

Presentatie van de gids

Infiltratie van

regenwater

*betekent ook beheersing van de stromen
verontreinigende stoffen.*

Damien TEDOLDI,
Marie-Christine GROMAIRE,
Ghassan CHEBBO



INSA | INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
LYON

deep

leesu
laboratoire eau environnement systemes urbains

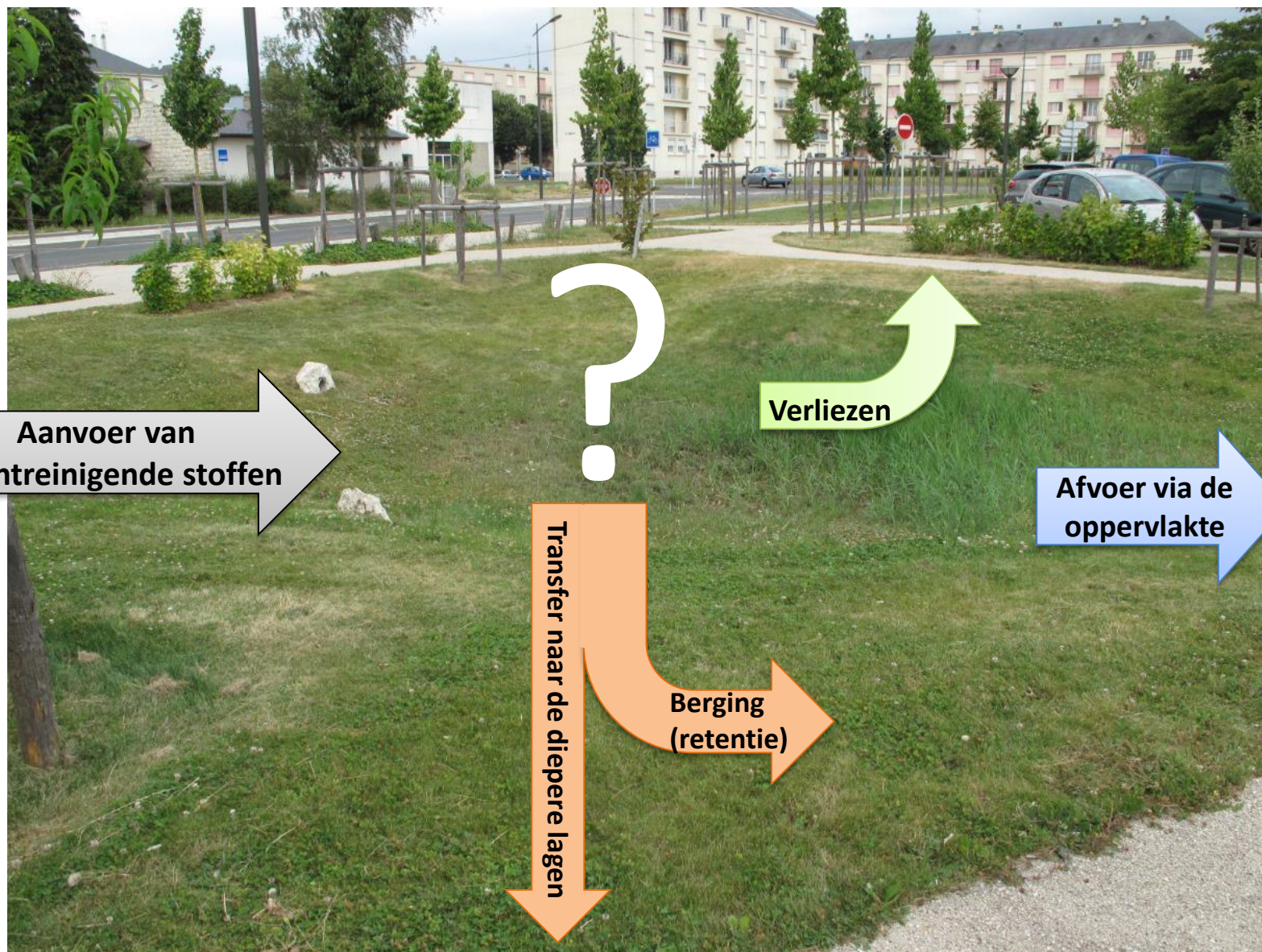
OPUR



bruxelles
environnement
leefmilieu
brussel
.brussels

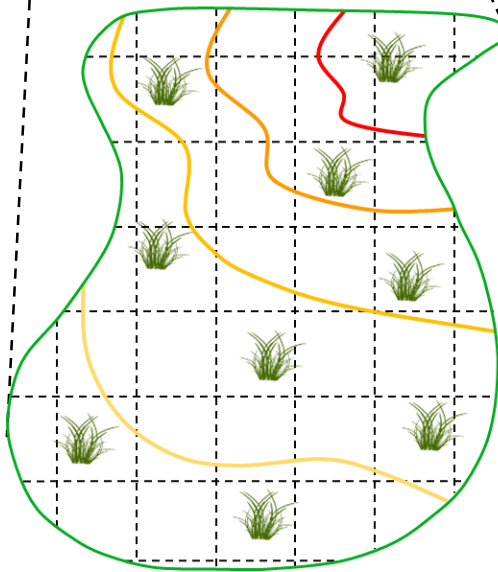
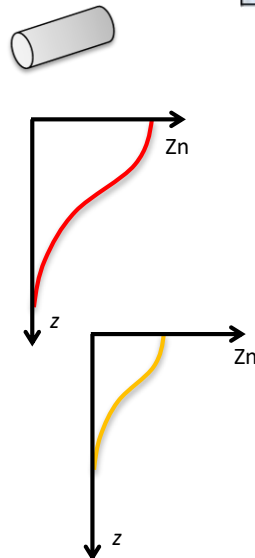
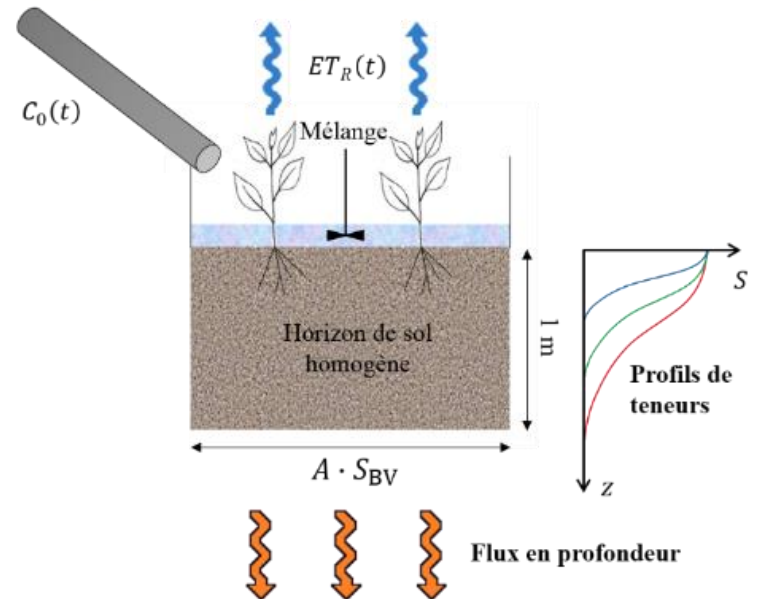
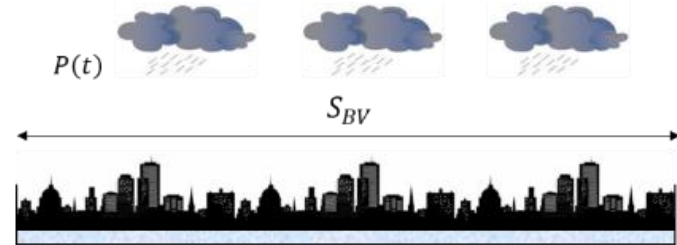
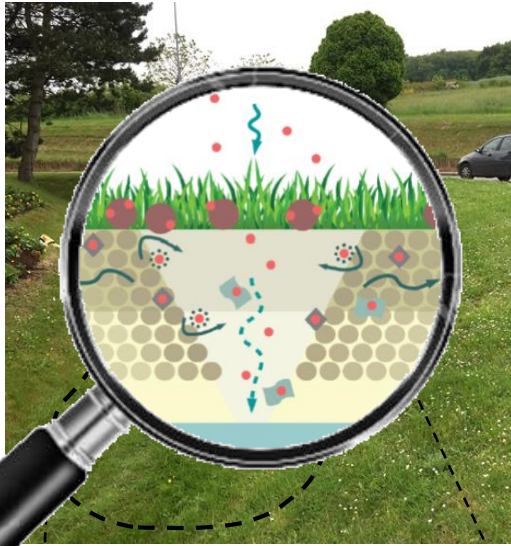


Onderzoek: ontstaan van verontreinigende stoffen in de AT



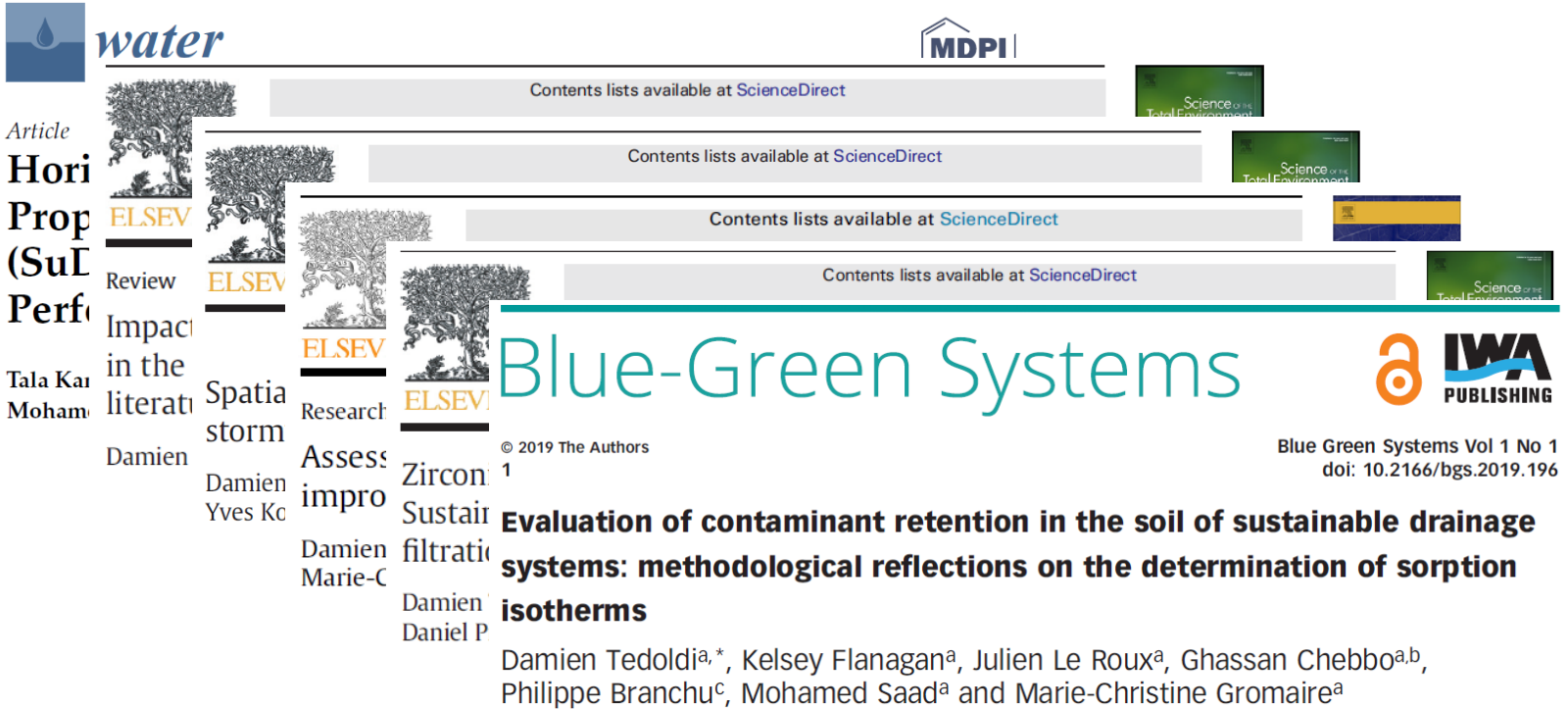


Koppeling experiment & modelling





Wetenschappelijke en operationele vooruitgang



The image shows the cover of the journal 'Blue-Green Systems', Volume 1, No. 1. The cover features a teal and white color scheme. At the top, there is a navigation bar with 'water' and 'MDPI' logos. Below this, there are several 'Contents lists available at ScienceDirect' links. The main title 'Blue-Green Systems' is prominently displayed in a large, teal font. To the right of the title is the 'IWA PUBLISHING' logo. Below the title, the issue information 'Blue Green Systems Vol 1 No 1' and the DOI 'doi: 10.2166/bgs.2019.196' are provided. The main article is titled 'Evaluation of contaminant retention in the soil of sustainable drainage systems: methodological reflections on the determination of sorption isotherms'. The authors listed are Damien Tedoldia*, Kelsey Flanagan^a, Julien Le Roux^a, Ghassan Chebbo^{a,b}, Philippe Branchu^c, Mohamed Saad^a and Marie-Christine Gromaire^a. The cover also includes a sidebar with 'Article' and 'Review' sections, and a 'Spatial storm' section.

- **Een gids schrijven:** welke operationele lessen kunnen uit de onderzoeksresultaten worden getrokken?
 - Inzicht in processen leidt tot bewustwording en betere praktijken





Inhoud van de gids

Eerste deel: De huidige kennis

- Over welke verontreinigende stoffen gaat het?
- Is het mogelijk de stromen van water en verontreinigende stoffen in bodems met een geringe doorlatendheid te sturen?
- Is de bodem in staat vervuiling uit te filteren?
- Betekent dit dat infiltratie de bodem vervuult?
- Kunnen we ondanks alles effecten op de grondwaterspiegel waarnemen?

Tweede deel: Technische aanbevelingen

- Hoe de bergingscapaciteit van de bodem karakteriseren?
- Welke minimumkenmerken moeten worden gewaarborgd?
- Kunnen we de geometrie en de lay-out van de voorzieningen optimaliseren?
- Hoe disfuncties op de lange termijn verhelpen?
- Hoe instaan voor een follow-up van de voorzieningen?



Inhoud van de gids



Infiltrer LES EAUX PLUVIALES c'est aussi maîtriser les flux polluants.

État des connaissances et recommandations techniques
pour la diffusion de solutions fondées sur la nature.



1

De quels polluants parle-t-on ?

Les eaux urbaines associées au temps de pluie transportent différentes substances – organiques, métaux, nutriments, matières en suspension – dont la présence est partiellement due à des activités humaines. En cas de rejet dans les milieux aquatiques, ces substances y constituent des contaminants, au sens large, puisqu'elles ne sont pas naturellement, ou à des concentrations plus faibles. Certaines d'entre elles sont plus susceptibles d'induire des effets néfastes, même à des niveaux de concentration très bas, présentent une certaine toxicité et/ou altèrent les fonctions biologiques de différents organismes. L'objectif de cette fiche est d'illustrer les caractéristiques de contamination à travers quelques ordres de grandeur, et de démontrer par la même occasion d'une infiltration à la source des eaux pluviales urbaines.

L'essentiel

La ville est à l'origine d'une contamination diffuse des eaux qui ruissellent sur les surfaces imperméables puis transite dans les réseaux de collecte. Cette contamination provient de multiples sources sur lesquelles il est plus ou moins facile d'agir. La diversité et les flux des substances transportées par l'eau s'accroissent au fil du trajet parcouru sur des surfaces imperméables à fortiori en cas d'engorgement dans un réseau, où elle se mélange à des effluents d'origine différente. On a donc tout intérêt à gérer la pluie au plus près de l'endroit où elle tombe.

1. Une contamination diffuse provenant de multiples sources.

Les eaux météoriques, dont la seule source de contamination réside dans le lessivage de la basse atmosphère, sont généralement peu polluées au moment où elles tombent sur la ville. C'est d'abord en ruisselant sur des surfaces imperméables de différentes natures que l'eau se charge, au fil de son parcours, en diverses substances. Les sources de contamination pour les eaux pluviales peuvent être liées :

• aux pratiques : cette classe désigne essentiellement l'usage de produits fertilisants, de détergents, de pesticides et/ou de brocs pour l'entretien des espaces végétalisés, voiries et des bâtiments.

On retrouve ainsi de manière récurrente certains métaux, hydrocarbures – notamment hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), pesticides, remédiation...

9

Quels dysfonctionnements sont susceptibles d'intervenir sur le long terme ? Comment y remédier ?

Nous avons vu précédemment que le sol des espaces sollicités pour l'infiltration jouait un rôle fondamental dans la maîtrise des flux de contaminants transportés par le ruissellement. Dans un contexte de généralisation du contrôle à la source des eaux pluviales, il est naturel de s'interroger sur la éventuelle apparition de dysfonctionnements dans ces systèmes, de façon à en limiter si possible l'occurrence, et/ou remédier si nécessaire. Nous venons dans cette fiche que plusieurs situations de long terme peuvent, dans certaines conditions, être vues comme problématiques, mais que des interventions préventives ou curatives sont possibles et peu contraignantes. La fiche qui suit propose une méthodologie d'échantillonnage simplifiée pour identifier concrètement ces problèmes.

L'essentiel

La rétention des contaminants a pour contrepartie une augmentation de leurs teneurs dans le sol, jusqu'à excéder dans certains cas les seuils de remédiation. Cependant, cela concerne une zone limitée en moyenne, dans un bassin versant à fort potentiel polluant, un hectare de surface imperméable génère – 15 m³ de terre polluée après une dizaine d'années. Par ailleurs, lorsque le sol possède initialement de mauvaises capacités de rétention, celles-ci peuvent s'aggraver et ne pas intercepter les substances dissoutes. Les précautions s'imposent notamment pour des sols saturés et peu perméables, où l'augmentation de la pollution peut être accentuée par des substances particulières d'origine industrielle ou agricole. L'absence de système de traitement des substances biologiques compromet le renouvellement de la porosité du sol, et l'accumulation des matières en suspension.

1. Lorsque le sol retient efficacement les polluants, il finit parfois par atteindre localement des niveaux de contamination excessifs.

La contrepartie d'une bonne rétention des contaminants par le sol est une augmentation de leurs teneurs, notamment dans l'horizon de surface. Dans certains cas, cette accumulation peut conduire à un dépassement des seuils de qualité du sol (comme il en existe à l'international mais pas en France, cf. fiche 4), ce qui entraîne un impact potentiel sur l'écologie locale et/ou induit des restrictions en matière d'usage du sol. Notons que ce caractère « problématique » ou non d'un tel état

dépend des contextes et des contraintes peu accessibles bien être jugé atteinte d'une eau ou sol différents pour remédiation zone polluée soit pas à une végétation du sol. L'absence d'un sol n'est ni considéré.

Focus pratique : quantités de terre polluée à gérer.

Dans les situations où la présence de contaminants à des niveaux élevés est jugée inacceptable, une partie du sol doit faire l'objet d'une action de maintenance particulière telle qu'une excavation. Les volumes de terre qu'il conviendrait de gérer de la sorte ont été estimés sur les onze sites étudiés dans la thèse de D. Tedoldi (2017), en considérant à la fois l'étendue horizontale et l'épaisseur de la zone où les teneurs en métaux et/ou HAP excèdent les seuils de remédiation (Figure 9.2). Les résultats obtenus sont détaillés dans le tableau 9.3. Sur quatre sites, toutes les substances analysées présentaient des teneurs compatibles avec les normes internationales sur la qualité du sol ; sur les sept sites restants, la contamination par le zinc et le cuivre est généralement apparue comme la plus problématique au regard des seuils fixés par ces normes.

3

Le sol est-il capable de filtrer les contaminants ?

L'infiltration des eaux pluviales permet de diminuer les volumes d'eau, et donc les flux de contaminants qui rejoignent les réseaux d'assainissement. Ceci contribue à limiter la contamination aquatique superficielle, en réduisant à la fois les rejets directs des réseaux séparés et les volumes de temps de pluie. Ce constat conduit toutefois à s'interroger sur le devenir des contaminants une fois dans le sol : sont-ils filtrés ou transférés vers les eaux souterraines ? offre un aperçu des processus de rétention à l'œuvre dans un sol, et des contaminants qui y sont retenus.

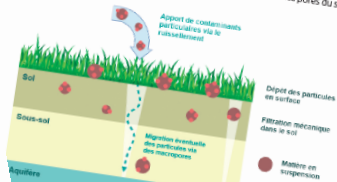
L'essentiel

Le sol constitue une barrière naturelle qui peut être efficace pour retenir les contaminants présents dans les eaux pluviales. D'une part, il assure la filtration des substances particulaires. D'autre part, pour peu qu'il possède des caractéristiques appropriées (notamment une teneur suffisante en matière organique), il favorise la fixation de nombreuses substances dissoutes, dont les métaux et certains micropolluants organiques. Pour les molécules qui ne sont pas retenues par le sol, le levier d'action le plus efficace reste d'agir à la source.

1. L'adsorption des contaminants particulaires dépend de mécanismes physiques.

Une fraction des contaminants (métaux et matières organiques) se retrouve dans le ruissellement urbain sous forme particulaire, c'est-à-dire qu'ils sont fixés sur les matières en suspension

dans l'eau. Ce sont essentiellement les mécanismes physiques, agissant sur les particules en elles-mêmes, qui vont mener à la rétention de ces contaminants : d'une part, le sédimentation à la surface, et d'autre part, la filtration à travers les pores du sol (Figure 3.1).



À noter !

Y a-t-il un intérêt à généraliser les solutions de dépollution à l'amont ?

Il existe un certain nombre de dispositifs plus ou moins compacts, destinés à dépolluer les eaux pluviales avant leur rejet dans les eaux superficielles : parmi ceux-ci, on trouve des filtres à sable, des canaux, séparateurs à hydrocarbures, des séparateurs à hydrocarbures, des séparateurs à métaux, et autres solutions industrielles. Pour limiter les flux de polluants sur les bassins versants urbains, y a-t-il un intérêt à généraliser leur usage dès les zones de production du ruissellement ?

Commençons par rappeler un élément fondamental : l'efficacité de traitement, c'est-à-dire le rendement épuratoire de ces systèmes, dépend des caractéristiques des eaux en entrée et notamment de leurs concentrations. Plus les eaux en entrée sont chargées en polluants, meilleur est l'abattement ; à l'inverse, en-dessous d'une certaine concentration, ces systèmes peuvent avoir un fonctionnement quasiment « transparent » vis-à-vis des eaux qui y transitent. Typiquement, les séparateurs à hydrocarbures de classe A sont conçus pour garantir une concentration résiduelle en hydrocarbures inférieure à 5 mg/L en sortie ; mais les concentrations dans les eaux pluviales, y compris en milieu routier (Figure 3.4), sont très fréquemment inférieures à cette valeur, ce qui rend de telles solutions peu efficaces pour



2

Une **maîtrise des flux d'eau et de polluants** est-elle possible sur des sols peu perméables ?

Dans les systèmes de gestion à la source des eaux pluviales, l'infiltration et l'évapotranspiration permettent d'éviter que toute la pluie qui ruisselle ne rejoigne le réseau, et contribuent ainsi à réduire les flux de contaminants rejetés vers les milieux aquatiques superficiels (rivières, lacs, mer). En cas de sols peu perméables, peut-on toujours compter sur les processus hydrologiques pour limiter les rejets de contaminants ? Dans cette fiche, nous allons mieux comprendre le fonctionnement de ces systèmes, pour aboutir à des clés de dimensionnement simples permettant d'atteindre différents niveaux d'abattement de la charge polluante.

L'essentiel

Même si le sol est peu perméable, il est possible de mettre en œuvre une stratégie de gestion des eaux pluviales qui concilie l'objectif de maîtrise des débits de pointe et celui de réduction des rejets superficiels. Il suffit pour cela :

- ♦ d'adapter la surface d'infiltration en fonction de l'étendue du bassin versant de collecte et de la perméabilité du sol, selon des abaques fournis ci-dessous,
- ♦ de surélever l'évacuation superficielle des dispositifs de rétention de quelques centimètres, ce qui permet d'intercepter de manière systématique les premiers millimètres de pluie.

1. Qu'est-ce qu'un sol « peu perméable » et en quoi est-il limitant ?

La vitesse d'infiltration de l'eau est d'autant plus grande que la perméabilité du sol, notée K_s , est élevée ; on considère généralement comme « peu perméables » les sols possédant un K_s inférieur à 10^{-6} m/s. Commençons par clarifier quelques ordres de grandeur. Une vitesse d'infiltration de

10^{-6} m/s est équivalente à 3,6 mm/h, ou encore 8,6 cm/j : on pourra donc retenir qu'un sol de perméabilité 10^{-6} m/s est capable d'infiltrer environ 100 mm d'eau en 24 h. Néanmoins, un dispositif d'infiltration ne gère pas seulement la pluie directe, mais également le ruissellement provenant d'autres surfaces imperméables, de sorte qu'il reçoit une hauteur d'eau supérieure à la lame d'eau précipitée (Figure 2.1).

15

Vraag

Probleemstelling

Samenvattend
antwoord

Gedetailleerd
antwoord



Document online beschikbaar

<https://www.leesu.fr/opur/guides>



OPUR, un Observatoire des Polluants URbains



PRÉSENTATION

PROJETS DE RECHERCHE

PARTENAIRES & RÉSEAU

L'ÉQUIPE

PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES

OUTILS OPÉRATIONNELS

 Suivre @OPURIdF

MEMBRES SCIENTIFIQUES
D'OPUR



Accueil > Outils opérationnels

Guides

Le programme OPUR a coordonné la réalisation de plusieurs ouvrages et guides à destinée opérationnelle :



[Infiltrer les eaux pluviales, c'est aussi maîtriser les flux polluants. État des connaissances et recommandations techniques pour la diffusion de solutions fondées sur la nature - 2020](#)

Cet ouvrage sur l'infiltration des eaux de ruissellement et la maîtrise des flux d'eau et de polluants associés constitue la concrétisation d'une action de recherche menée au **Leesu** dans le cadre de l'observatoire OPUR. Il vise à rendre les connaissances scientifiques accessibles au plus grand nombre, et à mettre ces connaissances au service d'une amélioration des pratiques opérationnelles, à travers différentes recommandations techniques. Fruit d'un travail collectif entre chercheurs et acteurs opérationnels, ce guide est organisé en dix questions, qui reprennent les principales interrogations soulevées au

cours du projet. Il apporte des réponses synthétiques et pragmatiques qui permettront certainement de lever la plupart des réticences concernant l'infiltration des eaux pluviales.



Inzicht in de uitdagingen

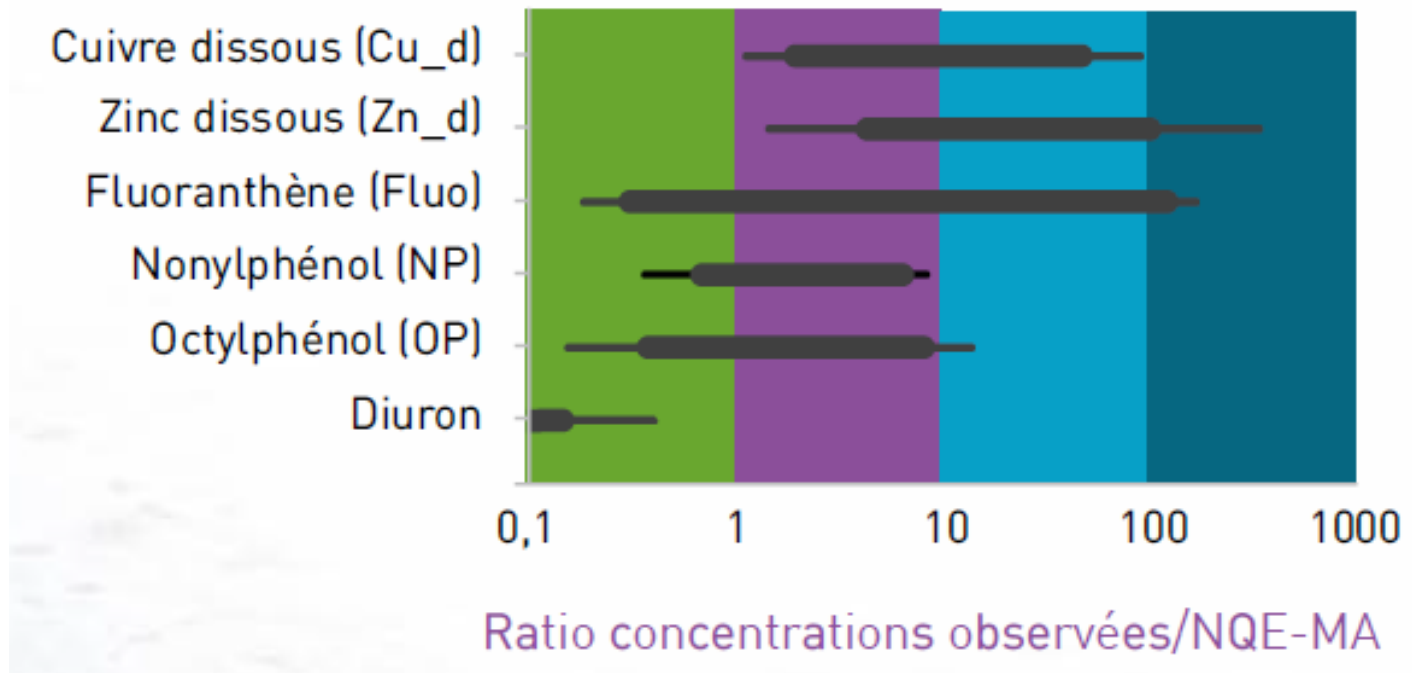
- **Diffuse vervuiling, uiteenlopende bronnen**
 - Bodemgebruik
 - Menselijke activiteit
 - Praktijken





Inzicht in de uitdagingen

- **Concentraties vaak gematigd ... maar nog steeds een vermoedelijke impact op de aquatische milieus**



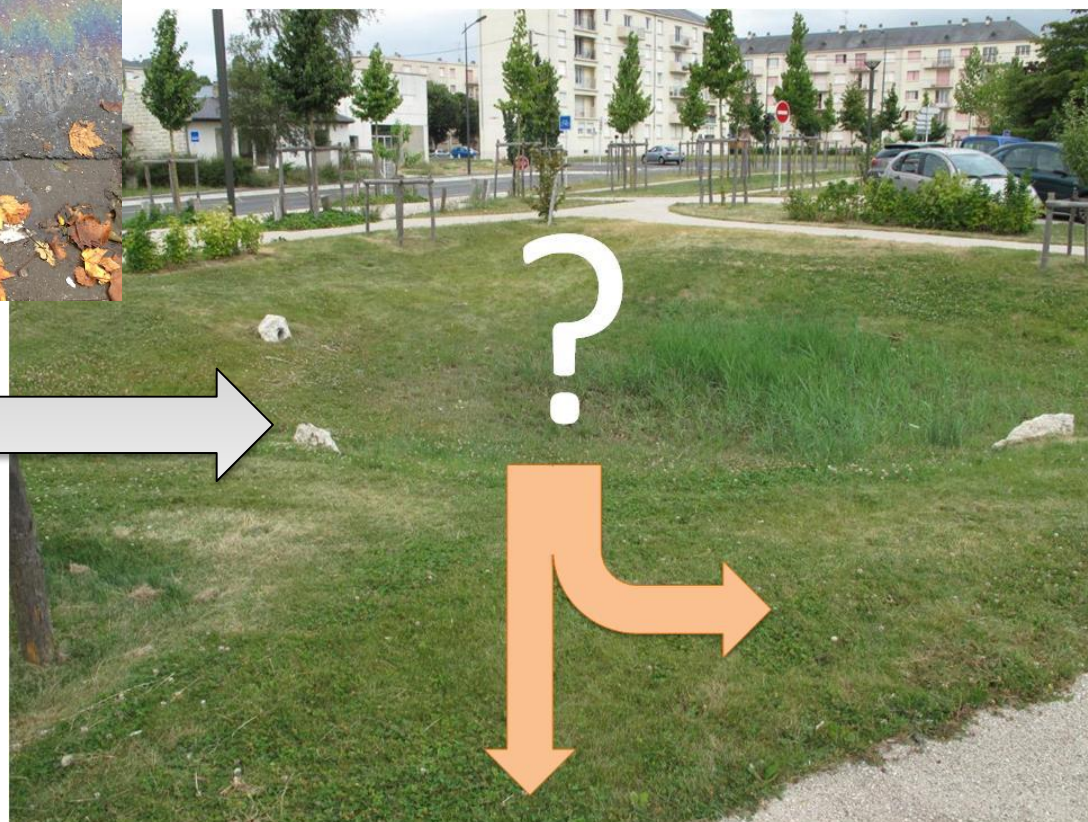
Samenvatting van de projecten *Roulépur*, *Micromégas*, *Matriochkas*, 2019

- **Stroomafwaarts van bron naar monding een toenemende diversiteit aan verontreinigende stoffen**
 - Kruisbesmetting in de netwerken



Inzicht in de uitdagingen

- **Vóór we kijken naar de effecten van infiltratie op de bodem en het grondwater ...**

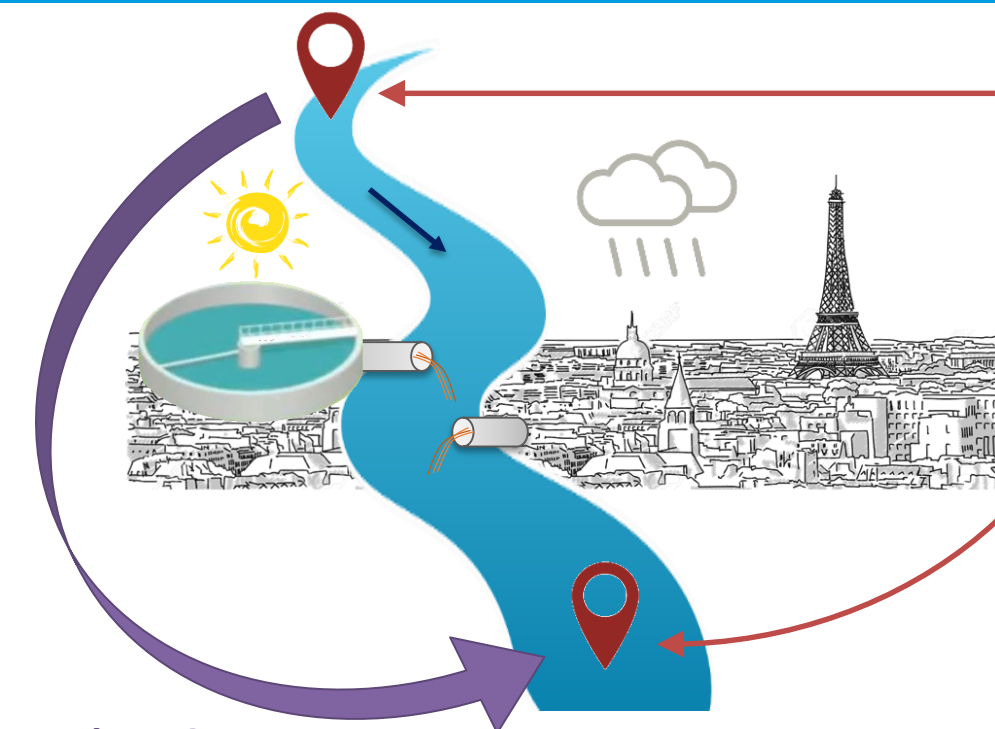


- **Vóór we kijken naar de effecten van infiltratie op de bodem en het grondwater ...**
- **... welk alternatief hebben we?**
- **... en wat zijn de gevolgen?**
 - Tussen 1980 en 2010 in Frankrijk: elke dag **160 voetbalvelden** verhard! (CGDD)
 - Tekortkomingen van een **netwerkgericht** model: overstroming en lozing van verontreinigende stoffen in het natuurlijk milieu



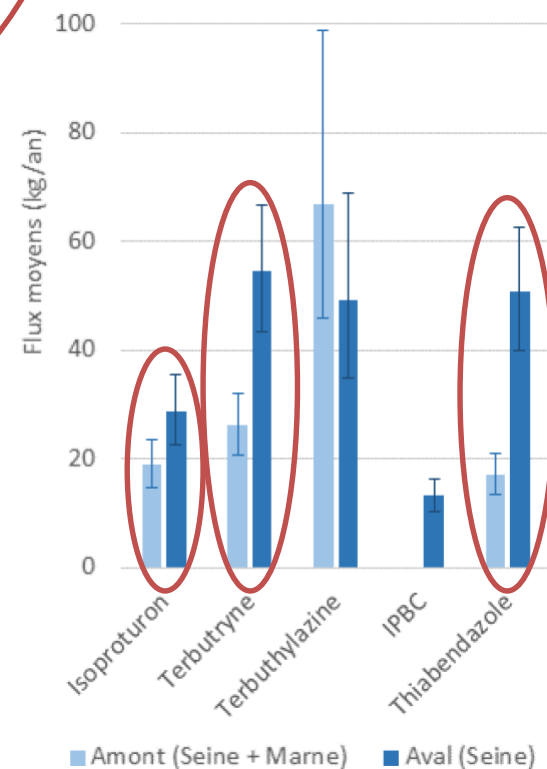


De vervuilende stromen 'visualiseren'



$\Delta\text{Flux?}$

**Effect van de agglomeratie
Parijs voor verschillende
moleculen**

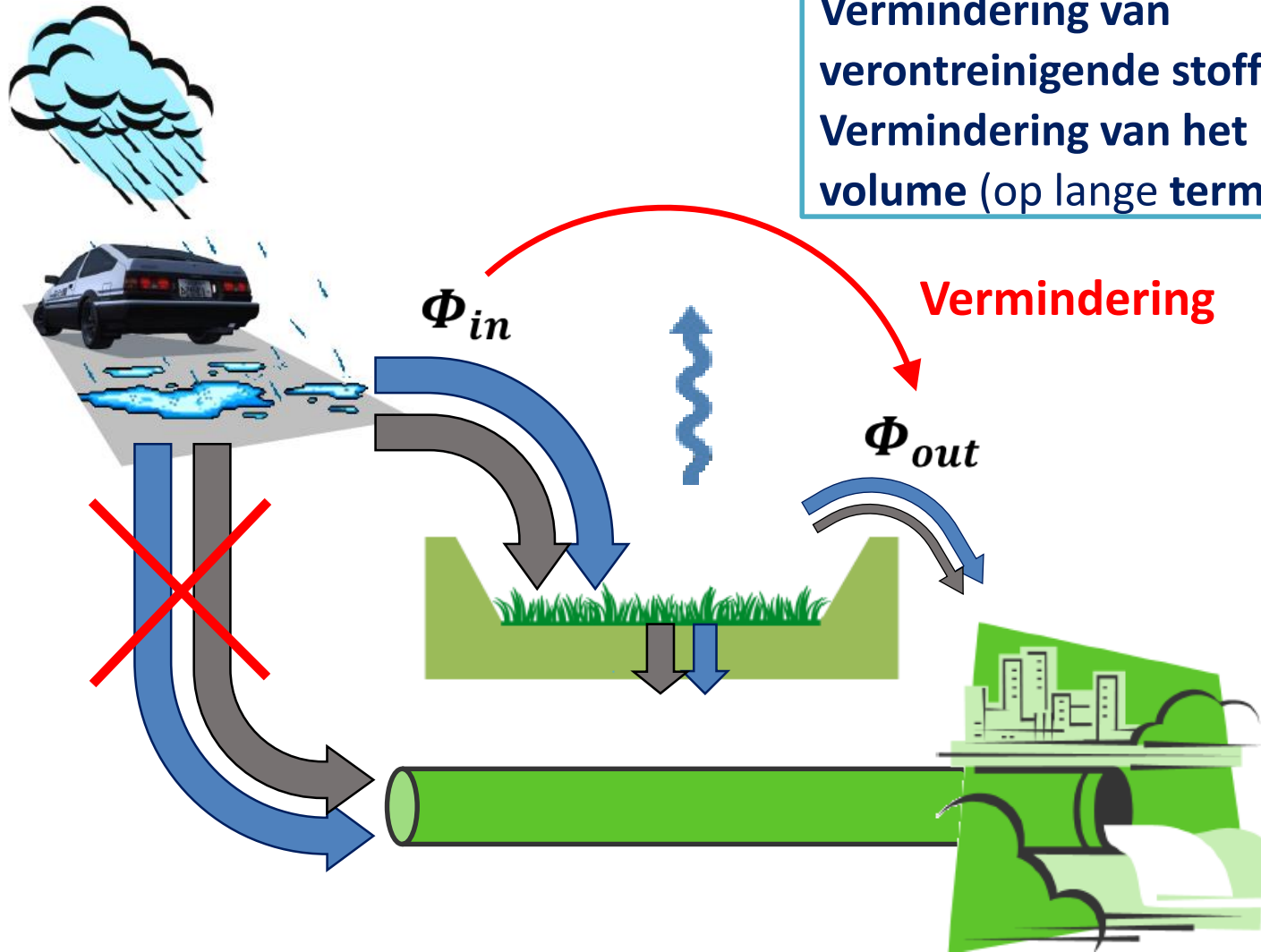


Paijens *et al.*, 2021

Inzicht in de problemen

- Beheer aan de bron beschermt het oppervlaktewater

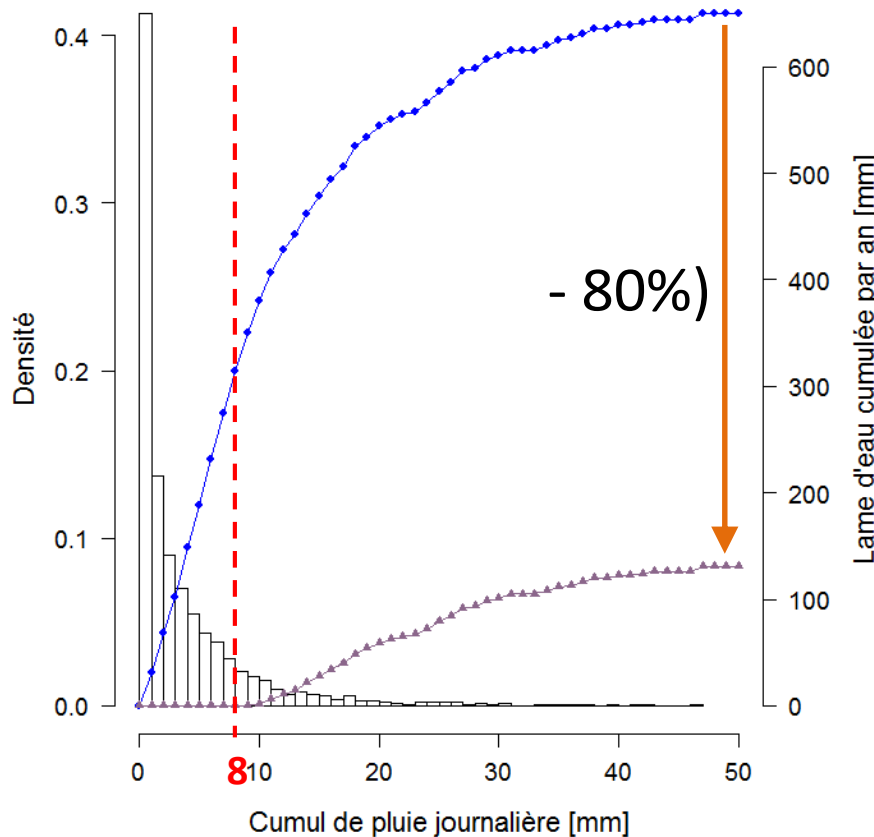
Vermindering van
verontreinigende stoffen $\geq$
Vermindering van het
volume (op lange termijn)





Inzicht in de uitdagingen

■ '8-millimeterprincipe' (in Île-de-France)



We onderscheppen 8 mm **bij elke regenval:**

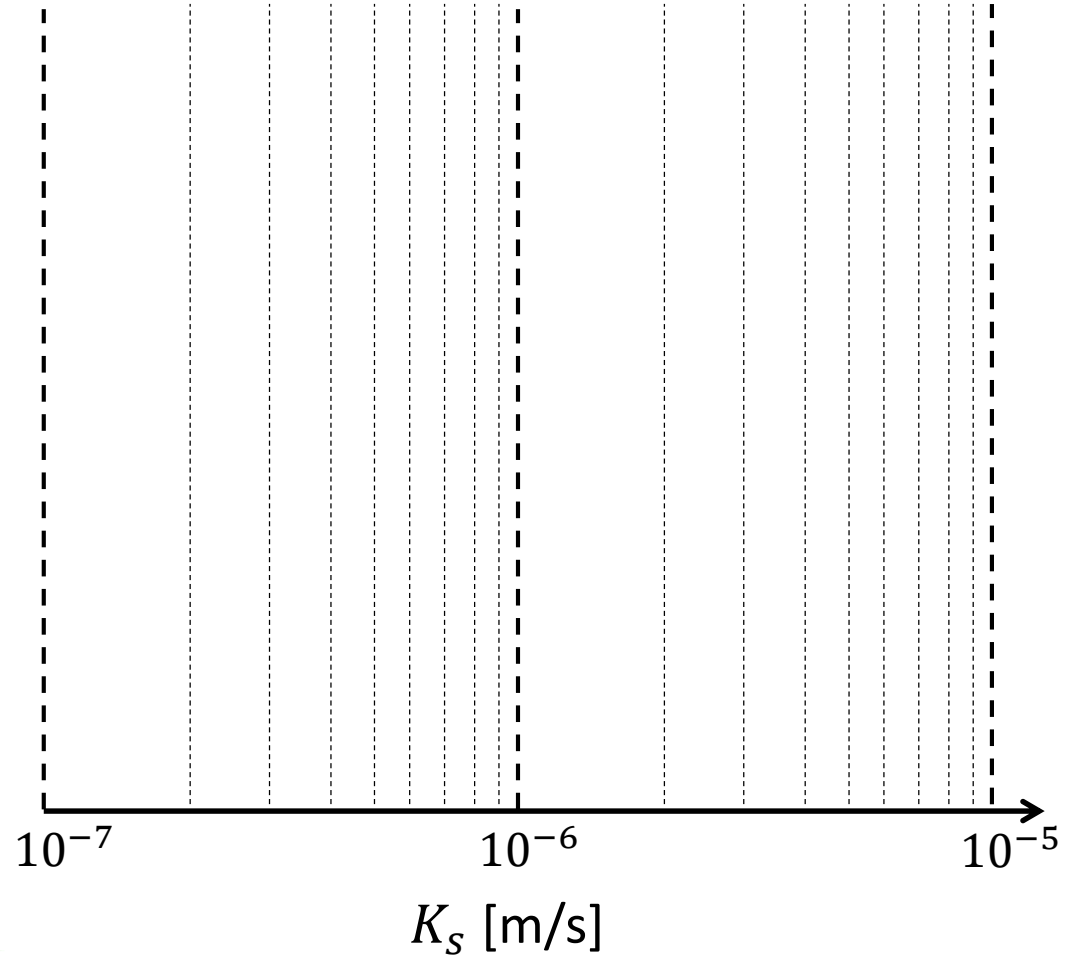
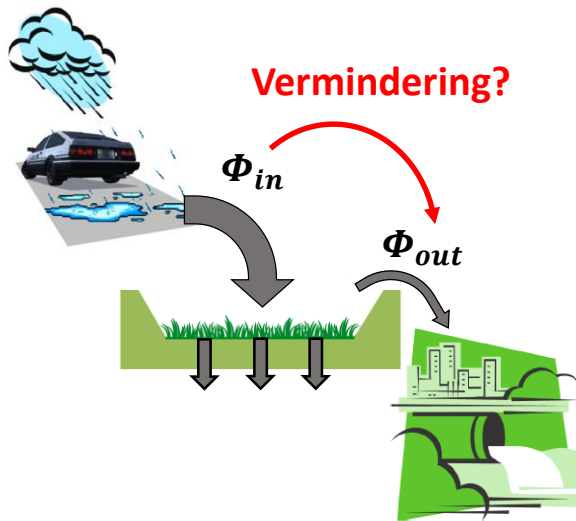
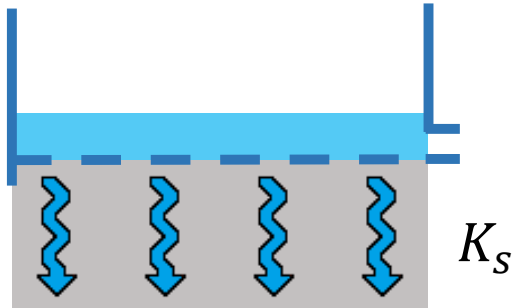
- geen afspoeling indien ≤ 8 mm,
- - 8 mm, zo niet

- Wij capteren 80% van het jaarlijkse volume ... dus $\geq 80\%$ van de verontreinigende stroom! Maar hoe moeten de voorzieningen gedimensioneerd worden?



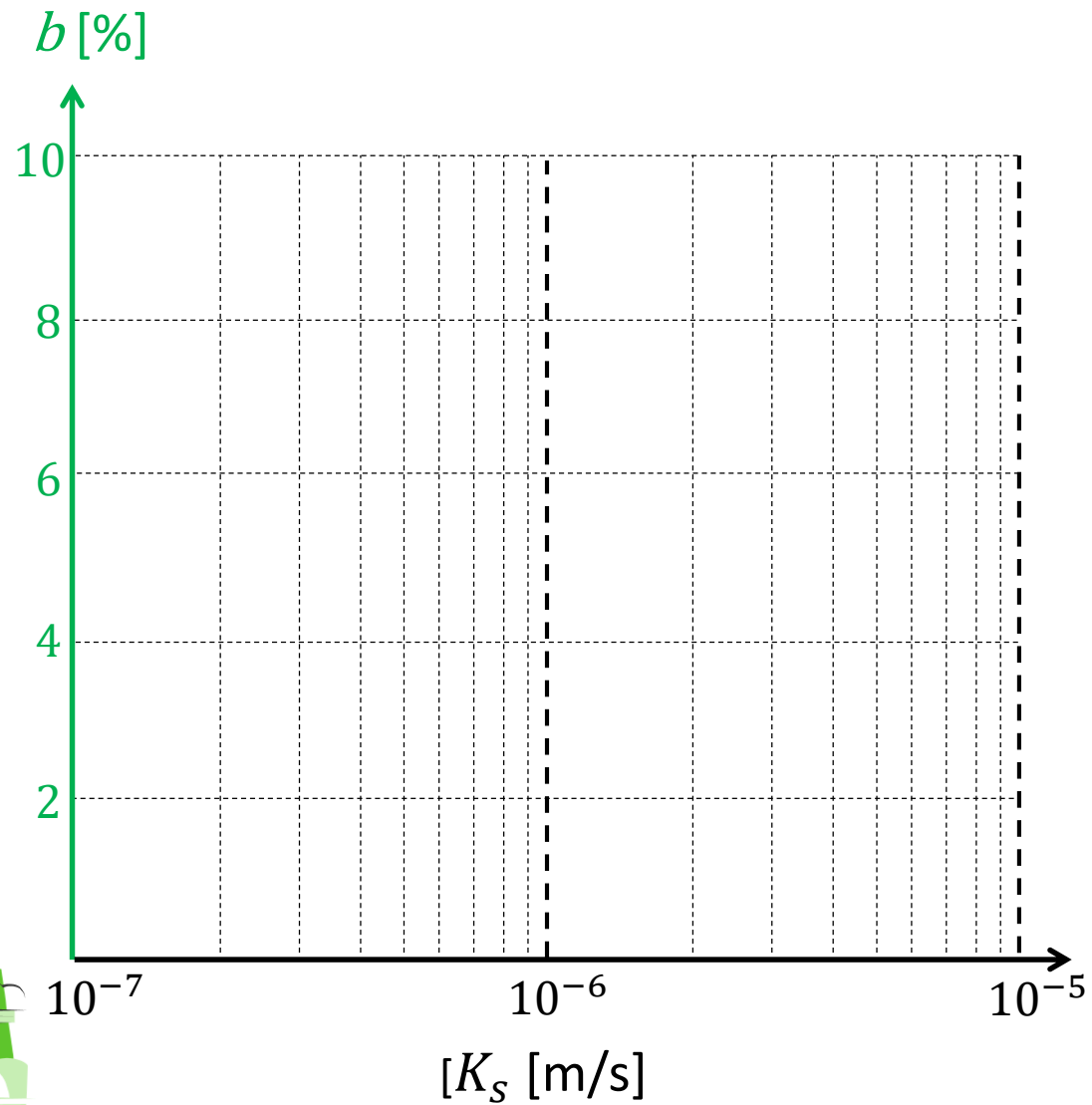
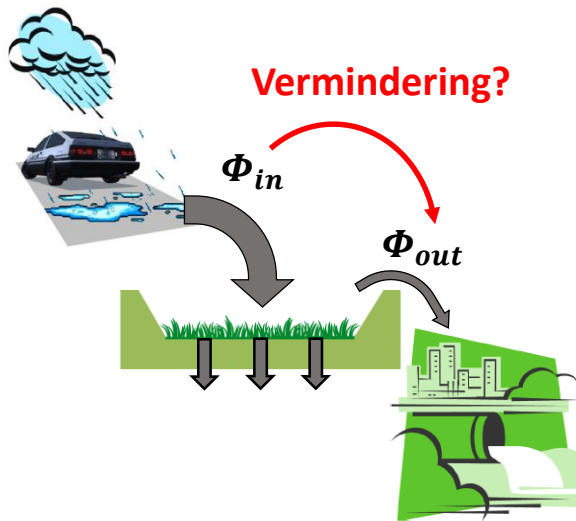
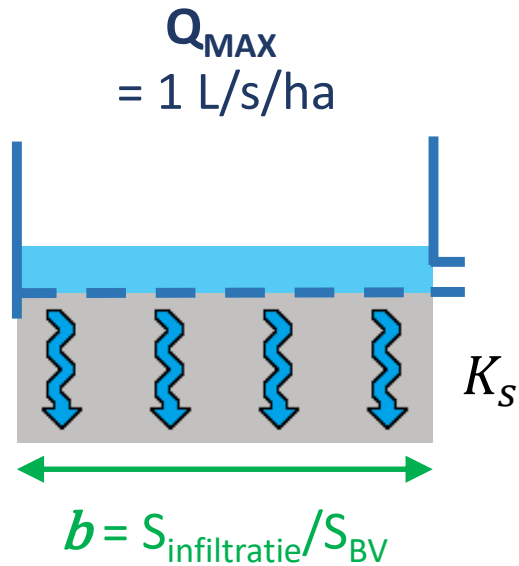
Welke dimensionering voor een bepaalde vermindering?

$$Q_{\text{MAX}} = 1 \text{ L/s/ha}$$



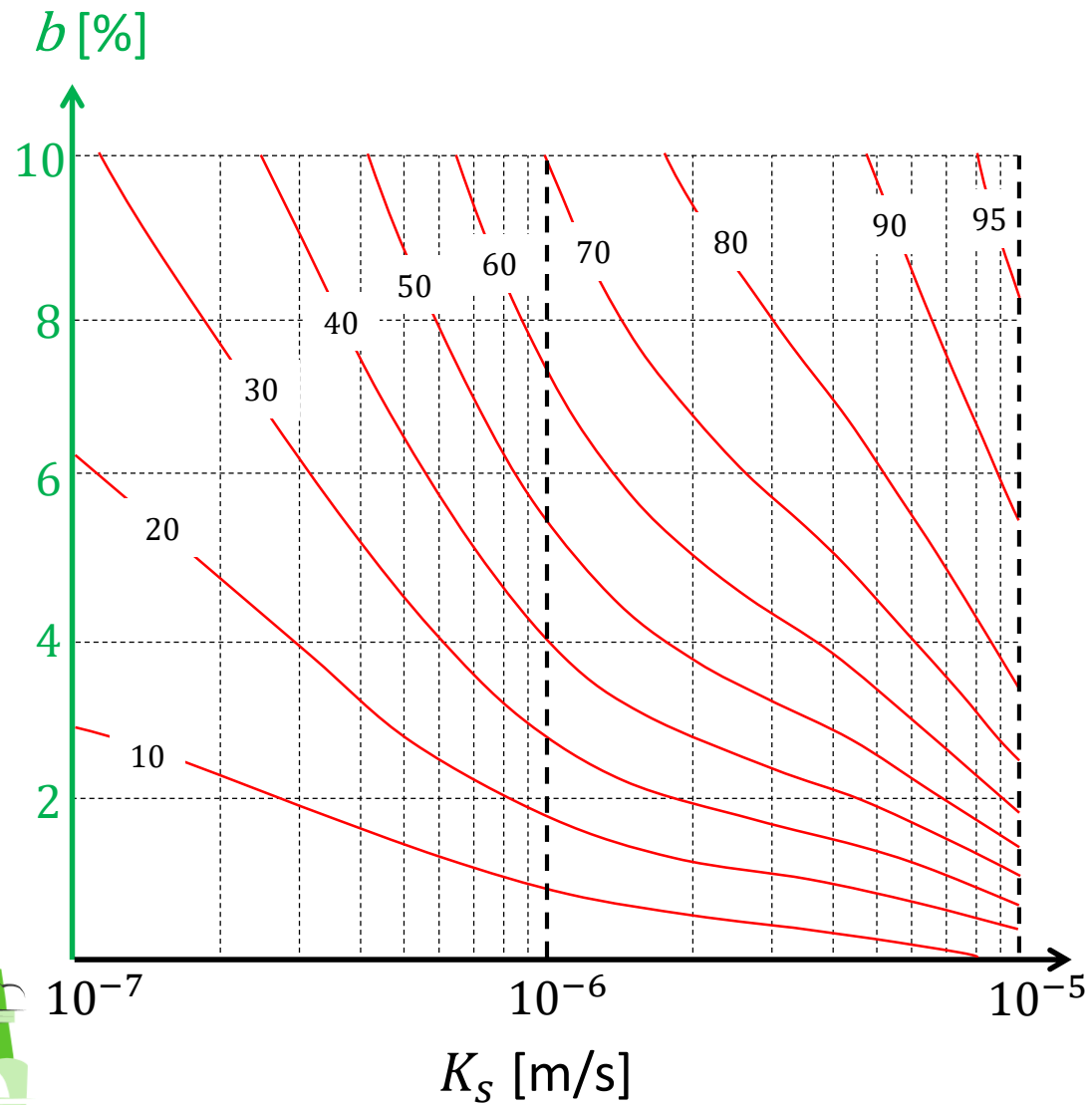
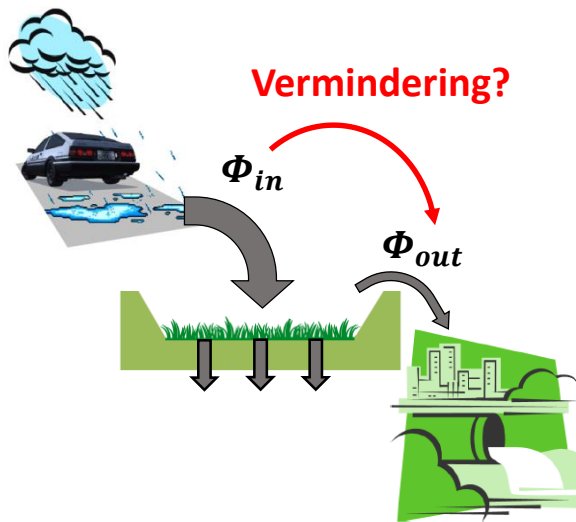
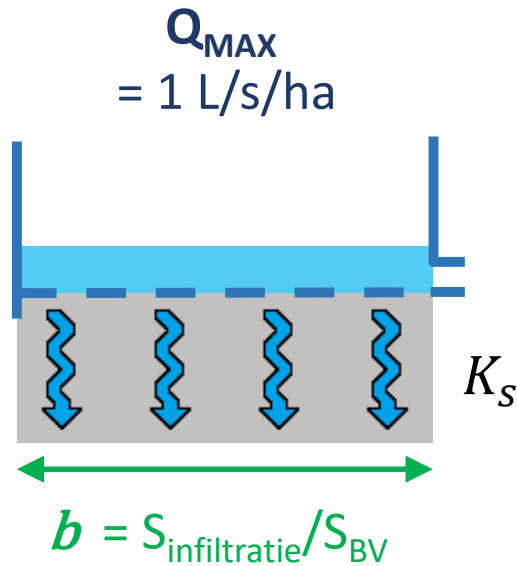


Welke dimensionering voor een bepaalde vermindering?



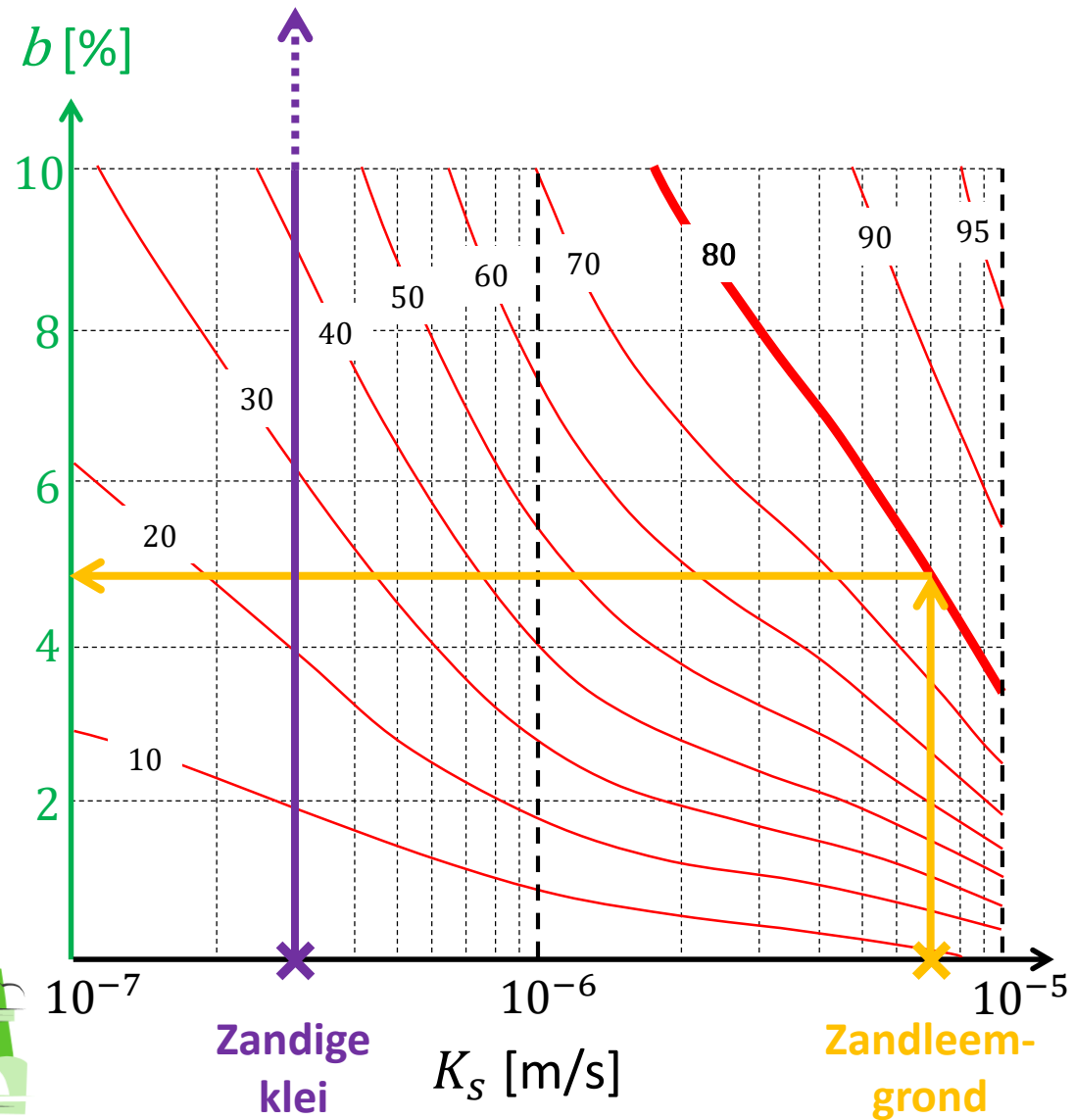
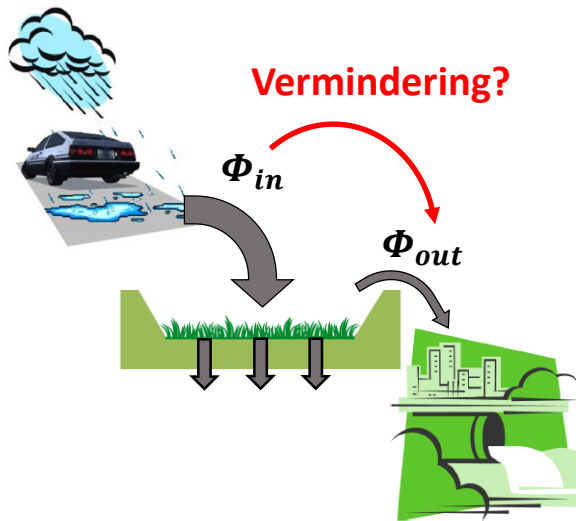
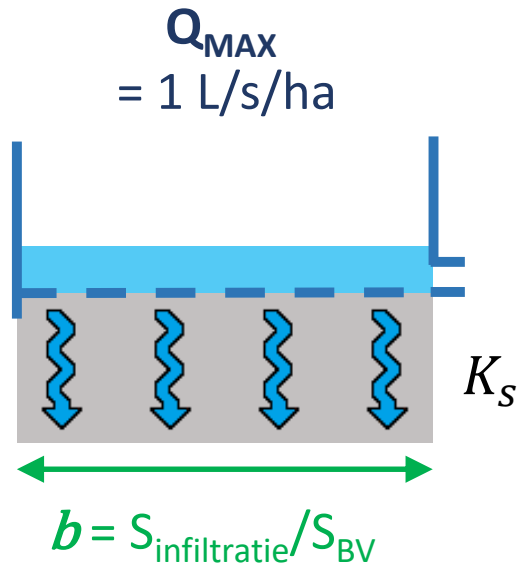


Welke dimensionering voor een bepaalde vermindering?



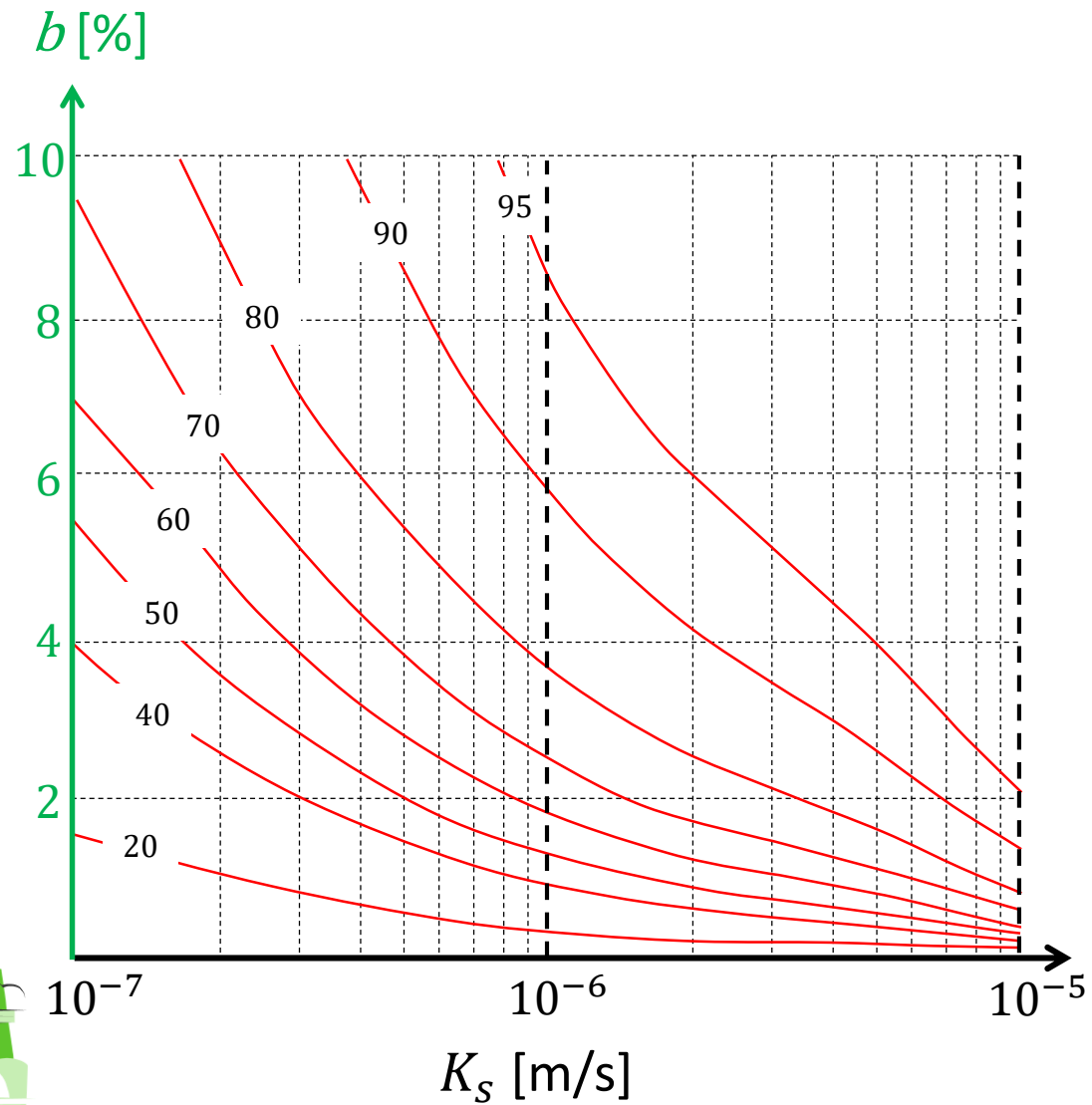
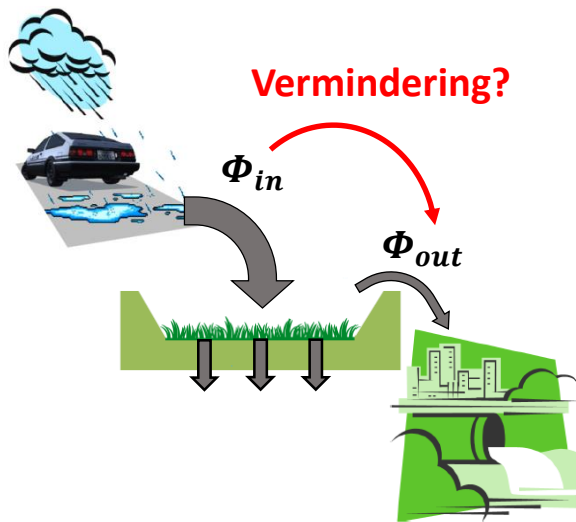
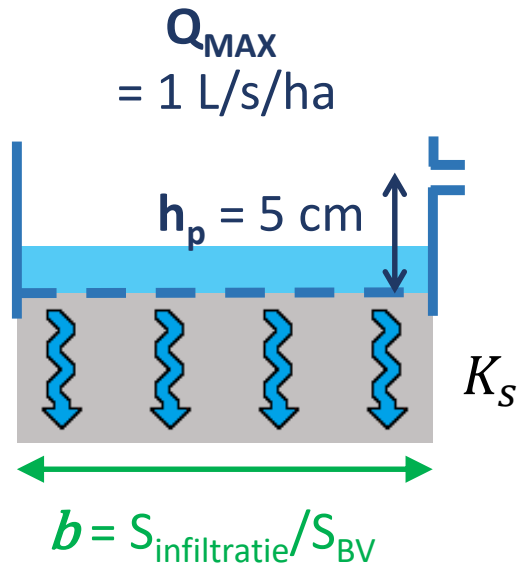


Welke dimensionering voor een bepaalde vermindering?



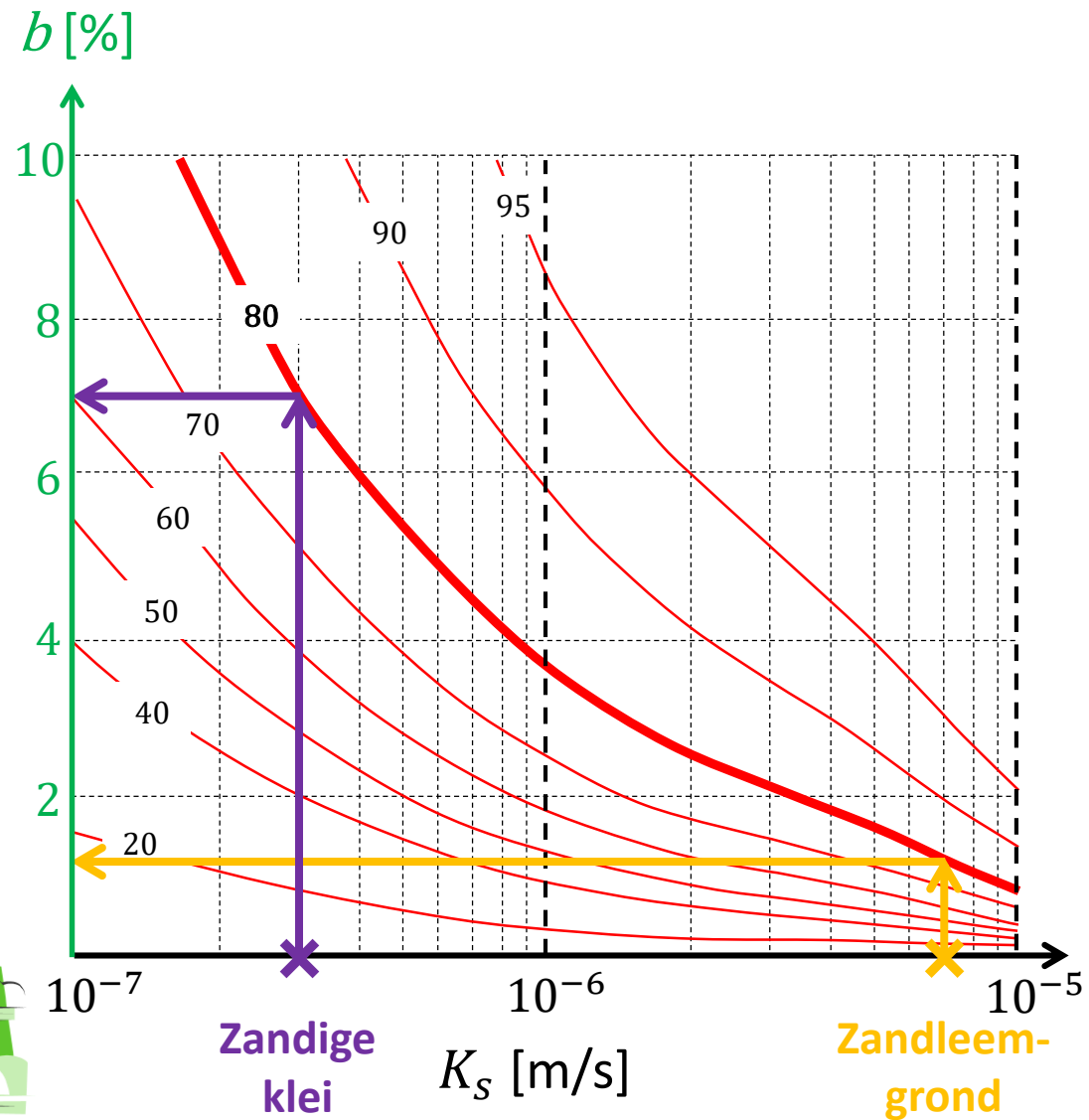
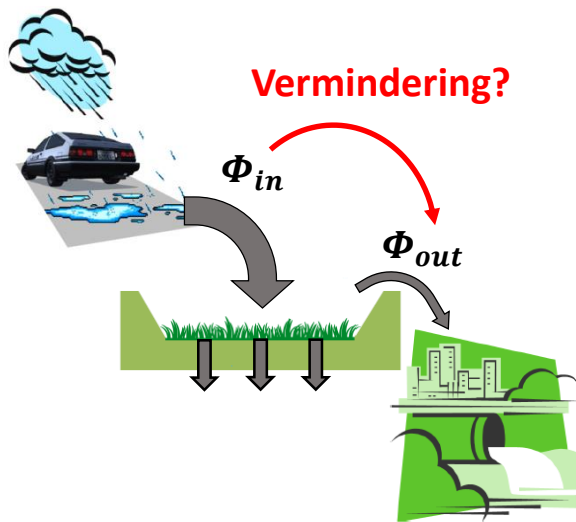
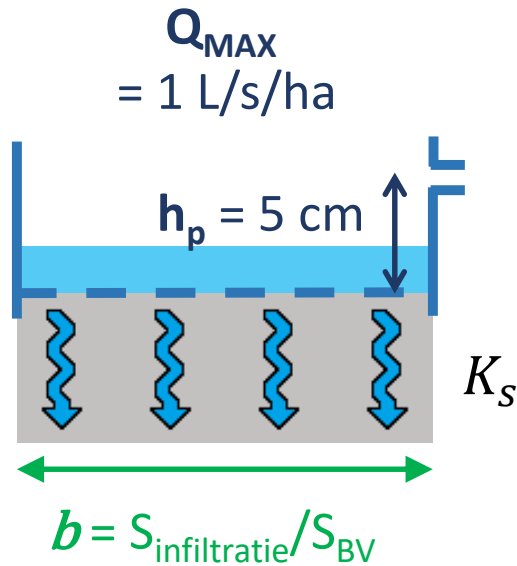


Welke dimensionering voor een bepaalde vermindering?





Welke dimensionering voor een bepaalde vermindering?





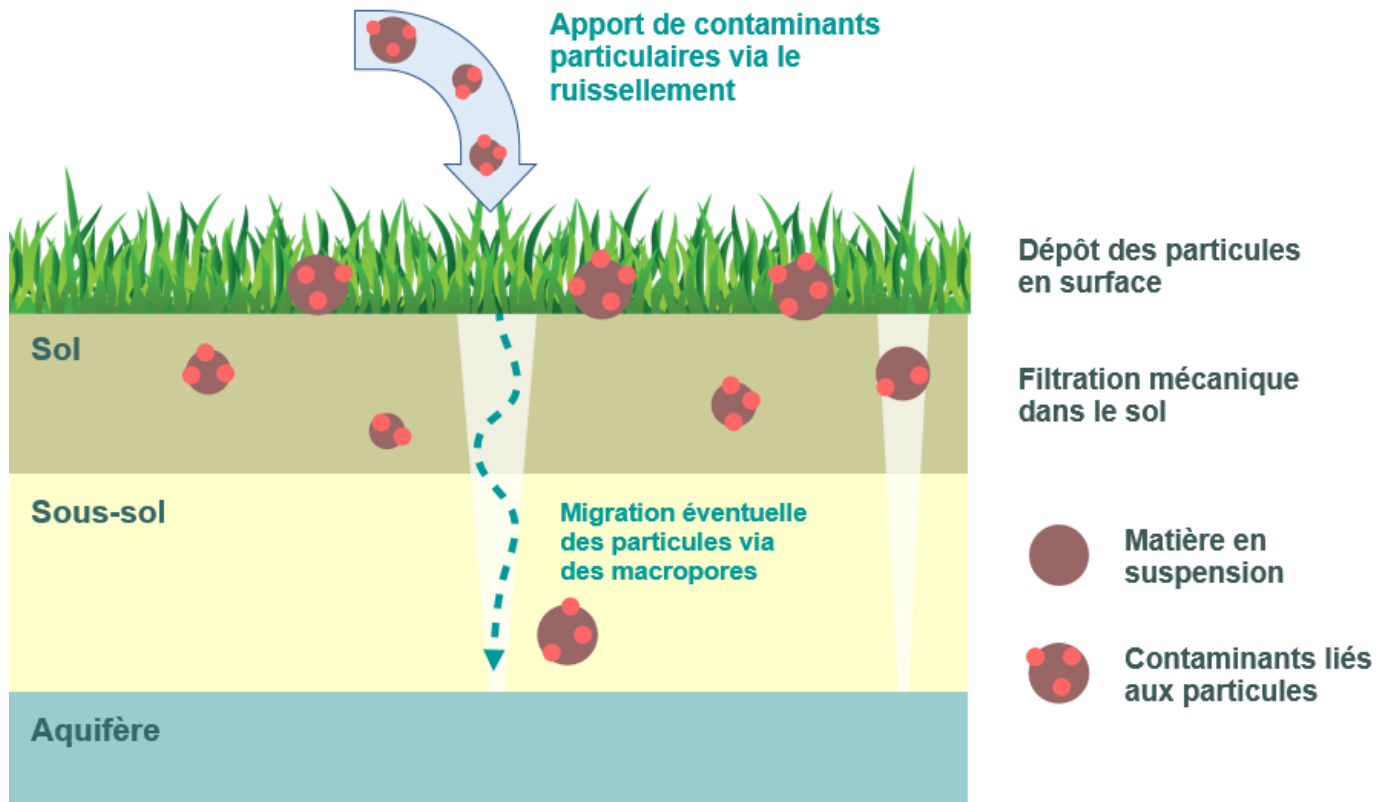
Ook als de bodem weinig doorlaatbaar is?

- **Berging en infiltratie niet tegenhouden!**
- Zelfs bij doorlatendheden in de orde van 10^{-7} m/s kan infiltratie een belangrijke rol spelen bij de vermindering van de afvoer via de oppervlakte:
 - Aanpassing van het infiltratieoppervlak aan de beoogde efficiëntie
 - De oppervlakteafvoer iets verhogen
- Een 'efficiëntere' aanpak dan het idee om de eerste X millimeter regen systematisch te verminderen
- Voor meer informatie (en andere grafieken): **proefschrift van Jérémie SAGE (2016), Université Paris-Est**
- **In de voltooiingsfase: ontwikkeling van een webtool om voorzieningen te dimensioneren**



Filtert de bodem verontreinigende stoffen?

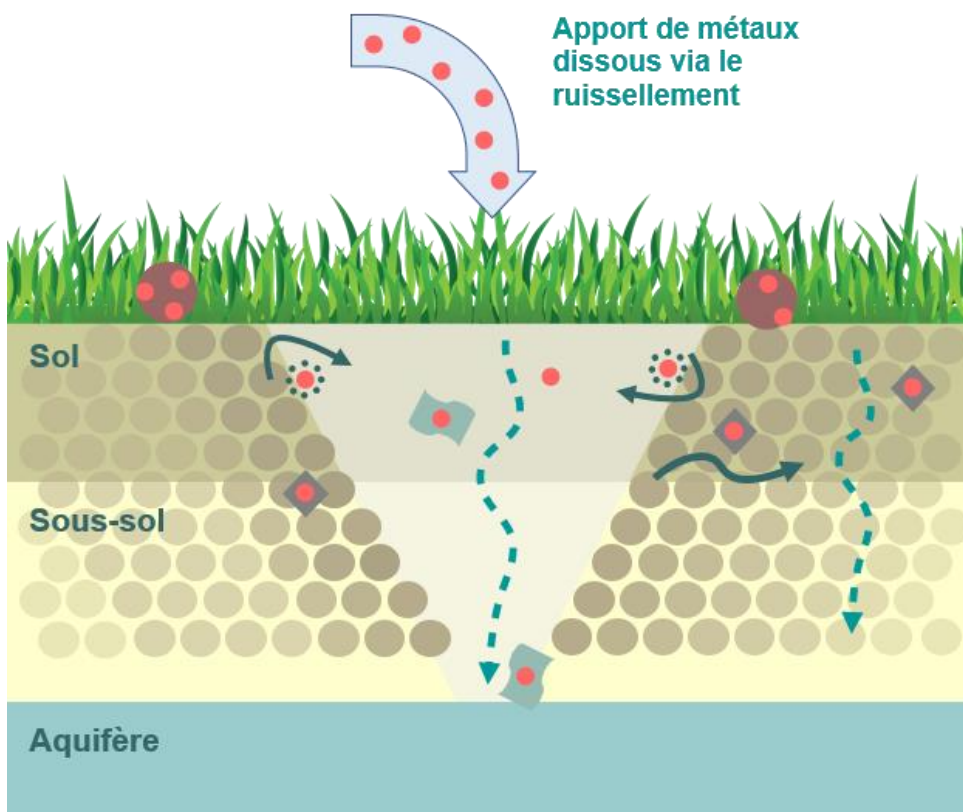
- Voor het grootste deel wel!
- Deeltjessubstanties:





Filtert de bodem de vervuiling?

- Voor het grootste deel wel!
- Opgeloste metalen:



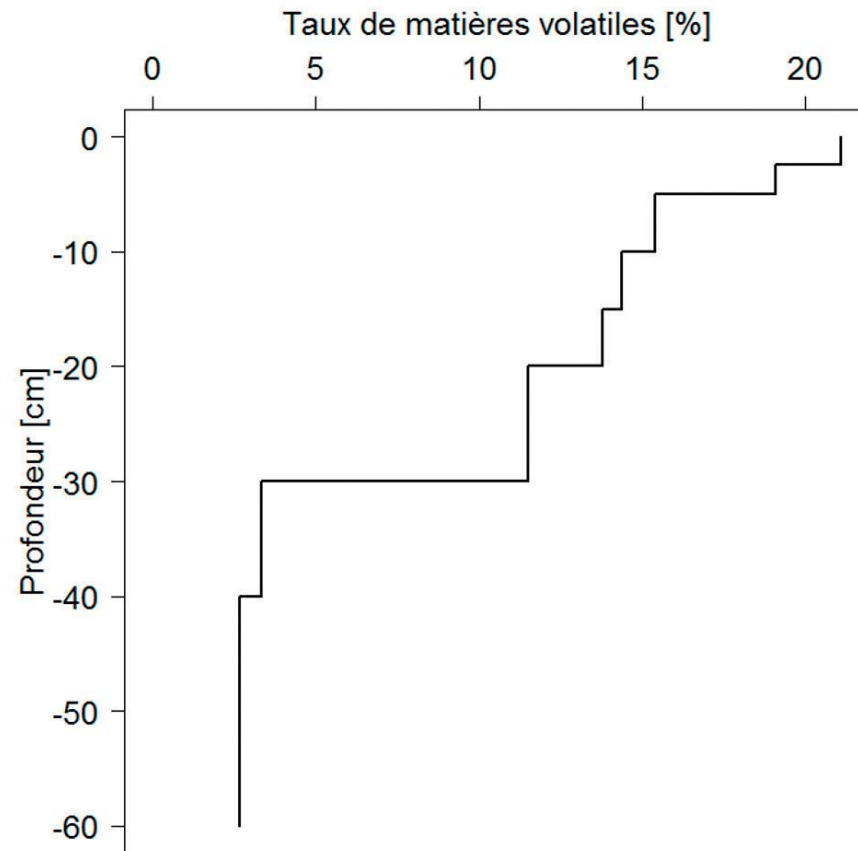
- Métal sous forme dissoute
- Adsorption sur les dépôts de surface
- Adsorption par liaisons chimiques ou précipitation
- Diffusion lente mais plus pérenne dans la matrice solide
- Adsorption par interactions électrostatiques (réversibles)
- Métal complexé à la matière organique dissoute ou à des colloïdes
- Infiltration de l'eau



Filtert de bodem de vervuiling?

- **Opmerking: de berging (retentie) is beter naarmate de bodem organischer is**
 - Gevolgen voor de uitvoering van de voorzieningen

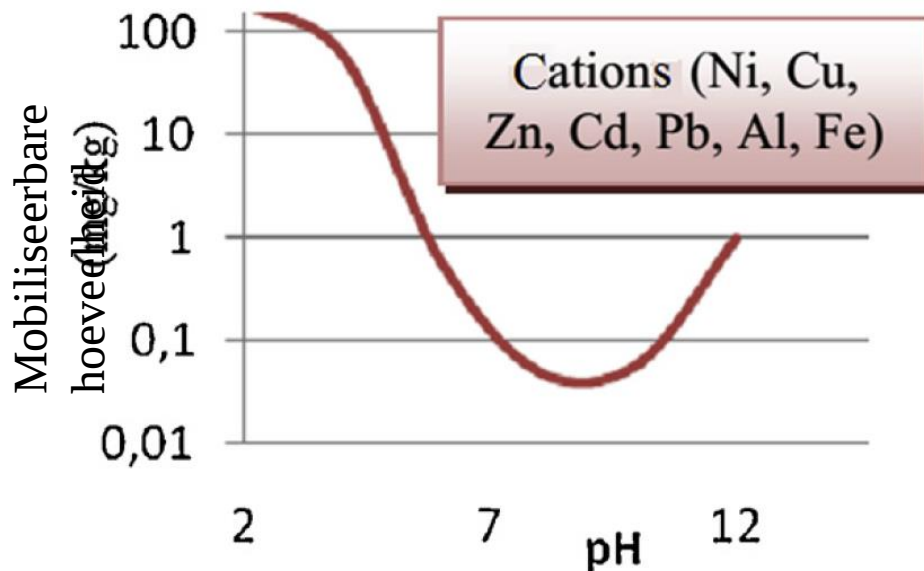
Te behouden!





Filtert de bodem de vervuiling?

- **Opmerking: de mobiliteit van metalen neemt toe in een zure bodem/substraat**
 - Bodemverbeteraars als turf of dennenschors vermijden



van der Sloot en Kosson, 2010, in Krol *et al.*, 2020





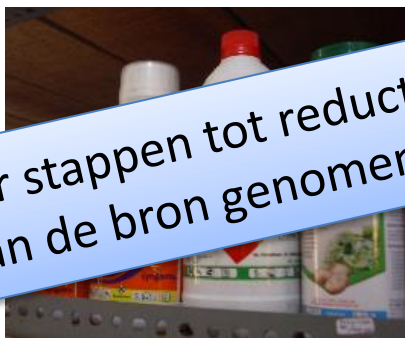
Filtert de bodem de vervuiling?

- Voor het grootste deel wel!
- Organische vervuiling: er moet een onderscheid gemaakt worden ...
 - ... *hydrofobe* moleculen $\Rightarrow$ Goed vastgehouden door de bodem



Bijv. HAP

- ... *hydrofiële* moleculen $\Rightarrow$ Vatbaar voor migratie



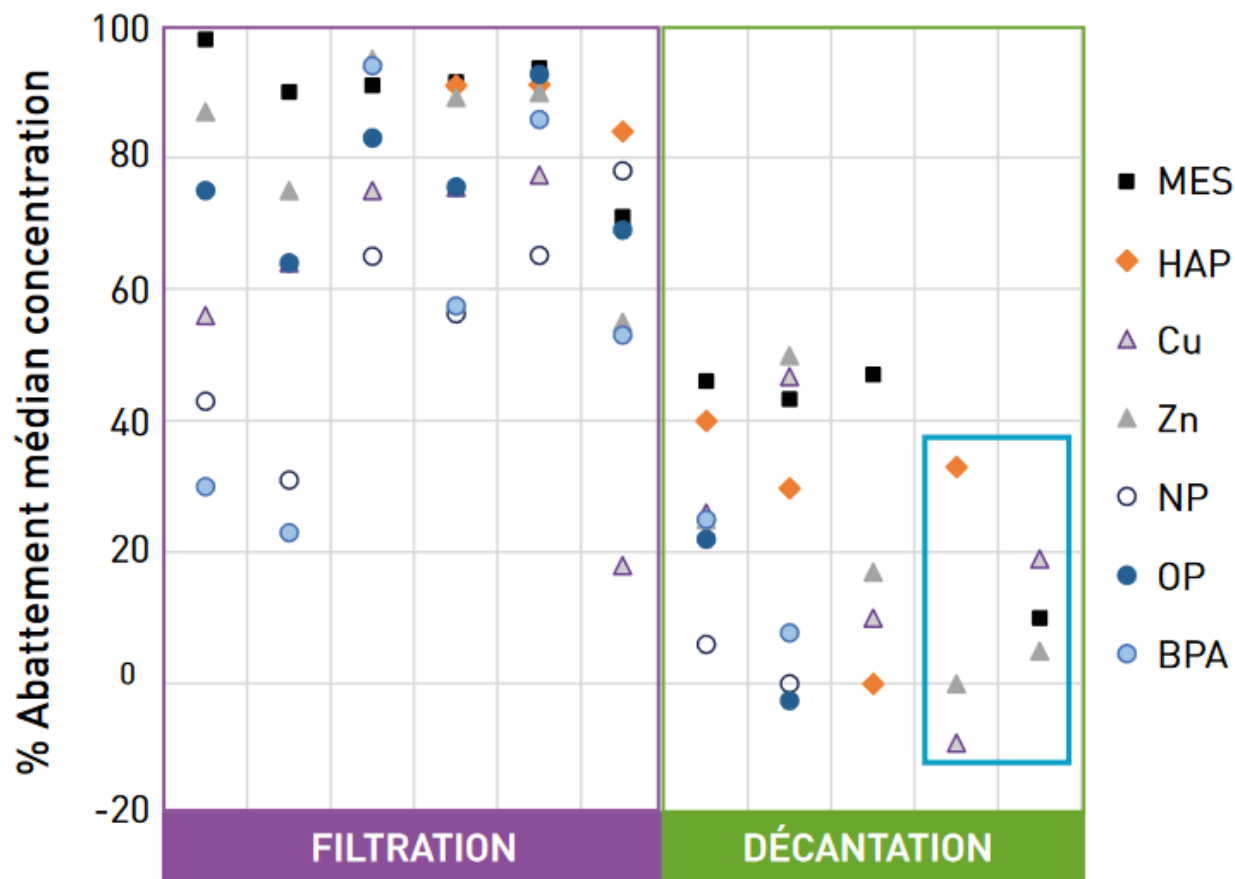
Maar stappen tot reductie
kunnen aan de bron genomen worden

Bv. pesticiden,
biociden, BPA



Filtert de bodem de vervuiling?

- Voor het grootste deel wel!
- Filtratie is efficiënter dan bezinking

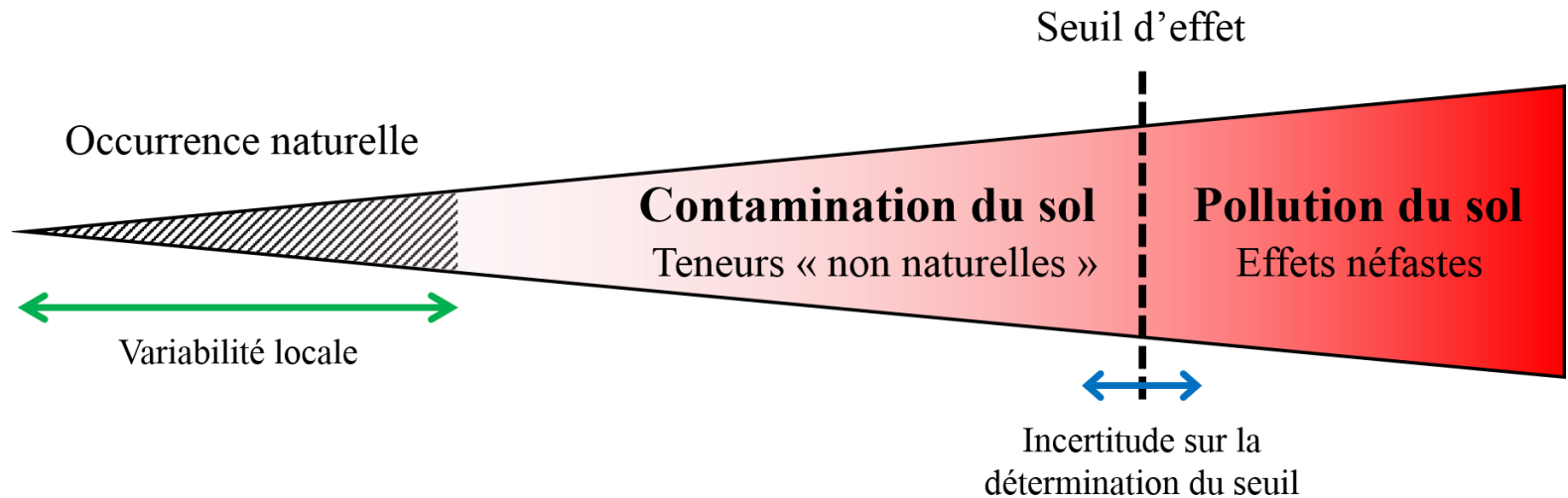


Samenvatting van de projecten *Roulépur*, *Micromégas*, *Matriochkas*, 2019



Wil dat zeggen dat we de bodem vervuilen?

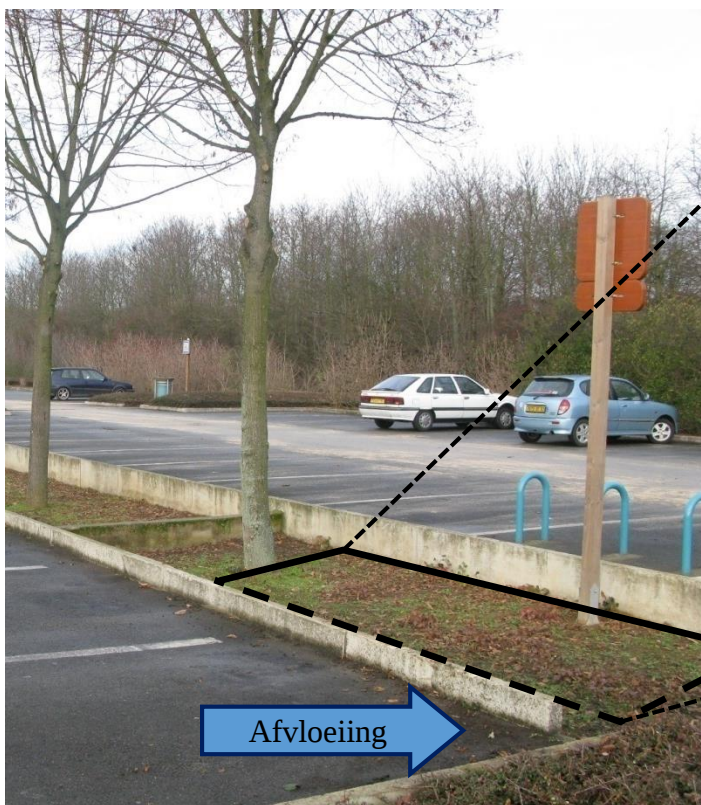
- De ophoping van door afspoeling meegevoerde stoffen is de onvermijdelijketegenhanger van hun berging ...
- ... maar 'vervuiling' is niet noodzakelijk 'verontreiniging'!



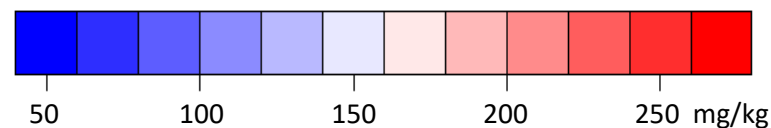
- ... en de vervuilde zone heeft een karakteristieke ruimtelijke structuur, die interventies vergemakkelijkt.



Wil dat zeggen dat we de bodem vervuilen?



Zink [mg/kg]

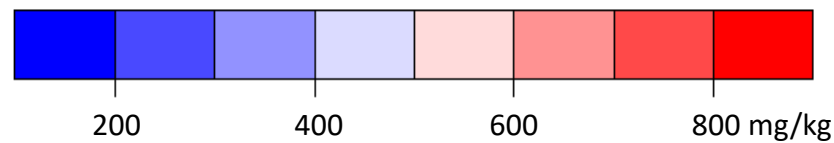




Wil dat zeggen dat we de bodem vervuilen?

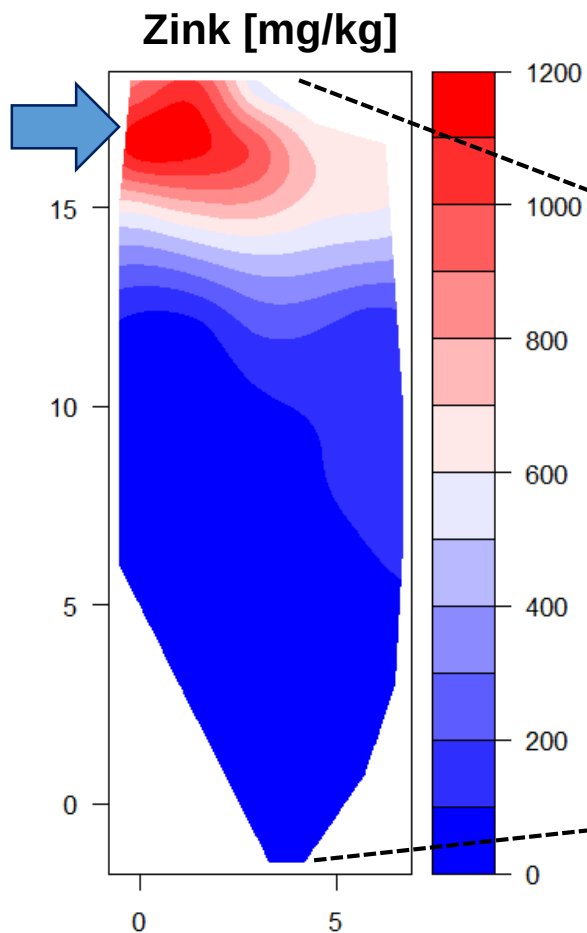


Zink [mg/kg]



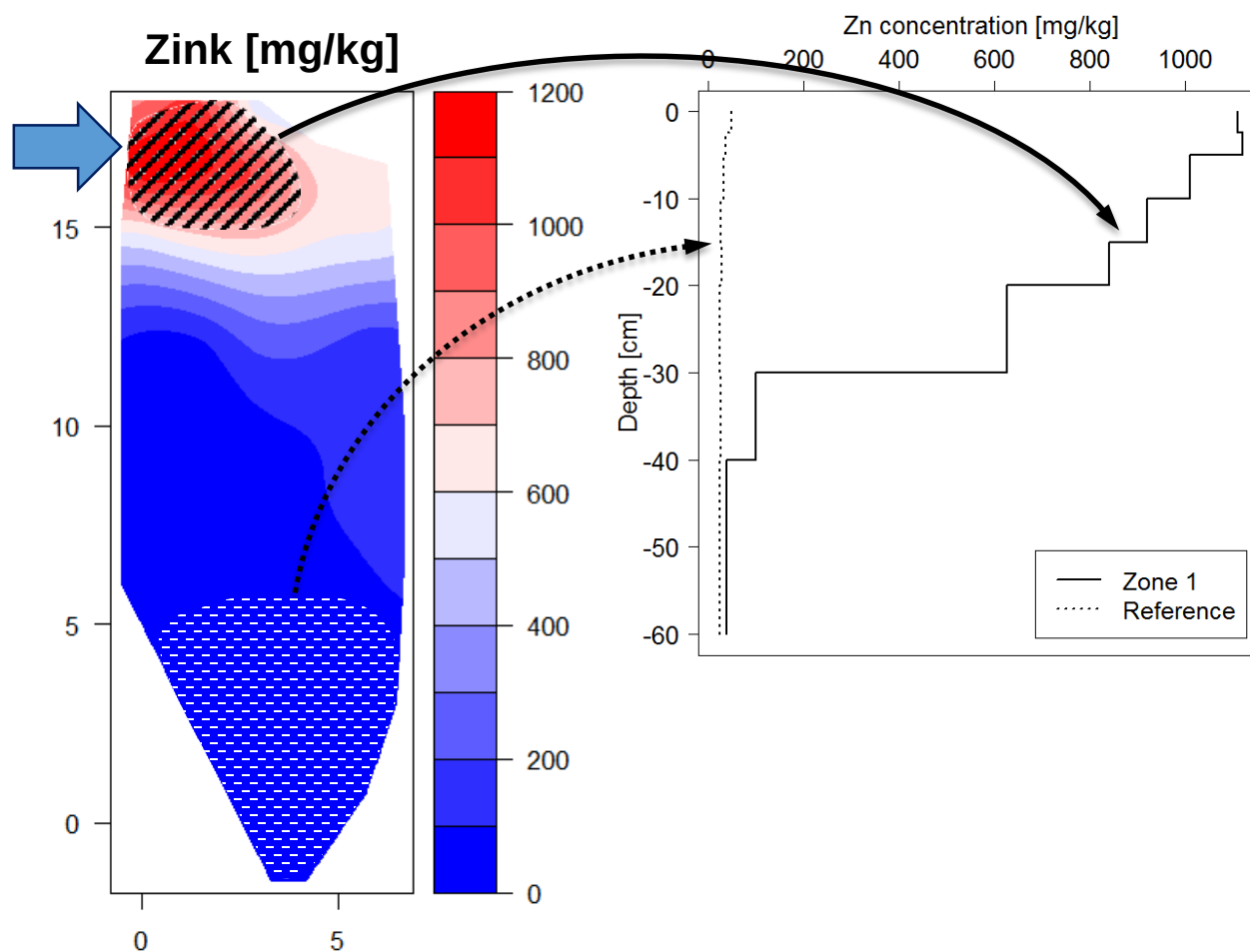


Wil dat zeggen dat we de bodem vervuilen?





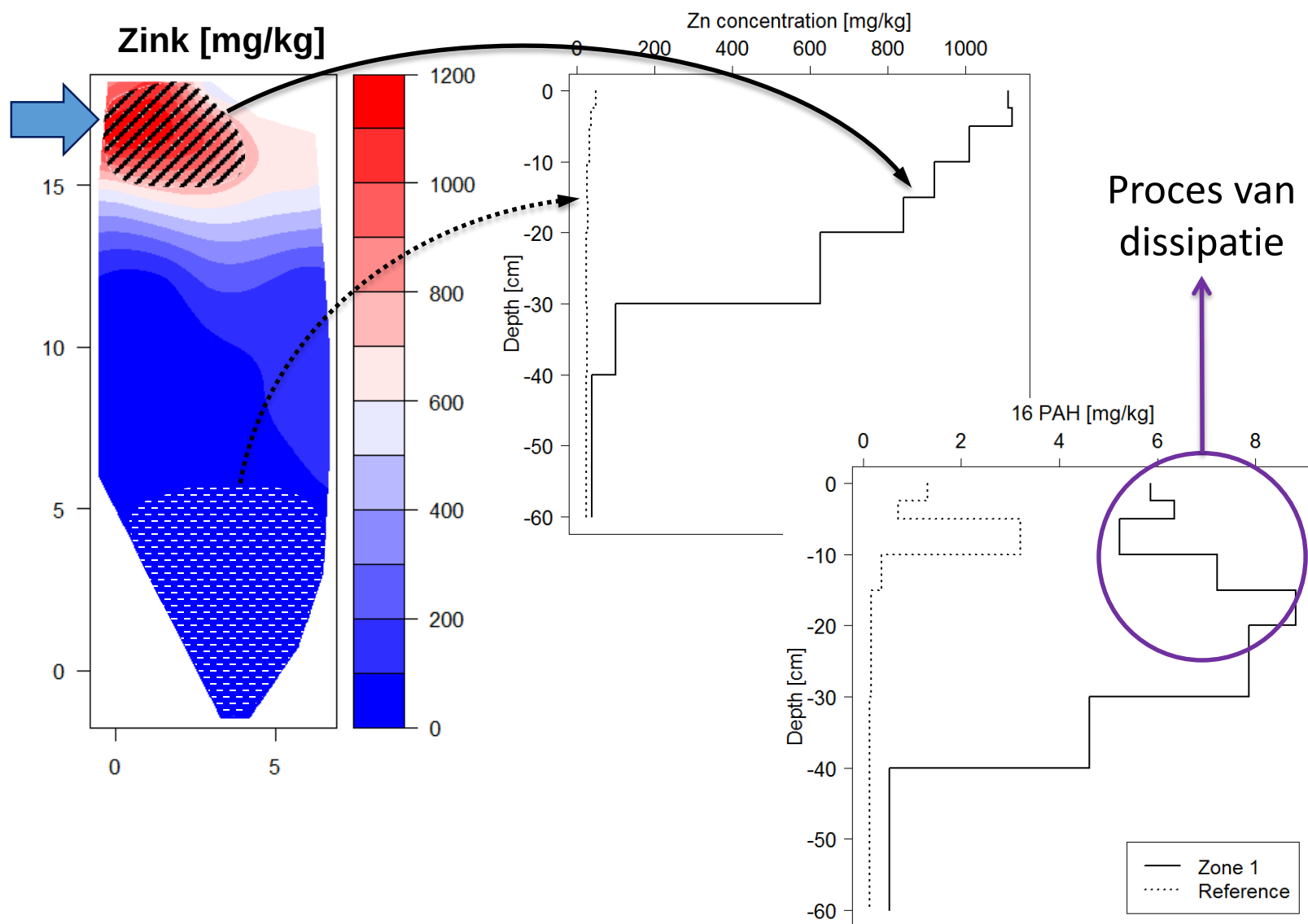
Wil dat zeggen dat we de bodem vervuilen?



Zelden
> 40 cm in het
meest
verontreinigde
gebied

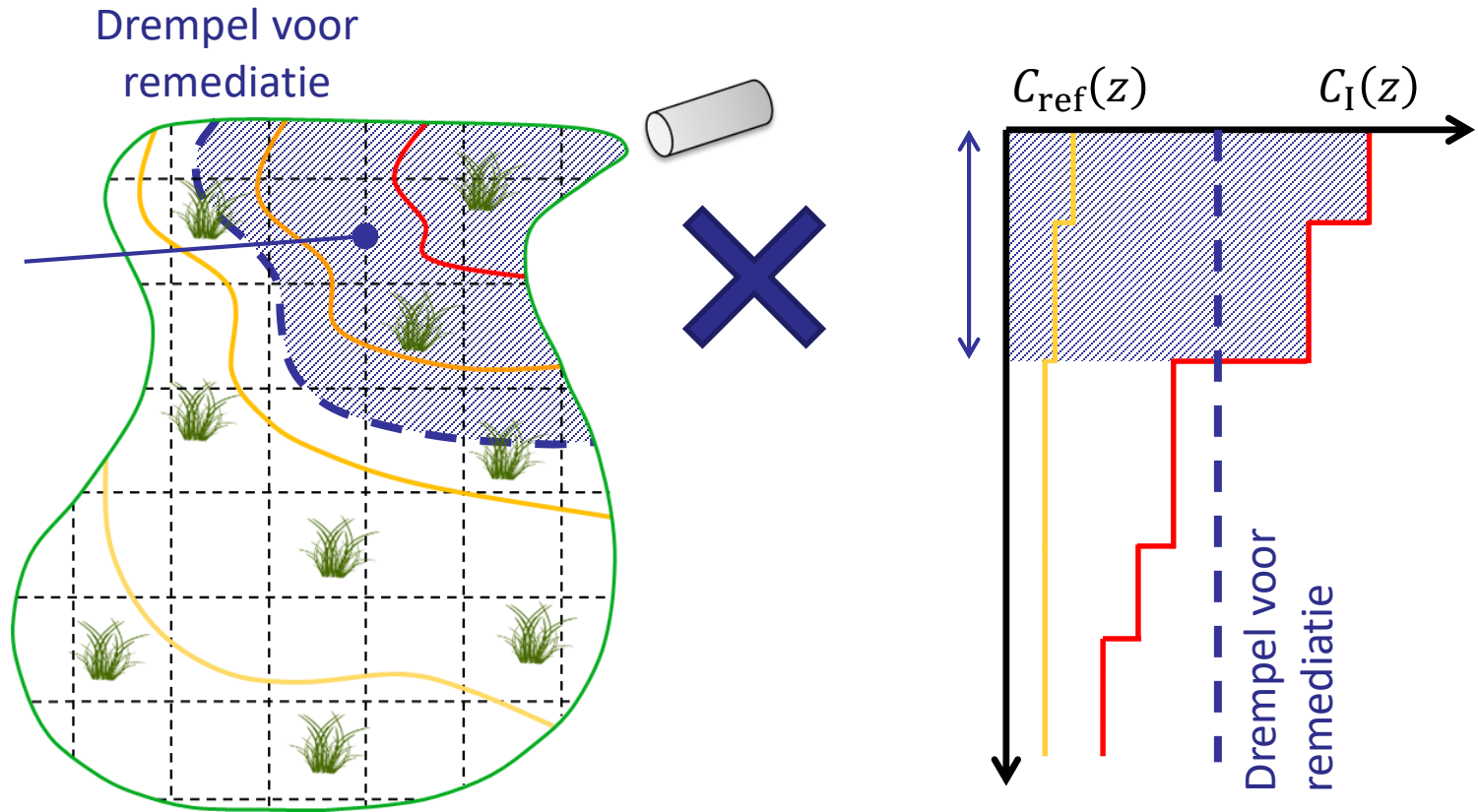


Wil dat zeggen dat we de bodem vervuilen?





Welk onderhoud is daarvoor nodig?

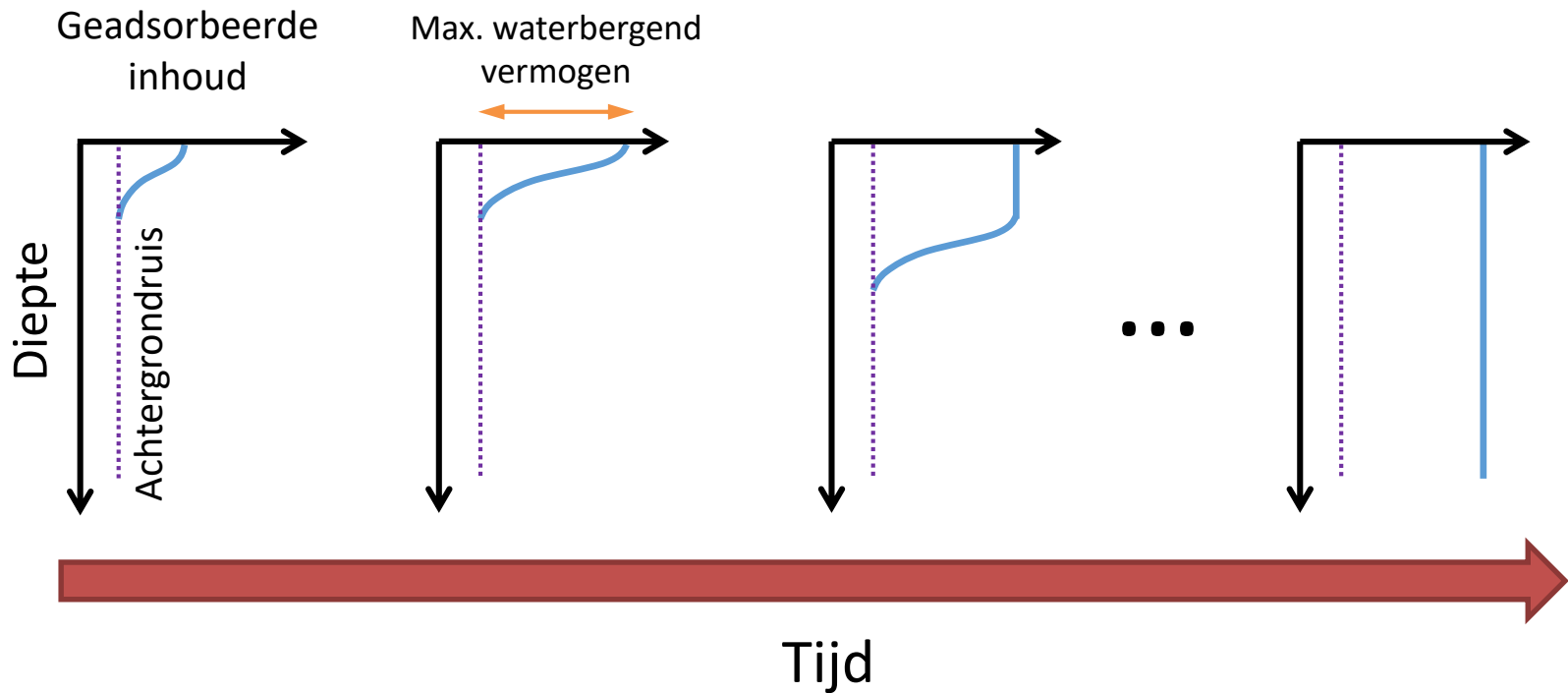


**Gemiddeld $\sim 15 \text{ m}^3$ vervuilde grond
per hectare doorlaatbare grond
na een tiental jaar in gebruik**



Welk onderhoud is daarvoor nodig?

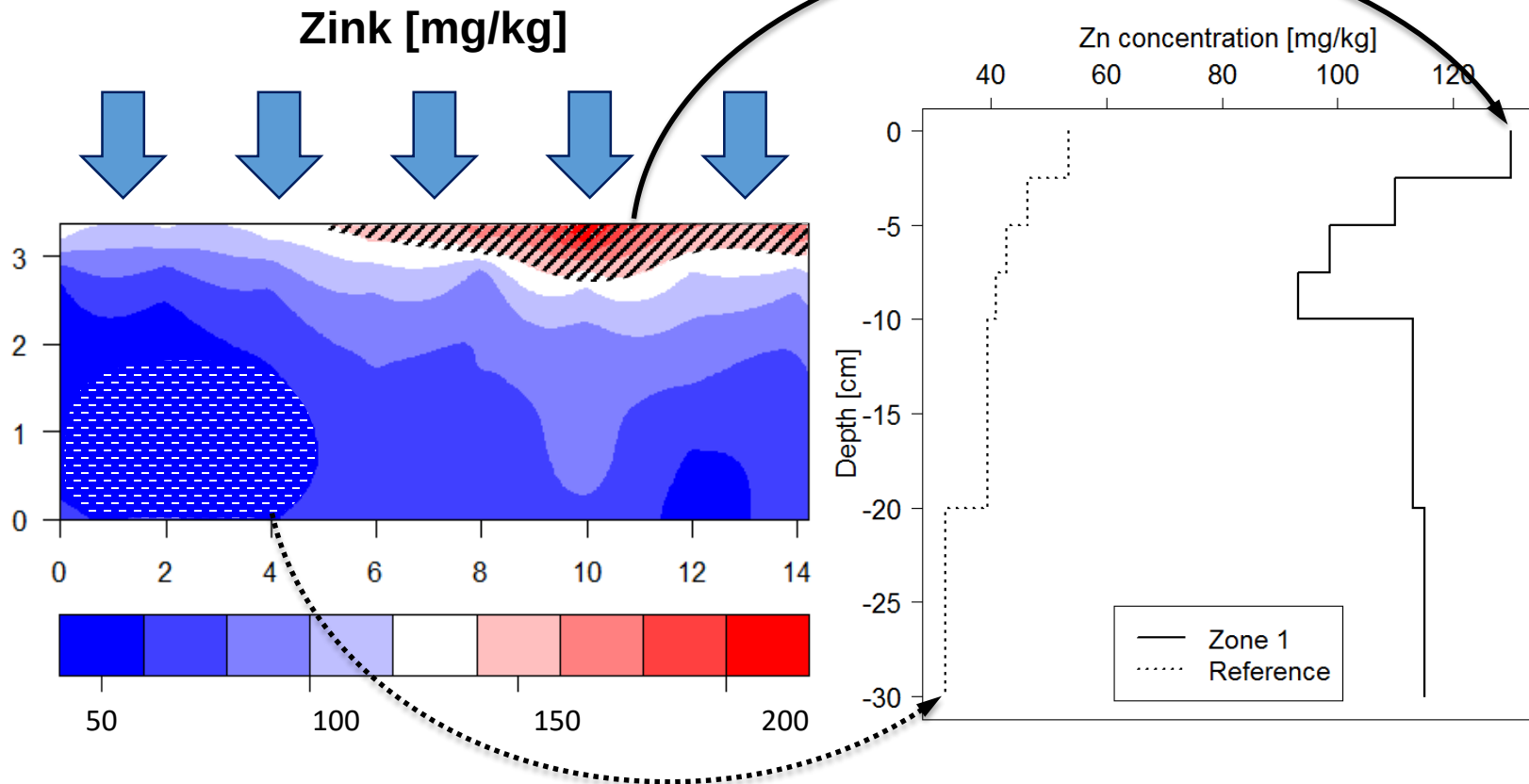
- **Uitputting van het waterbergend vermogen van de bodem**
- **(Vereenvoudigde) modellering van de migratie van de vervuiling in de bodem:**





Welk onderhoud is daarvoor nodig?

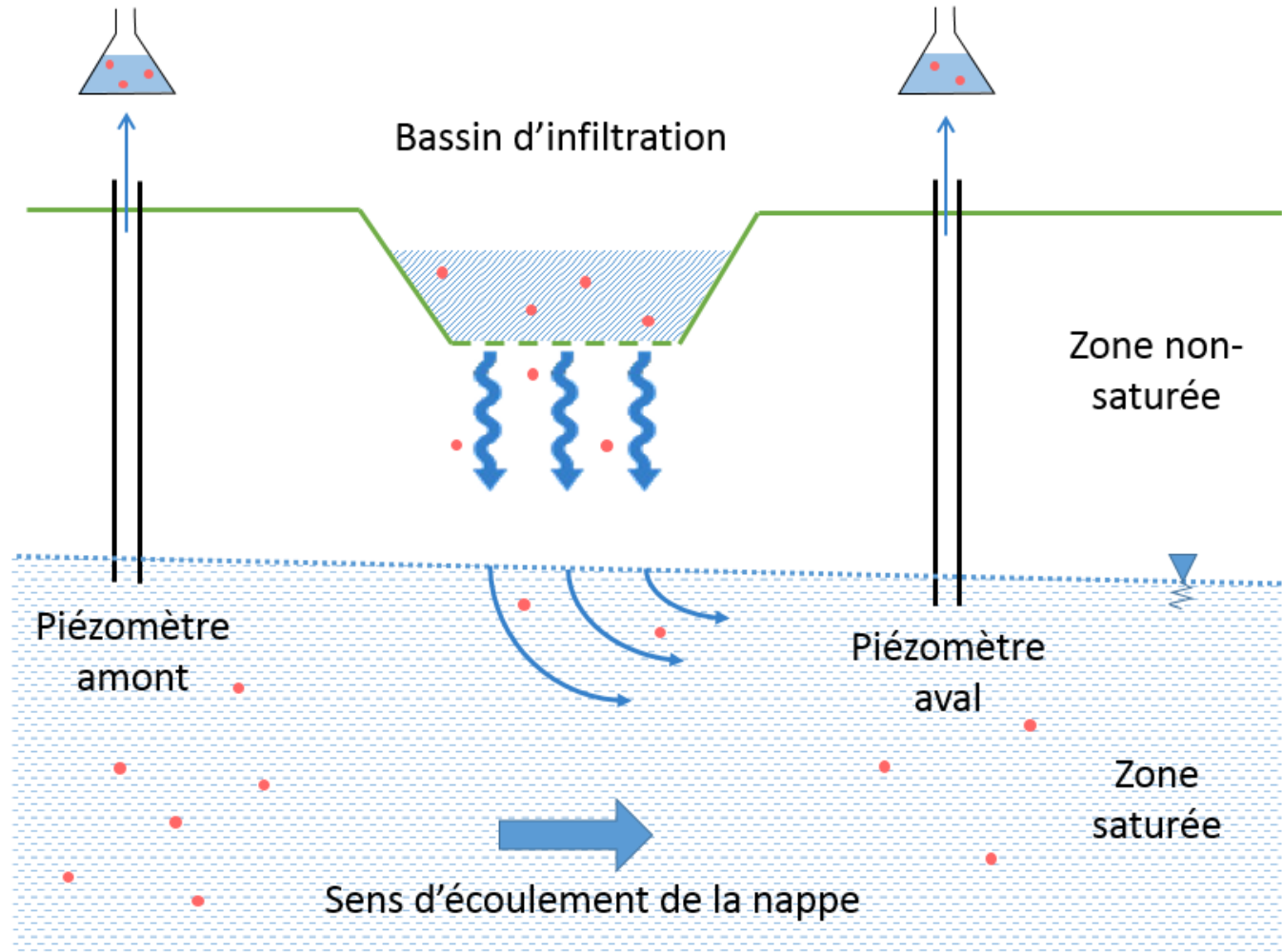
- Uitputting van het waterbergend vermogen van de bodem
- Weinig vervuiling $\nRightarrow$ Geen probleem





Zijn er gevolgen voor het grondwaterpeil?

- **Algemeen principe:**





Zijn er gevolgen voor het grondwaterpeil?

	Verdunning					Métaux				Migratie	
	Oxygène dissous	Conductivité	Nitrates	NH ₄ ou N Kjeldahl	Phosphore	Cadmium	Plomb	Cuivre	Zinc	Pesticides	HAP
Appleyard, 1993	↗ ou →	↘	↘ ou →	< LQ ou →	< LQ ou ↘	< LQ	< LQ	< LQ ou ↘	↘	(↗)	
Barraud <i>et al.</i> , 1999		↘	↘	(↗) ^a		< LQ	→ ou (↗) ^a		(↗)		
Datry <i>et al.</i> , 2004	↗	↘	→	< LQ	→	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ		
Fischer <i>et al.</i> , 2003	↘		→	↗						→ ou ↗	
Harper, 1988			↘		↘	↘ ou →	↘ ou →	↘ ou →	↘ ou →		
Kwiatkowski <i>et al.</i> , 2007		↘ ou ↗ ^b	↘	< LQ	< LQ			↘		< LQ	
Marmonier <i>et al.</i> , 2013	→ ou ↘	↘	↘	→	↗					→ ou (↗)	→
Nightingale, 1987		↘ ou →	→		→	< LQ	< LQ	→	→	< LQ	
O'Reilly <i>et al.</i> , 2012	↗ ou ↘		↘ ou ↗	→							
Whittemore, 2012	↗ ou →	↘	↘	↘ ou →		↘ ou →	↘ ou →	↘ ou →	↘ ou →	→	

Légende : → Impact non significatif sur la nappe ; ↘ Diminution des concentrations dans la nappe (effet de dilution) ; ↗ Augmentation des concentrations ; (↗) Légère augmentation ; < LQ Concentrations inférieures à la limite de quantification.



Welke fouten moeten worden vermeden in de ontwerpfase?

- **Wegenbouwterrein, eerste ontwerp:**

Behandeling

Voorbehandeling



Gracht Grasberm



Welke fouten moeten worden vermeden in de ontwerpfase?

▪ **Wegenbouwterrein, eerste ontwerp:**

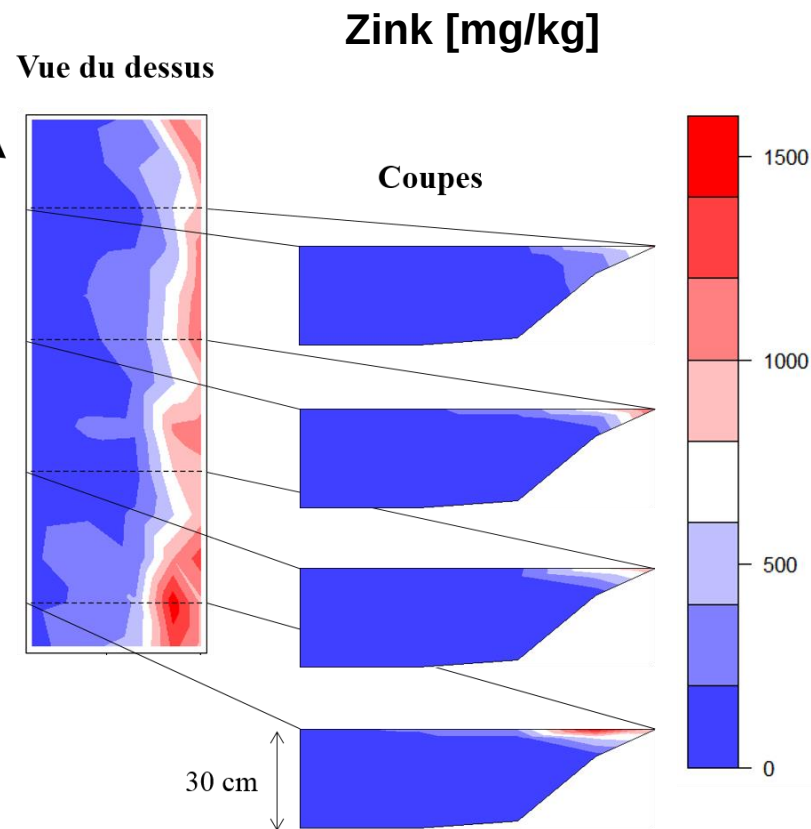
~~Behandeling~~
Voorbehandeling

De behandelingsstructuur speelt
zijn rol niet optimaal!



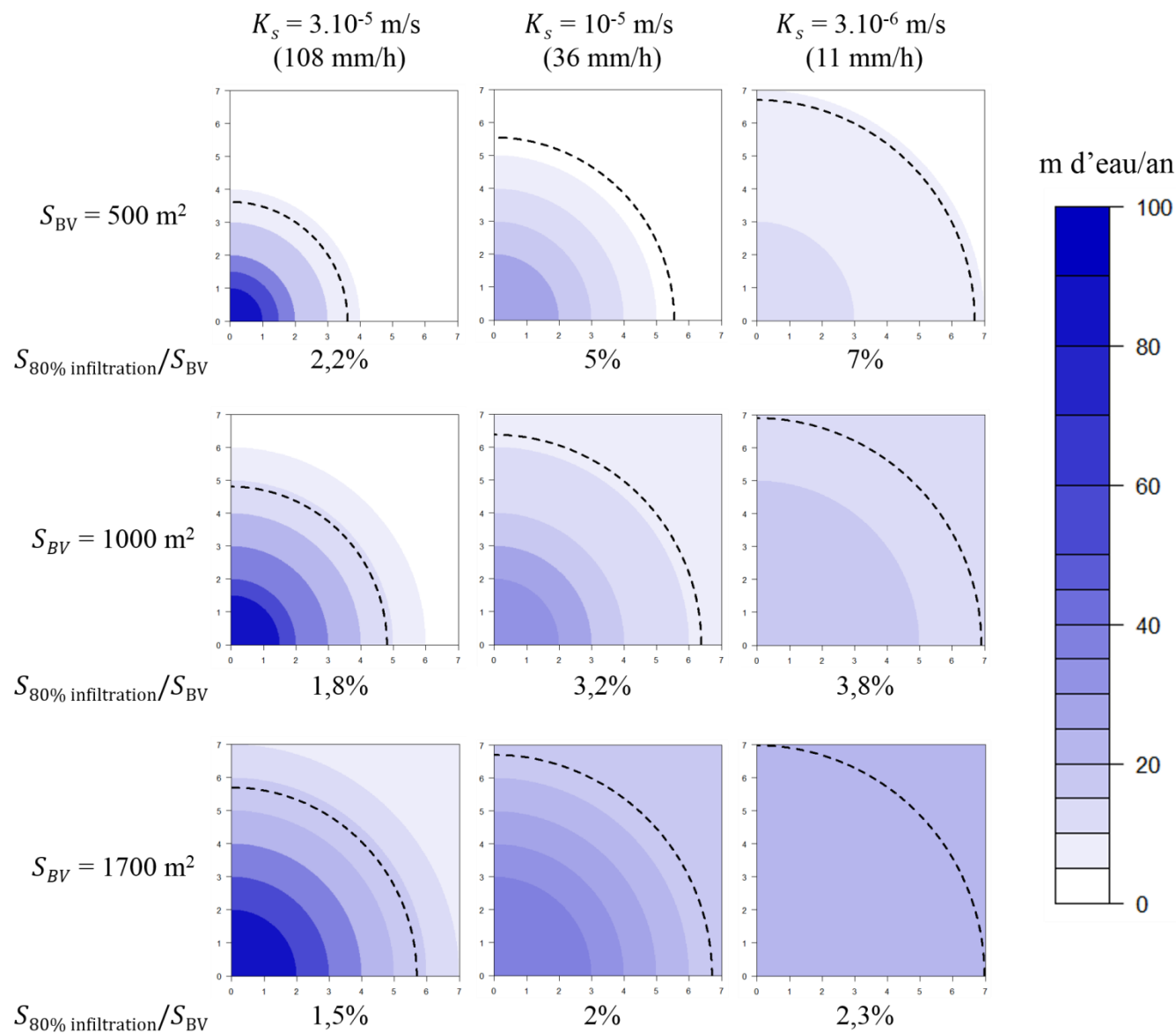
Gracht

Grasberm





Het 'eerste doorlaatbare oppervlak'?





Conclusies

‘Beter inzicht voor betere actie’

- **Infiltratie van regenwater draagt bij tot de bescherming van oppervlaktewatervoorraden.** Dat werkt zelfs voor bodems met een reputatie van ‘lage waterdoorlaatbaarheid’!
- **De bodem vangt het grootste deel van de verontreinigende stromen** van stedelijke afvloeiing op, en voorkomt dat het grondwater wordt aangetast
- Mogelijkheid om **het waterbergend vermogen te controleren en zelfs te verbeteren** indien nodig
- Bodemvervuiling van infiltratiesystemen is ruimtelijk gelokaliseerd, en vaak te relativeren ...
- De gemakkelijkst te beheren vervuiling is die welke nooit veroorzaakt werd!



Bedankt voor uw aandacht!



Infiltrer
LES EAUX PLUVIALES
c'est aussi maîtriser les flux polluants.

État des connaissances et recommandations techniques
pour la diffusion de solutions fondées sur la nature.



laboratoire eau environnement systemes urbains





Bedankt voor uw aandacht!



Infiltrer
LES EAUX PLUVIALES
c'est aussi maîtriser les flux polluants.

État des connaissances et recommandations techniques
pour la diffusion de solutions fondées sur la nature.



Om de gids te downloaden:
<https://www.leesu.fr/opur/guides>

**Om contact op te nemen met de
OPUR-coördinatoren:**
ghassan.chebbo@enpc.fr
marie-christine.gromaire@enpc.fr

Om mij te contacteren:
damien.tedoldi@insa-lyon.fr