

Infiltration et pollution du sol

Wannes Van Aken – Chef de service facilitateur sol



Contenu

1. Cadre général gestion des sols pollués en RBC
2. L'inventaire & la carte de l'état du sol
3. Interprétation des catégories de l'état du sol en vue d'une infiltration
4. 5 conseils pour permettre l'infiltration sur un terrain pollué
5. Aide de Bruxelles Environnement concernant les sols pollués
6. Stratégie Good Soil

Cadre législatif

- [Ordonnance](#) relative à la gestion et à l'assainissement des sols pollués en vigueur depuis le 20/01/2005
- Objectif :
prévenir l'apparition de la pollution du sol, identifier les sources potentielles de pollution, organiser les études du sol permettant d'établir l'existence d'une pollution et déterminer les modalités de l'assainissement des sols pollués ou de leur gestion et ce, en vue de garantir la suppression, le contrôle, l'endiguement ou la réduction de la pollution du sol
- 8 [arrêtés](#) d'exécution
- Plusieurs [codes](#) de bonnes pratiques

Acteurs

- **Titulaire d'obligation** : fait appel à un expert en pollution du sol et/ou à un entrepreneur en assainissement du sol pour remplir ses obligations
- **Expert en pollution du sol** : effectue des études de sol et suit les travaux d'assainissement ([liste](#) sur le site web)
- **Entrepreneur en assainissement du sol** : effectue des assainissements du sol sous la surveillance d'un expert en pollution du sol ([liste](#) sur le site web)
- **Bruxelles Environnement** : autorité de contrôle
 - invite des titulaires d'obligation à lancer une procédure
 - délivre des déclarations de conformité
 - contrôle les experts en pollution du sol et les entrepreneurs en assainissement du sol

Activité à risque

- Installation classée identifiée comme source potentielle de pollution du sol (liste fixée par [arrêté d'exécution](#))
- Aussi bien installations historiques qu'actuelles !

Station-service	Citerne à mazout	Stock de charbon	Citerne à essence	Décharge
Atelier d'entretien de voitures	Métallurgie	Nettoyage à sec	Tannerie	Imprimerie
Stock de produits dangereux	Bains de chrome	Bains de nickel	Cabine de peinture	Usine à gaz
Stockage d'huiles usagées	Industrie d'amiante	Station d'épuration	Dégraissage de métaux	Usine de papier
Dépôts de carburants	Industrie pharmaceutique	Usine de peinture	Epaves de voitures	Usine d'explosifs

- Terrain avec activité à risque = potentiellement pollué = catégorie 0

Fait générateur

- Génère une obligation d'exécuter une reconnaissance de l'état du sol (RES)

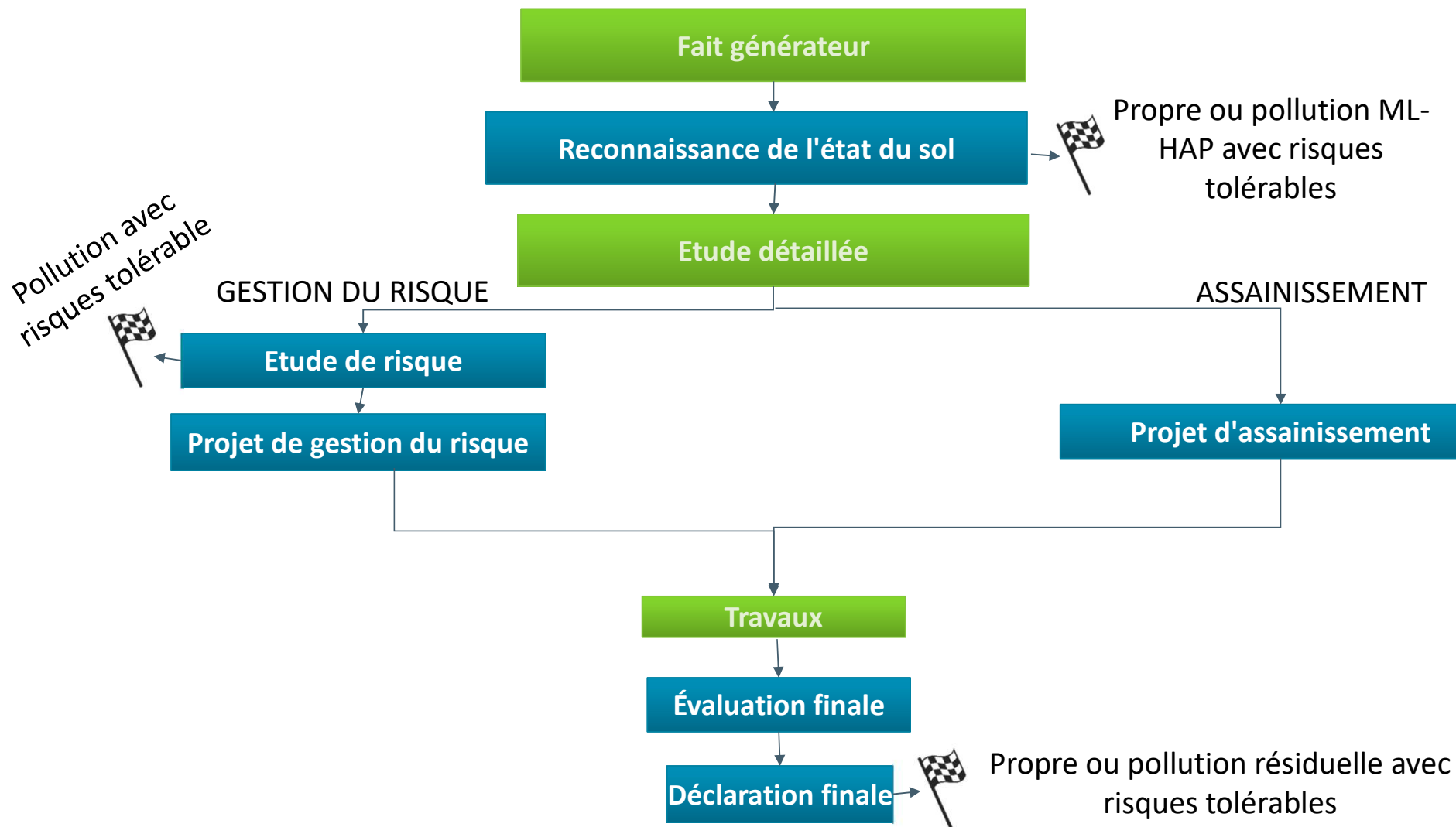
Fait générateur RES	Titulaire d'obligation RES
Vente : attestation de sol de catégorie 0	Propriétaire
Demande, modification, transfert, (prolongation), cessation permis d'environnement avec activité à risque	Exploitant
Demande de permis d'environnement avec actes/travaux en contact avec le sol > 20m ² sur terrain de catégorie 0	Demandeur permis d'environnement
Demande de permis d'urbanisme avec actes/travaux en contact avec le sol > 20m ² sur terrain de catégorie 0	Demandeur permis d'urbanisme
Découverte pollution	Maître d'ouvrage > propriétaire
Accident	Auteur > exploitant > propriétaire

Reconnaissance de l'état du sol

- Contrôle présence pollution du sol :
 - Echantillonnage sol et eaux souterraines
 - Analyse échantillons en labo et comparaison avec normes
- En cas de pollution :
 - Déterminer le type (unique, mélangée, orpheline)
 - Nécessité étude détaillée



Procédure



Inventaire de l'état du sol

- **Inventaire** de toutes les parcelles en RBC pour lesquelles Bruxelles Environnement dispose d'informations en matière de pollution du sol
- ±15.000 parcelles inscrites sur les ±212.000 parcelles de la RBC
- Catégories

Pas reprises

Aucune information

Catégorie 0 : parcelles potentiellement polluées

Concentrations inconnues

Catégorie 1 : parcelles non polluées

Concentrations $\leq$ norme d'assainissement

Catégorie 2 : parcelles légèrement polluées sans risque

Concentrations $\leq$ norme d'intervention

Catégorie 3 : parcelles polluées sans risque

Concentrations $>$ norme d'intervention

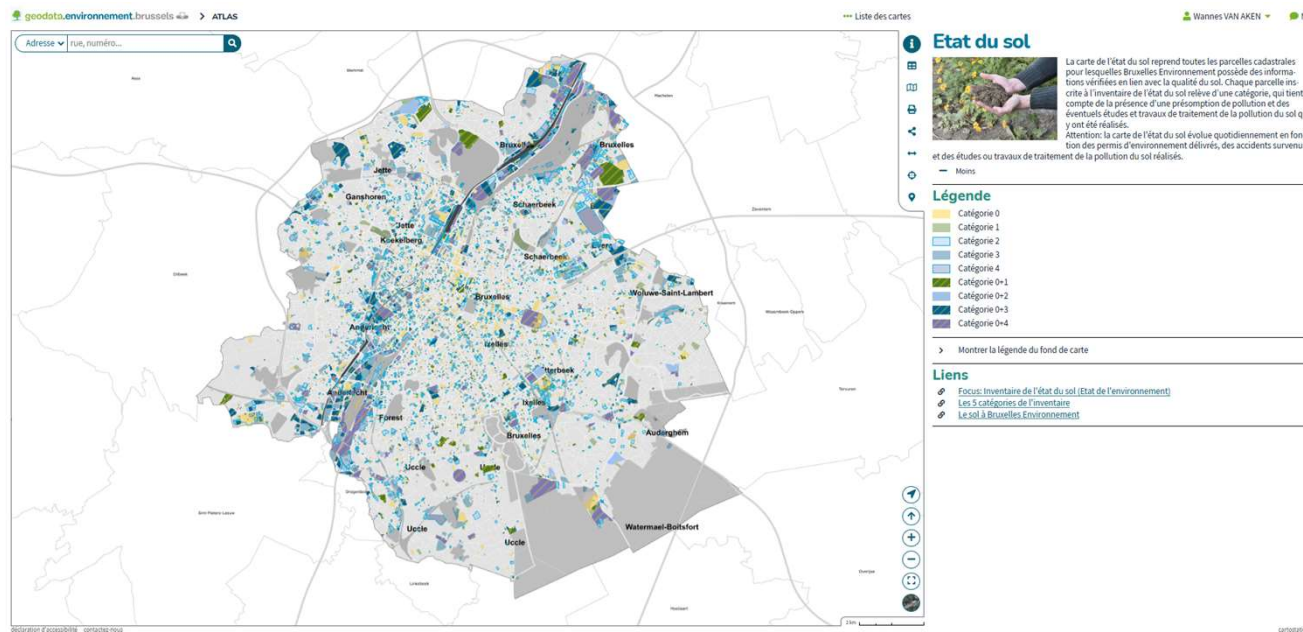
Catégorie 4: parcelles polluées en cours d'étude ou de traitement

Concentrations $>$ norme d'intervention

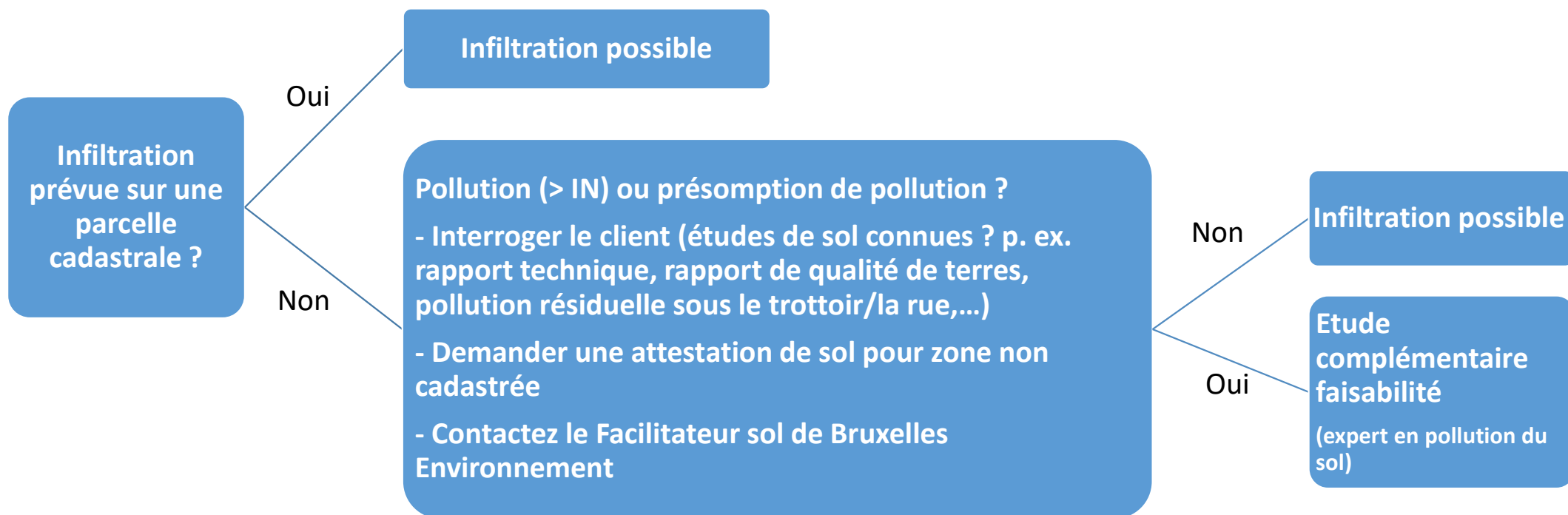
Combinaisons : catégorie 0+1, catégorie 0+2, catégorie 0+3, catégorie 0+4

Carte de l'état du sol

- Présentation visuelle de l'inventaire de l'état du sol
- Disponible pour le public sur le site web de Bruxelles Environnement ([lien](#))
- Donne des informations uniquement sur les parcelles cadastrales



Non repris : infiltration possible ?



Catégorie 0 : infiltration possible ?

Catégorie 0 : parcelles potentiellement polluées Concentrations inconnues

- Faire faire une reconnaissance de l'état du sol (RES)
- Demande de permis d'environnement/d'urbanisme avec actes/travaux en contact avec le sol > 20m² sur terrain de catégorie 0 → RES obligatoire de toute façon
- Résultat RES:
 - concentrations ≤ norme d'intervention : infiltration possible
 - concentrations > norme d'intervention :
 - en fonction du type de pollution (métaux lourds – HAP) peut être donné 1^{ère} indication concernant la possibilité d'infiltration
 - le cas échéant, études complémentaires (étude détaillée, étude de risque) nécessaires pour avoir une réponse définitive sur la possibilité d'infiltration

Catégorie 1 : infiltration possible ?

Catégorie 1 : parcelles non polluées

Concentrations $\leq$ **norme d'assainissement**



norme d'assainissement = concentrations sous lesquelles les risques pour la santé humaine et l'environnement sont considérés comme nuls et le sol peut remplir toutes ses fonctions



infiltration possible

Catégorie 2 : infiltration possible ?

Catégorie 2 : parcelles légèrement polluées sans risque Concentrations $\leq$ **norme d'intervention**



Norme d'intervention : concentrations au-delà desquelles les risques pour la santé humaine et/ou pour l'environnement sont considérés comme non négligeables et requièrent un traitement de la pollution



infiltration possible

Catégorie 3 : infiltration possible ?

Catégorie 3 : parcelles polluées sans risque Concentrations > norme d'intervention

■ Infiltrations diffuses

- [Revêtements perméables](#) ou désimperméabilisation
- Seulement l'eau de pluie qui y tombe s'infiltre
- Flux d'infiltration limitée → risque que les polluants se dispersent limité
- Quoi faire? Vérifier si pris en compte dans dernière étude de risque

■ Etude de risque = évaluation

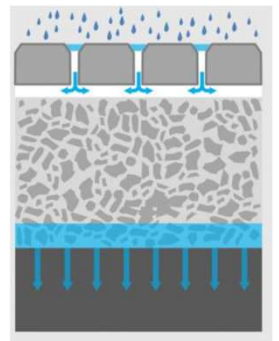
- risque d'exposition pour l'homme
- (risque atteinte écosystèmes)
- risque de dispersion de la pollution

Pour **utilisation** standard, actuelle et **future**

Utilisation future : infiltration diffuse prévue prise en compte ?

Oui : voir conclusion étude de risque pour possibilité d'infiltration diffuse

Non : actualisation étude de risque nécessaire

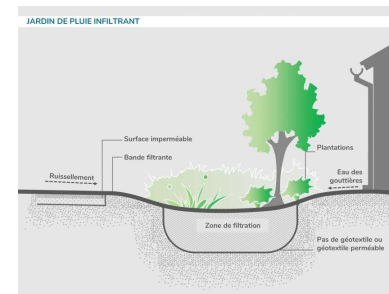
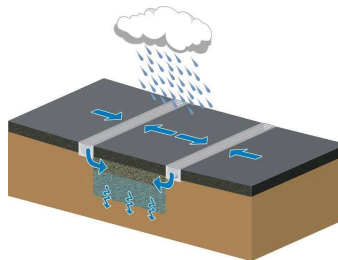


Catégorie 3 : infiltration possible ?

Catégorie 3 : parcelles polluées sans risque Concentrations > norme d'intervention

■ Infiltrations concentrées

- Noues, massifs stockants, bassins d'infiltration, SAUL, jardins de pluie, arbres de pluie, bandes infiltrantes, cheminements d'eau,...

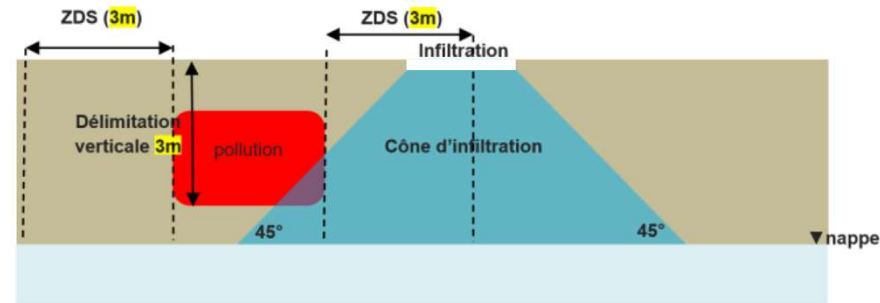


- Concentration des eaux de pluie provenant de surfaces imperméables
- Flux d'infiltration élevée → risque que les polluants se dispersent élevée
- Partant du principe de précaution, les règles ont été renforcées à pd 11/06/2024
 - [Code de bonnes pratiques pour l'étude de risque](#): Annexe C-1: comment évaluer le risque de dissémination pour des projets d'infiltration d'eau de pluie? -> parcourir 5 étapes

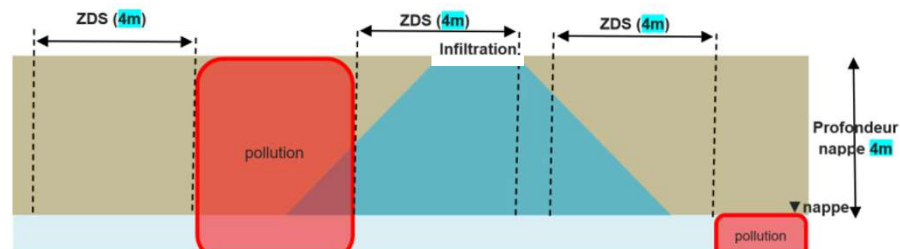
Catégorie 3 : infiltration possible ?

- **Etape 1: Est-ce que l'eau infiltrée entrera en contact avec la pollution?**
 - Cône théorique d'infiltration 45° -> prendre en compte zone de sécurité (ZDS)
 - Largeur ZDS

- Pollution limitée à la zone insaturée : largeur ZDS = délimitation verticale pollution



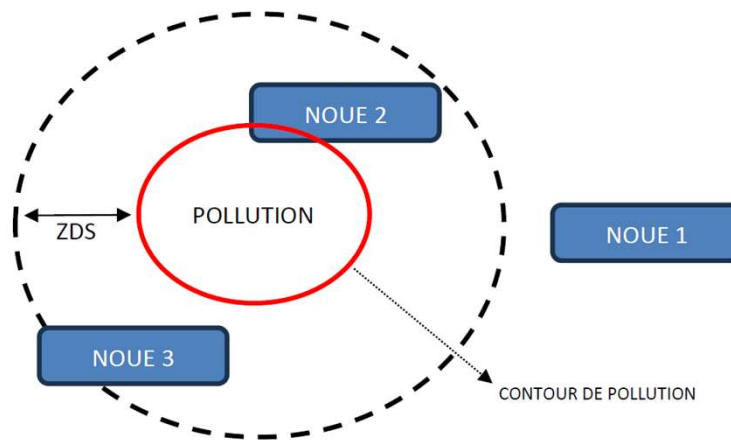
- Pollution du sol qui s'étend jusqu'à l'eau souterraine ou pollution de l'eau souterraine : largeur ZDS = profondeur de la nappe



Catégorie 3 : infiltration possible ?

- Etape 1: Est-ce que l'eau infiltrée entrera en contact avec la pollution? (suite)

- Exemple sur plan:

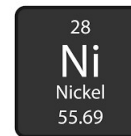
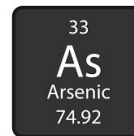


- Noue 1: eau infiltrée n'entrera pas en contact avec pollution -> infiltration concentrée OK
- Noues 2 & 3: eau infiltrée entrera en contact avec pollution -> étape 2

Catégorie 3 : infiltration possible ?

- Etape 2: S'agit-il d'une pollution de l'eau souterraine en As/Ni d'origine naturelle ?

- Oui: infiltration concentrée OK
- Non: étape 3



- Etape 3: s'agit-il d'une pollution en amiante?

- Oui: infiltration concentrée OK (l'amiante ne se dissout pas dans les eaux infiltrées)
- Non: étape 4



Zone d'égouttement toit en amiante (AI-generated)

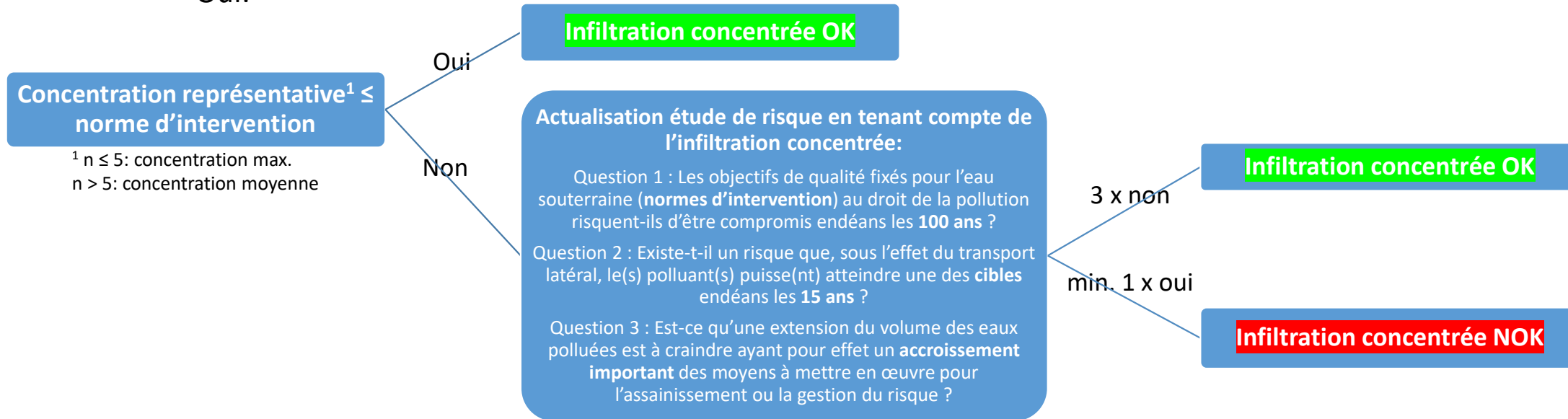


Pièces d'amiante dans couche de remblais

Catégorie 3 : infiltration possible ?

■ Etape 4 : S'agit-il d'une pollution en métaux lourds et/ou HAP liée aux remblais ?

■ Oui:



■ non: étape 5

Catégorie 3 : infiltration possible ?

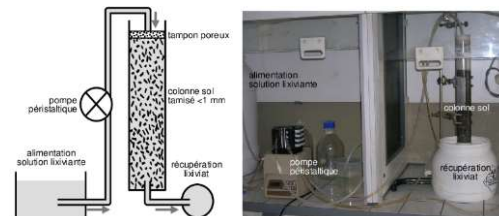
Question 1 : Les objectifs de qualité fixés pour l'eau souterraine (normes d'intervention) au droit de la pollution risquent-ils d'être compromis endéans les 100 ans ?

Outils:

■ Modélisation F-leach



■ Tests de lixiviation



■ Modèles numériques pour le transport de polluants dans des zones non saturées

Evaluation des risques simplifiée ML-HAP dans les couches de remblai : les valeurs de risque standard pour la lixiviation (VR_{S-N}) ne s'appliquent pas à l'infiltration concentrée!

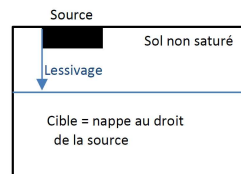


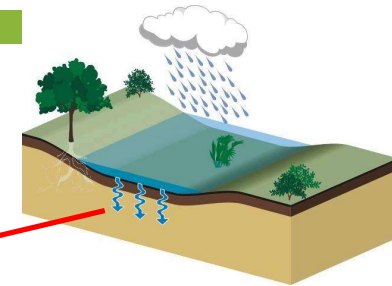
Tableau 10: Proposition de valeurs de risque standard pour le lessivage (VR_{S-N}) applicables aux sols pollués par des métaux lourds et HAPs.

VR_{S-N}^1	Norme d'intervention pour le sol ¹		
	zone particulière	Zone d'habitat	Zone industrielle
(mg/kg matière sèche)			
MÉTALLS LOURDS ET MÉTALLOÏDES			
Arsenic	27	58	103
Cadmium	2.9	2	6
Chrome (III)	673	130	240
Cuivre	108	120	191
Mercurie	9.9	2.9	4.7
Plomb	37	200	1250
Nickel	93	93	95
Zinc	333	333	333
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES			
Naphtalène	1.8	1.5	5
Benzo(a)pyrène	29	0.5	3.6
Phénanthrène	98	60	65
Fluoranthène	13	30	30
Benzo(a)anthracène	89	10.5	30
Chrysène	9.2 (S)	10	180
Benzo(b)fluoranthène	7.6 (S)	7	30
Benzo(k)fluoranthène	4 (S)	11.5	30
Benzo(ghi)peryène	1.2 (S)	160	3920
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	13 (S)	1	20
Anthracène	339 (S)	3	20
Fluorène	109 (S)	45	4690
Dibenz(a,h)anthracène	4 (S)	0.5	2.9
Acénaphthène	24	9	210
Acénaphthylène	8.7	1	40
Pyène	29	125	390

Légende couleur :
 VR_{S-N} < norme d'intervention pour une "zone particulière", "zone d'habitat" ET "zone industrielle"
 VR_{S-N} < norme d'intervention pour une "zone d'habitat" ET "zone industrielle"
 VR_{S-N} < norme d'intervention pour une "zone industrielle"
 VR_{S-N} < norme d'intervention quelle que soit la classe de sensibilité

(S) Valeurs limitées par la sensibilité du sol.
¹ Référence à l'Annexe 1 de l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 17 décembre 2003.
 Les valeurs de risque standard pour le lessivage (VR_{S-N}) mises en couleur sont inférieures aux normes d'intervention.

Catégorie 3 : infiltration possible ?



Flux infiltrant

=

précipitations nettes dans la zone insaturée

=

précipitations totales moins le ruissellement de surface
et l'évapotranspiration ; dépend du type de sol et du
recouvrement de sol. Exprimé en mètres/an.

À calculer sur la base de l'étude de dimensionnement du
dispositif d'infiltration :

$$\frac{\sum (\text{superficie} \times \text{coeff. de ruissellement}) \times \text{précipitations annuelles moy.}}{\text{superficie dispositif d'infiltration}}$$

FL F-LEACH 3.0

Basisscenario 1: Bodemverontreiniging

Bron in onverzadigde zone
Receptor is het grondwater op diepte z onder het maaiveld
(geen grondwaterverontreiniging)
Pad = z

Parameters onverzadigde zone

infiltratieflex $q = 0,265$ m/j

bulkdensiteit $P_1 = 1,5$ kg/l

vochtgehalte $\theta_1 = 0,2$ cm³/cm³

dispersiecoëfficiënt $D_1 = 0,06625$ m²/j

lengte bronzone $L = 50$ m

totale dikte onverzadigde zone $z = 2$ m

Parameters verzadigde zone

gradiënt $i = 0,001$ m/m

verzadigde doorlaatbaarheid $k = 365$ m/j

dikte freatische laag $d = 30$ m

via NGI-kaartblad ...

mengdiepte $M_z = 26,34599$ m

dilutiefactor $DL = 1,72576$

Terug

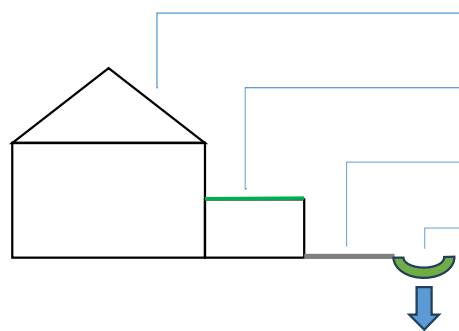
Stap 5 van 12

Bewaar Leeg Default Invoegen Rapport Herbegin Run

Basis map: C:\Users\wvanaken project/run: demo/demo basisscenario: basisscenario 1

Catégorie 3 : infiltration possible ?

- Calcul du flux infiltrant : p. ex. toit incliné, toit vert et terrasse raccordée à noue



Type	Superficie (m²)	Coefficient de ruissellement précipitations normales (moyen)*	Superficie imperméable équivalente (m²)
Toit incliné (ardoises)	48	0,85	40,8
Toit vert extensif 10 cm	36	0,5	18
Terrasse (carrelages + joints de ciment)	40	0,8	32
noue	20	1**	20
TOTAL			110,8

*Coefficient de ruissellement: <https://www.guidebatimentdurable.brussels/nl/begrippen-en-indicatoren.html?IDC=5344>

** parce que noue reçoit toutes les eaux de pluie qui y tombent

$$\text{Flux infiltrant} = (110,8 \text{ m}^2 * 0,8371 \text{ m/an}) / 20 \text{ m}^2 = 4,6375 \text{ m/an}$$

précipitations annuelles moyennes Uccle

https://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Clim_02

worst case: n'en tient pas compte avec évapotranspiration dans la noue!

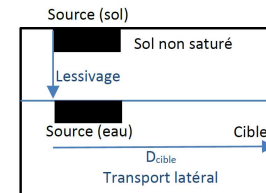
Catégorie 3 : infiltration possible ?

Question 2 : Existe-t-il un risque que, sous l'effet du transport latéral, le(s) polluant(s) puisse(nt) atteindre une des cibles endéans les 15 ans ?

Cibles = eaux de surface, captage d'eau, terrain voisin non pollué

Outils:

- Vitesse d'écoulement (V_{darcy} x facteur de retardement)
- F-leach (basisscenario 2)
- ...



Question 3 : Est-ce qu'une extension du volume des eaux polluées est à craindre ayant pour effet un accroissement important des moyens à mettre en œuvre pour l'assainissement ou la gestion du risque ?

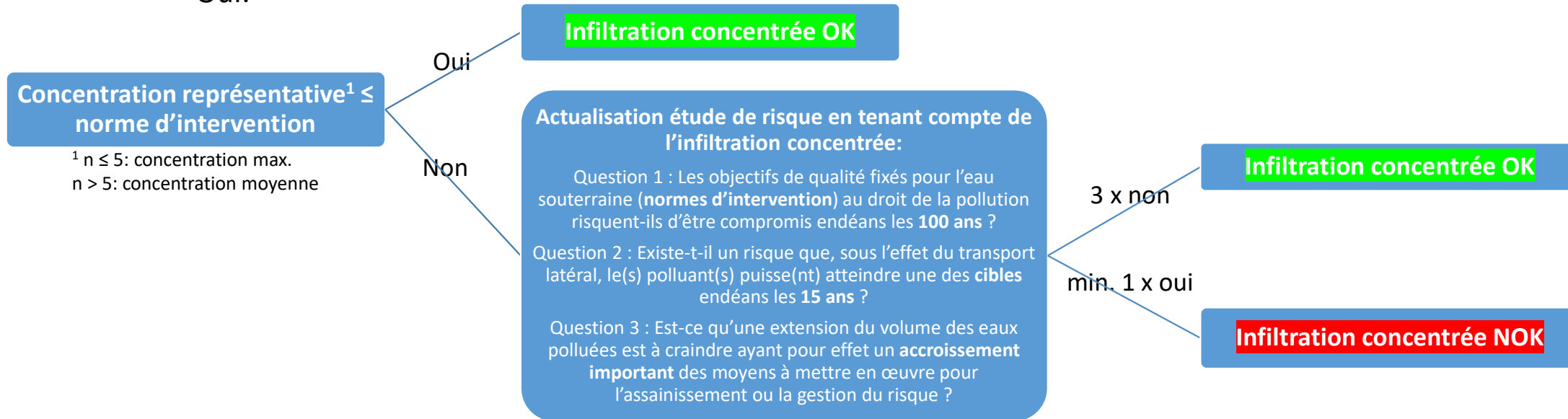
Evaluation **qualitative** au moyen de 7 critères :

1. Volume d'eaux souterraines polluées
2. Vitesse de transport pollution
3. Présence noyau
4. Biodégradation
5. L'importance de dépassement de la norme
6. Danger pour les nappes exploitables
7. Critères additionnelles → **dispositif d'infiltration à envisager ici**

Catégorie 3 : infiltration possible ?

■ Etape 4 : S'agit-il d'une pollution en métaux lourds et/ou HAP liée aux remblais ?

■ Oui:



■ non: étape 5

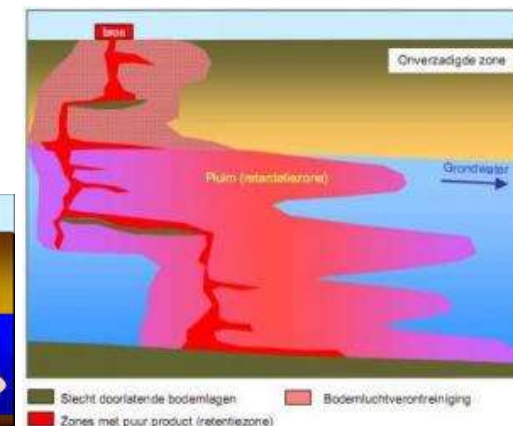
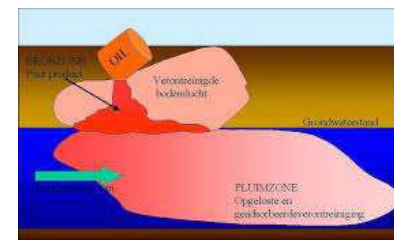
Catégorie 3 : infiltration possible ?

■ Etape 5 : autres pollutions

- Arrivé à l'étape 5, on envisage un dispositif d'infiltration dont les eaux infiltrées entrent en contact avec une pollution qui ne correspond :
 - ni à une pollution de l'eau souterraine en As/Ni d'origine naturelle ;
 - ni à une pollution en amiante ;
 - ni à une pollution en métaux lourds et/ou HAP liée aux remblais.
- Risque de dispersion par convention intolérable → **infiltration forcée NOK**

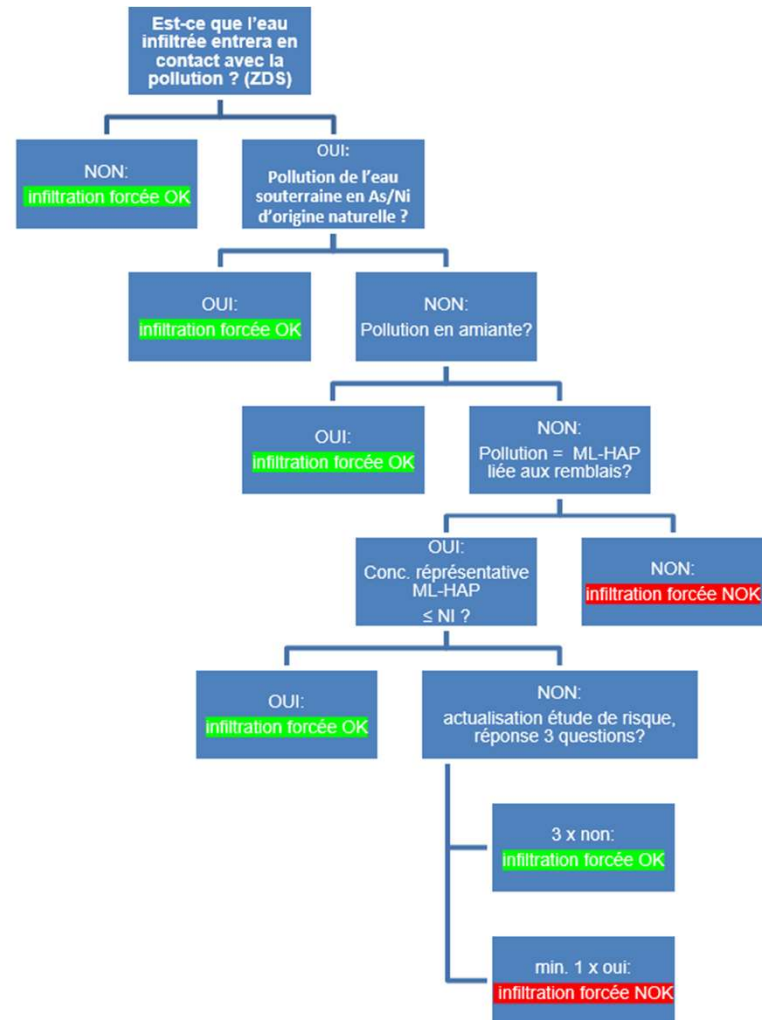
■ Exemples:

- Pollutions en hydrocarbures (mazout, essence, huiles,...)
- Pollutions en solvants chlorés (HCOV: nettoyage à sec, dégraissage métaux,...)
- Pollutions en PFAS
- ...



Catégorie 3 : infiltration possible ?

■ Résumé des 5 étapes:



Catégorie 4 : infiltration possible ?

Catégorie 4: parcelles polluées en cours d'étude
ou de traitement

Concentrations > norme d'intervention

Etudes de sol ou assainissement encore en cours

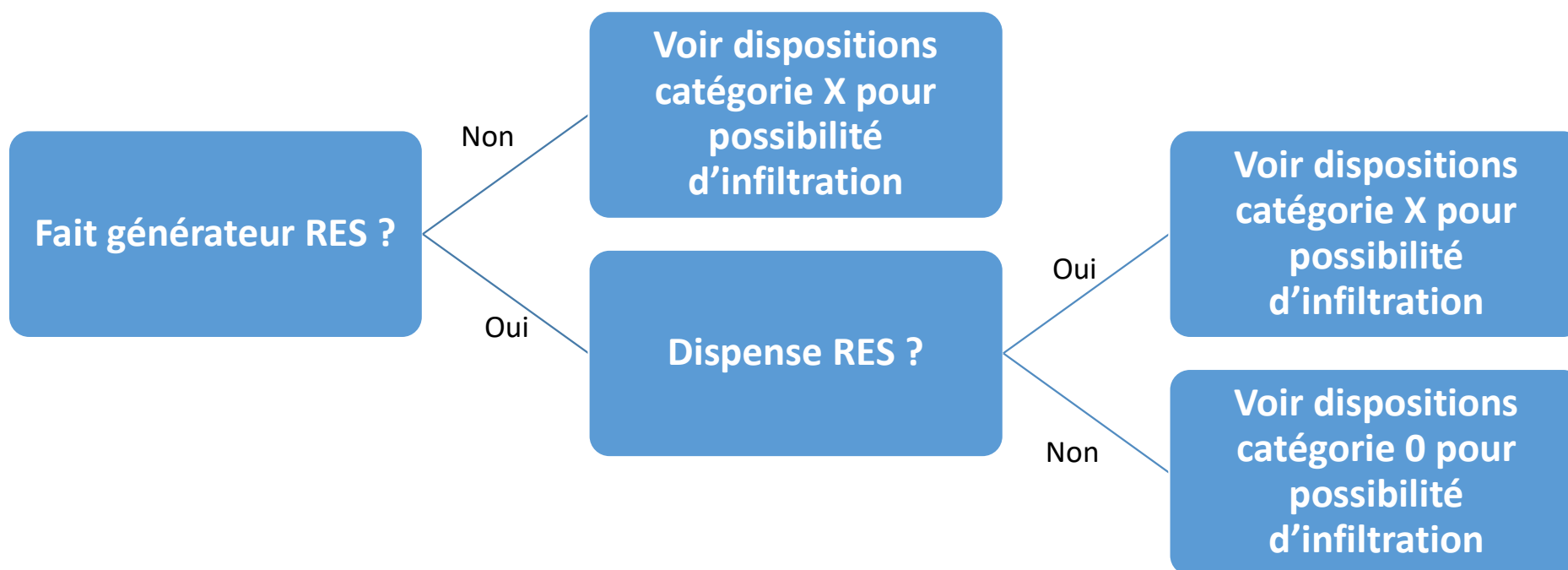


Prendre contact avec l'expert en pollution du sol pour qu'il voie si une infiltration est possible.

! Attention : ne pas faire des actes/travaux pouvant entraver l'étude ou l'assainissement de la pollution, ou augmenter les risques afférents à la pollution du sol !

Catégorie 0+X: infiltration possible ?

X = 1, 2, 3 ou 4

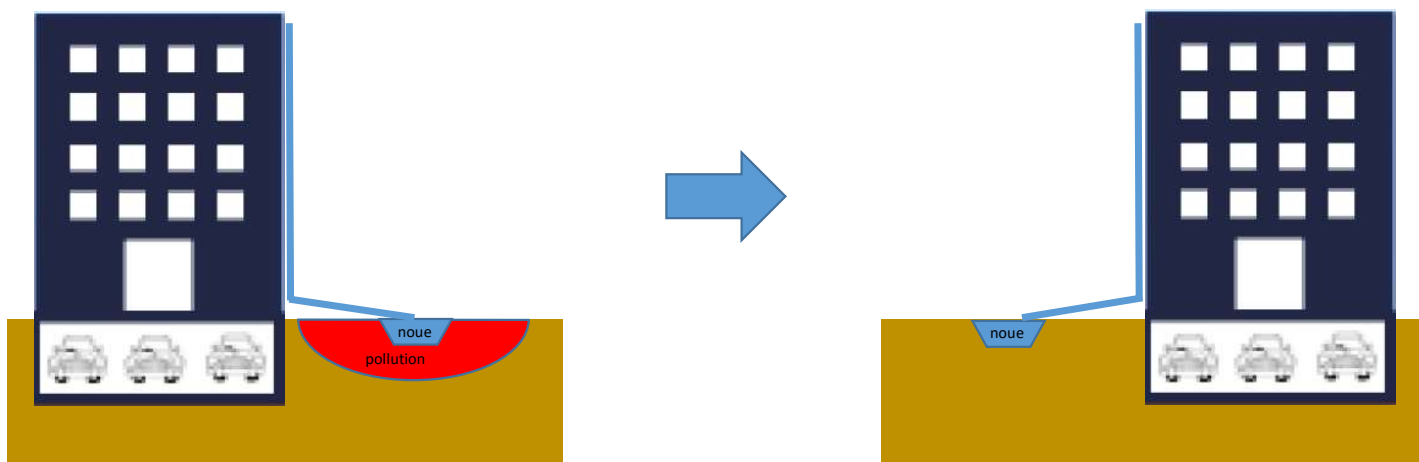


5 conseils pour permettre une infiltration sur des terrains pollués

Conseil 1 : tenez compte de la pollution du sol dans la conception du projet

Impliquer l'expert en pollution dans le projet en tant que conseiller

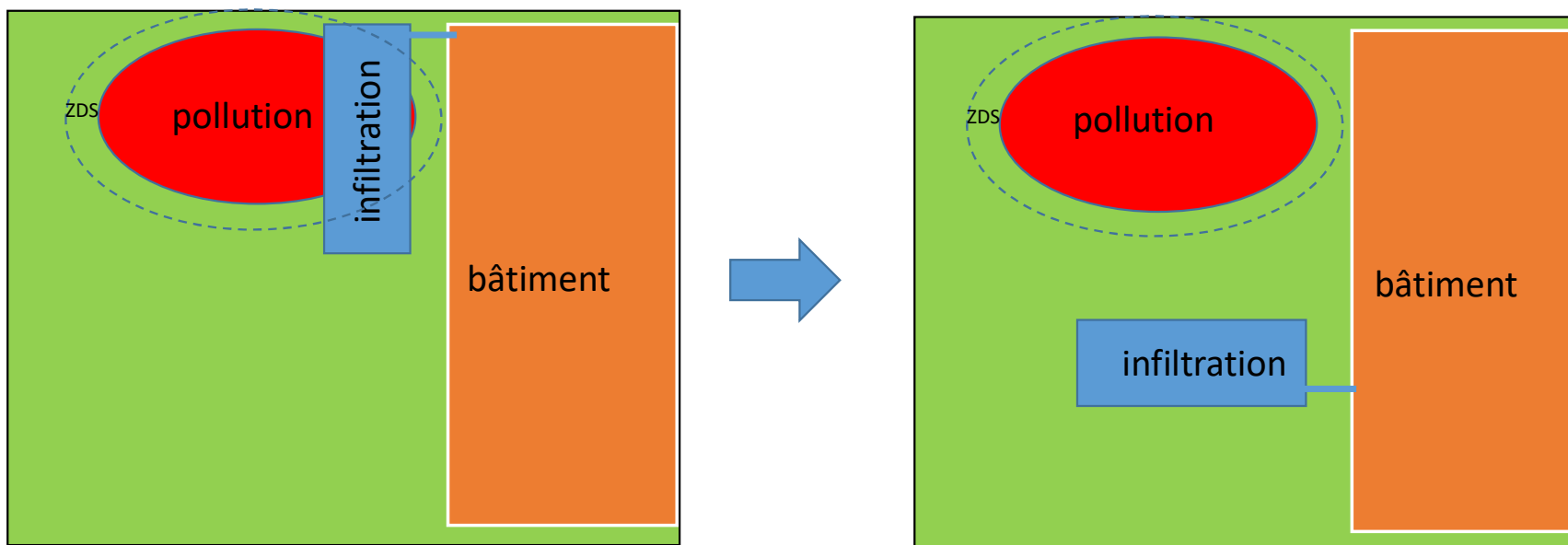
Chercher des synergies entre le projet et la pollution du sol. Par ex. terrassement stratégique :



5 conseils pour permettre une infiltration sur des terrains pollués

Conseil 2: concentrez les infiltrations sur les parties de terrain non concernées par la pollution et sa zone de sécurité (ZDS)

Catégorie 3 ou 4 ≠ toute la parcelle polluée (exception : couches de remblai)

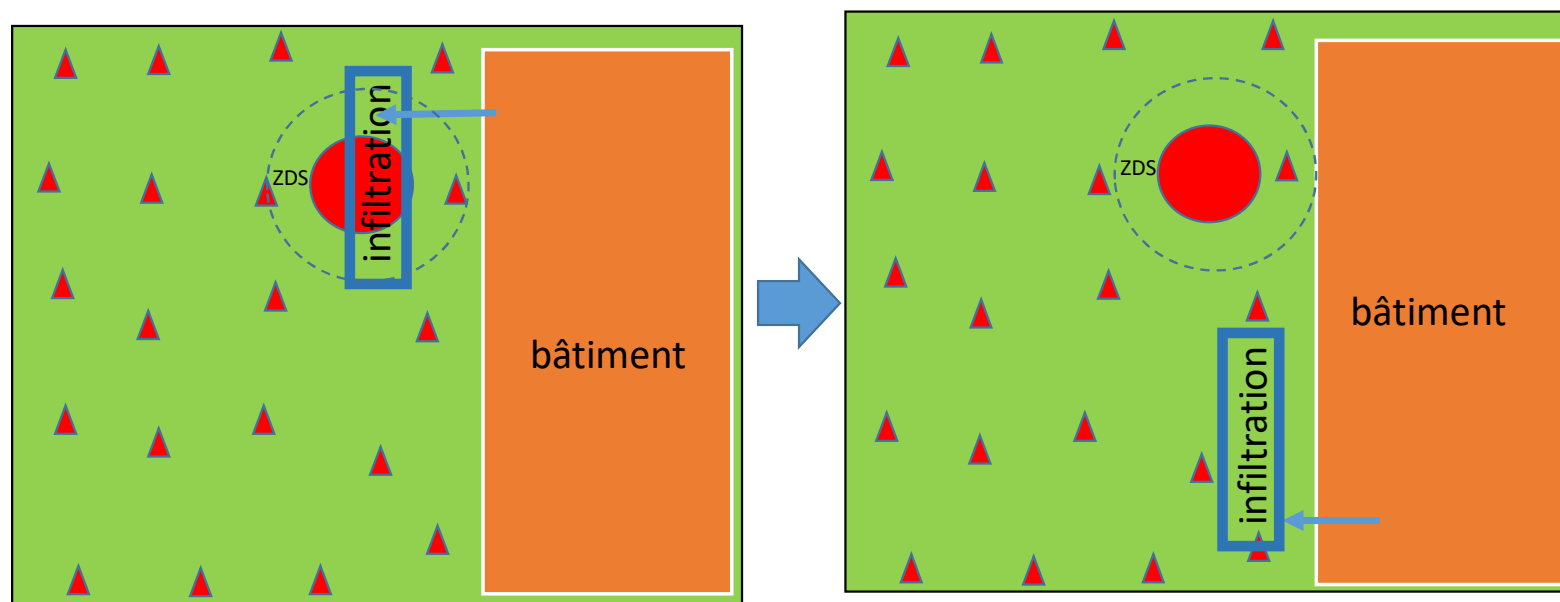


5 conseils pour permettre une infiltration sur des terrains pollués

Conseil 3 : terrain avec tache de pollution et couche de remblai polluée en ML-HAP → prévoir infiltration au niveau de la couche de remblai polluée, mais en respectant ZDS p/r tache de pollution

Concentration représentative couche de remblai $\leq$ norme d'intervention → infiltration OK

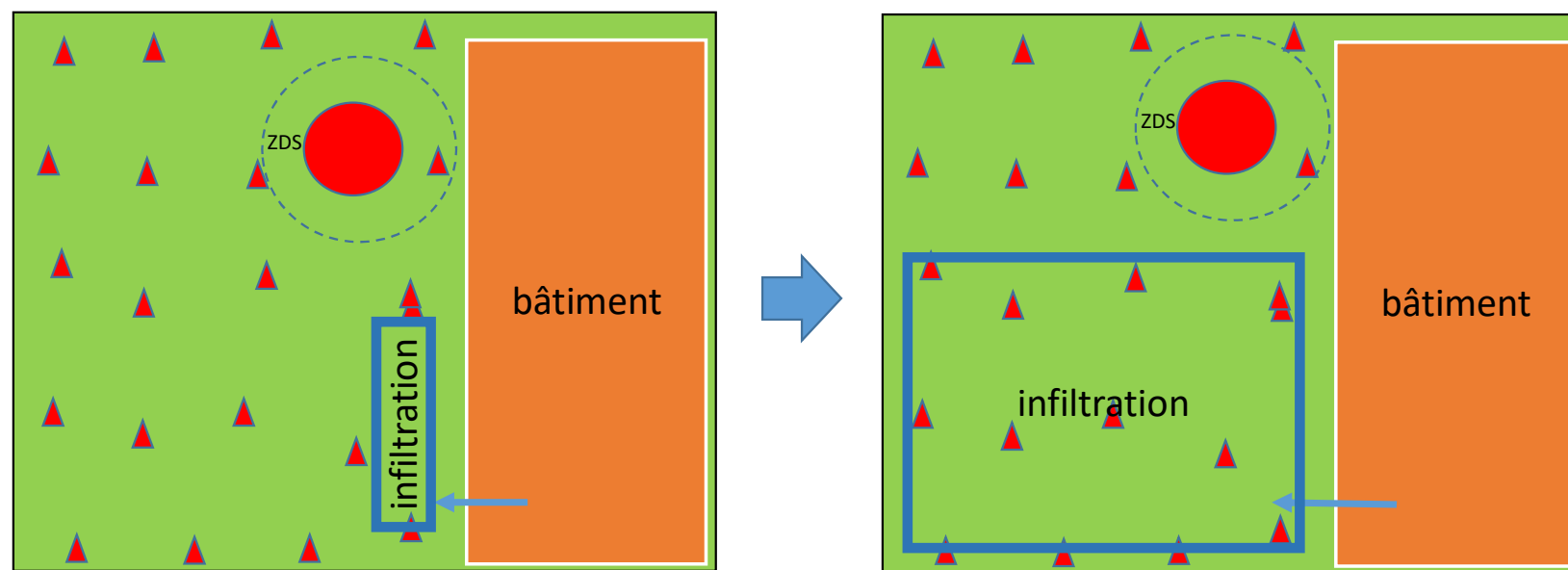
Concentration représentative couche de remblai $>$ norme d'intervention → actualisation étude de risque



5 conseils pour permettre une infiltration sur des terrains pollués

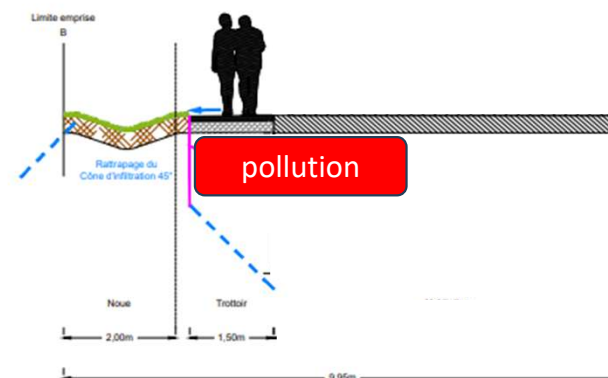
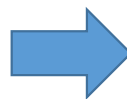
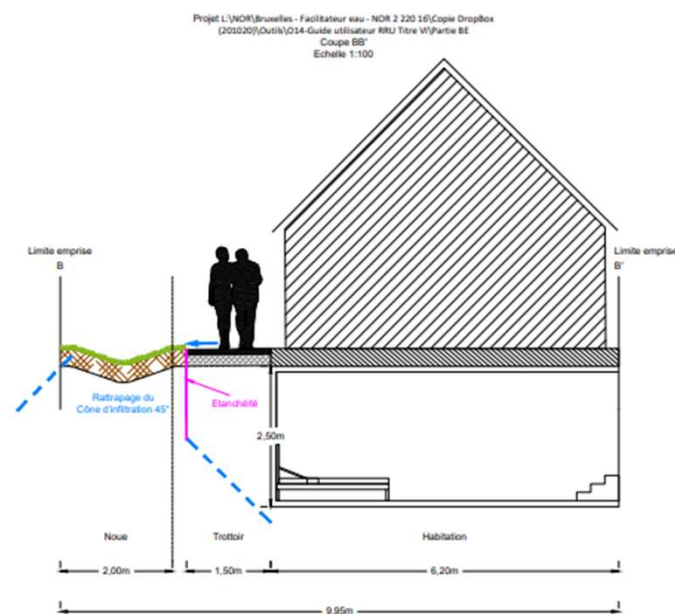
Conseil 4: si l'étude de risque montre que l'infiltration envisagée n'est pas compatible avec couche de remblai polluée en ML-HAP → augmentez la surface d'infiltration

surface d'infiltration ↑ = flux infiltrant ↓ = ↑ chance de résultat favorable de l'étude de risque



5 conseils pour permettre une infiltration sur des terrains pollués

Conseil 5: le cas échéant, prévoir écran étanche souterraine pour pouvoir infiltrer plus près d'une zone polluée



Solution alternative - étanchéité réalisée au niveau de l'ouvrage de gestion de l'eau (INFRA Service).

Malgré les 5 conseils : infiltration incompatible avec pollution du sol

Miser un maximum sur l'évapo(transpi)ration

Toitures vertes

<https://gidsduurzamegebouwen.brussels/groendak-realiseren>



Noue de tamponnage

<https://guidebatimentdurable.brussels/noues/types-noues>



Amortissement maximum des eaux pluviales

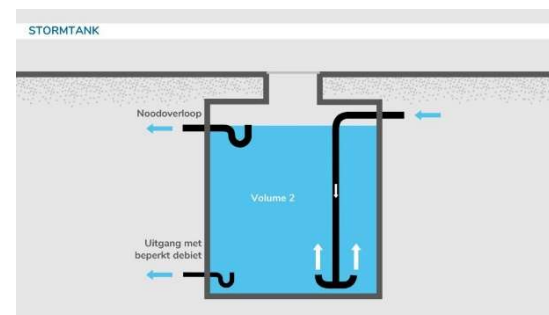
Toiture gravier / toiture en eau

<https://guidebatimentdurable.brussels/toitures-stockantes>



Citernes et bassins d'orage

<https://guidebatimentdurable.brussels/bassins-dorage-autres-ouvrages-retention>



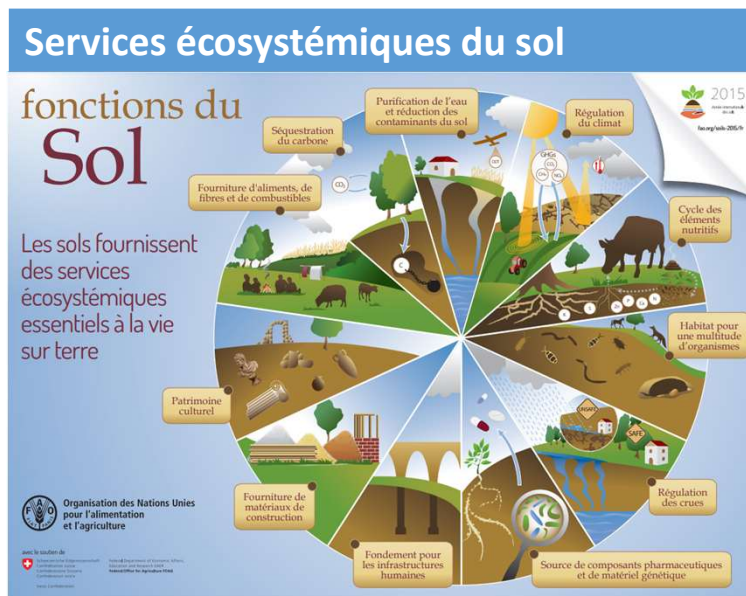
Aides de Bruxelles Environnement



- [Primes sol](#) pour études et assainissement pollutions orphelines
- Centrale d'achats pour organisations soumises à la réglementation marché publique:
 - [Centrale d'achat études de sol](#) (expert en pollution du sol)
 - [Centrale d'achat travaux de traitement](#) (entrepreneur en assainissement du sol)
- Outil [infiltrasoil](#) (e.a. conseil en fonction de la catégorie)
- [Facilitateur sol](#)
 - Téléphone : 02 775 75 75 (service info BE)
 - Email : soilfacilitator@environnement.brussels
- [Facilitateur eau](#)
 - Tél : 0800 85 775
 - Email : facilitateur.eau@environnement.brussels

GIS & Stratégie Good Soil

En plus de GIEP, pensez également GIS
(Gestion Intégrée des Eaux Pluviales - Gestion Intégrée du Sol)



Menaces du sol

Imperméabilisation

Pollution du sol

Compaction

Perte biodiversité

Erosion

Perte matière organique

Perte de nutriments

Stratégie Good Soil approuvé en mai '24 par gouvernement RBC
(plus d'info [ici](#))

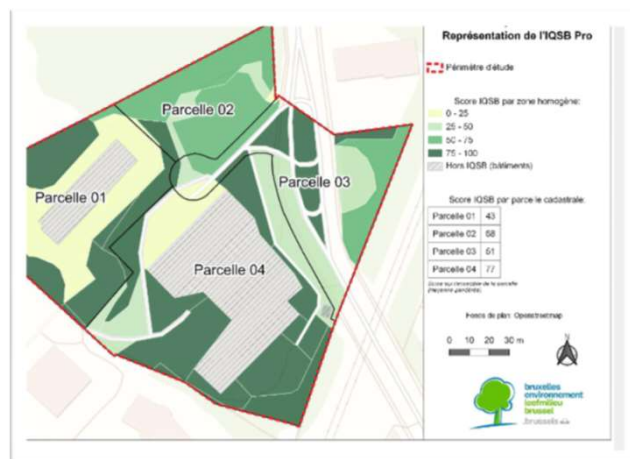
Stratégie Good Soil: déjà disponible



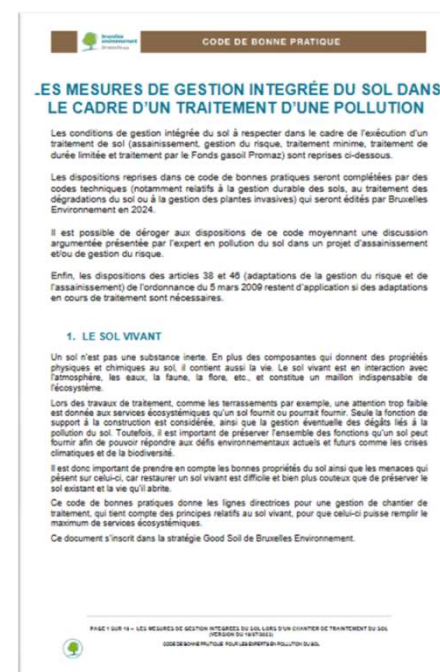
Indice de qualité des sols bruxellois (IQSB-PRO)

Good Soil IQSB professionnels

Guide : Indice de qualité des sols bruxellois (IQSB)



CdBP mesures de gestion intégrée du sol dans le cadre du traitement d'une pollution



Stratégie Good Soil: à venir

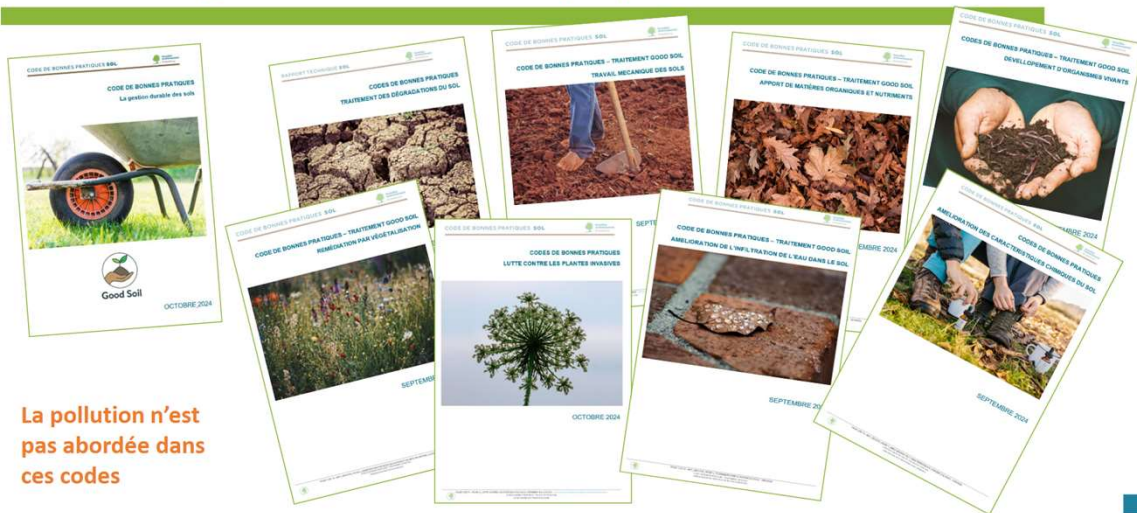
CdBp gestion durable des sols
CdBp traitement du sol
(publication prévue début 2025)

Etude comment la RBC implémentera les ambitions de l'objectif européen « zéro artificialisation nette » d'ici 2050 en concertation avec les administrations (extra)régionales

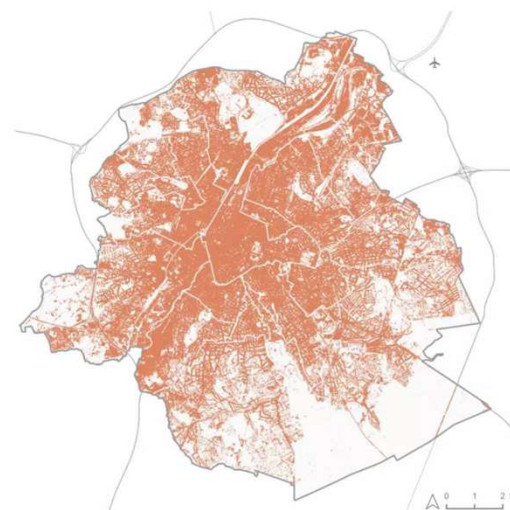
Les codes

Un code "gestion" & huit codes "bonnes pratiques"

SOL & CO
SOL ET BIODIVERSITÉ



La pollution n'est pas abordée dans ces codes



53,2%
Surfaces
imperméables

86,45 km² sur 162,42 km²

Carte des surfaces imperméables
de la Région de Bruxelles-Capitale

Conclusion

- Consulter la carte de l'état du sol avant de concevoir l'infiltration
- Sol polluée? Infiltration n'est pas automatiquement exclut!
- Faites appel aux aides offertes par BE (facilitateur eau, facilitateur sol,..)
- En plus de GIEP, pensez également GIS !



Merci Bedankt

Wannes Van Aken

wvanaken@leefmilieu.brussels