SOL

- Téléphone : 02 775 75 75 (service info BE)
- e-mail : soilfacilitator@environnement.brussels



Photo : © Xavier Claes



DENSITÉ

ZONES DÉPOURVUES DE PLEINE TERRE

PENTE

PROXIMITÉ DE LA NAPPE

SOLS POLLUÉS

PERMÉABILITÉ

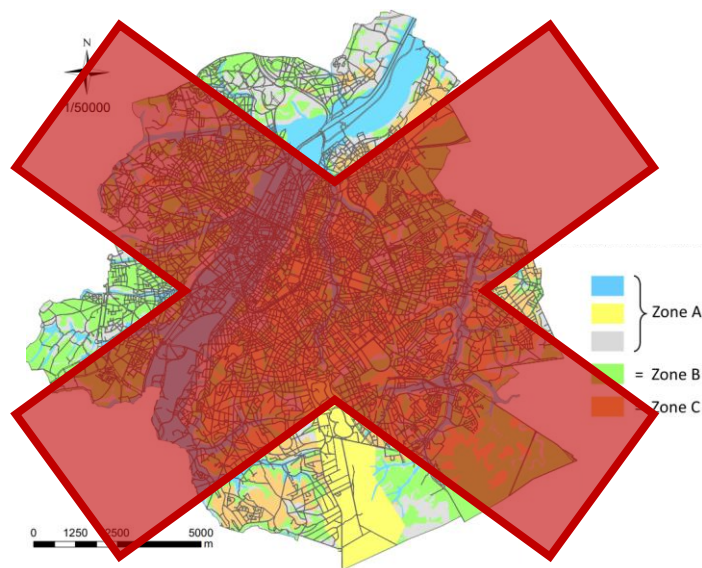
PROXIMITÉ DU BÂTI

PRÉSENCE D'IMPÉTRANTS



Capacité d'infiltration

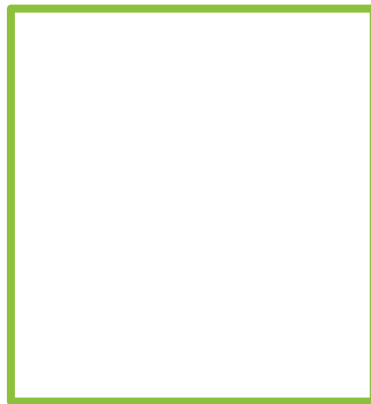
- ▶ Les informations cartographiques sont inutilisables à l'échelle d'un projet
- ▶ Seuls des essais réalisés au droit des futurs ouvrages de gestion et à des profondeurs adéquates permettront d'obtenir des valeurs objectives de perméabilité



Le débit d'infiltration (Q_{inf}) dépend

- ▶ De la perméabilité du sol (conductivité hydraulique à saturation K_s mesurée en mm/h ou m/s)
- ▶ De la surface d'infiltration (S_{inf})

$$K_s = 5 \text{ mm/h}$$
$$S_{inf} = 100 \text{ m}^2$$



$$Q_{inf} = 0,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$K_s = 50 \text{ mm/h}$$
$$S_{inf} = 10 \text{ m}^2$$



$$Q_{inf} = 0,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

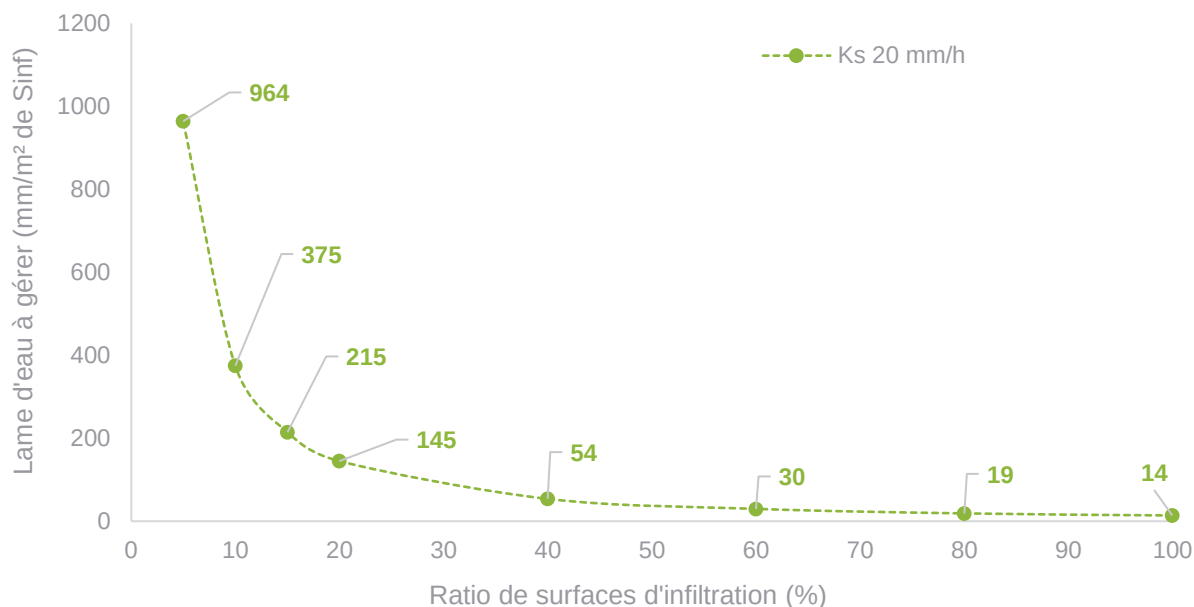
⇒ **Une perméabilité doit toujours être mise en relation avec une surface d'infiltration !!**



Lorsque l'on réduit la surface d'infiltration, on réduit simultanément

- ▶ Le débit d'infiltration → sensible à des pluies plus longues générant plus de volume à temporiser
- ▶ La surface disponible pour temporiser un même volume

⇒ **croissance exponentielle du besoin de profondeur**



Evolution de la lame d'eau à gérer en mm par m² de surface d'infiltration (i.e. profondeur utile de l'ouvrage) en fonction du ratio des surfaces d'infiltration en % des surfaces actives (TR20 – K_s 20 mm/h)

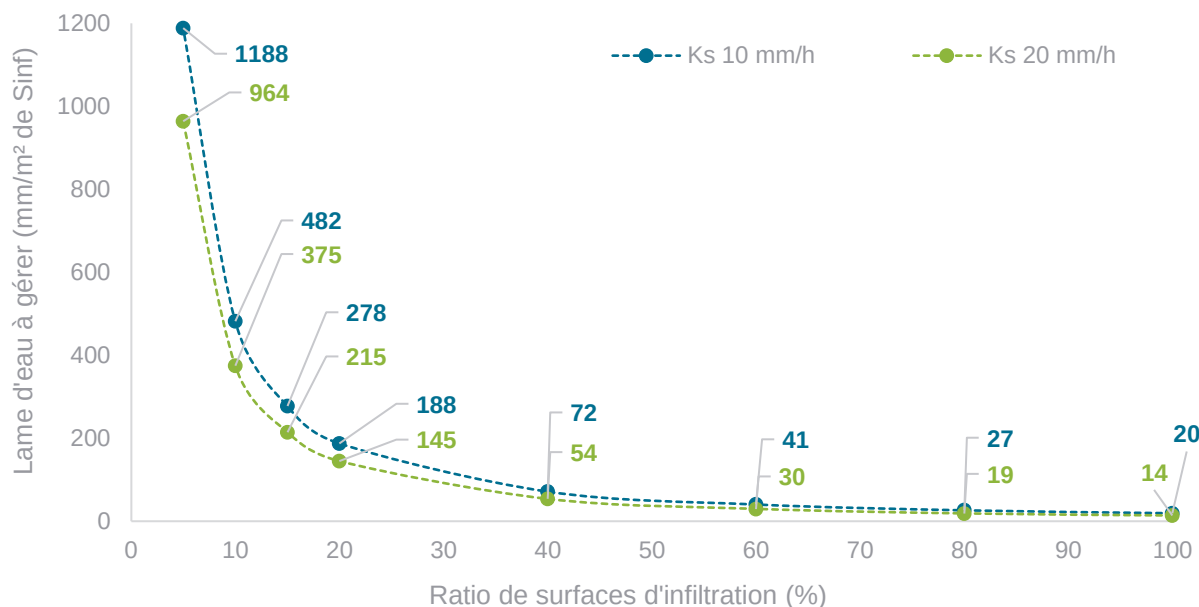
Source : Bruxelles Environnement



Lorsque l'on réduit la perméabilité, on réduit uniquement

- Le débit d'infiltration

⇒ Une perméabilité moins favorable engendre une profondeur plus importante mais reste proportionnellement moins impactant qu'une diminution de la surface d'infiltration



Evolution de la lame d'eau à gérer en mm par m² de surface d'infiltration (i.e. profondeur utile de l'ouvrage) en fonction du ratio des surfaces d'infiltration en % des surfaces actives (TR20 – Ks 10 et 20 mm/h)

Source : Bruxelles Environnement





- ▶ Ks évaluée sur base cartographique à 1,5 mm/h
- ▶ Surfaces d'infiltration $\pm 200 \text{ m}^2$ (parcelle de 24 400 m²!)

⇒ **Bassins d'orage et évacuation vers le Canal**





- ▶ Ks mesurée à ± 10 mm/h
- ▶ Surfaces d'infiltration $\pm 3\,700$ m²

⇒ **Projet en infiltration totale**



Ne pas sous-estimer le pouvoir de l'évapotranspiration !



Sur un suivi d'un des sites de
l'Ecocampus (Parking + Noue
végétalisée) – Proj. MicroMegas

70% des pluies de $HT < 15\text{mm}$
présentent un volume sortant
négligeable

Un comble pour un ouvrage étanché
pour des raisons expérimentales !



Source : INSA Lyon – laboratoire
DEEP, OTHU, Ecole Universitaire de
Recherche
H2O'Lyon



DENSITÉ

ZONES DÉPOURVUES DE PLEINE TERRE

PENTE

PROXIMITÉ DE LA NAPPE

SOLS POLLUÉS

PERMÉABILITÉ

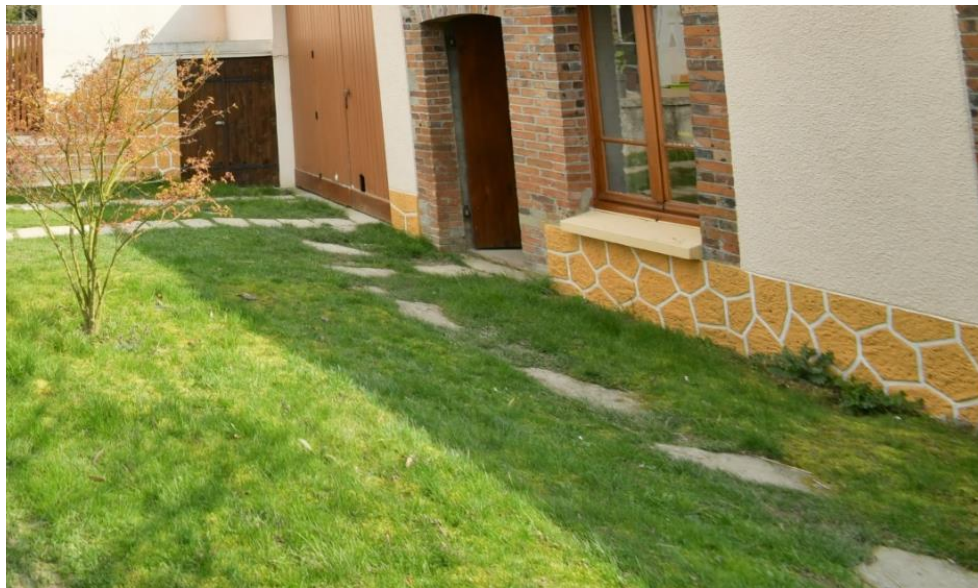
PROXIMITÉ DU BÂTI

PRÉSENCE D'IMPÉTRANTS



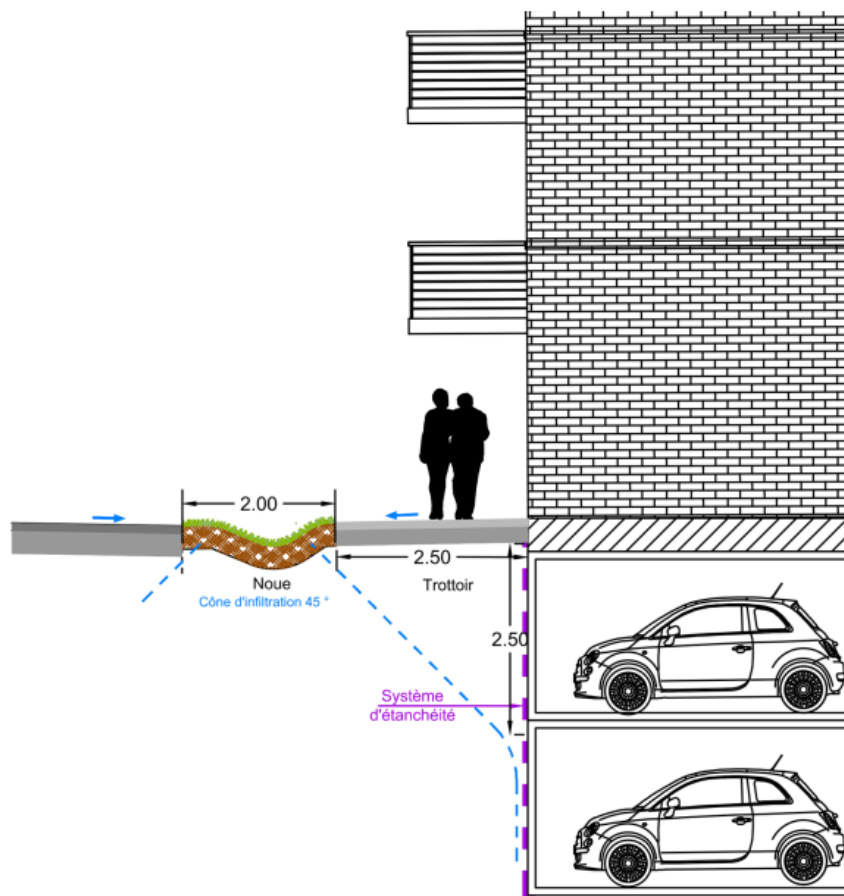
Infiltration diffuse (ratio 1/1)

- L'infiltration est possible directement au pied d'une construction



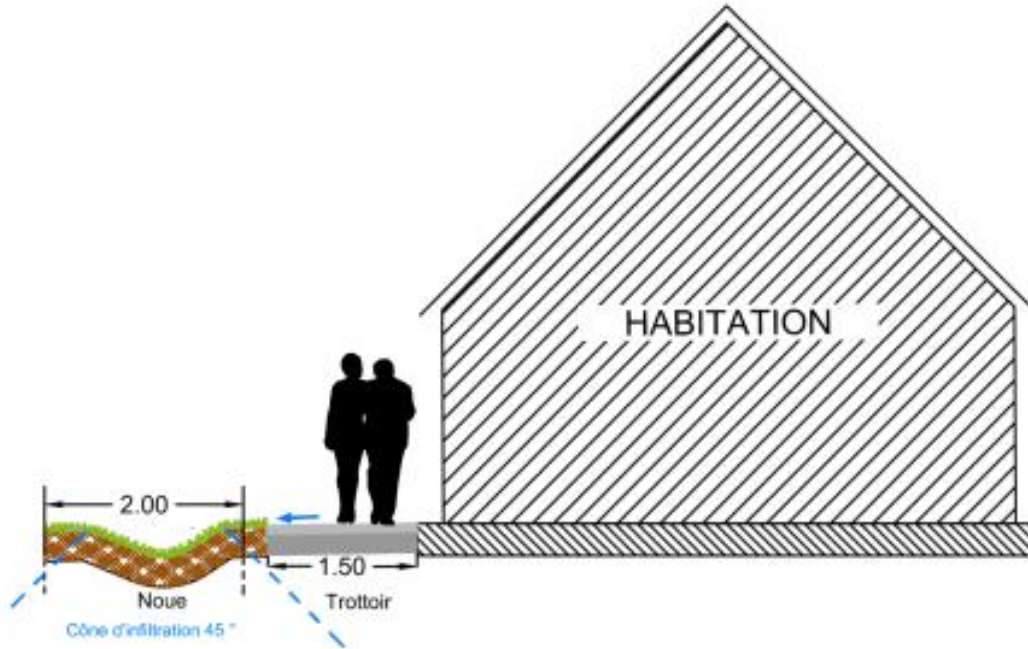
Infiltration « concentrée » (ratio max 10/1) – Bâti neuf

- Protection par membrane d'étanchéité



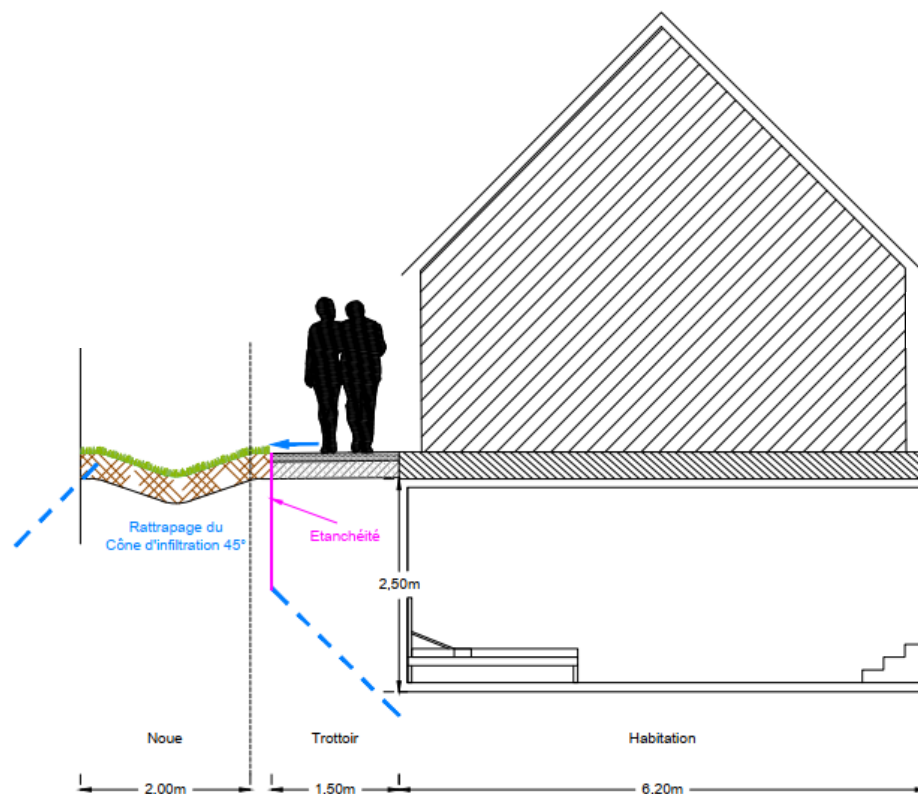
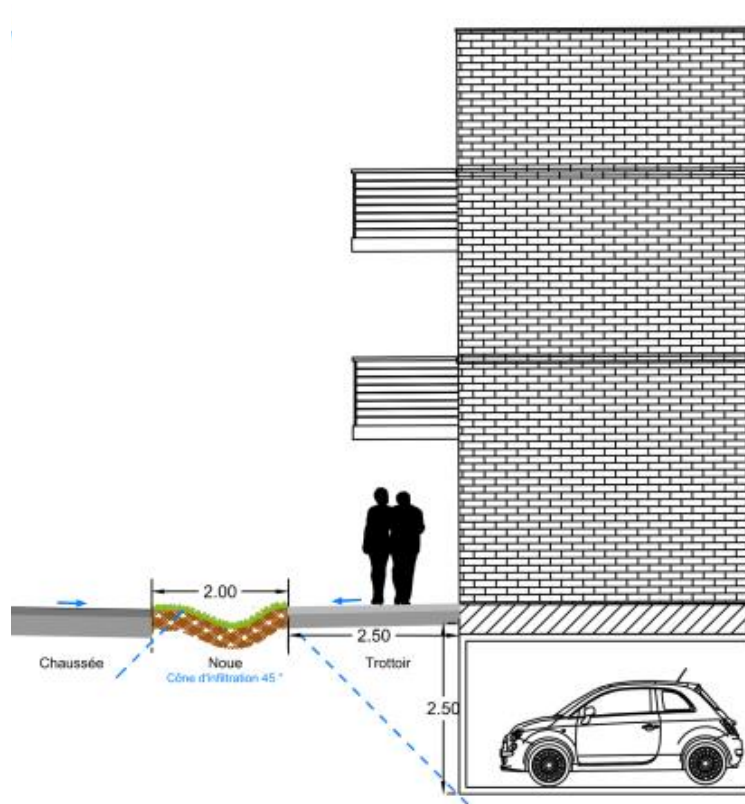
Infiltration « concentrée » (ratio max 10/1) – Bâti ancien sans sous-sol

- Règle de bonne pratique d'1m50



Infiltration « concentrée » (ratio max 10/1) – Bâti ancien avec sous-sol

- Respect d'un cône d'infiltration de 45°
- Ajout éventuel d'une membrane d'étanchéité



DENSITÉ

ZONES DÉPOURVUES DE PLEINE TERRE

PENTE

PROXIMITÉ DE LA NAPPE

SOLS POLLUÉS

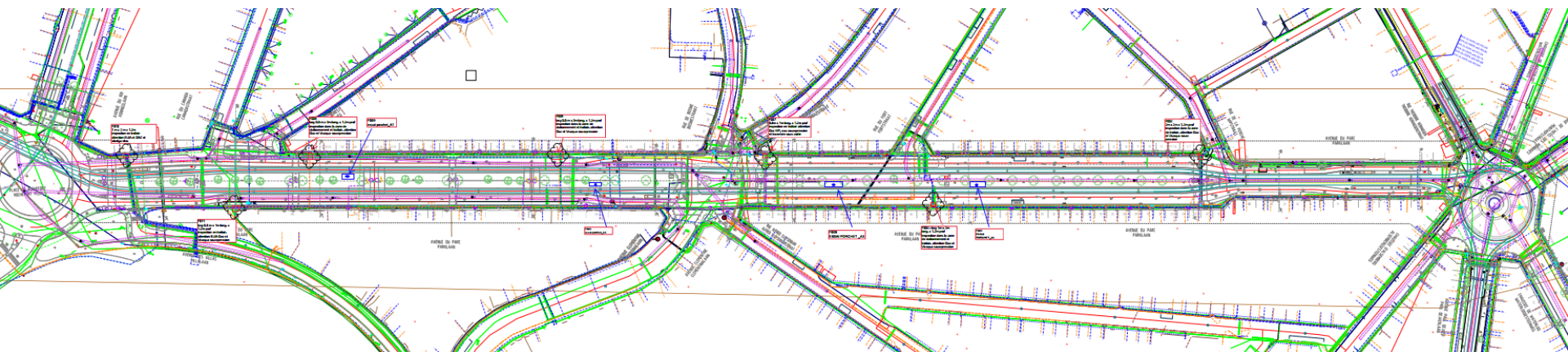
PERMÉABILITÉ

PROXIMITÉ DU BÂTI

PRÉSENCE D'IMPÉTRANTS



- ▶ Nombreux réseaux d'impétrants et la situation historique fait qu'ils occupent une grande part du sous-sol
- ▶ Informations obtenues via **KLIM-CICC** à compléter par des sondages in situ
- ▶ Contacts à prendre très tôt dans la conception du projet
- ▶ Des **solutions peuvent être trouvées** pour combiner ces infrastructures avec une gestion intégrée des eaux pluviales



Réseaux d'impétrants sur l'Avenue du Parc – Source : Bruxelles Mobilité

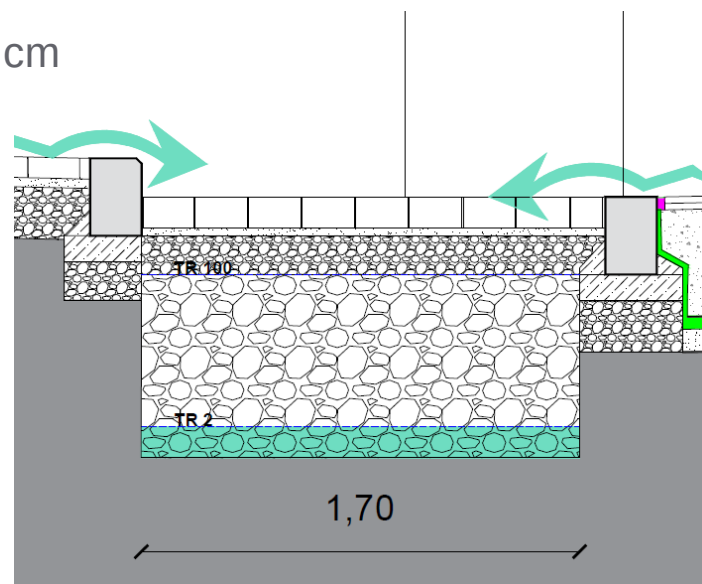


Pas de risque pour les impétrants lié à l'« humidité » des dispositifs

- ▶ Petites pluies (≤ 4 mm)
 - Hauteur d'eau dans l'ouvrage : jusqu'à 4 cm
 - Temps de vidange : jusqu'à 40 minutes
- ▶ Pluies moyennes (≤ 10 mm)
 - Hauteur d'eau dans l'ouvrage : jusqu'à 12 cm
 - Temps de vidange : jusqu'à 2h
- ▶ TR2
 - Hauteur d'eau dans l'ouvrage : 15 cm
 - Temps de vidange : 2h

$$S_a/S_{inf} < 5$$

Sec : 97% du temps...



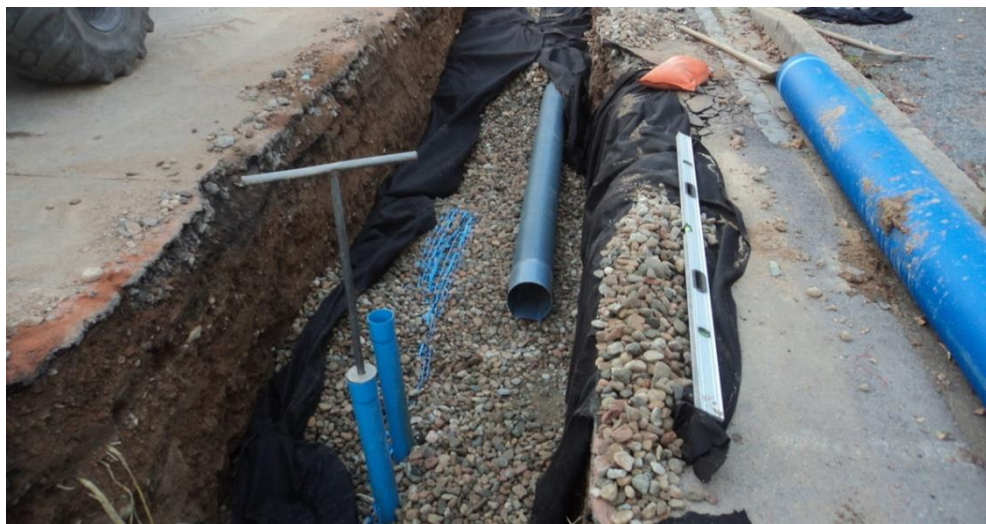
**Profondeur
= 60 cm**



Contraintes

- ▶ Gaz : 20 cm de sable au-dessus de leur conduite
- ▶ Nécessite de remettre en pristin état le massif drainant
 - Géolocalisation des ouvrages de GiEP
 - Sensibilisation et formation des intervenants

⇒ exemple de la Roannaise de l'eau où ils mettent en place des stratégies de déconnexion et notamment des tranchées drainantes au-dessus de leurs tuyaux lors de leur rénovation



Source : La Roannaise de l'Eau



Stéphan TRUONG

Ingénieur projet – Facilitateur EAU

✉ facilitateur.eau@environnement.brussels



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

