

Pour le compte de

- Élimination et recyclage, ville de Zurich (ERZ)
- Grün Stadt Zürich (GSZ)
- Office des déchets, de l'eau, de l'énergie et de l'air, canton de Zurich (AWEL)
- Office des ponts et chaussées, canton de Zurich (TBA)
- Office de l'environnement et de l'énergie (AUE), canton de Bâle-Ville
- Stadtgärtnerei Grünplanung, canton de Bâle-Ville

Technosols et surfaces perméables - Etat de la recherche sur la rétention des polluants

Lausanne, 30.4.24, M. Burkhardt, M. Patrick, A. Englert, P. Bach



Pollution des eaux pluviales

■ Pour les eaux pluviales provenant des toitures, des façades, des places et des surfaces de circulation, les règles suivantes s'appliquent

- Les eaux polluées doivent être traitées ([LEaux](#))
- Ne déverser ou infiltrer les eaux polluées qu'avec l'autorisation de l'autorité.

Places et surfaces de circulation ¹	Classe de pollution
<ul style="list-style-type: none">▪ Routes < 5'000 TJM▪ Chemins pédestres et cyclables▪ Voies d'accès, avant-places, places de parc: peu de changements de véhicules	faible
<ul style="list-style-type: none">▪ Routes 5'000 à 14'000 TJM▪ Places de parc avec changements de véhicules et utilisation moyenne▪ Surfaces de places urbaines : de nombreuses fêtes et visiteurs, peu de circulation▪ Places de transbordement et de stockage : Sans substances dangereuses pour les eaux ou l'environnement▪ Terrains de sport *	moyen
<ul style="list-style-type: none">▪ Routes > 14'000 TJM▪ Places de parc et de manœuvre : Changements fréquents de véhicules et utilisation intensive	élevé

Pollution des eaux de chaussée

■ Particules - Exemple de l'usure des pneus (émission primaire)

- En Suisse, 14'000 tonnes par an
- L'usure des pneus représente environ 30% de la charge particulaire

Kornfraktion	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
	%	%	%	%	%
> 600 µm	11	1	< 1	6	8
60-600 µm	18	18	12	14	26
6-60 µm	72	81	87	80	67

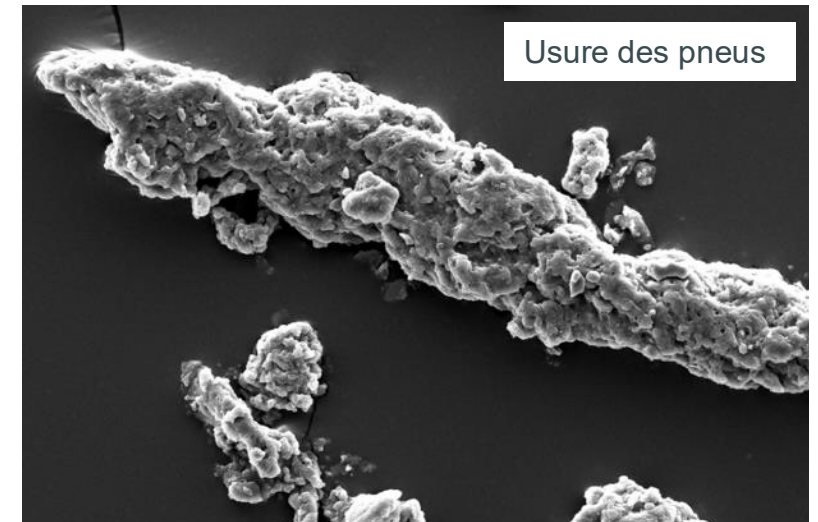
DWA, 2010

■ Micropolluants (dissous)

- Agents de vulcanisation (benzothiazole, 2-MBT, etc.)
- Plastifiants, stabilisateurs (nonylphénol, DEHP, etc.)
- antioxydants ([6PPD-quinone](#), etc.)

➤ Conclusion

- La planification de la ville éponge doit tenir compte des charges polluantes et des exigences de la protection des eaux



Traitement des eaux pluviales polluées¹

■ Avec passage à travers le sol

- Terre végétale (horizon A)
- Sol ≥ 30 cm, horizon A 10 - 30 cm
- Teneur en argile 10 – 20 %

■ Sans sol (installations d'adsorption)

- Substrat adsorbant 30 - 50 cm
- "Standard" et «élevé» pour la MES, le cuivre, le zinc, le mécoprop et le diuron

➤ Qu'elles sont les performances des substrats ?

Infiltration							
Secteur de protection des eaux A _U , S1–S3, S _h , S _m , üB selon carte de protection des eaux	Passage à travers le sol (structure selon module DA, chap. 1.3)	Type de surface à drainer					
		Toitures et façades			Places et surfaces de circulation		
		Classe de pollution des eaux de ruissellement					
		selon tableau B6			selon tableaux B7+B8		
		faible	moyenne	élevée	faible	moyenne	élevée
autres secteurs üB	avec	+	+	+ ²	+	+	+ ²
	sans	+	+	B _{élevé}	B _{standard} ³	B _{standard}	B _{élevé}
Secteur A _U	avec	+	+	+ ²	+	+	+ ²
	sans	+	B _{standard} ¹	B _{élevé}	B _{standard} ⁴	B _{standard}	B _{élevé}
S3, S _h , S _m	avec	+	–	–	+	–	–
	sans	–	–	–	–	–	–
Périmètre prot. /S2/S1	non pertinent	–	–	–	–	–	–
Légende							
+	Infiltration admissible						
B _{standard}	Infiltration admissible dans une installation du niveau d'exigences «standard» ou «élevé»						
B _{élevé}	Infiltration admissible dans une installation du niveau d'exigences «élevé»						
–	Infiltration n'est pas admissible						

¹ VSA (2019): Gestion des eaux usées par temps de pluie. VSA ; Glattbrugg

Substrats pour fosses de plantation (fosses multifonctionnelles)

■ Objectifs primaires

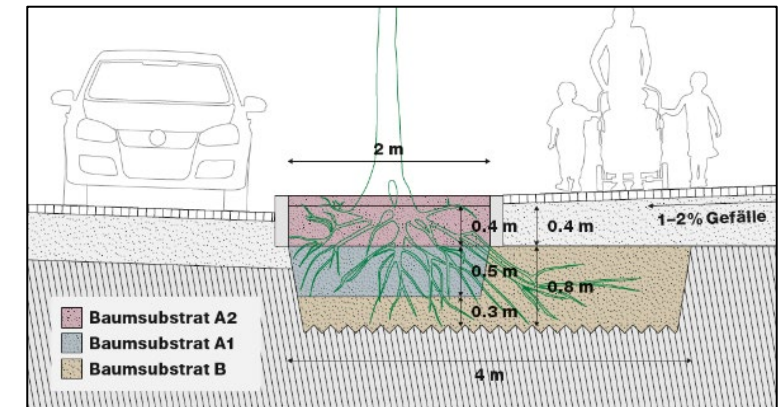
- Emplacement de la plante (évapotranspiration et ombre)
- Air et infiltration rapide (pores grossiers)
- Rétention d'eau (pores moyen)
- Portance (recouvrable)



■ Défis particuliers

- Grande surface de connexion (à ZH jusqu'à 17:1)
- Rétention des polluants incertaine (protection des eaux souterraines)

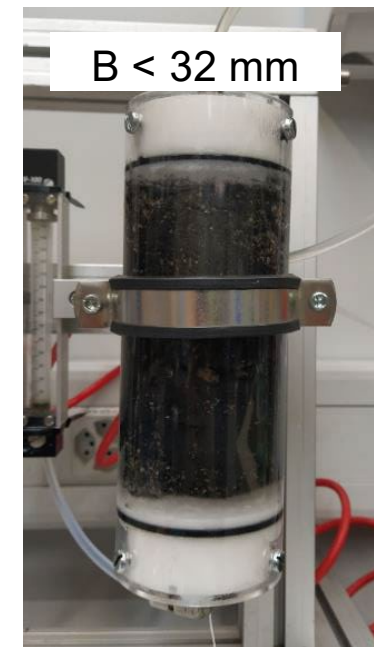
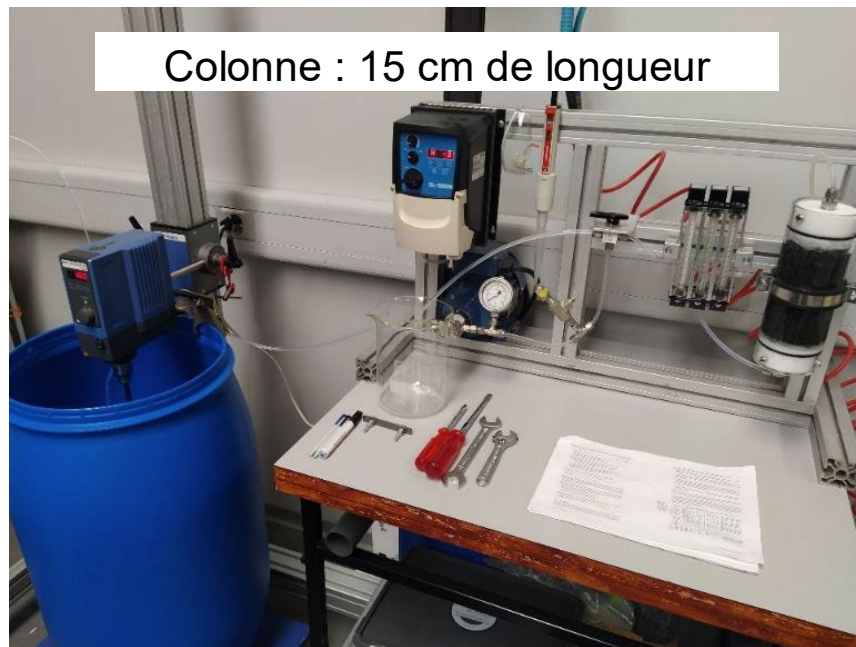
➤ Dans quelle mesure les polluants sont-ils retenus ?



Essais comparatifs de rétention des polluants: essai VSA en colonne

■ D'après le test des substrats adsorbants (flux d'eau saturé)¹

- 7 substrats pour joints/plantes et 4 substrats pour le traitement des eaux de chaussée de Zurich et Bâle-Ville
- Rétention du cuivre, du zinc, du diuron et du mécoprop à 3 vitesses (9,0, 2,3, 0,9 m/h)
- Remobilisation par le sel de déneigement (2,3 m/h)



¹ <https://vsa.ch/fr/M%C3%A9diath%C3%A8que/contr%C3%B4le-de-performance-vsa-pour-les-installations-de-traitement/>

Les substrats de plantation de la ville de Zurich



ZH Substrat A1

Substrat pour arbres A1 (non recouvrable) pour la couche inférieure de la fosse - en vrac, mélange prêt à l'emploi

Gravats de roches mixtes 16/32	40%
Gravats de roches mixtes 8/16	10%
Sable concassé 1/4	10%
Ardoise expansée 8/16	25%
Biochar EBC conditionné avec du compost ou équivalents	5%
Terre végétale	10%



ZH Substrat A2

Substrat pour arbres A2 (non recouvrable) pour la couche supérieure de la fosse - en vrac, mélange prêt à l'emploi

Gravats de roches mixtes 8/16	45%
Sable concassé 1/4	5%
Ardoise expansée 8/16	30%
Biochar EBC conditionné avec du compost ou équivalents	5%
Terre végétale	15%



ZH Substrat B

Baumsubstrat B (überbaubar), für unter die Fahrbahn oder das Trottoir sowie als Verbindung der Baumgruben, verdichtbar auf max. 80 MN – lose, bauseits, fertig gemischt

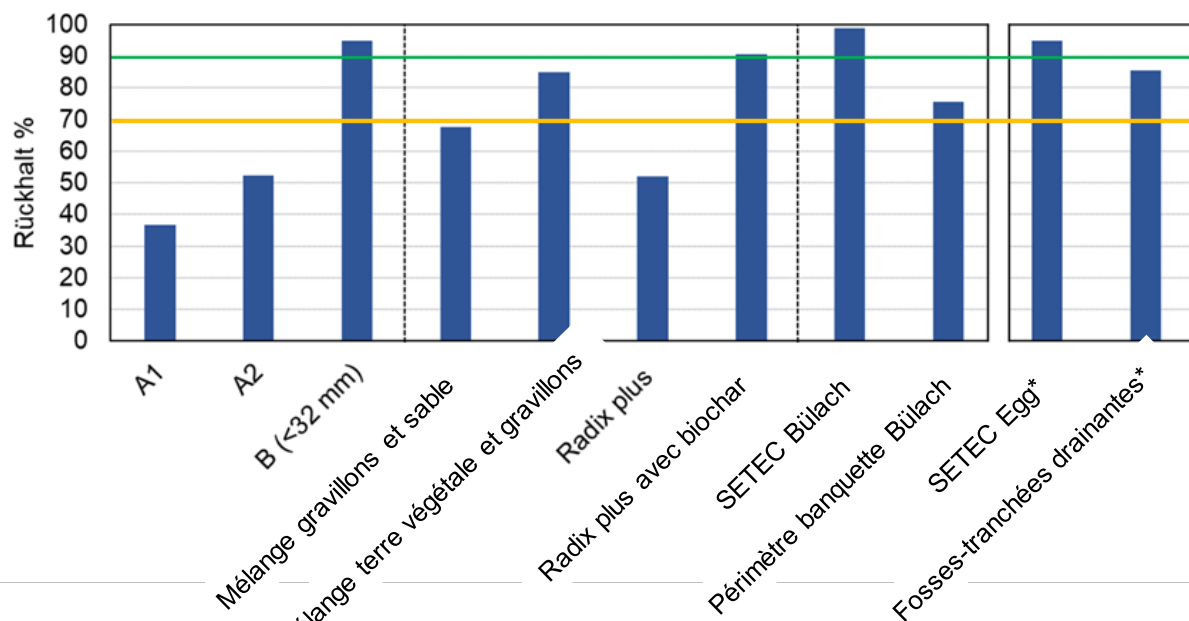
Gravats de roches mixtes 64/125	30%
Gravats de roches mixtes 32/64	30%
Sable concassé 1/4	10%
Ardoise expansée 8/16	15%
Biochar EBC conditionné avec du compost ou équivalents	10%
Terre noire	5%

Résultats : Substrats de plantation/joints et sol (SETECs)¹

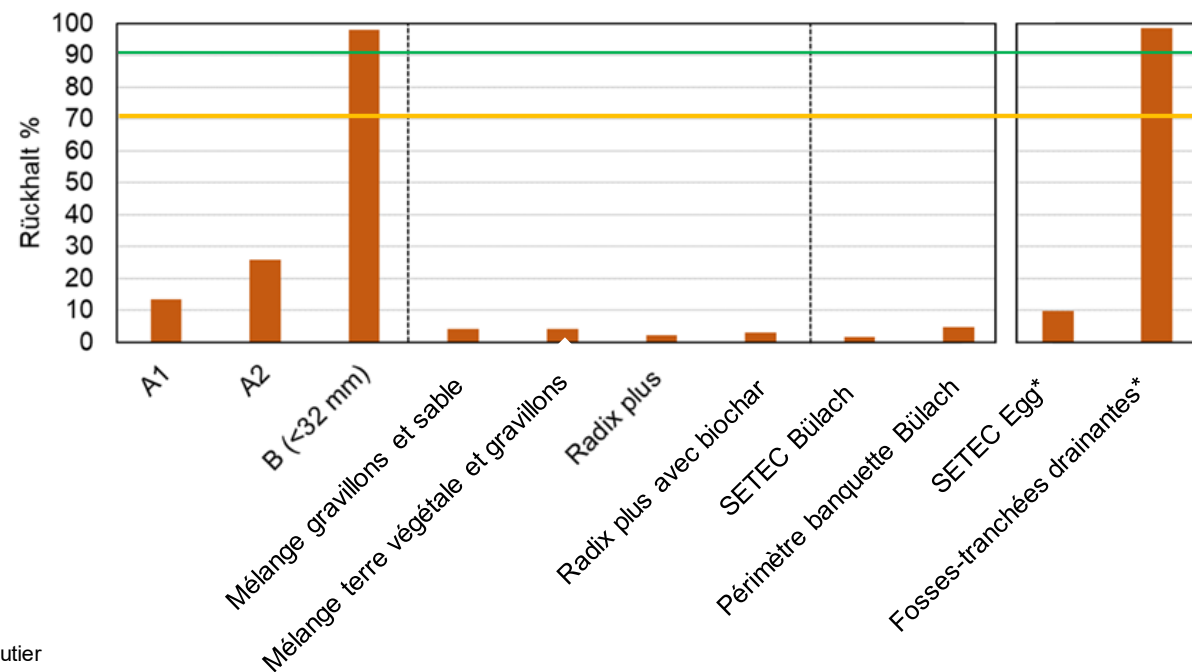
■ Rétention spécifique à la substance et en fonction du temps de contact avec l'eau

- Métaux lourds : les substrats de plantation sont légèrement inférieurs au sol
- Substances traces : faible pour tous les substrats ; exception pour la terre noire, le biochar, l'argile, le corg.

Métaux lourds*



Micropolluants*



¹ (sous presse, .etention des polluants par les substrats - substrats de plantation, joints et de sol dans l'espace routier

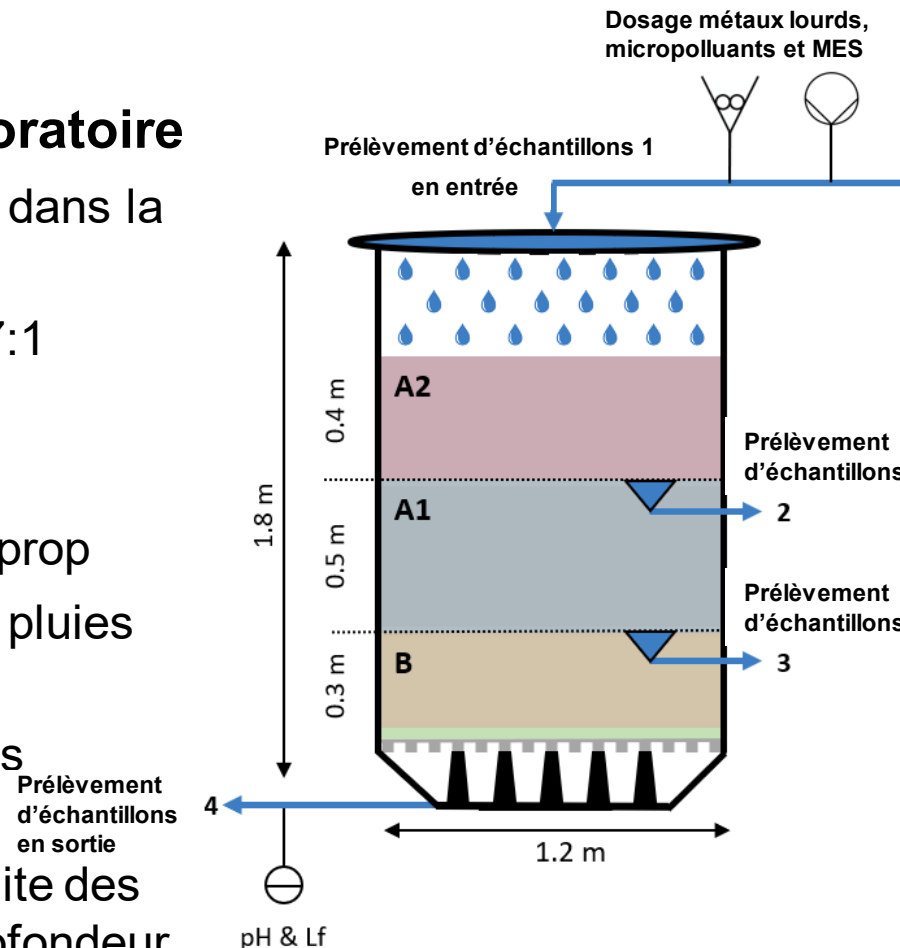
Procédure d'essai en puits : rétention de polluants dans une fosse multifonctionnelle ZH¹

■ Construction de puits en laboratoire

- Succession de couches comme dans la pose réelle dans les fosses
- Surface raccordé/d'infiltration 17:1

■ Mise en œuvre

- MES, cuivre, zinc, diuron, mécoprop
- Arrosage avec 3 pluies fortes, 3 pluies persistantes, 3 petites pluies
- Prélèvement d'échantillons après chaque arrosage
- Prélèvement en entrée et en limite des couches à 0,4, 0,9, 1,2 m de profondeur



1 (2024) : Rétention des polluants par les substrats - substrats de plantation, joints et de sol dans l'espace routier

Résultats : Rétention de polluants dans un puits¹

■ Spécifique à la substance et temps de contact avec l'eau

■ $S < L < K$

■ Matières particulaires et dissoutes

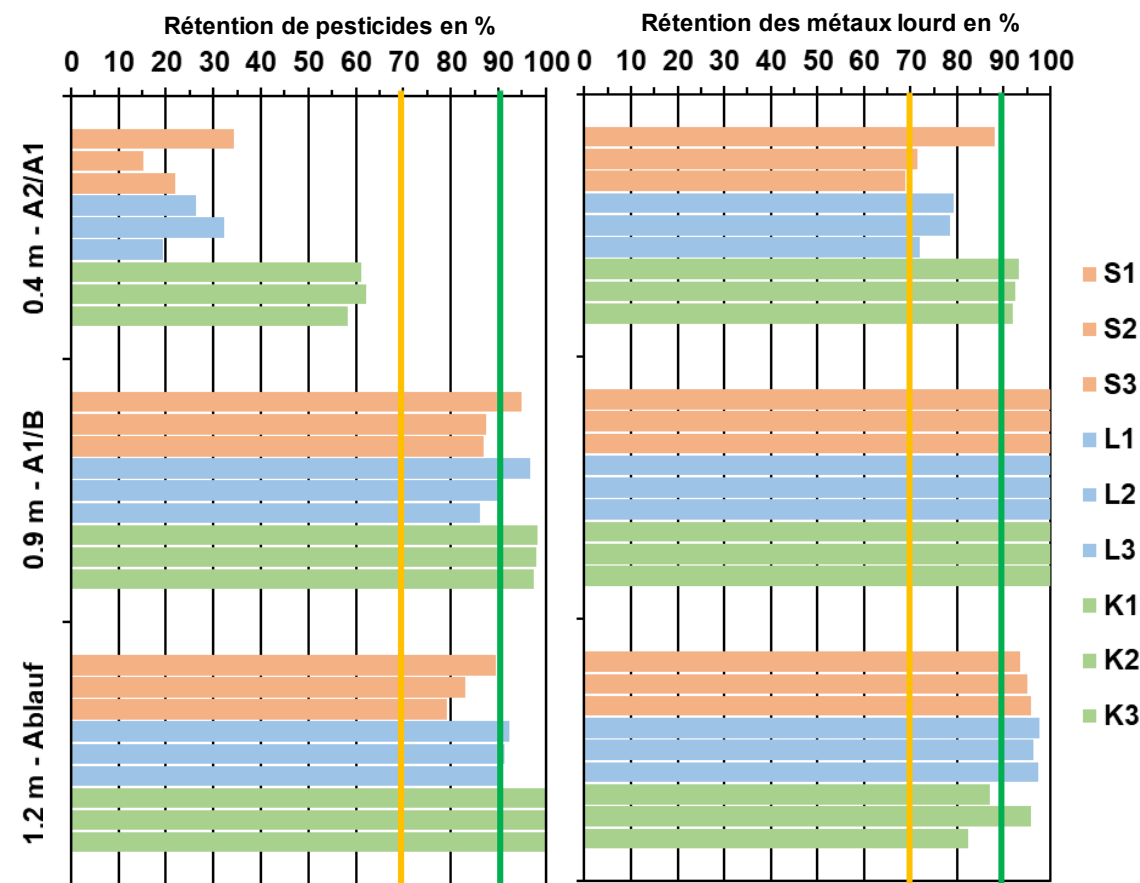
■ Particules : MES >90 %

■ Métaux lourds : cuivre >98 %, zinc > 89 %

■ Micropolluants : diuron 97 %, MCPP 85 %

■ A partir de 0.9 m pas de changement

➤ **Cohérent avec les essais sur colonnes VSA**
(prise en compte des temps de contact)

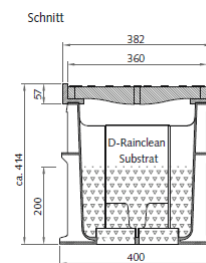
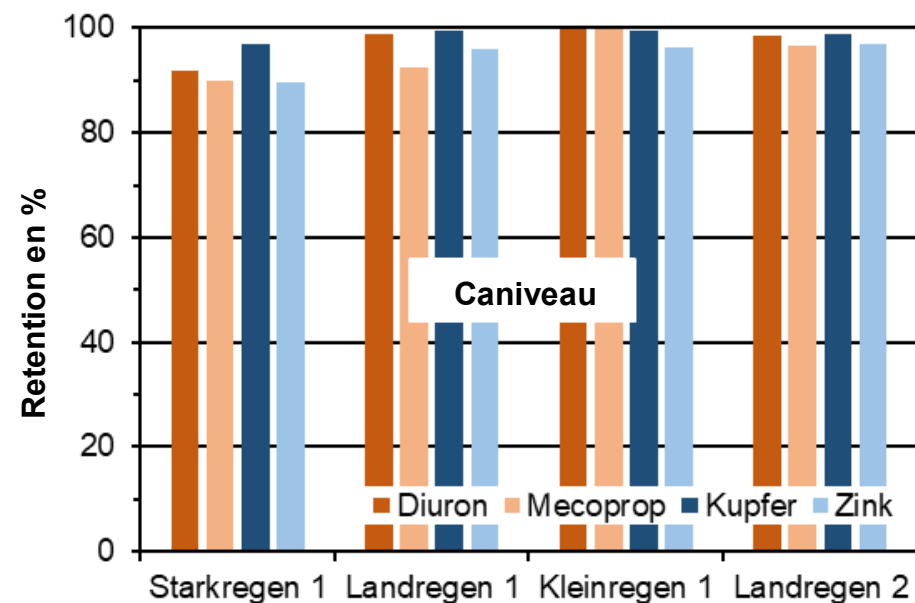
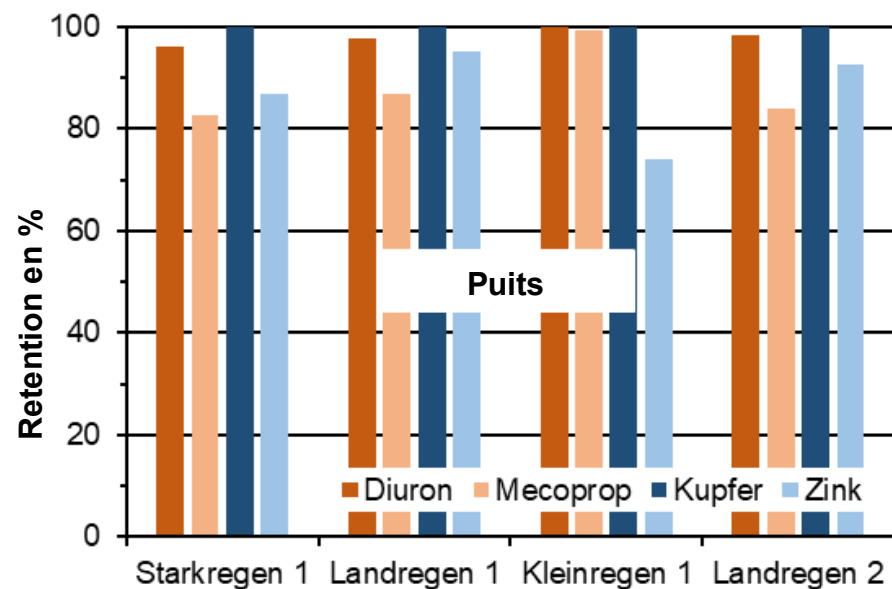


¹ (sous presse) : Rétention des polluants par les substrats - substrats de plantation, joints et de sol dans l'espace routier

Résultats : Rétention de polluants dans une fosse multifonctionnelle ZH¹

■ Puits vs. filtre en caniveau: haute rétention de polluants

- Surface raccordé 3 fois plus petite (17:1 vs. 67:1)
- Épaisseur de couche 6 fois plus importante (1,2 vs. 0,2 m)



[Funke D-Rainclean Bassin d'infiltration](#) : MES, métaux lourds, micropolluants **Élevé (> 90%)**

1 (sous presse) : Rétention des polluants par les substrats - substrats de plantation, joints et de sol dans l'espace routier

Conclusions

■ Pollution et protection des eaux souterraines à prendre en compte

- Tenir compte de l'obligation de traitement selon la LEaux et la directive VSA (classes de pollution)
- La couche de terre végétale (Ah) n'est pas «toutpuissant» - vérifier les faits par une comparaison transversale

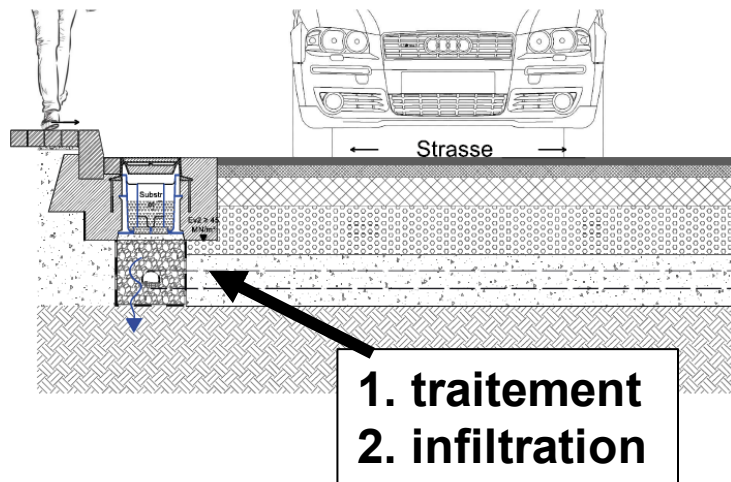
■ De bons substrats pour joints/plantes peuvent remplacer le passage à travers le sol

- La fosse multifonctionnelle de Zurich est capable de retenir les polluants des classes de pollution "faible" et "moyenne" (1 m de distance à la nappe phréatique).
- La charge en polluants dans le test en puits correspond à environ 0,5 % de la capacité (essais par lots)

■ Perspectives

- Les tests du VSA donnent une orientation comparative
- Clarifier l'importance de certains composants (p. ex. terre noire, biochar) - Important pour assurer la qualité des matériaux
- Est-ce qu'on doit délibérément rejeter des polluants dans les fosses multifonctionnelles ? Pollution élevée ?

Combiner un caniveau de filtration avec les fosses de plantation (fosses multifonctionnelles)



© Funke Plastiques



<https://stadtbaumbewaesserung.de/wp-content/uploads/2020/01/Pilotprojekt-2.pdf>

1 VSA (2023): [Fiche technique sur l'examen de performance VSA](#). VSA ; Glattbrugg

E-mail : michael.burkhardt@ost.ch



Abschlussbericht



Rapperswil, 20. März 2024



Umgang mit Platz- und Strassenabwasser bei der Anwendung von Pflanzsubstraten

Autoren
Michael Burkhardt, OST – Ostschweizer Fachhochschule, Rapperswil
Beatrice Kuli, Andrea Saluz*, ZHAW – Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil
Oliver Stettin Zürich*



Technischer Bericht



Autoren:
Michael Burkhardt, OST – Ostschweizer Fachhochschule, Rapperswil
Beatrice Külli, Andrea Saluz, ZHAW – Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil

Im Auftrag von:
Kanton Zürich, Baudirektion, Tiefbauamt, Christoph Aebegg, Projektleiter Umwelt
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Stefan Schmid, Sektionsleiter

4. Oktober 2021



Im Straßenraum sind nicht nur die Anforderungen an eine standortgerechte Begrünung und an den Rückhalt von Wasser für die Pflanzen hoch, auch soll das Straßenszenario möglichst schön abgefaßt und gereinigt werden. Im Rahmen einer umfassenden Recherche der Wissenschaft und die offenen Herausforderungen zusammenzutragen, verbunden mit konkreten Handlungsempfehlungen für die Planungspraxis.

Michael Ruckelshaus, GEF – Göttinger Fachhochschule, Institut für Umwelt und Verkehrsmitteltechnik (UMTEC)
Barbara Kahl, ZLH – Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen
Andreas Pankratz, GfZ – Göttinger Fachhochschule, Institut für Stadt- und Landschaftsplanung

RESUME

[illegible]