



MIDI DE L'EAU

LES MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT DES DISPOSITIFS DE GIÉP



Stéphan Truong
Facilitateur Eau pour LBE

Du tout tuyau à la ville perméable



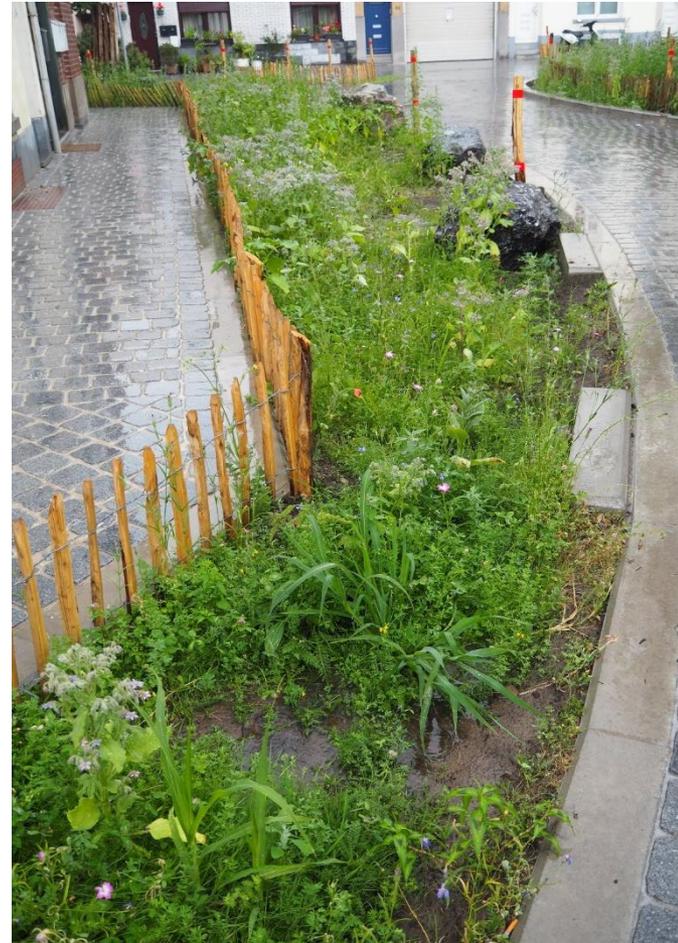
Source : Méli Mélo – Démêtons les fils de l'eau – www.graie.org/eaumelimelo/



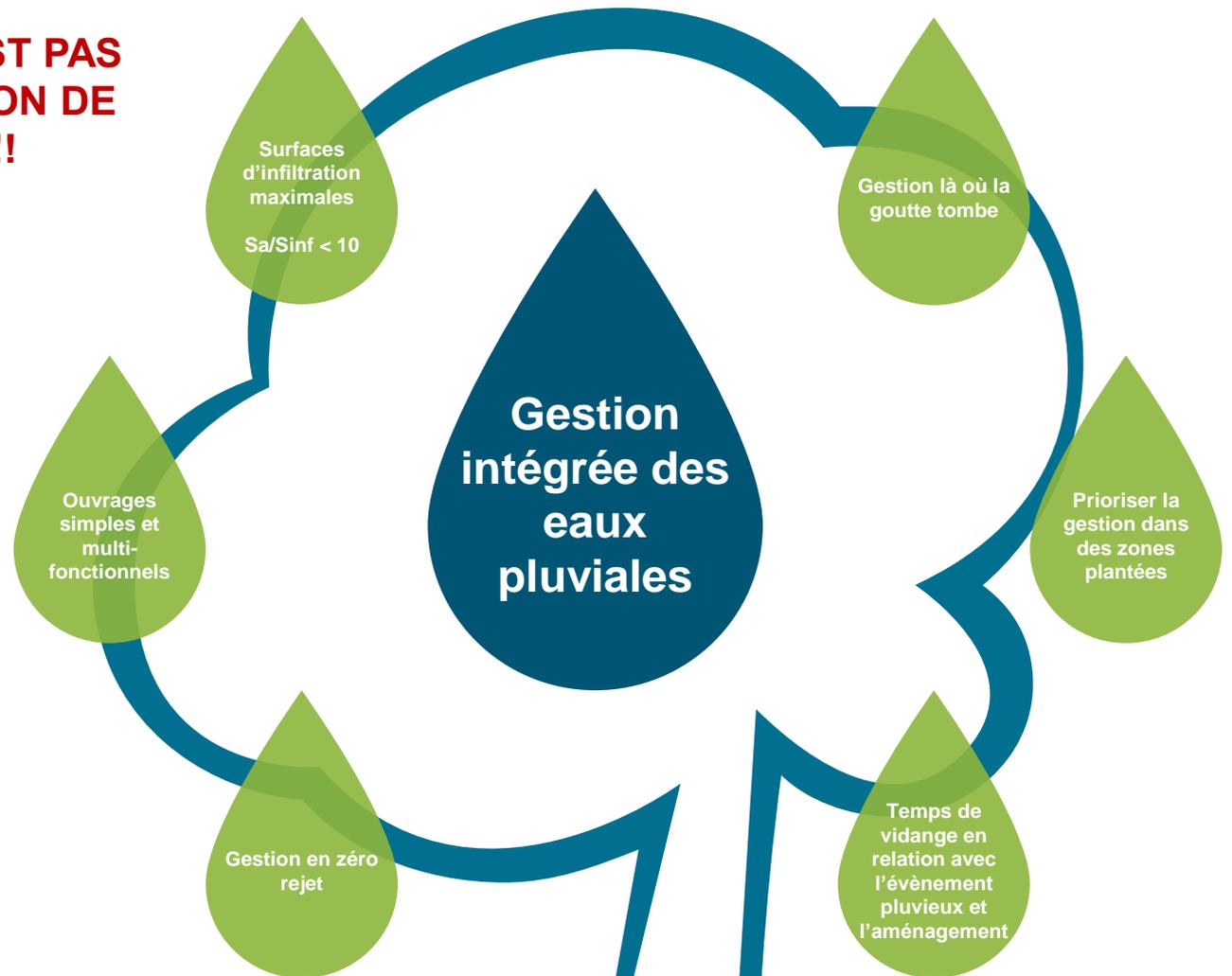
Changer les (mauvaises) habitudes d'aménager la ville ...

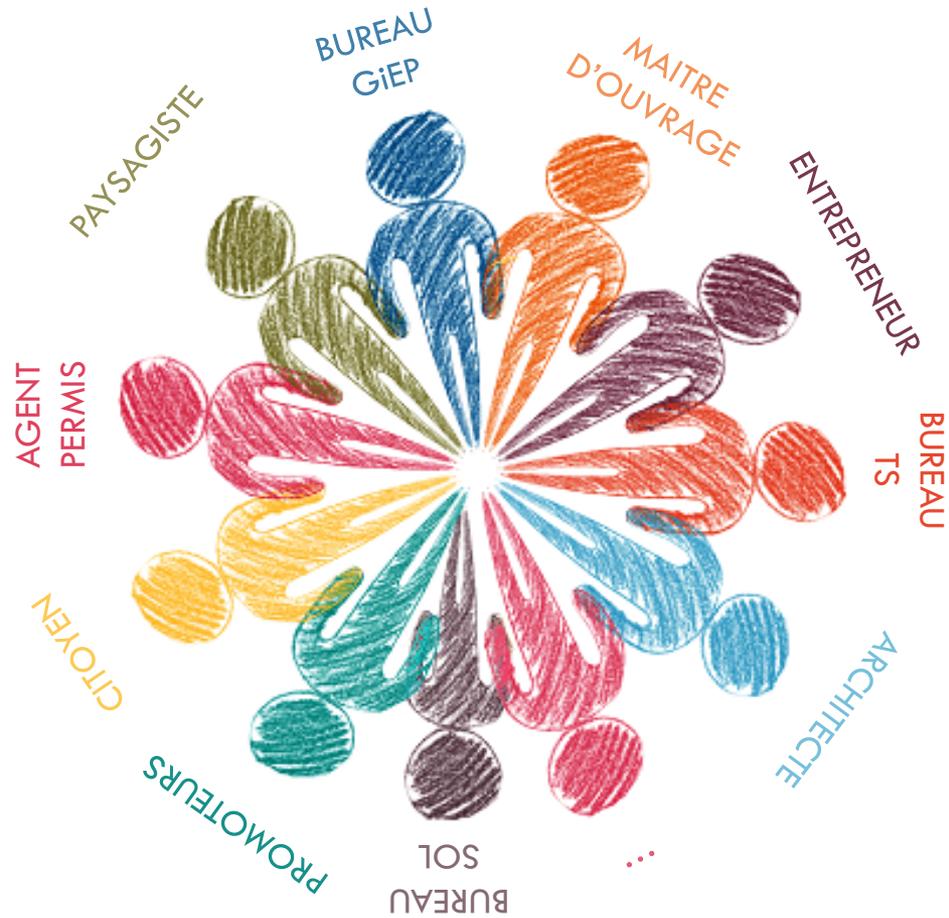


... nécessite de connaître les méthodes de dimensionnement



**LA GIÉP CE N'EST PAS
QU'UNE QUESTION DE
VOLUMES !!!**







- ▶ Quelles hypothèses (perméabilité, coefficient de ruissellement, données pluviométriques...) prendre en compte ?
- ▶ Quelles méthodes de dimensionnement utiliser pour évaluer les volumes à prévoir ?
- ▶ Quels paramètres influencent les résultats ?
- ▶ Quels outils existent pour aider à concevoir les dispositifs de GiEP ?



ÉLÉMENTS D'HYDROLOGIE

- ▶ Pluviométrie
- ▶ Ruissellement
- ▶ Infiltration

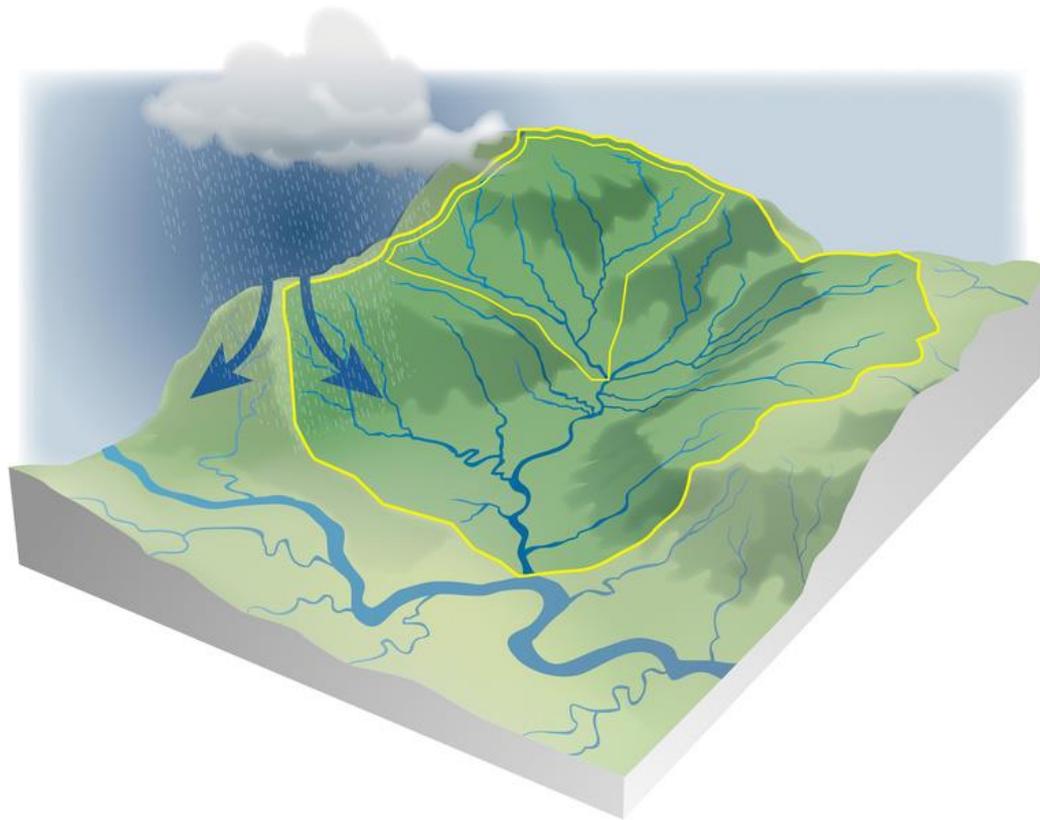
MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT

OUTILS



Surface définie par l'ensemble des eaux tombant sur cette surface et qui convergent vers un même point de sortie appelé exutoire

- ▶ Défini par la topographie (milieu naturel) ET le réseau d'égouttage (milieu urbain)



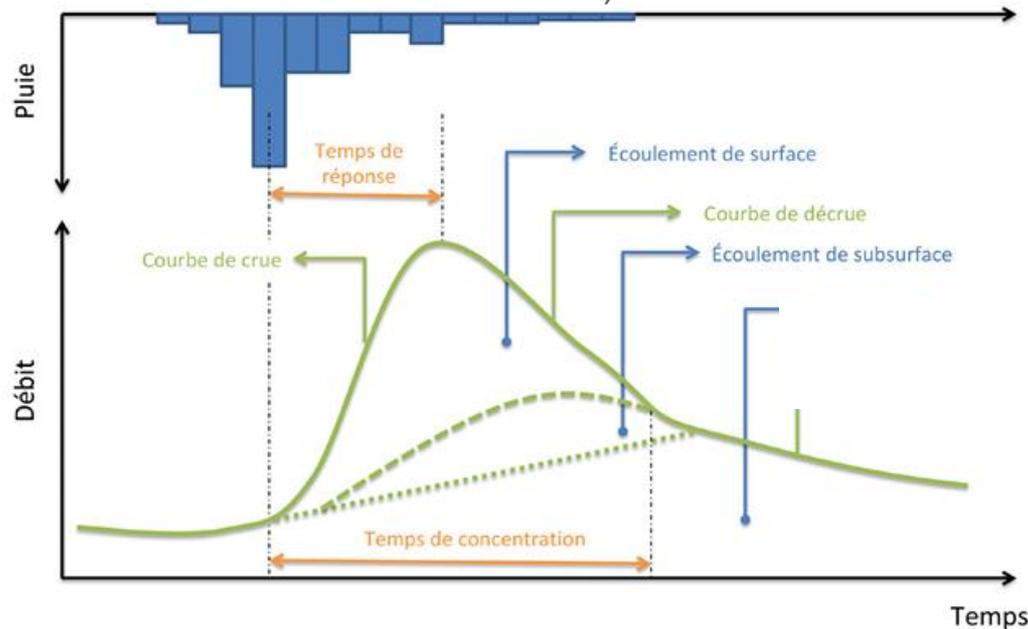
Source : Bassin versant de la Gartempe



TEMPS CARACTÉRISTIQUES D'UN BASSIN VERSANT

Temps caractéristiques :

- ▶ Temps de réponse : intervalle de temps entre le centre de gravité de la pluie nette et celui du pic de crue
- ▶ Temps de concentration : temps moyen nécessaire à une goutte d'eau pour se déplacer depuis le point le plus éloigné « hydrologiquement » jusqu'à l'exutoire. On peut estimer t_c en mesurant la durée comprise entre la fin de la pluie nette et la fin du ruissellement direct (i.e. fin de l'écoulement de surface).



Ces temps dépendent des caractéristiques du BV :

- ▶ forme,
- ▶ taille
- ▶ pentes
- ▶ types de surfaces

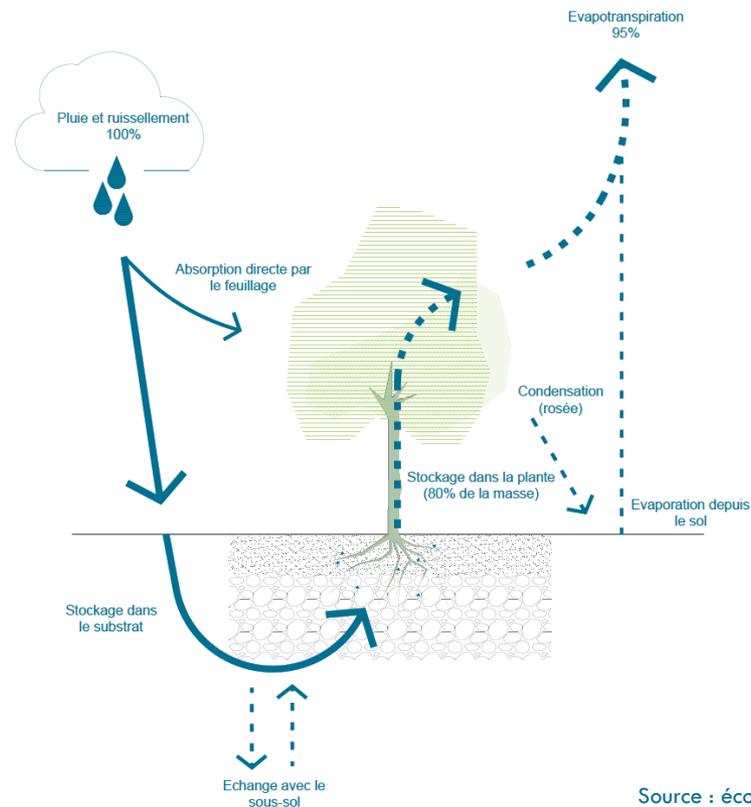
mais aussi du type d'évènement pluvieux

Source : A. Musy - EPFL



Les différentes composantes du bilan hydrologique d'une pluie tombant sur une surface sont : le ruissellement, l'infiltration et l'évapotranspiration

⇒ L'objectif est de minimiser le ruissellement et maximiser l'infiltration et l'évapotranspiration



Source : écorce



ÉLÉMENTS D'HYDROLOGIE

- ▶ **Pluviométrie**
- ▶ Ruissellement
- ▶ Infiltration

MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT
OUTILS



Un évènement pluvieux est caractérisé par 3 paramètres (QDF) :

- ▶ La **Q**uantité de pluie précipitée
- ▶ La **D**urée de l'évènement pluvieux
- ▶ La **F**réquence (= période de retour = temps de retour (TR))

Durée	Période de retour (années)											
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	200
10 min	7,7	11	13,5	15	16,1	17	17,8	19	19,9	21,8	23,1	26,6
20 min	11,1	15,9	19,5	21,7	23,3	24,6	25,7	27,5	28,9	31,5	33,5	38,5
30 min	13,1	19	23,4	26,1	28,1	29,6	31	33,1	34,8	38	40,4	46,5
1 h	16,2	22,7	27,6	30,6	32,7	34,5	35,9	38,2	40,1	43,6	46,2	52,8
2 h	19,4	26,8	32,3	35,6	38,1	40	41,6	44,2	46,3	50,2	53,1	60,5
3 h	21,6	29,7	35,7	39,3	42	44,1	45,9	48,7	51	55,3	58,4	66,5
6 h	26,1	34,4	40,5	44,2	46,9	49,1	50,9	53,8	56,1	60,4	63,7	71,8
12 h	31,8	41,7	49,1	53,5	56,7	59,3	61,4	64,9	67,6	72,8	76,6	86,2
1 d	39	50,5	58,7	63,6	67,2	70	72,3	76	78,9	84,4	88,4	98,5
2 d	49,6	63,4	73,1	78,8	82,8	86	88,6	92,8	96,1	102,2	106,6	117,5
3 d	52,9	67,6	77,8	83,7	87,9	91,2	93,9	98,2	101,6	107,7	112,2	123,1
4 d	57,6	73,3	84	90,2	94,6	98,1	100,9	105,3	108,8	115,2	119,7	130,9
5 d	65,4	82,4	93,9	100,6	105,3	108,9	111,9	116,6	120,3	127	131,8	143,6
7 d	75,4	93,8	106,2	113,3	118,2	122,1	125,2	130,2	134	141	146	158,1
10 d	89,8	110,7	124,6	132,4	137,9	142,1	145,6	151	155,2	162,8	168,2	181,2
15 d	108,8	133,2	149,1	158	164,3	169,1	172,9	179	183,7	192,2	198,1	212,4
20 d	126,7	155,2	173,6	183,9	191	196,4	200,9	207,8	213,1	222,6	229,3	245,2
25 d	135,2	165,5	184,9	195,7	203,1	208,8	213,4	220,6	226,1	236	242,9	259,3
30 d	157,9	190,3	211	222,4	230,3	236,3	241,2	248,7	254,5	264,9	272,1	289,2

Statistiques des précipitations extrêmes – Commune de Uccle

Niveau de retour estimé pour une durée de précipitations [de 10 minutes à 30 jours]

et une période de retour [de 2 à 200 années] - Unités : mm

Source : IRM

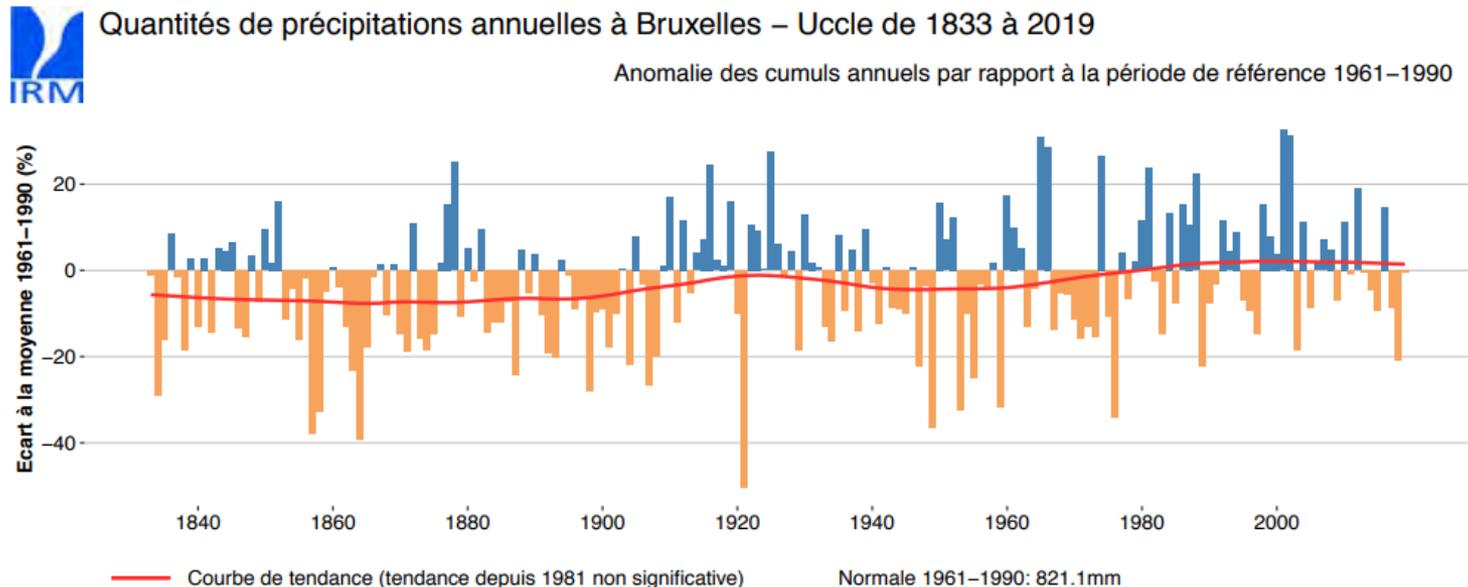
MIDI DE L'EAU – LES MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT DES DISPOSITIFS DE GIÉP – 18/04/2024



Comment sont calculées les courbes (QDF) pour une localisation donnée ?

- ▶ Modèle 1 : sur la base d'une longue série de mesures de précipitations

⇒ Exemple : station de Uccle, mesure journalière depuis 1833 !



Evolution de la quantité annuelle de précipitation sur la période 1833-2019. anomalies exprimées en pourcentage

Source : IRM



Comment sont calculées les courbes (QDF) pour une localisation donnée ?

- ▶ Modèle 1 : sur la base d'une longue série de mesures de précipitations

Exemple : station de Uccle, mesure journalière depuis 1833 !

⇒ **Avantage** : données plus précises lorsqu'une station météo est proche

- ▶ Modèle 2 : sur base de série de précipitations moins longue ET :

- des modèles d'extrapolation temporelle
- des modèles d'extrapolation spatiale

⇒ **Avantage 1** : disponibilité des données sur toute la Belgique

⇒ **Avantage 2** : homogénéité à l'échelle du pays

⇒ **Avantage 3** : intégration du changement climatique possible



PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES

Comparaison de deux tableaux (QDF) selon 2 modèles

		data	modèle	Diff															
		2			5			10			15			20			25		
Durée	10 min	7,7	8,1	105%	11	10,9	99%	13,5	12,8	95%	15	14	93%	16,1	14,8	92%	17	15,4	91%
	20 min	11,1	11	99%	15,9	14,8	93%	19,5	17,5	90%	21,7	19	88%	23,3	20,1	86%	24,6	21	85%
	30 min	13,1	12,8	98%	19	17,3	91%	23,4	20,4	87%	26,1	22,2	85%	28,1	23,5	84%	29,6	24,5	83%
	1 h	16,2	16,2	100%	22,7	21,8	96%	27,6	25,7	93%	30,6	28	92%	32,7	29,6	91%	34,5	30,9	90%
	2 h	19,4	19,9	103%	26,8	26,8	100%	32,3	31,7	98%	35,6	34,5	97%	38,1	36,5	96%	40	38	95%
	3 h	21,6	22,3	103%	29,7	30,1	101%	35,7	35,5	99%	39,3	38,7	98%	42	40,9	97%	44,1	42,7	97%
	6 h	26,1	27	103%	34,4	36,4	106%	40,5	42,9	106%	44,2	46,7	106%	46,9	49,5	106%	49,1	51,6	105%
	12 h	31,8	32,5	102%	41,7	43,8	105%	49,1	51,7	105%	53,5	56,2	105%	56,7	59,5	105%	59,3	62,1	105%
	1 d	39	39	100%	50,5	52,6	104%	58,7	62	106%	63,6	67,5	106%	67,2	71,4	106%	70	74,5	106%
	2 d	49,6	46,7	94%	63,4	63	99%	73,1	74,4	102%	78,8	80,9	103%	82,8	85,6	103%	86	89,3	104%
3 d	52,9	51,9	98%	67,6	70,1	104%	77,8	82,7	106%	83,7	90	108%	87,9	95,2	108%	91,2	99,3	109%	

		data	modèle	Diff	data	modèle	Diff	data	modèle	Diff	data	modèle	Diff	data	modèle	Diff	data	modèle	Diff
		30			40			50			75			100			200		
Durée	10 min	17,8	15,9	89%	19	16,7	88%	19,9	17,4	87%	21,8	18,6	85%	23,1	19,4	84%	26,6	21,6	81%
	20 min	25,7	21,7	84%	27,5	22,8	83%	28,9	23,7	82%	31,5	25,3	80%	33,5	26,5	79%	38,5	29,4	76%
	30 min	31	25,3	82%	33,1	26,6	80%	34,8	27,7	80%	38	29,6	78%	40,4	30,9	76%	46,5	34,3	74%
	1 h	35,9	31,9	89%	38,2	33,6	88%	40,1	34,9	87%	43,6	37,3	86%	46,2	39	84%	52,8	43,3	82%
	2 h	41,6	39,3	94%	44,2	41,4	94%	46,3	43	93%	50,2	45,9	91%	53,1	48	90%	60,5	53,2	88%
	3 h	45,9	44,1	96%	48,7	46,4	95%	51	48,2	95%	55,3	51,5	93%	58,4	53,9	92%	66,5	59,7	90%
	6 h	50,9	53,3	105%	53,8	56,1	104%	56,1	58,2	104%	60,4	62,2	103%	63,7	65,1	102%	71,8	72,2	101%
	12 h	61,4	64,1	104%	64,9	67,5	104%	67,6	70,1	104%	72,8	74,9	103%	76,6	78,4	102%	86,2	86,9	101%
	1 d	72,3	77	107%	76	81	107%	78,9	84,1	107%	84,4	89,9	107%	88,4	94,1	106%	98,5	104,3	106%
	2 d	88,6	92,3	104%	92,8	97,1	105%	96,1	100,9	105%	102,2	107,8	105%	106,6	112,8	106%	117,5	125,1	106%
3 d	93,9	102,6	109%	98,2	108	110%	101,6	112,1	110%	107,7	119,8	111%	112,2	125,4	112%	123,1	139	113%	

Données QDF (modèle) disponible: [IRM - Climat dans votre commune \(meteo.be\)](https://irm.meteo.be/)



Comment sont calculées les courbes (QDF) pour une localisation donnée ?

- ▶ Modèle 1 : sur la base d'une longue série de mesures de précipitations

Exemple : station de Uccle, mesure journalière depuis 1833 !

⇒ Disponible pour Uccle sur le site de [Bruxelles Environnement](#)

⇒ Demande via formulaire de contact de l'[IRM](#)

- ▶ Modèle 2 : sur base de série de précipitations moins longue ET :

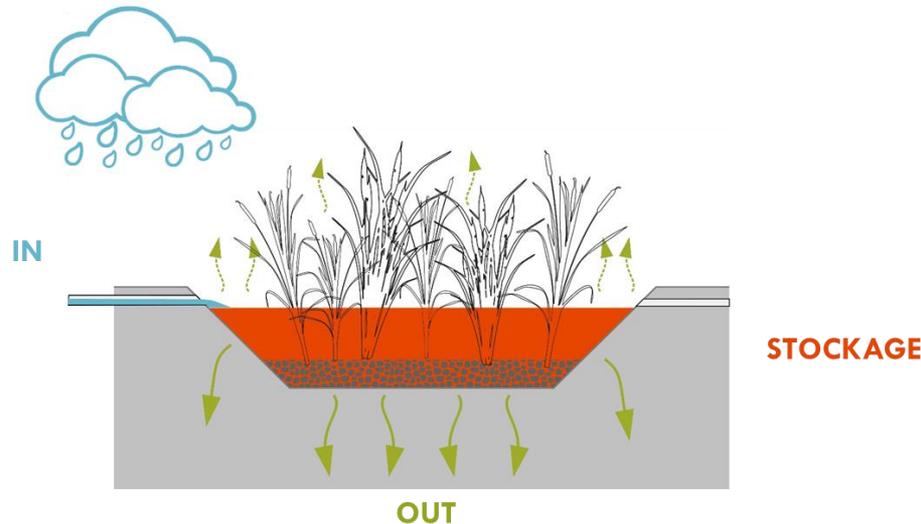
- des modèles d'extrapolation temporelle
- des modèles d'extrapolation spatiale

⇒ Données disponibles sur le site de l'[IRM](#) - [Climat dans votre commune](#)



Quelle pluie prendre en compte ?

- ▶ Le TR est fixé par les ambitions
- ▶ Durée de pluie à prendre en compte
 - En théorie = temps de réponse du bassin versant c'est-à-dire l'intervalle de temps entre le centre de gravité de la pluie nette et celui du pic de crue
 - En pratique : utilisation de la méthode des pluies pour déterminer la durée de pluie la plus problématique en fonction des caractéristiques du projet (surface active, perméabilité et surface d'infiltration)



Ambition régionale

- ▶ sensibilité du territoire bruxellois (densité croissante, urbanisation des zones inondables et disparition des zones humides)
- ▶ infrastructures d'assainissement dimensionnée au début du XXe
- ▶ anticipation de l'évolution des pluies orageuses (changement climatique)
 - ⇒ **Passage d'un TR10 à TR de minimum 20 ans, tant pour l'espace public que l'espace privé à l'échelle du territoire**

Solutions

- ▶ GiEP : Déconnexion de surfaces imperméables ($\pm 13\%$)
- ▶ BO : Augmenter capacités d'accueil du réseau d'égouttage ($\pm 20\%$)
- ▶ Combinaison GiEP + BO

GIÉP = réponse écologique et économique en zone urbaine

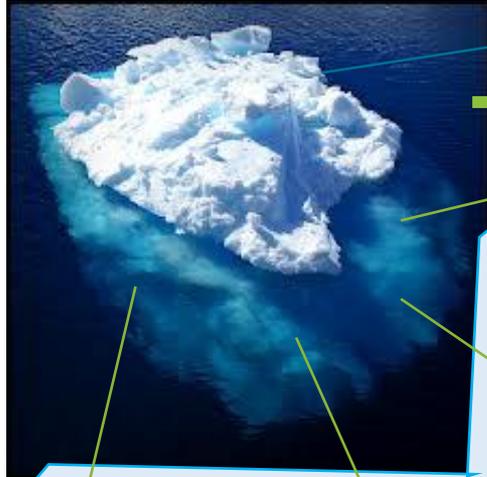
- ▶ Plus avantageux que de redimensionner les réseaux
- ▶ Moins coûteux que la réparation des dégâts liés aux inondations

Choix du temps de retour des pluies

- ⇒ **Neuf/rénovation lourde : TR100**
- ⇒ **Rénovation légère : « le maximum possible »**



PLUVIOMÉTRIE VS ENJEUX



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)



ÉLÉMENTS D'HYDROLOGIE

- ▶ Pluviométrie
- ▶ **Ruissellement**
- ▶ Infiltration

MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT
OUTILS



Définition

- ▶ Surface fictive qui représente les surfaces qui participent activement au ruissellement des eaux pluviales

Calcul

- ▶ $S_a = \sum CR * S_i$

avec

- CR = coefficient de ruissellement
- S_i = Surface i

Coefficient de ruissellement

$$\frac{\text{Hauteur d'eau ruisselée}}{\text{Hauteur d'eau précipitée}}$$

⇒ **Dépend du type de surface mais pas que...**



LES CR DÉPENDENT DE NOMBREUX PARAMÈTRES

Du type de surface

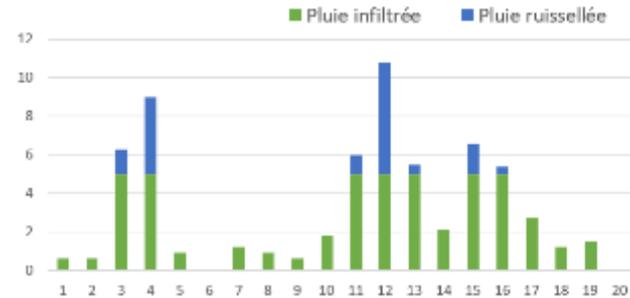


De la topographie combinée à la « rugosité » du sol

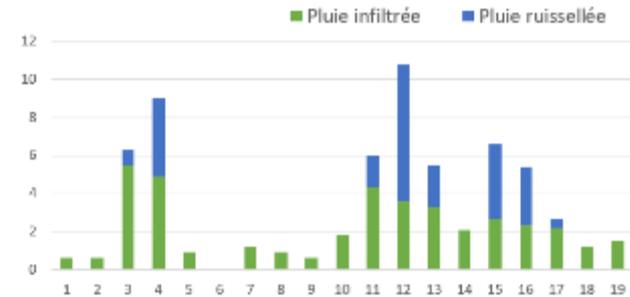


Dépendance spatiale mais statique dans le temps

Du type d'évènement pluvieux (intensité, durée)



Du niveau de saturation du sol



Variation temporelle



LES COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT

De nombreuses sources donnent des CR pour différents types de surfaces

- ▶ Exemple dans le Guide Bâtiment Durable

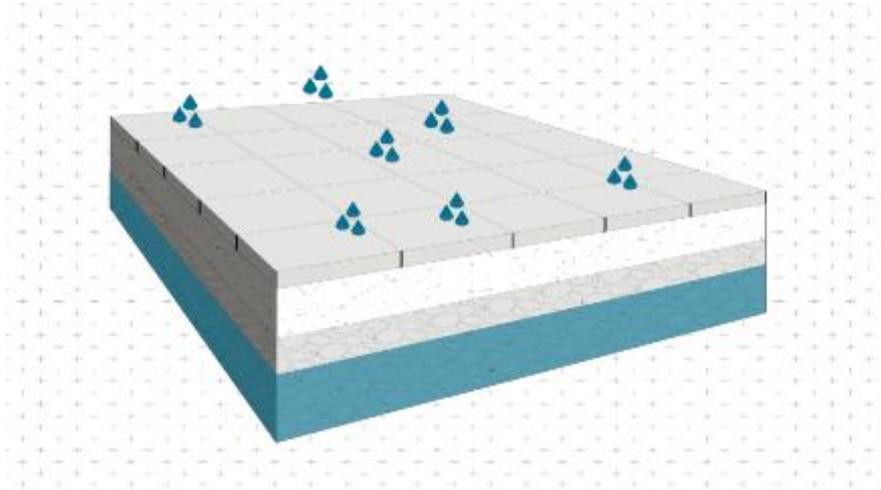
Surface	Pluies courantes	Pluies intenses
Toitures en pentes	0,85 – 0,9	1
Toitures plates		
- bitume	0,75	1
- gravier, stockant	0,6	1
- végétalisée, 5 cm	0,5	0,9
- végétalisée, 20 cm	-	0,4
- végétalisée, 40 cm	-	0,3
Asphalte	1	1
Dalle gazon/gravier	0,1	0,3
Jardin, pleine terre	0,1	0,3
Massif boisé	0,05	0,3
Pavés à joints sablé	0,55	0,9
Pavés poreux	-	0,6
Terre battue	0,2	0,7

Source : Guide bâtiment durable – Bruxelles Environnement



Cas particulier des revêtements (semi)-perméables

- Les eaux pluviales tombant sur ce type de surface ne ruisselle en soit pas... Néanmoins, on les comptabilise dans la surface active car les volumes d'eau engendrés doivent être prévus dans la sous-fondation (massif drainant)



Source : écorce

Surface total = 100 m²

↓ CR = 0,9

Surface active = 90 m²

↓ pluie = 60 mm/m²

Volume à gérer = 5,4 m³

↓
À prévoir dans la
sous-fondation



De nombreuses sources donnent des CR pour différents types de surfaces

- ▶ Les valeurs varient fortement d'une source à l'autre
- ▶ Cela demande beaucoup de temps d'attribuer un CR à chaque type de surface
 - ⇒ **Vouloir attribuer un CR précis à chaque type de surface est peu pertinent**

On simplifie les CR en ne considérant de manière générale que 2 types de surfaces

Pleine terre = 0,2

Tout le reste = 0,9

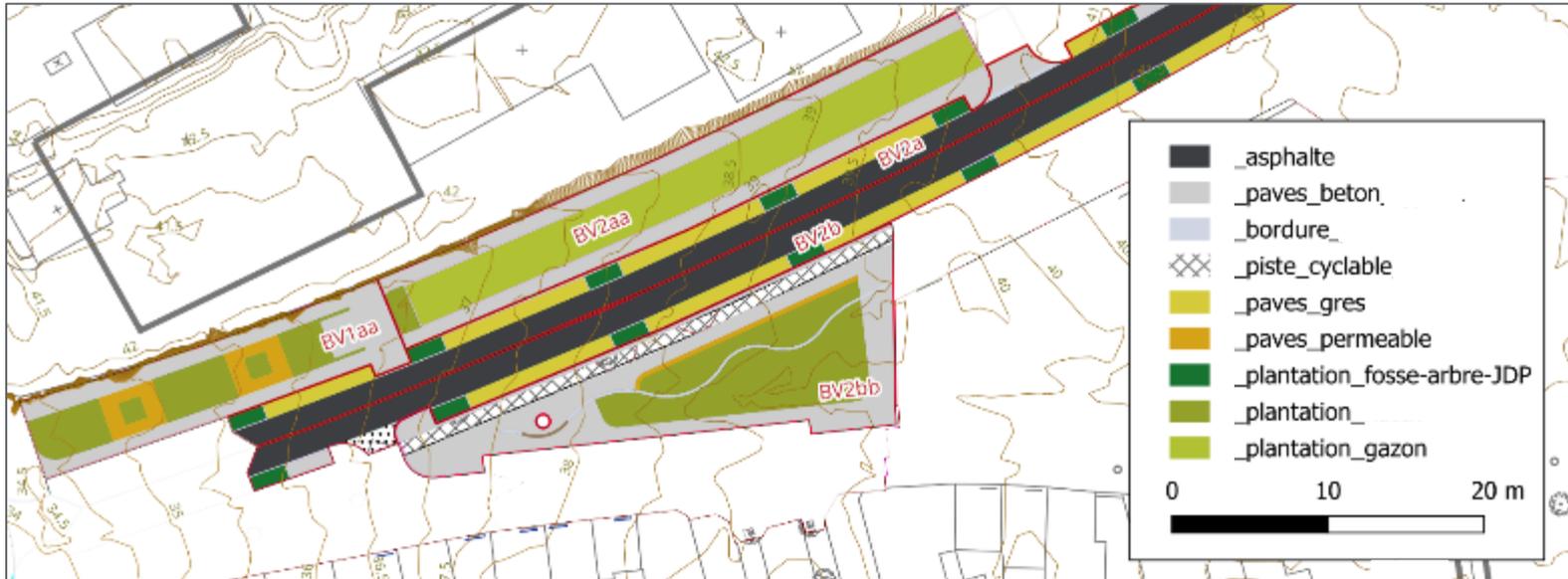
On adapte au cas par cas lorsqu'on a des situations spécifiques (pentes fortes, grandes zones vertes, zone piétinées...)

On prend en compte dans le volume à gérer obtenu les aménagements qui gèrent tout ou partie de la pluie (massifs sous revêtements perméables, toitures végétales etc.)



LES COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT

Exemple



<ul style="list-style-type: none"> Asphalte Pavage en béton Bordure Piste cyclable 	}	0,9	}	<ul style="list-style-type: none"> Pavés en grès à joint perméable Pavés perméables Fosse d'arbre, Jardin de Pluie Plantation autre Gazon 	}	0,9	}	0,2
---	---	-----	---	--	---	-----	---	-----



ÉLÉMENTS D'HYDROLOGIE

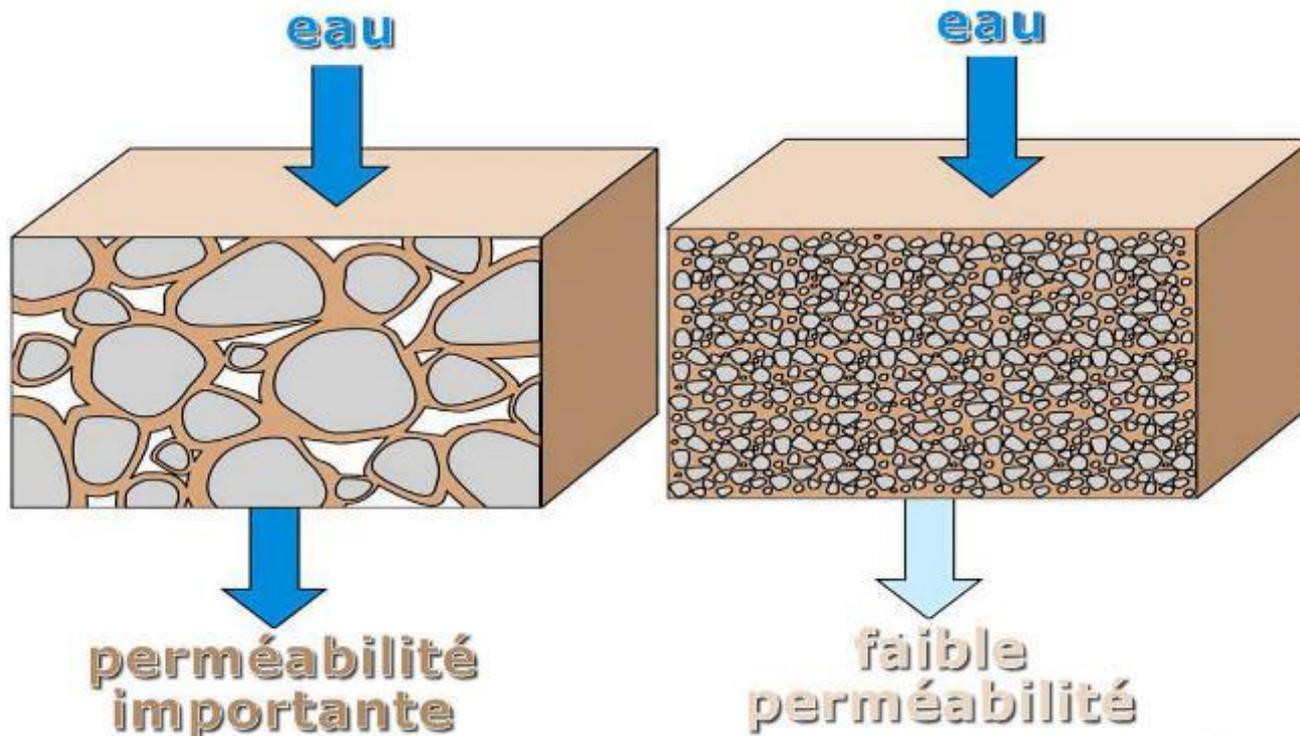
- ▶ Pluviométrie
- ▶ Ruissellement
- ▶ **Infiltration**

MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT
OUTILS



Ou conductivité hydraulique d'un sol K [m/s]

- ▶ Capacité d'infiltration d'un sol
- ▶ Vitesse de transfert de l'eau à travers les couches de sol



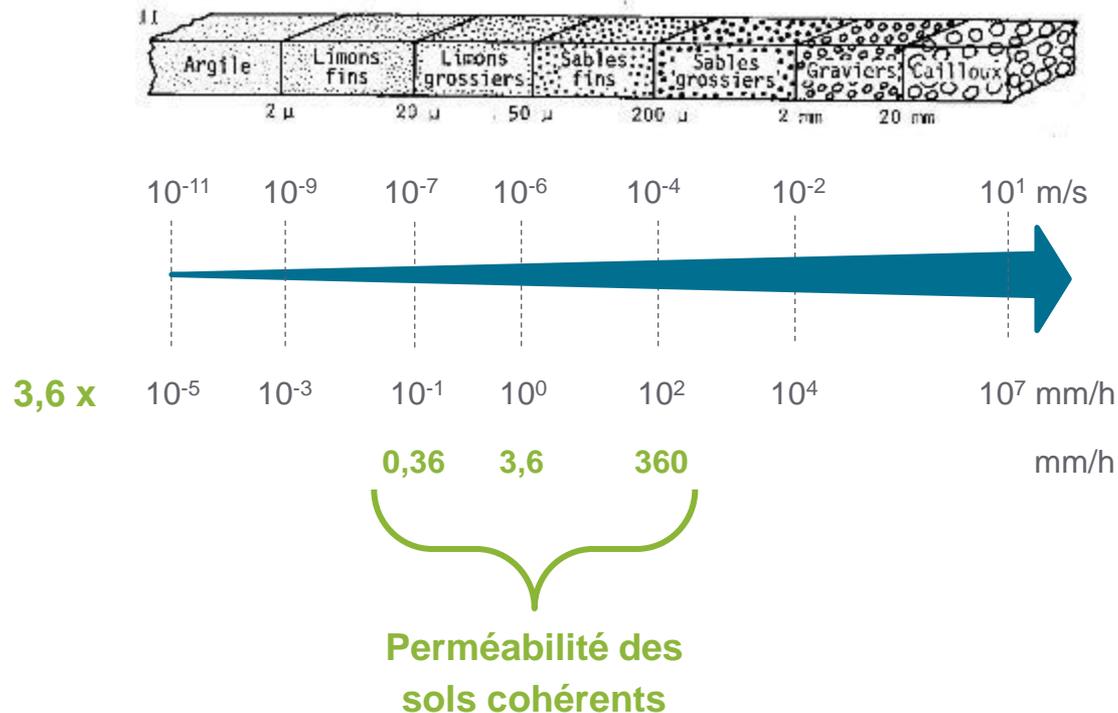
Source : www.aquaportail.com



29 PERMÉABILITÉ DES SOLS – EN THÉORIE

La perméabilité d'un sol dépend de

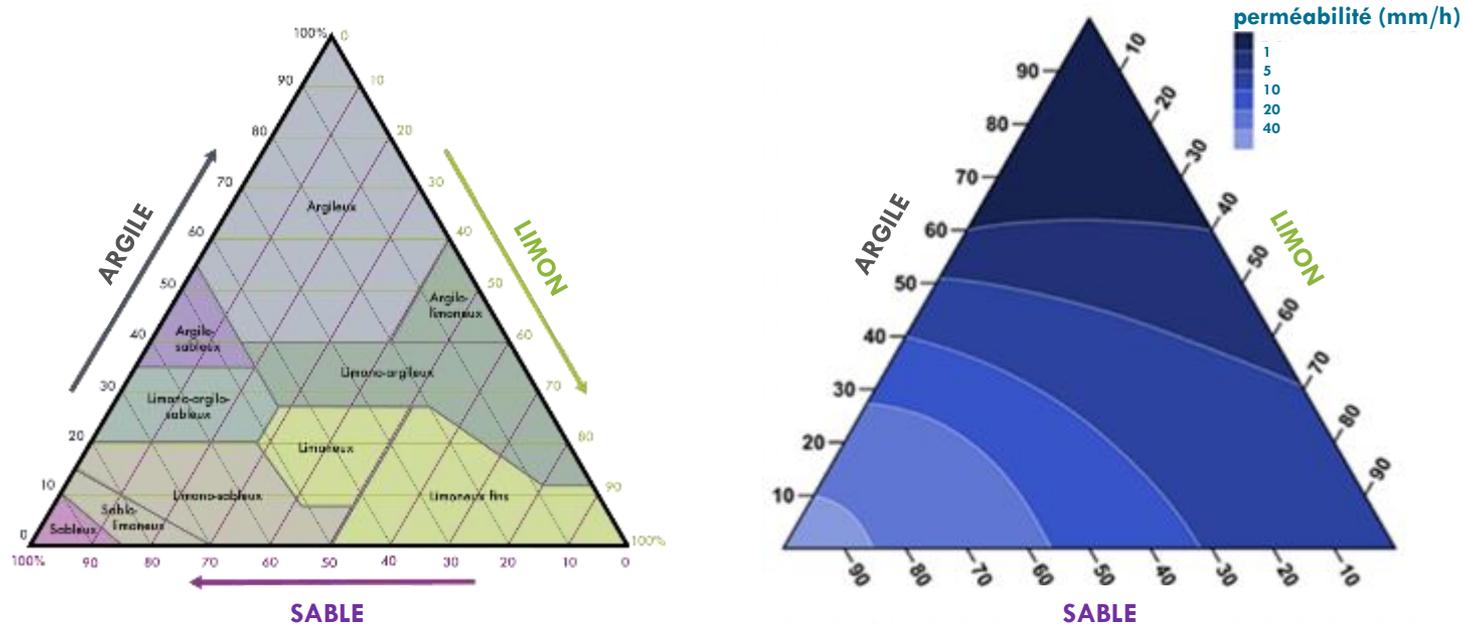
- ▶ sa **TEXTURE** : proportion relative des différentes particules minérales qui composent le sol : sable + limon + argile



30 PERMÉABILITÉ DES SOLS – EN THÉORIE

La perméabilité d'un sol dépend de

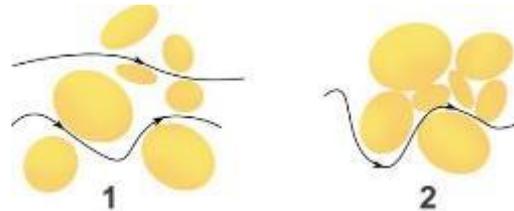
- ▶ sa **TEXTURE** : proportion relative des différentes particules minérales qui composent le sol : sable + limon + argile



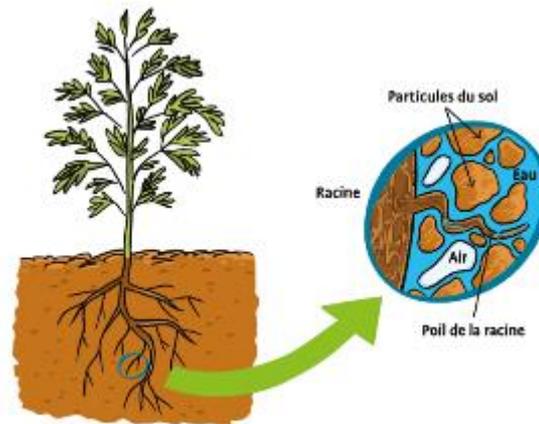
31 PERMÉABILITÉ DES SOLS – EN THÉORIE

La perméabilité d'un sol dépend de

- ▶ sa **STRUCTURE** : arrangement et organisation des particules minérales



elle-même influencée par : la compaction, la quantité de matière organique, le développement racinaire, la faune...

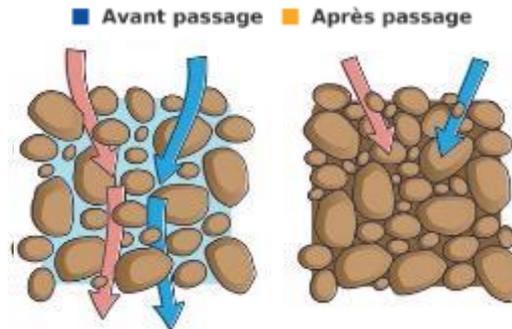
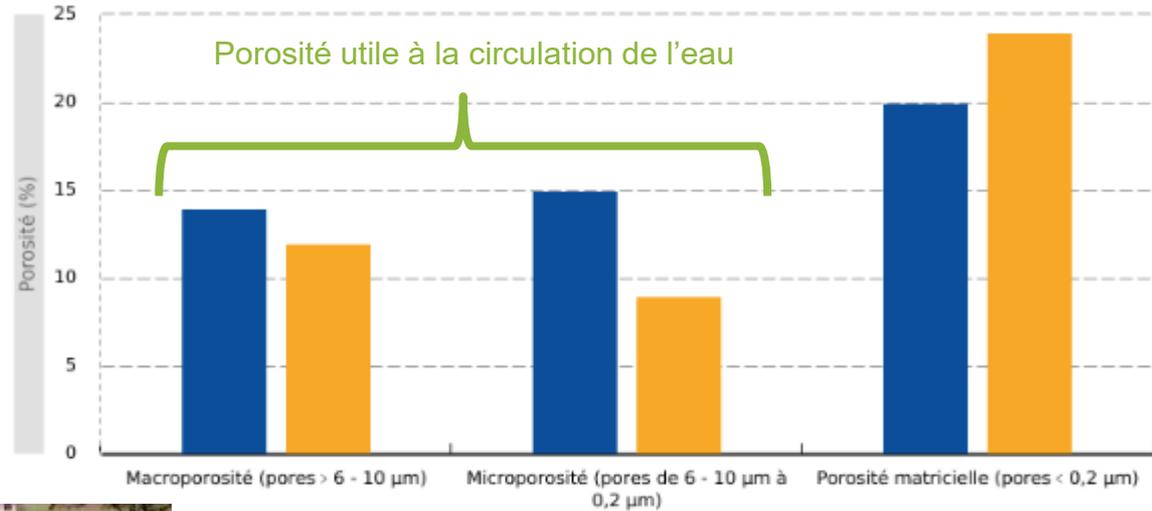


PERMÉABILITÉ DES SOLS – EN THÉORIE

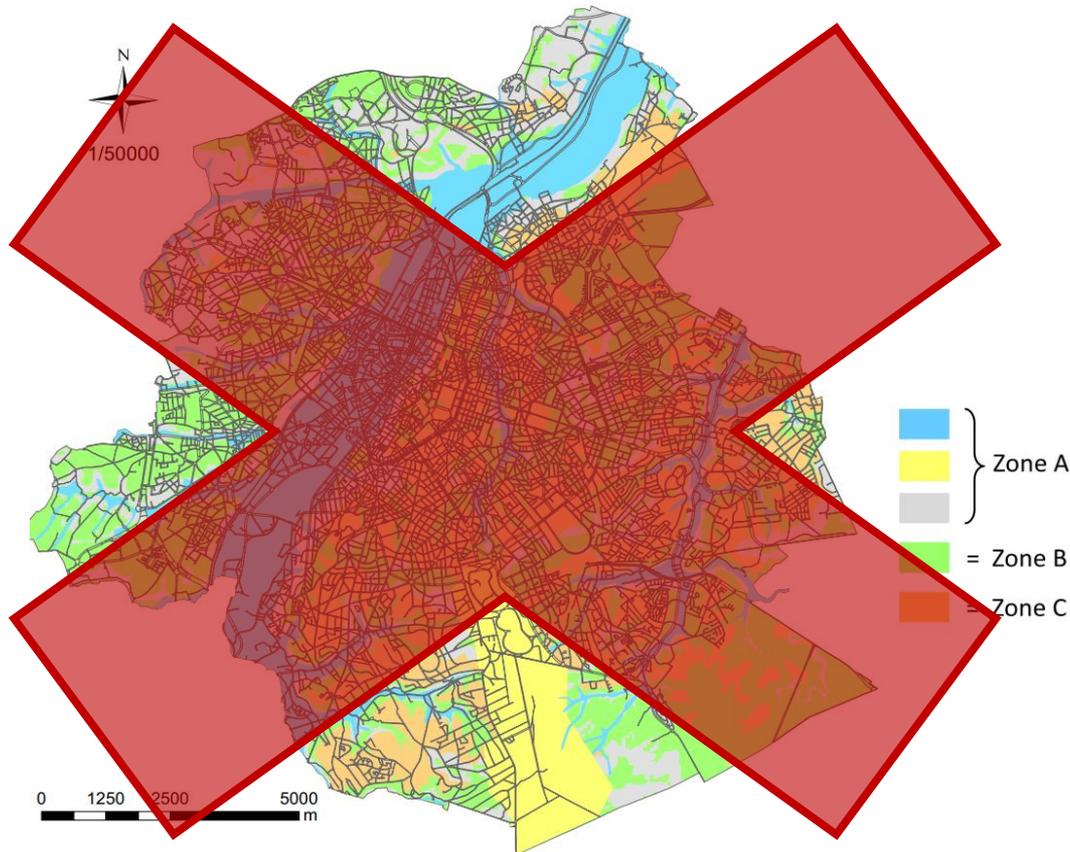
La perméabilité d'un sol dépend de

- ▶ sa **STRUCTURE**

Exemple d'impact du passage d'un engin de débardage sur la porosité d'un sol wallon sous forêt



33 PERMÉABILITÉ DES SOLS – EN PRATIQUE



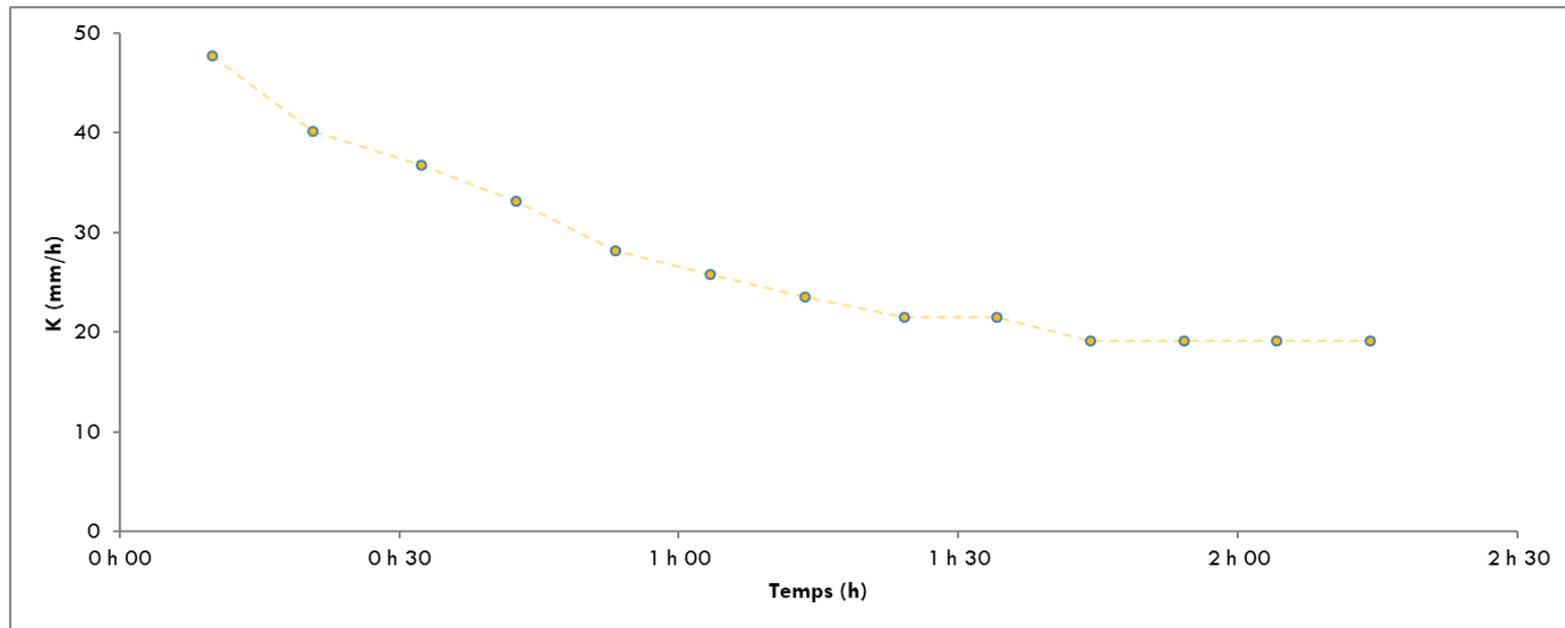
Informations
cartographiques
INUTILISABLES
à l'échelle d'un
projet



34 PERMÉABILITÉ DES SOLS – EN PRATIQUE

Les tests d'infiltration

- ▶ Mesure de la conductivité hydraulique du sol à saturation K_s [m/s]



Courbe théorique de l'évolution de la conductivité hydraulique lors d'une phase de saturation
Source : écorce



TESTS INFILTRATION – DIFFÉRENTES MÉTHODES

Porchet

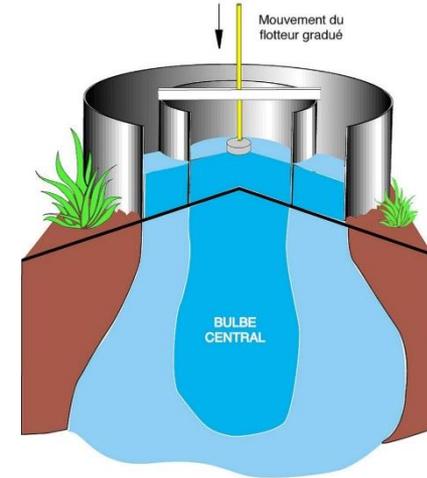


Matsuo (essais à la fosse)



...

Double anneau



Aide pour réaliser les tests d'infiltration

- ▶ [Tous nos outils et accompagnements pour les professionnels de la gestion de l'eau | Professionnel - Bruxelles Environnement](#)

^ Quels tests d'infiltration privilégier pour la gestion des eaux pluviales ?

Une fiche présentant un essai adapté aux particuliers (ex. maison unifamiliale) est également disponible (fiche 1).

Fiche 1 – [Pour particulier \(.pdf\)](#)

Fiche 2 – [Matsuo \(.pdf\)](#) ; [Tableur \(.xls\)](#)

Fiche 3 – [Porchet classique \(.pdf\)](#) ; [Tableur \(.xls\)](#)

Fiche 4 – [Porchet tube \(.pdf\)](#) ; [Tableur \(.xls\)](#)

Fiche 5 – [Double anneau \(.pdf\)](#)



Les différences entre méthodes



Les différences entre méthodes

	K (mm/h)		K (mm/h)	K (m/s)
ESSAI 1	63	ZONE1	59	1,65E-05
ESSAI 2	51			
ESSAI 3	64			
ESSAI 4	14			
ESSAI 5	9	ZONE2	13	3,49E-06
ESSAI 6	15			
ESSAI 7	298	ZONE3	210	5,84E-05
ESSAI 8	140			
ESSAI 9	193			
ESSAI 10	109	ZONE4	88	2,44E-05
ESSAI 11	89			
ESSAI 12	65			
ESSAI 13	197	ZONE5	175	4,86E-05
ESSAI 14	183			
ESSAI 15	146			
ESSAI 16	30	ZONE6	35	9,68E-06
ESSAI 17	35			
ESSAI 18	40			
ESSAI 19	57	ZONE7	73	2,02E-05
ESSAI 20	98			
ESSAI 21	62			
ESSAI 22	28	ZONE8	18	4,92E-06
ESSAI 23	13			
ESSAI 24	12			



	K (mm/h)		K (mm/h)	K (m/s)
IP1	3	ZONE A	6	1,6E-06
IP2	2			
IP3	12			
IP4	320	ZONE B	145	4,0E-05
IP5	6			
IP6	110	ZONE C	15	4,2E-06
IP7	24			
IP8	6			



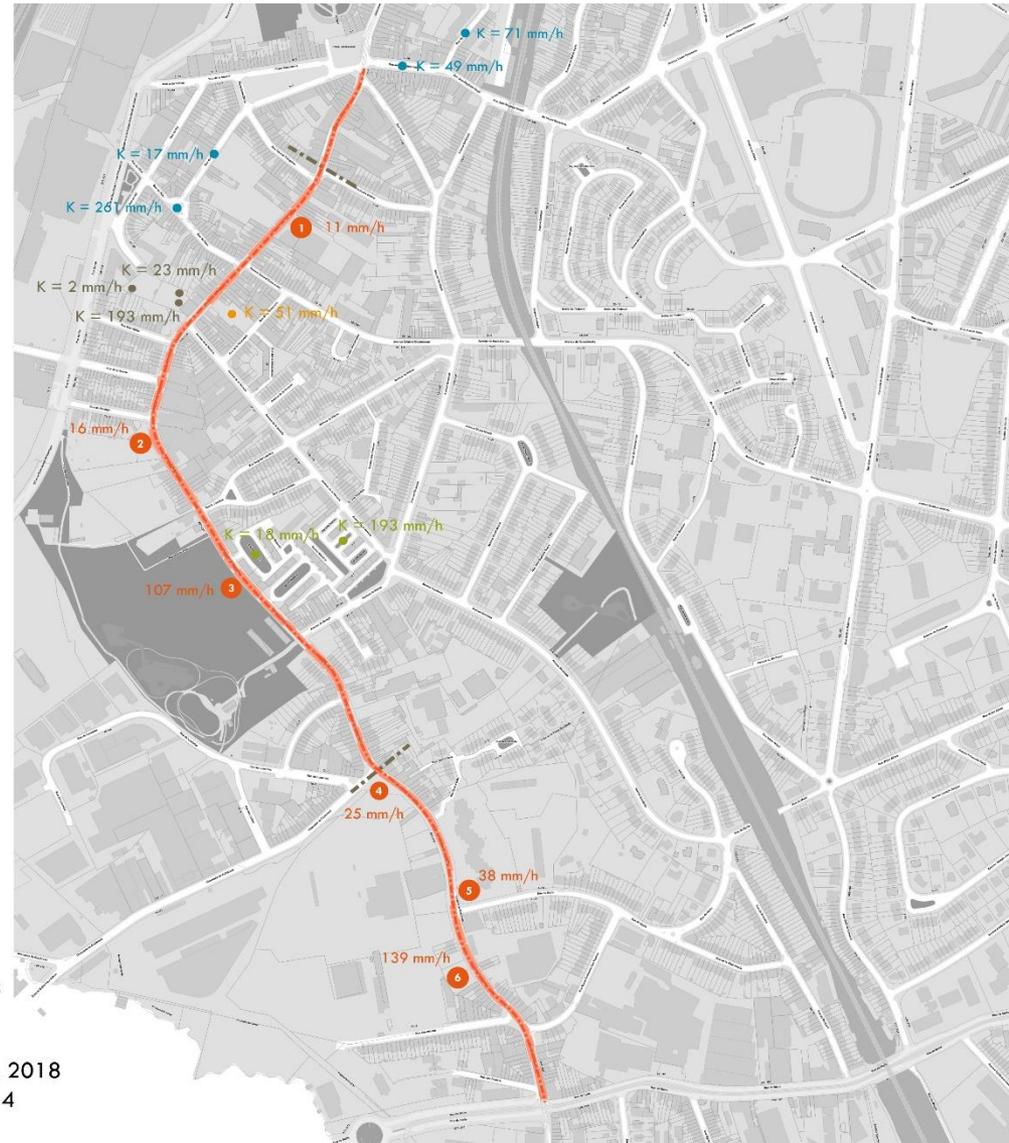
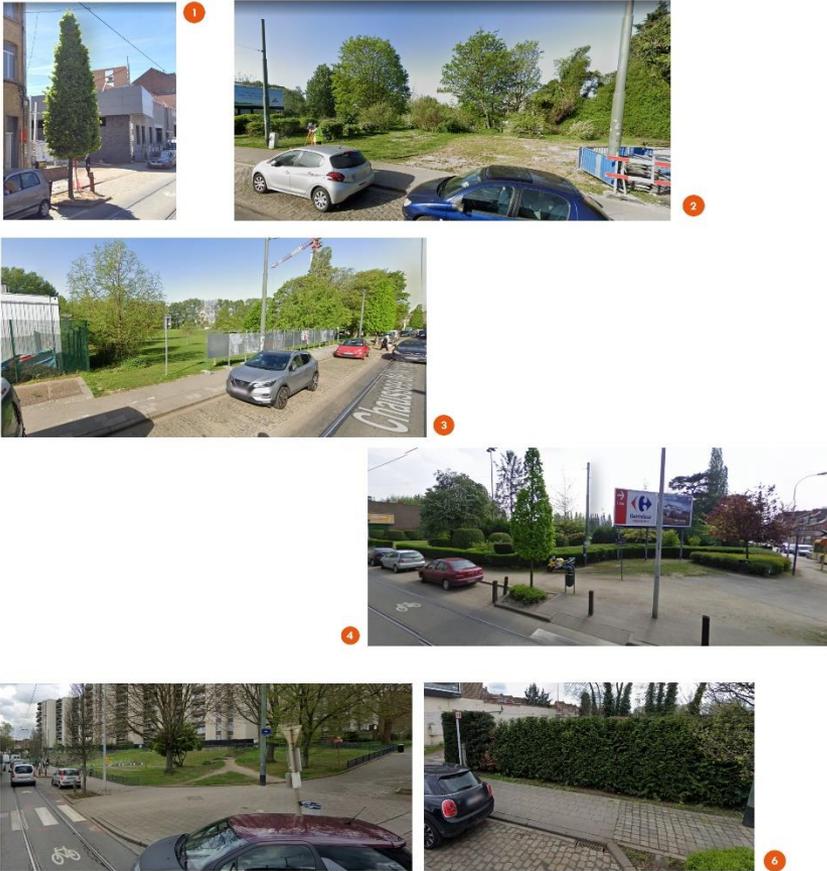
Les différences entre méthodes



- LEGENDE
Perméabilité des sols
- Source : TDE, 2017
 - Source : écorce, 2018



40 TESTS INFILTRATION – POINTS D’ATTENTION



- LEGENDE**
 Perméabilité des sols
- Source : TDE, 2017
 - Source : écorce, 2018
 - Source : Squarebeek, 2018
 - Source : Huilerie, 2014
 - Tests réalisés, 2020



41 TESTS INFILTRATION – POINTS D'ATTENTION

Nombre de tests et profondeur



- ▶ 1 test réalisé, profondeur 1m
- ▶ $K_s = 0 \text{ mm/h}$

Source : Service
Pédologique de Belgique

« Le sol ne boit pas, l'infiltration est impossible ! »



42 TESTS INFILTRATION – POINTS D'ATTENTION



Source : Service
Pédologique de Belgique

- ▶ 9 tests réalisés, profondeur 30 cm
- ▶ K_s moyen = 40 mm/h

⇒ **Projet majoritairement en infiltration totale (zéro rejet) pour TR100**



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

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

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



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

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



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

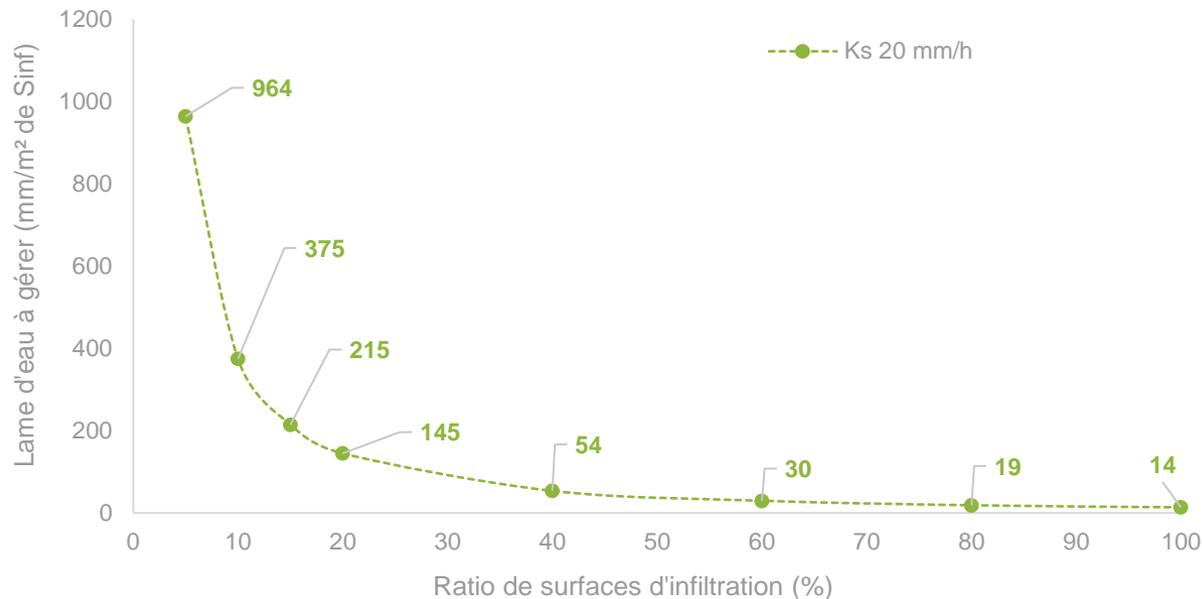
⇒ **NE PAS TOUT MISER SUR LA PERMEABILITE !!**



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 – Ks 20 mm/h)

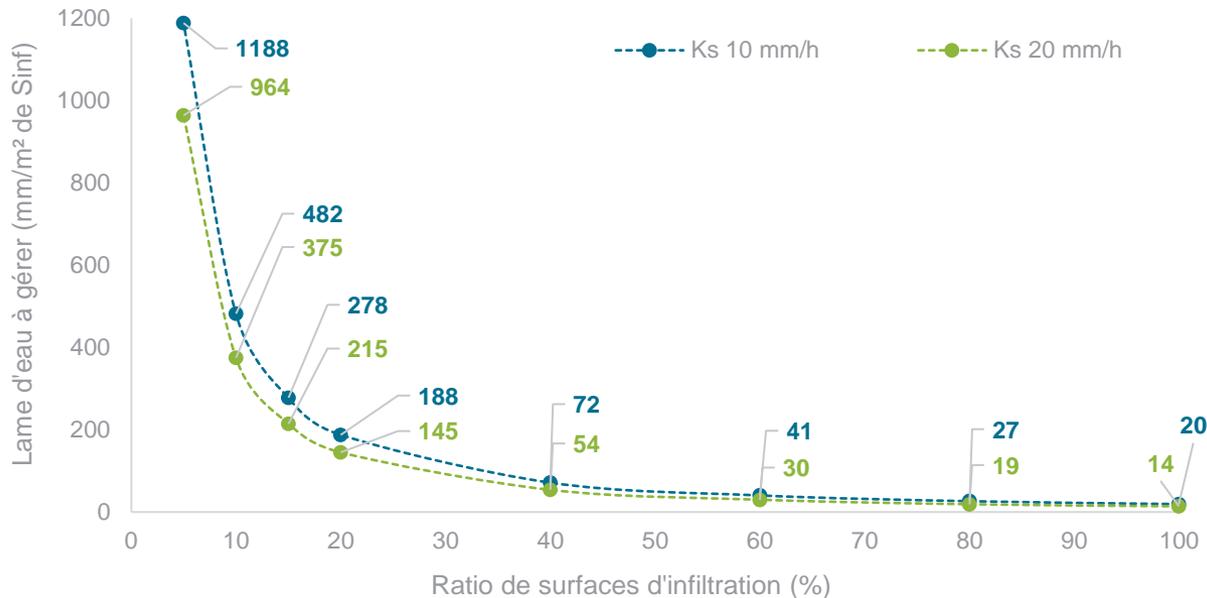
Source : Bruxelles Environnement



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 m^2 !)

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



SURFACE D'INFILTRATION



- ▶ Ks mesurée (2 résultats sur 18 essais réalisés ☹) à ± 10 mm/h
- ▶ Surfaces d'infiltration $\pm 3\,700$ m²

⇒ **Projet en infiltration totale (zéro rejet) pour TR10 à TR40**



ÉLÉMENTS D'HYDROLOGIE

MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT

- ▶ **Méthode des volumes**
- ▶ Méthode des pluies

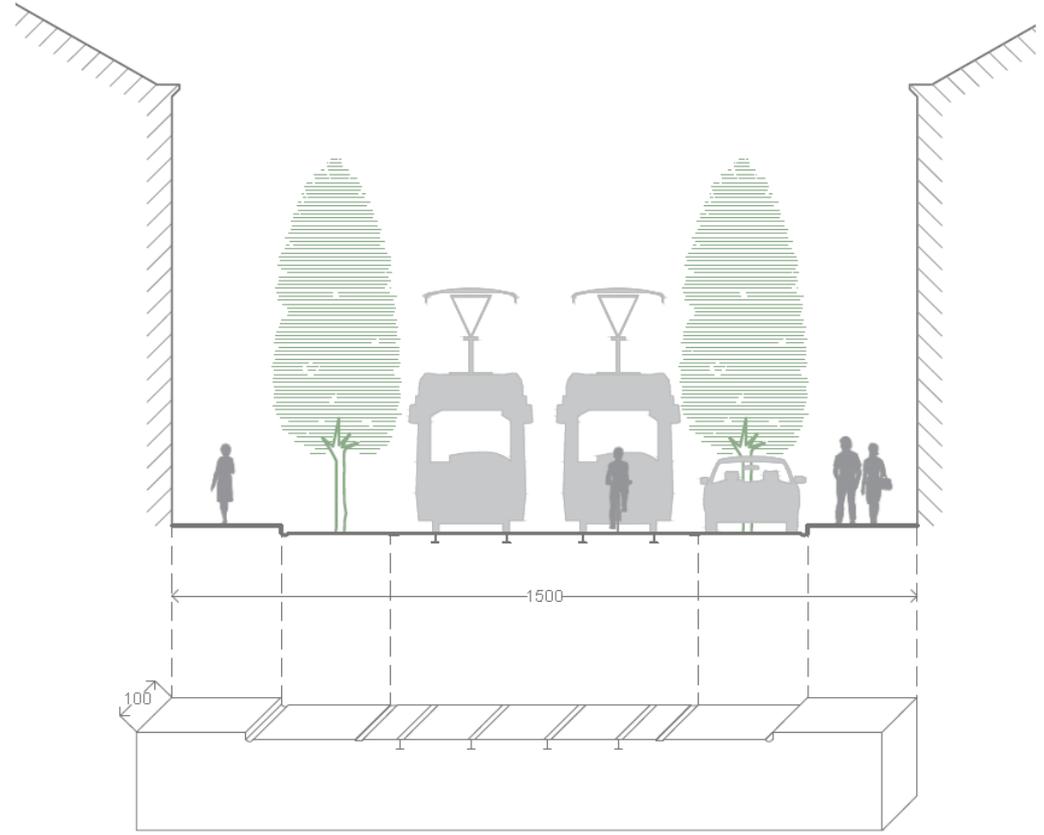
OUTILS



- ▶ Méthode simplifiée utilisée en **prédimensionnement**
- ▶ Permet d'évaluer les volumes à gérer en fonction d'une **pluie donnée**
 - Temps de retour (TR) fixé en fonction de la réglementation/ambition : 20 ans / 100 ans
 - Durée fixée arbitrairement : généralement 4h en milieu urbain
- ▶ Volume = Surface active (m²) * pluie (mm/m²)
- ▶ Infiltration/évacuation à débit régulé non prises en compte dans les calculs



EXEMPLE – NEERSTALLE



1^{er} approche

● PLUIE DE 60 mm

POURQUOI



Durée	Période de retour (années)											
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	200
10 min	7,7	11	13,5	15	16,1	17	17,8	19	19,9	21,8	23,1	26,6
20 min	11,1	15,9	19,5	21,7	23,3	24,6	25,7	27,5	28,9	31,5	33,5	38,5
30 min	13,1	19	23,4	26,1	28,1	29,6	31	33,1	34,8	38	40,4	46,5
1 h	16,2	22,7	27,6	30,6	32,7	34,5	35,9	38,2	40,1	43,6	46,2	52,8
2 h	19,4	26,8	32,3	35,6	38,1	40	41,6	44,2	46,3	50,2	53,1	60,5
3 h	21,6	29,7	35,7	39,3	42	44,1	45,9	48,7	51	55,3	58,4	66,5
6 h	26,1	34,4	40,5	44,2	46,9	49,1	50,9	53,8	56,1	60,4	63,7	71,8
12 h	31,8	41,7	49,1	53,5	56,7	59,3	61,4	64,9	67,6	72,8	76,6	86,2
1 d	39	50,5	58,7	63,6	67,2	70	72,3	76	78,9	84,4	88,4	98,5
2 d	49,6	63,4	73,1	78,8	82,8	86	88,6	92,8	96,1	102,2	106,6	117,5
3 d	52,9	67,6	77,8	83,7	87,9	91,2	93,9	98,2	101,6	107,7	112,2	123,1
4 d	57,6	73,3	84	90,2	94,6	98,1	100,9	105,3	108,8	115,2	119,7	130,9
5 d	65,4	82,4	93,9	100,6	105,3	108,9	111,9	116,6	120,3	127	131,8	143,6
7 d	75,4	93,8	106,2	113,3	118,2	122,1	125,2	130,2	134	141	146	158,1
10 d	89,8	110,7	124,6	132,4	137,9	142,1	145,6	151	155,2	162,8	168,2	181,2
15 d	108,8	133,2	149,1	158	164,3	169,1	172,9	179	183,7	192,2	198,1	212,4
20 d	126,7	155,2	173,6	183,9	191	196,4	200,9	207,8	213,1	222,6	229,3	245,2
25 d	135,2	165,5	184,9	195,7	203,1	208,8	213,4	220,6	226,1	236	242,9	259,3
30 d	157,9	190,3	211	222,4	230,3	236,3	241,2	248,7	254,5	264,9	272,1	289,2

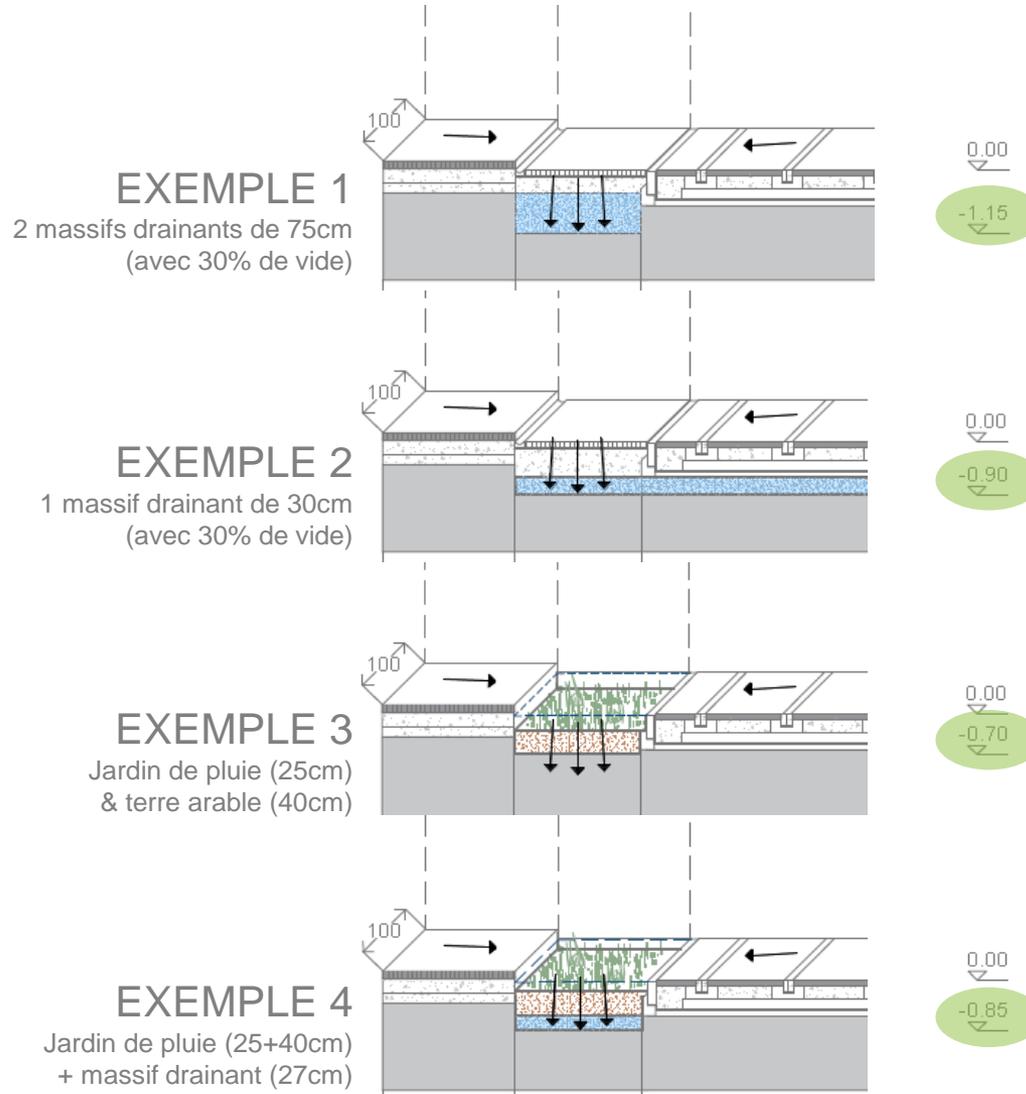
Statistiques des précipitations extrêmes – Commune de Ucle

Niveau de retour estimé pour une durée de précipitations [de 10 minutes à 30 jours]
et une période de retour [de 2 à 200 années] - Unités : mm

Source : IRM



EXEMPLE – NEERSTALLE



ÉLÉMENTS D'HYDROLOGIE

MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT

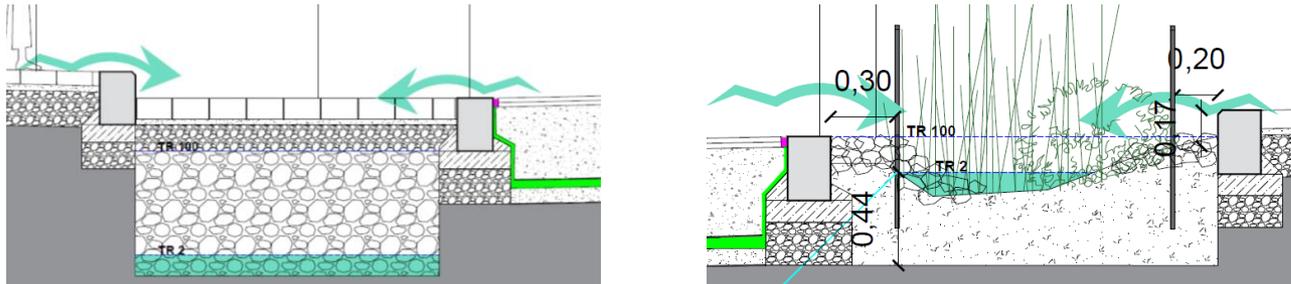
- ▶ Méthode des volumes
- ▶ **Méthode des pluies**

OUTILS



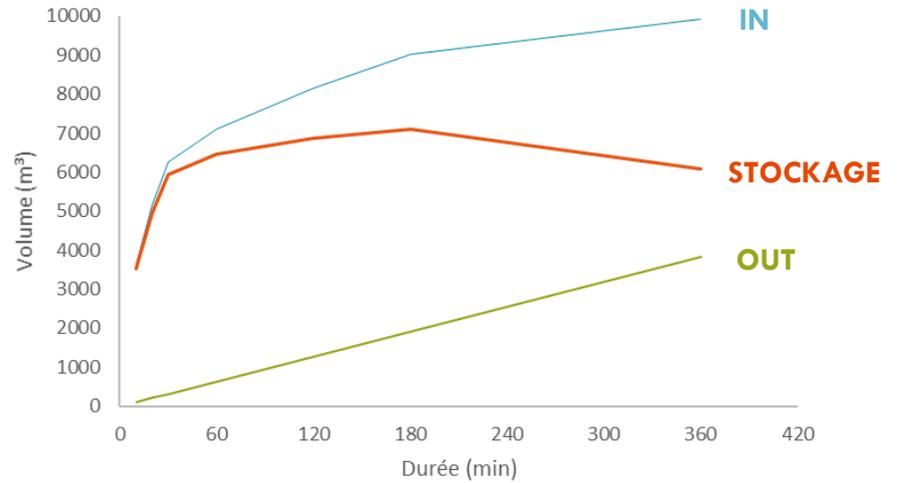
- ▶ Méthode détaillée utilisée en **dimensionnement**
- ▶ Permet d'évaluer les volumes à gérer sur base des **pluies statistiques**
 - TR (Temps de Retour) fixé en fonction de la réglementation/ambition : 20 ans / 100 ans

Il peut être intéressant d'évaluer les volumes engendrés pour différents temps de retour afin de pouvoir se représenter les surfaces/profondeurs qui sont sollicitées

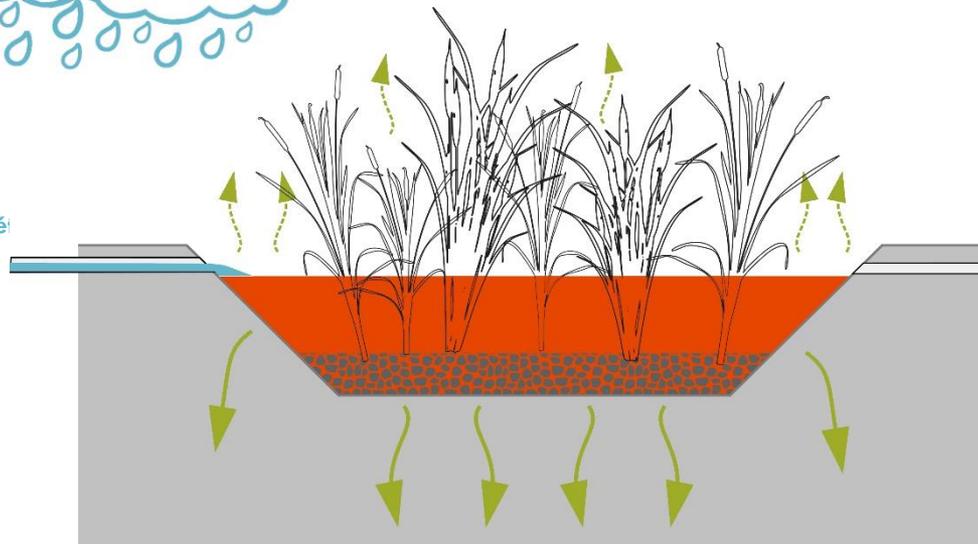


- Durée problématique évaluée sur base de la méthode en fonction des caractéristiques du site
- ▶ Volume = Surface active (m²) * pluie (mm/m²)
- ▶ Infiltration/évacuation à débit régulé prises en compte dans les calculs
- ▶ Méthode itérative !





IN
($S_a \times \text{Pluviomé}$)



STOCKAGE
(IN - OUT)

OUT
($S_{inf} \times K$)



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

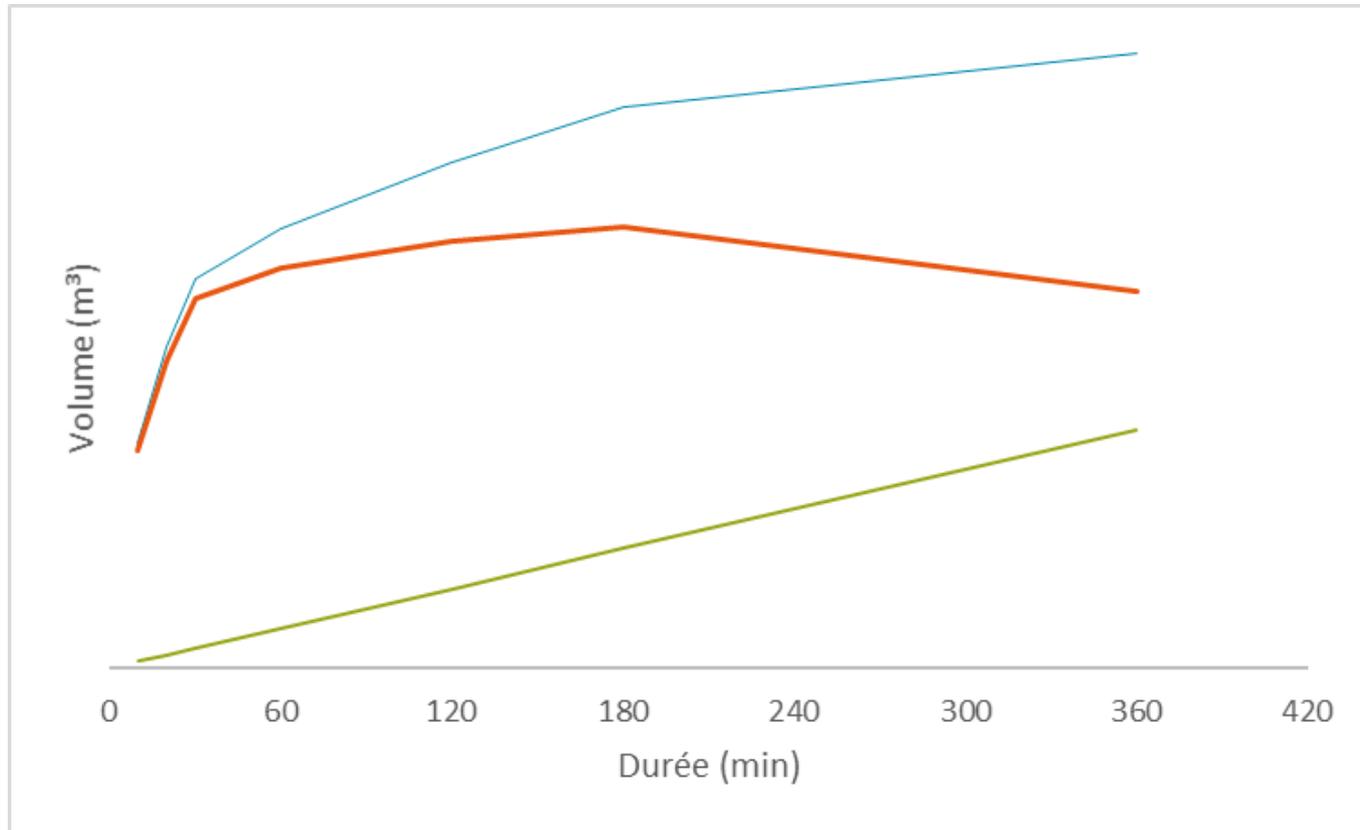
Un comble pour un ouvrage étanché pour des raisons expérimentales !



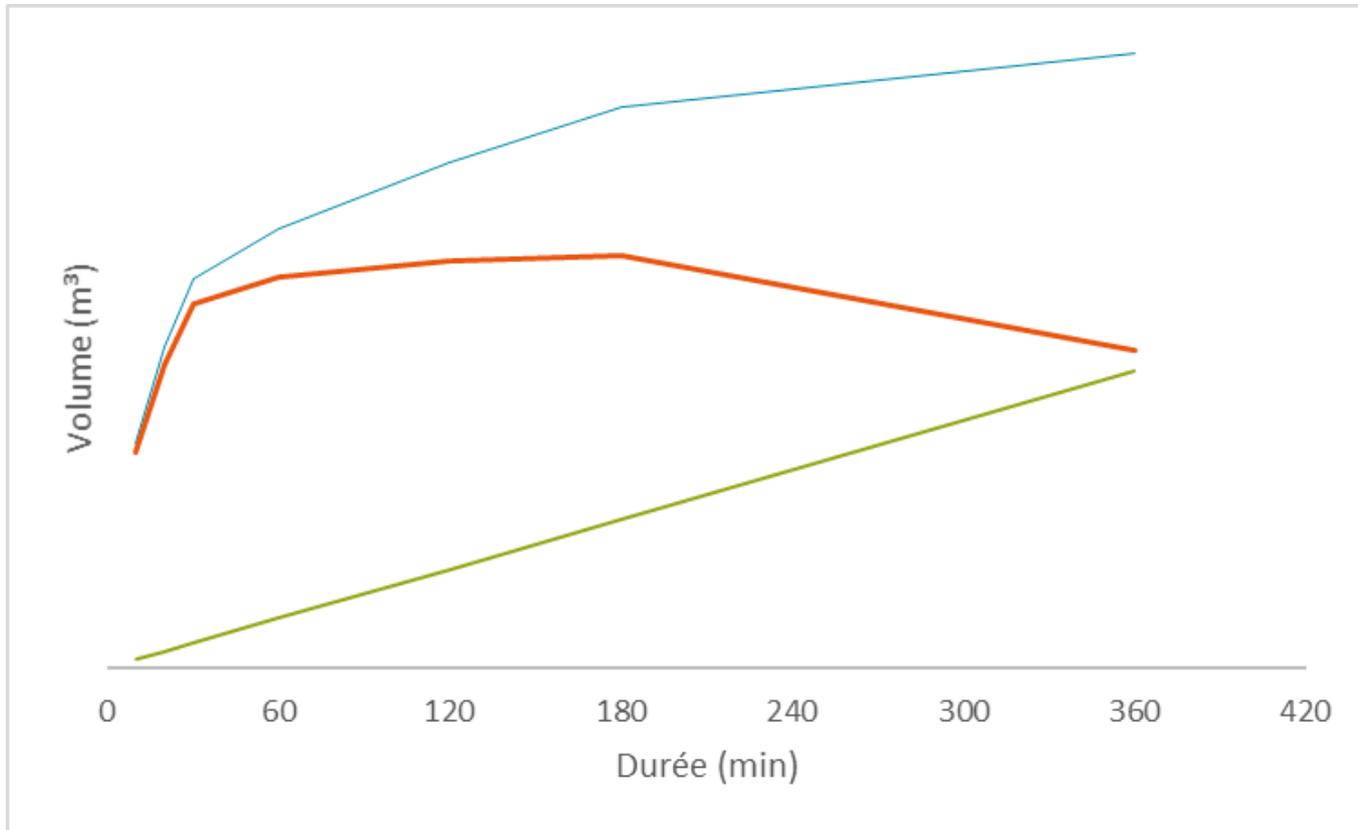
CRAL

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

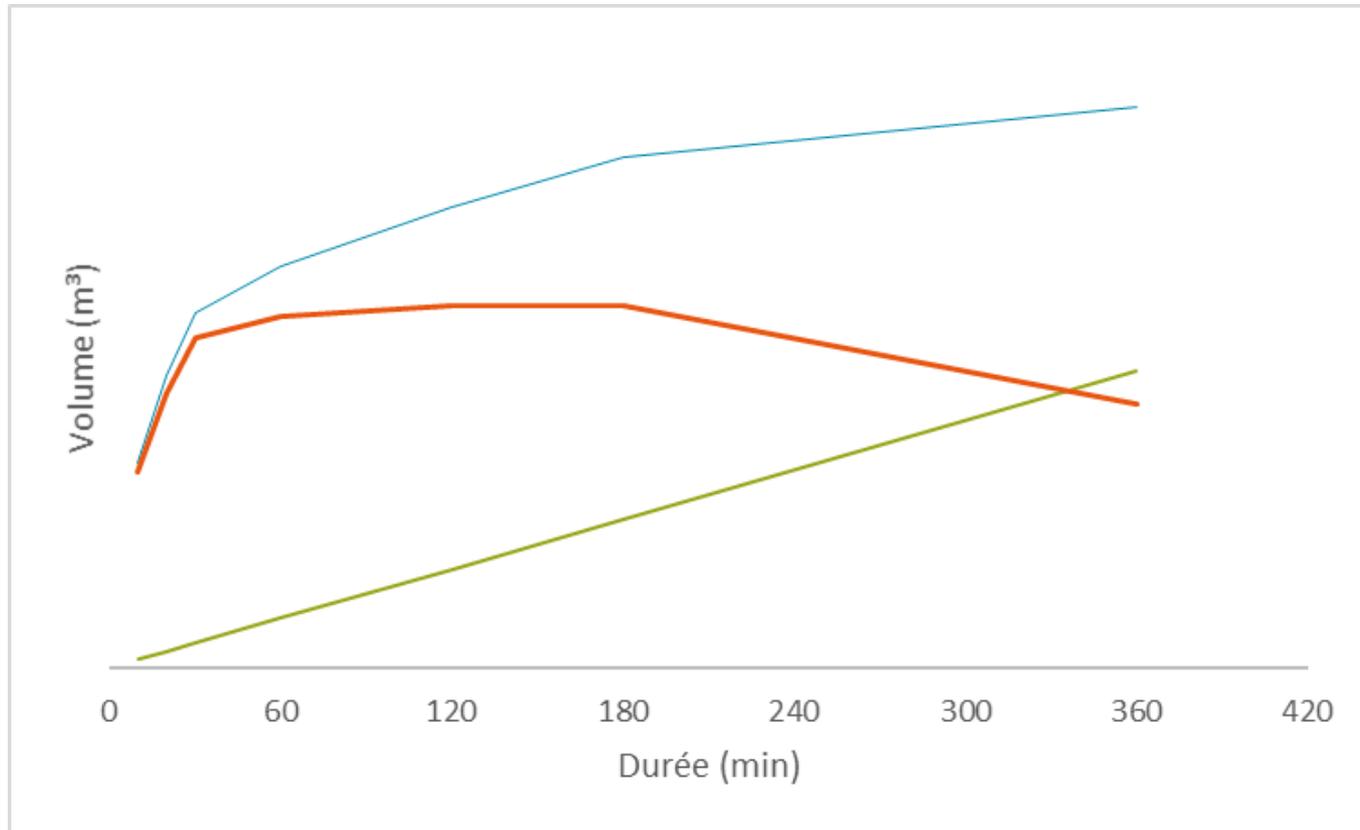




↗ S_{inf} ↘ V



↘ S_a ↘ V



Dimensionnement

- Découpage en « mini » bassins versants et application de la méthode des pluies pour déterminer le volume de chaque ouvrage

⇒ **Choix des données pour une période de retour donnée**

www.meteo.be/fr/climat/atlas-climatique/climat-dans-votre-commune

⇒ **Calcul du débit unitaire = Quantité / (Durée x 60)**

Durée (minutes)	Quantité (mm)	Débit unitaire (l/s/m ²)
10	15,9	0,027
20	22,8	0,019
30	27,6	0,015
60	31,9	0,009
120	37	0,005
180	41,1	0,004
360	46,2	0,002



Dimensionnement

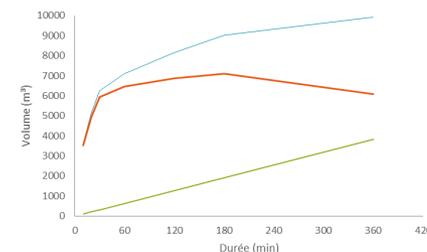
- Pour le « mini » bassin versant concerné,

- déterminer la surface active S_a

⇒ **Calcul du débit total = $S_a \times$ Débit unitaire**

- déterminer la surface d'infiltration S_{inf}

⇒ **Calcul du débit d'infiltration (débit de fuite) = $S_{inf} \times K_s$**



Durée (minutes)	Quantité (mm)	Débit unitaire (l/s/m ²)	Débit total (l/s)	Débit de fuite (l/s)
10	15,9	0,027	386	26,1
20	22,8	0,019	277	26,1
30	27,6	0,015	224	26,1
60	31,9	0,009	129	26,1
120	37	0,005	75	26,1
180	41,1	0,004	55	26,1
360	46,2	0,002	31	26,1

IN

OUT

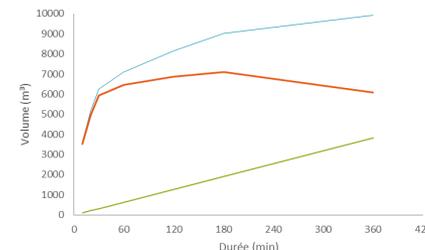


Dimensionnement

⇒ **Calcul du volume tampon nécessaire =**

(Débit total – Débit de fuite) x Durée x 60/1000

⇒ **Si la durée de pluie problématique est celle de 360 minutes, augmenter les surfaces d'infiltration !**



Durée (minutes)	Quantité (mm)	Débit unitaire (l/s/m²)	Débit total (l/s)	Débit de fuite (l/s)	Volume tampon (m³)
10	15,9	0,027	386	26,1	216
20	22,8	0,019	277	26,1	301
30	27,6	0,015	224	26,1	355
60	31,9	0,009	129	26,1	371
120	37	0,005	75	26,1	351
180	41,1	0,004	55	26,1	317
360	46,2	0,002	31	26,1	109

→ **Valeur MAX**
Représente la pluie la plus problématique

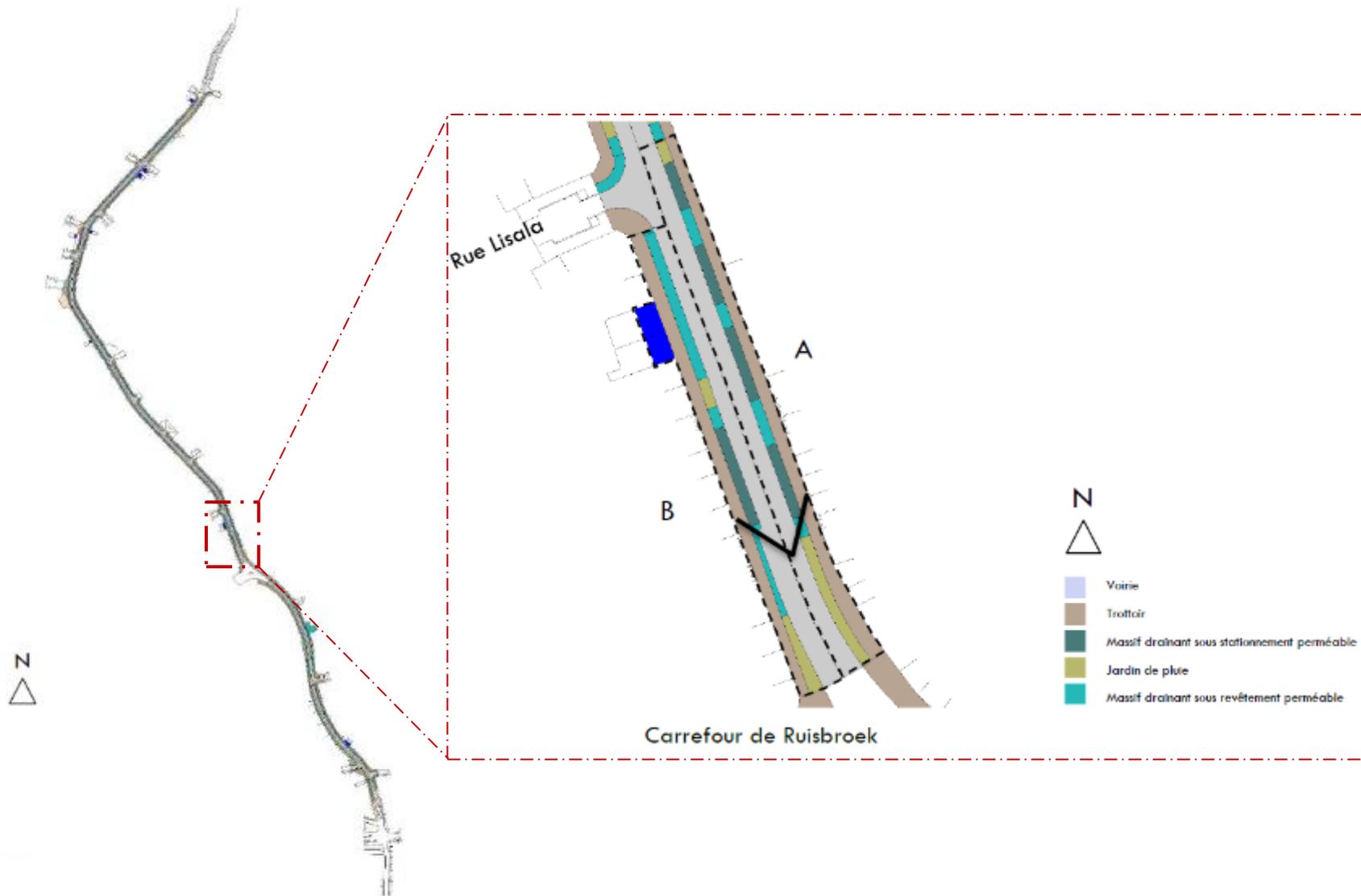
IN

OUT

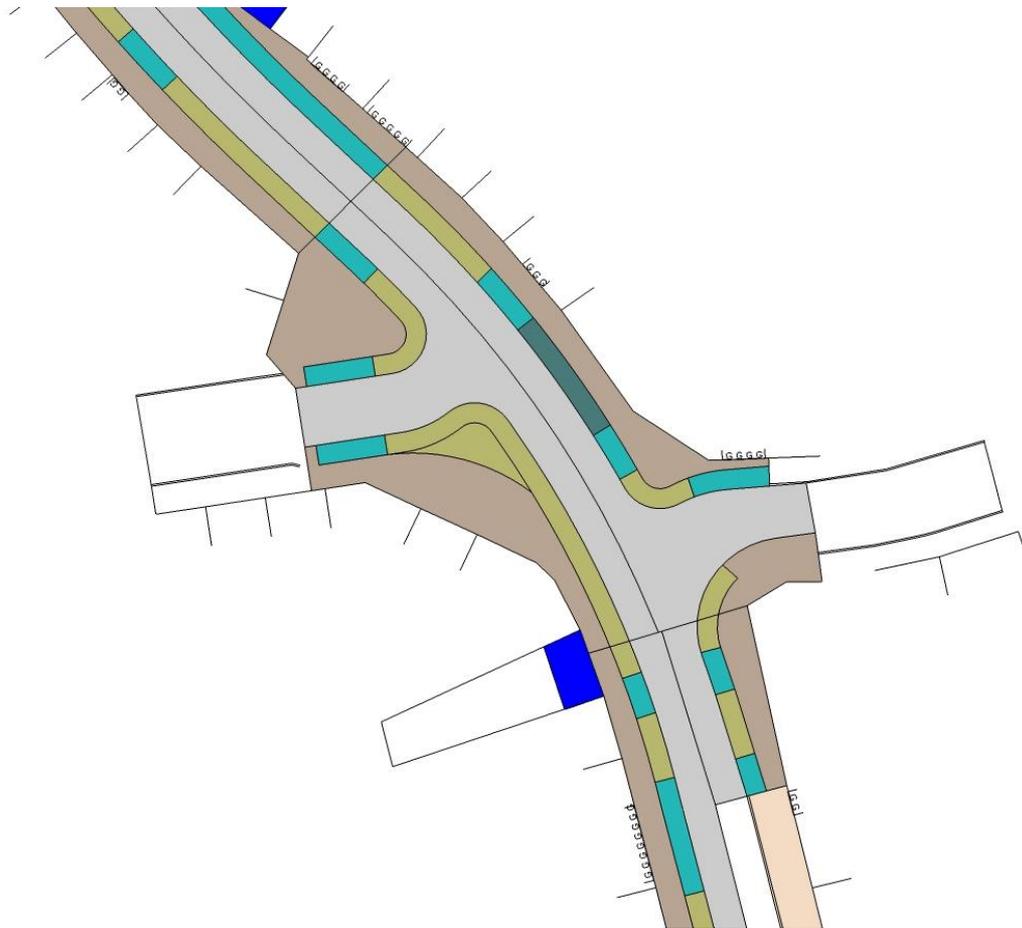
STOCKAGE



EXEMPLE – NEERSTALLE



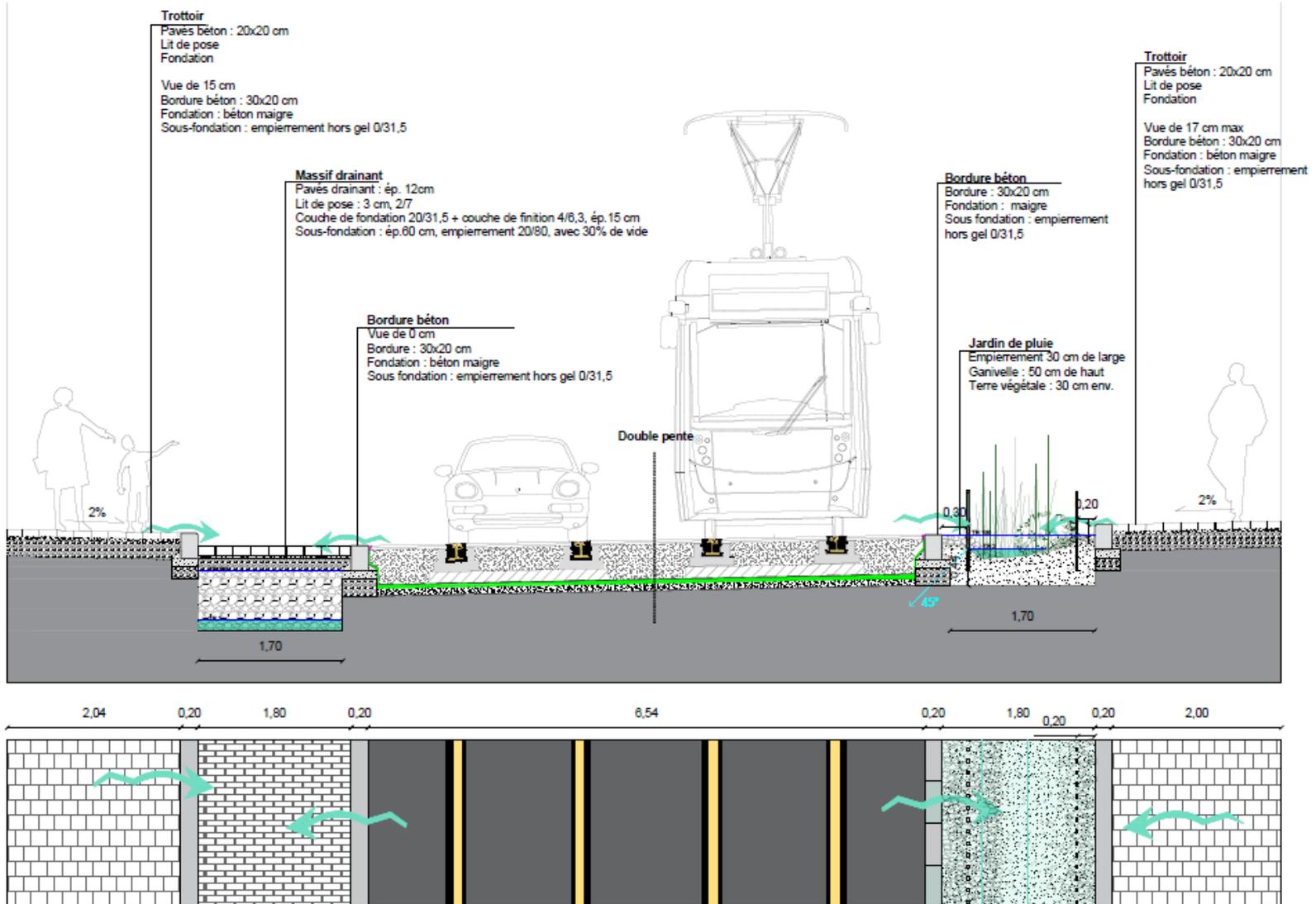
Zonage !



-  Voirie
-  Trottoir sans massif drainant
-  Stationnement avec massif drainant
-  Jardin de pluie
-  Trottoir avec massif drainant
-  Toiture



EXEMPLE – NEERSTALLE



ÉLÉMENTS D'HYDROLOGIE
MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT
OUTILS





Le « [Calculateur Parcelle \(.xlsx\)](#) » est un outil qui vous permet de calculer certains paramètres des aménagements « Eaux pluviales » que vous avez prévus sur votre projet. À savoir :

- ▶ le volume d'eau à tamponner, c'est-à-dire à stocker dans l'aménagement pour un orage très important, avant son infiltration dans le sol,
- ▶ la hauteur d'eau que ce volume peut représenter dans cet aménagement,
- ▶ le temps de vidange, c'est-à-dire le temps d'infiltration totale, lorsque l'aménagement est rempli.

Il a été développé à destination des demandeurs de Permis d'Environnement et reprend la méthode des pluies sur base d'une pluie centennale.

⇒ [Voir la page « Gérer les eaux de pluie : vos obligations »](#)





Façade avant et jardinet

A. Surfaces

Encodez ci-dessous les surfaces de la zone considérée.

Surfaces de pleine terre	<input style="width: 50px;" type="text" value="25"/> m ²
Surfaces de ruissellement	<input style="width: 50px;" type="text" value="50"/> m ²
Total de la zone considérée	<input style="width: 50px;" type="text" value="75"/> m ²

B. Calcul du débit d'infiltration

Encodez ci-dessous les surfaces d'infiltration de la zone considérée.

Surfaces des aménagements d'infiltration	<input style="width: 50px;" type="text" value="7"/> m ²
--	--

Les surfaces d'infiltration suffisent à peine à faire face aux surfaces de ruissellement. Augmenter les surfaces d'infiltration permettrait d'améliorer le projet. Cela réduirait les volumes à gérer et les temps de vidange des aménagements.

Encodez ci-dessous la perméabilité du sol. La perméabilité doit idéalement être mesurée in situ.

Perméabilité	<input style="width: 50px;" type="text" value="15"/> mm/h
Débit d'infiltration	<input style="width: 50px;" type="text" value="0,03"/> l/s

C. Calcul du volume tampon

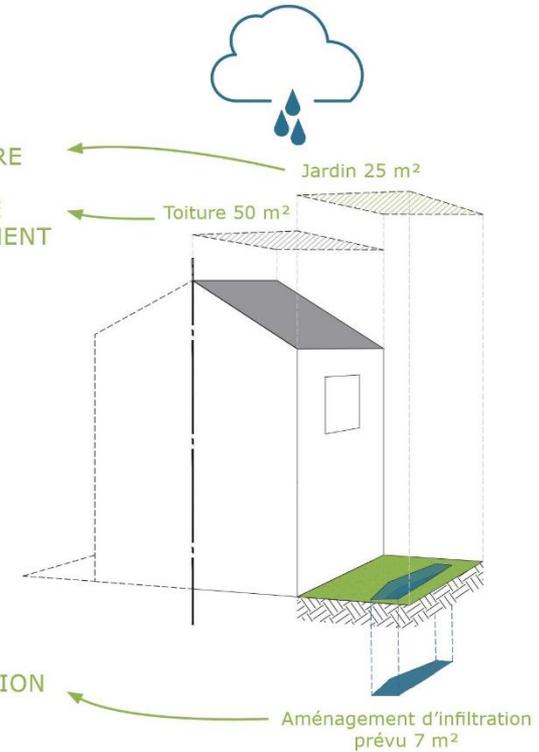
Volume tampon	<input style="width: 50px;" type="text" value="3"/> m ³
Hauteur d'eau correspondante sur la surface d'infiltration	<input style="width: 50px;" type="text" value="38"/> cm
Temps de vidange	<input style="width: 50px;" type="text" value="26"/> h

SURFACE PLEINE-TERRE

SURFACE DE RUISSELLEMENT

SURFACE D'INFILTRATION

VOLUME TAMPON 3m³



<https://www.guidebatimentdurable.brussels/gerer-eaux-pluviales-parcelle/outils>

- ▶ liste non-exhaustive d'outils, gratuits pour certains et payants pour d'autres, décrits succinctement.
- ▶ benchmarking de 6 outils sélectionnés parmi le listing

- PARAPLUIE
- OASIS
- SIRIO
- HYETOS
- INFO DRAINAGE
- FAVEUR
- SWMM
- ...



Stéphan TRUONG

Ingénieur projet – Facilitateur EAU

✉ facilitateur.eau@environnement.brussels



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

