



WATERMIDDAG

DE METHODES VOOR DE DIMENSIONERING VAN GRWB-INRICHTINGEN



Stéphan Truong
Facilitator WATER LBE

Van 'alles door leidingen' tot de doorlaatbare stad



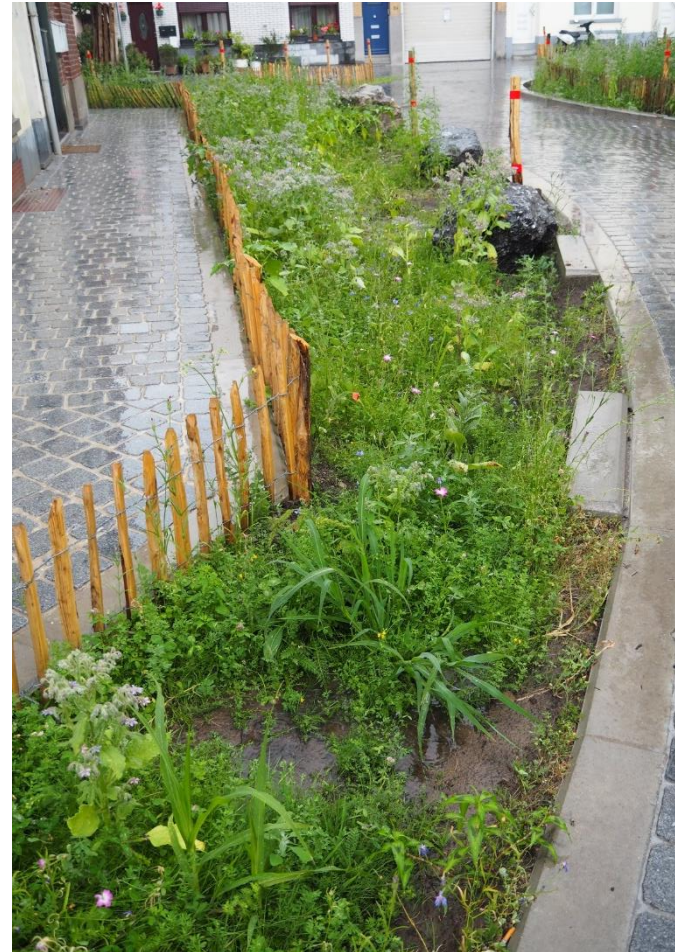
Bron : Méli Mélo – Démêlons les fils de l'eau – www.graie.org/eaumelimelo/



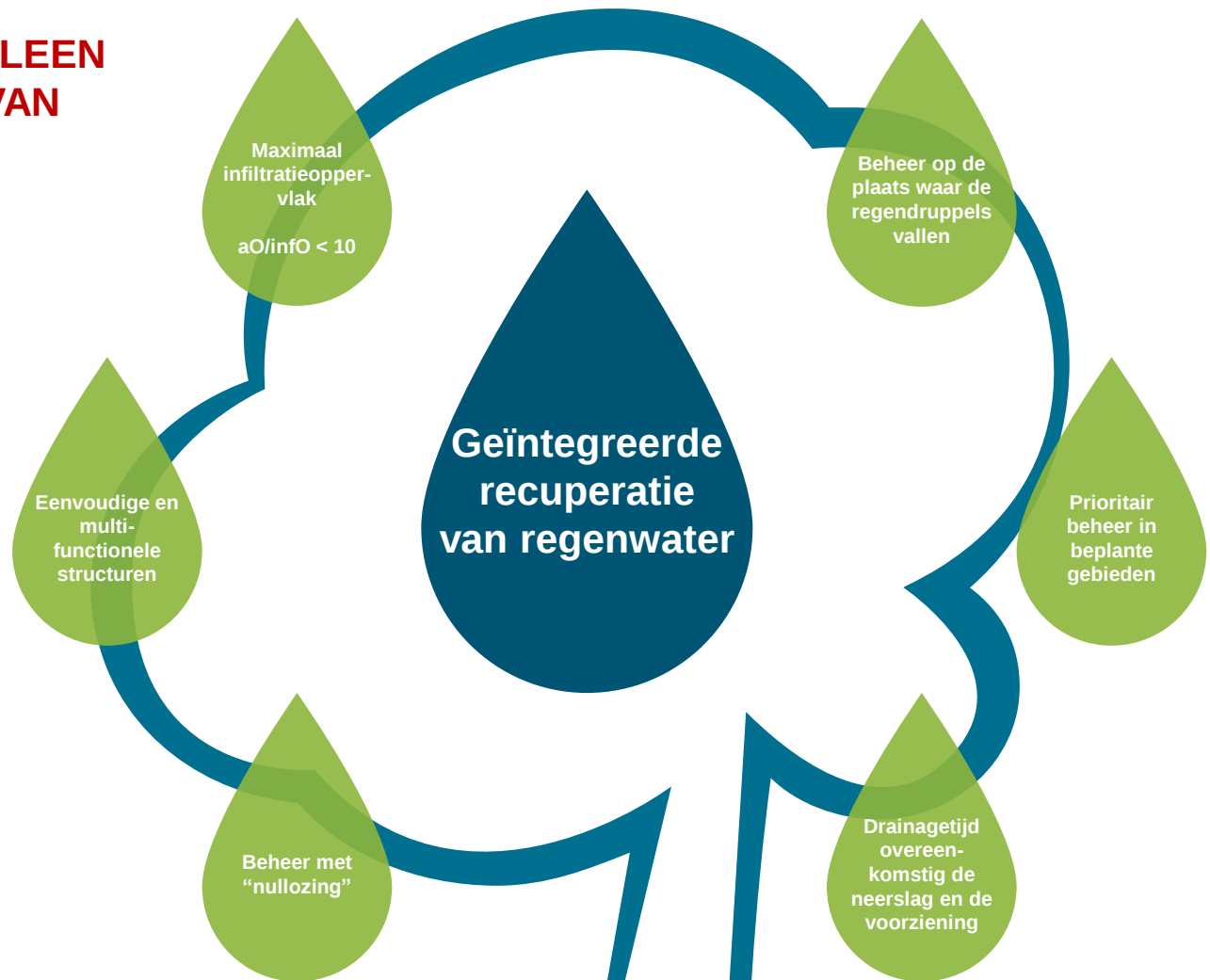
De (slechte) gewoonten om de stad in te richten veranderen ...

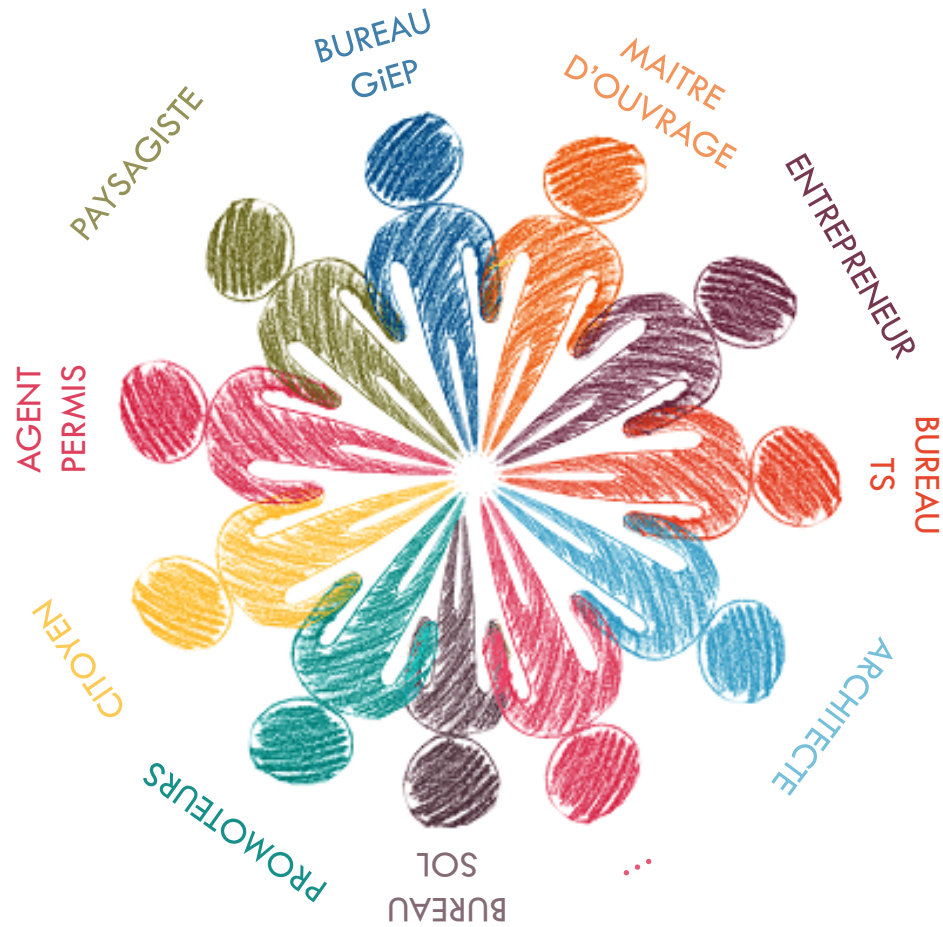


**... vereist dat we de methodes
voor de dimensionering kennen**



**GRWB IS NIET ALLEEN
EEN KWESTIE VAN
VOLUMES!!**







- ▶ Met welke hypothesen (doorlaatbaarheid, afvloeingscoëfficiënt, pluviometrische gegevens, ...) rekening houden?
- ▶ Welke dimensioneringsmethodes gebruiken voor de evaluatie van de volumes waarin moet worden voorzien?
- ▶ Welke parameters beïnvloeden de resultaten?
- ▶ Welke hulpmiddelen bestaan er om het ontwerp van de GRWB-inrichtingen te ondersteunen?



HYDROLOGISCHE ELEMENTEN

- ▶ Pluviometrie
- ▶ Afvloeiing
- ▶ Infiltratie

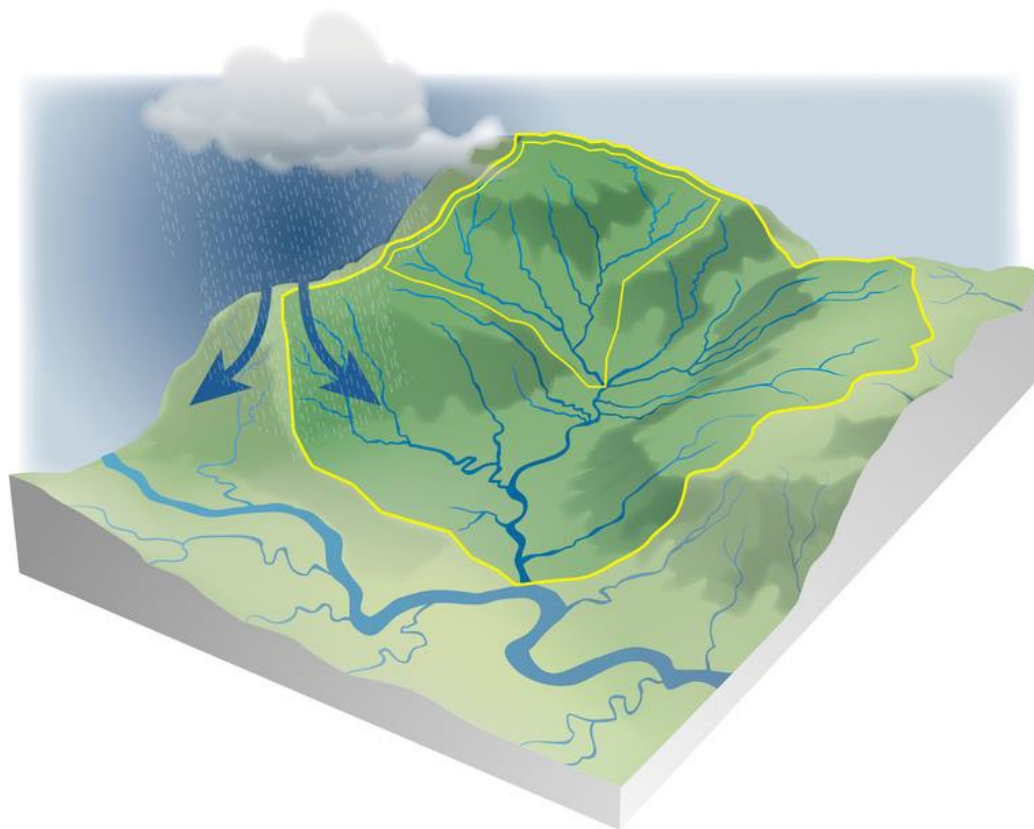
DIMENSIONERINGSMETHODES

TOOLS



Oppervlak gedefinieerd door het geheel van het water dat op dat oppervlak neerkomt en naar hetzelfde afvoerpunt stroomt.

- Gedefinieerd door de topografie (natuurlijk milieu) EN door het rioleringsnet (stedelijk milieu)

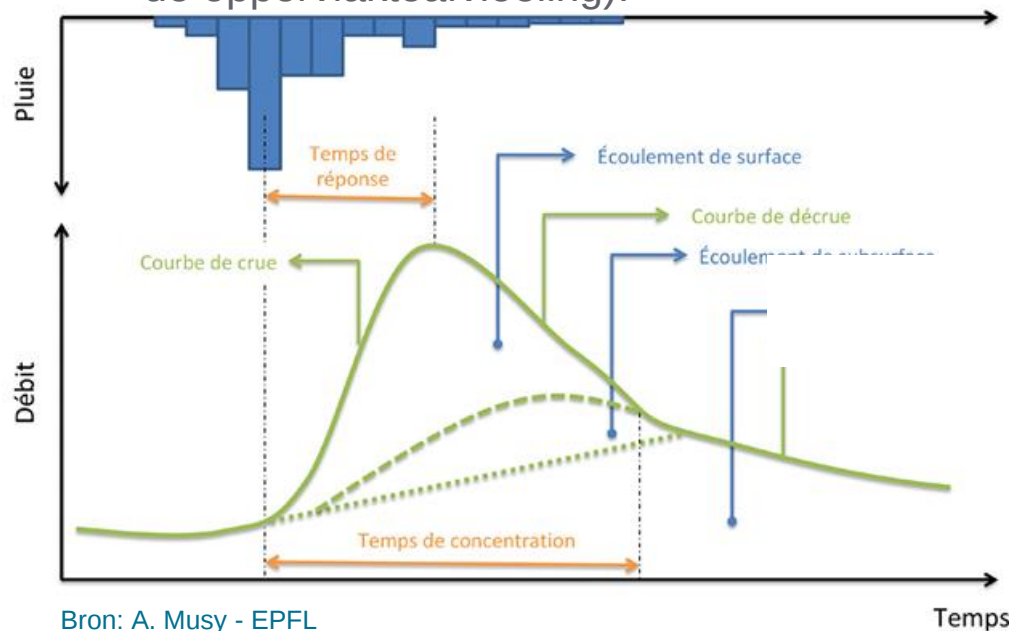


Bron: stroomgebied van de Gartempe



Karakteristieke tijd:

- ▶ Responstijd: tijdsinterval tussen het zwaartepunt van de netto neerslag en de hoogste waterstand
- ▶ Concentratietijd: tijd die een regendruppel gemiddeld nodig heeft om de afstand af te leggen vanaf het “hydrologisch” verste punt van een stroomgebied tot aan het afvoerpunt. De karakteristieke tijd of k_t kan geraamd worden door meting van de tijd tussen het einde van de netto neerslag en het einde van de rechtstreekse afvloeiing (d.w.z. einde van de oppervlakteafvloeiing).



Bron: A. Musy - EPFL

Deze tijd is afhankelijk van de karakteristieken van het stroomgebied:

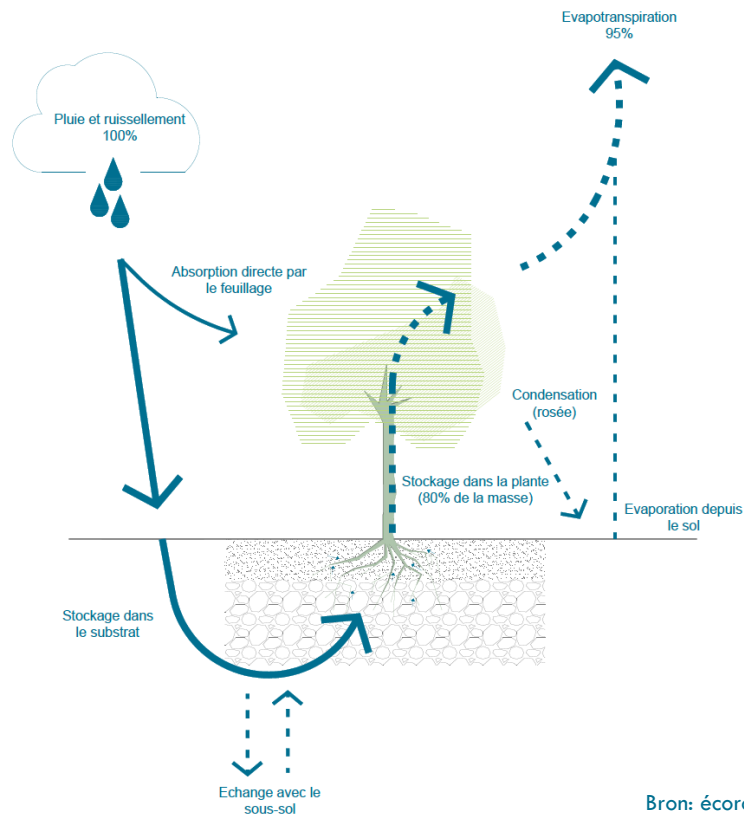
- ▶ vorm
- ▶ omvang
- ▶ verval
- ▶ oppervlaktetype

maar ook van het regenbuitype



De verschillende componenten van de hydrologische balans van neerslag: de afvloeiing, de infiltratie en de evapotranspiratie

⇒ **Doelstelling: de afvloeiing minimaliseren en de infiltratie en evapotranspiratie maximaliseren**



Bron: écorce



HYDROLOGISCHE ELEMENTEN

- ▶ **Pluviometrie**

- ▶ Afvloeiing

- ▶ Infiltratie

DIMENSIONERINGSMETHODES

TOOLS



Een regenbui wordt gekarakteriseerd door 3 parameters (QDF/KDF):

- ▶ de **Kwantiteit** van de neerslag
- ▶ de **Duur** van de regenbui
- ▶ de **Frequentie** (= terugkeerperiode = terugkeertijd (TT))

Duur	Terugkeerperiode (jaren)											
	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 u	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 u	19,4	26,8	32,3	35,6	38,1	40	41,6	44,2	46,3	50,2	53,1	60,5
3 u	21,6	29,7	35,7	39,3	42	44,1	45,9	48,7	51	55,3	58,4	66,5
6 u	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 u	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

Statistieken van de extreme neerslag – Gemeente Ukkel

Geschatte neerslaghoeveelheid voor een neerslagduur [van 10 minuten tot 30 dagen]

en een terugkeerperiode [van 2 tot 200 jaar] - Eenheid: mm

Bron: KMI

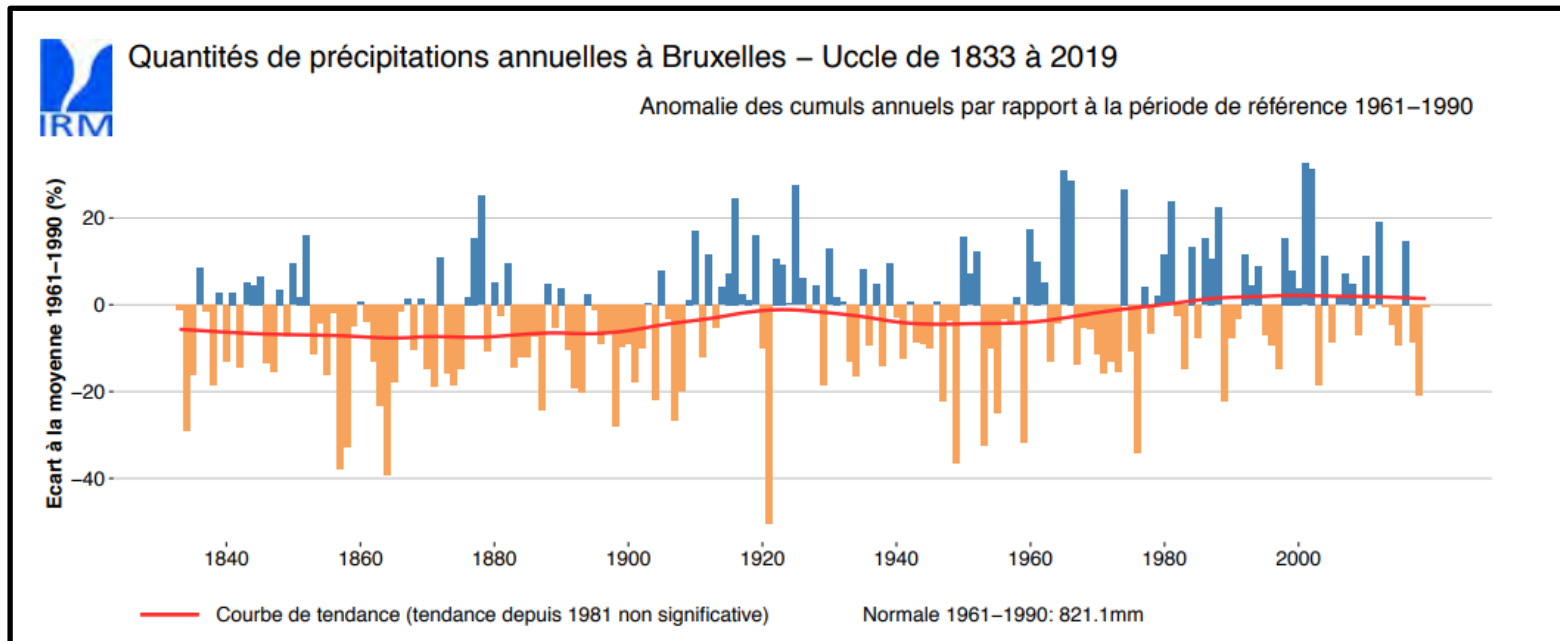
WATER MIDDAG – DE METHODES VOOR DE DIMENSIONERING VAN GRWB-INRICHTINGEN – 18/04/2024



Hoe worden de curves (QDF) voor een bepaalde locatie berekend?

- Model 1: op basis van een lange reeks neerslagmetingen

⇒ Voorbeeld: station van Ukkel, dagelijkse meting sinds 1833!



Evolutie van de jaarlijkse hoeveelheid neerslag voor de periode 1833-2019. Afwijkingen uitgedrukt in percentages.

Bron: KMI



Hoe worden de curves (QDF) voor een bepaalde locatie berekend?

- ▶ Model 1: op basis van een lange reeks neerslagmetingen

Voorbeeld: station van Ukkel, dagelijkse meting sinds 1833!

⇒ Voordeel: nauwkeurigere gegevens in geval van een nabijgelegen weerstation

- ▶ Model 2: op basis van een minder lange reeks neerslagmetingen EN:
 - modellen voor extrapolatie in de tijd
 - modellen voor ruimtelijke extrapolatie

⇒ Voordeel 1: beschikbaarheid van gegevens voor heel België

⇒ Voordeel 2: homogeniteit voor het hele land

⇒ Voordeel 3: mogelijkheid tot integratie van klimaatverandering



Vergelijking van twee tabellen (QDF) volgens 2 modellen

		M2	M1	M1/M2	M2	M1	M1/M2	M2	M1	M1/M2	M2	M1	M1/M2	M2	M1	M1/M2	M2	M1	M1/M2
		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%

		M2	M1	M1/M2	M2	M1	M1/M2	M2	M1	M1/M2	M2	M1	M1/M2	M2	M1	M1/M2	M2	M1	M1/M2
		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%



Hoe worden de curves (QDF) voor een bepaalde locatie berekend?

- ▶ Model 1: op basis van een lange reeks neerslagmetingen

Voorbeeld: station van Ukkel, dagelijkse meting sinds 1833!

⇒ Beschikbaar voor Ukkel op de website van [Leefmilieu Brussel](#)

⇒ Aanvraag via contactformulier van het [KMI](#)

- ▶ Model 2: op basis van een minder lange reeks neerslagmetingen EN:

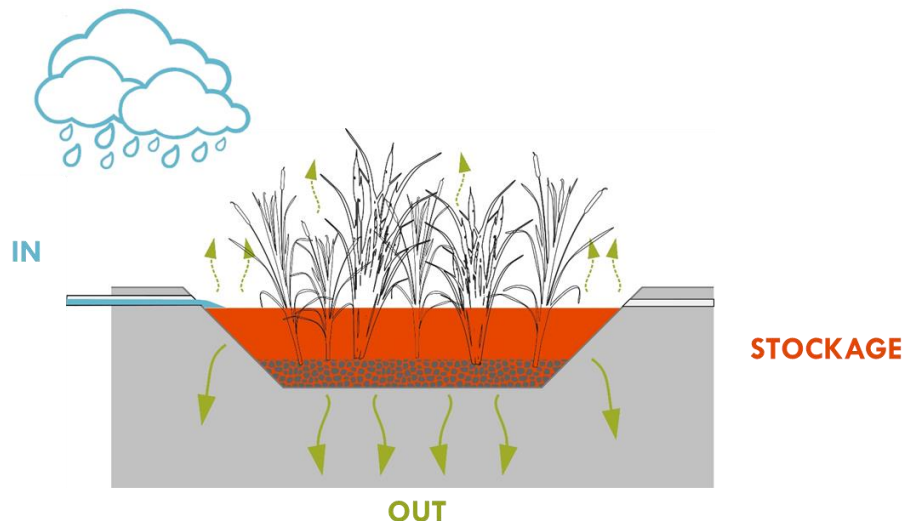
- modellen voor extrapolatie in de tijd
- modellen voor ruimtelijke extrapolatie

⇒ Gegevens beschikbaar op de website het KMI - [Het klimaat in uw gemeente](#)



Welke neerslag moet in acht worden genomen

- ▶ De TT wordt bepaald door de ambities
- ▶ In acht te nemen neerslagduur
 - In theorie = responstijd van het stroomgebied, d.w.z. tijdsinterval tussen het zwaartepunt van de netto neerslag en de hoogste waterstand
 - In de praktijk: gebruik van de neerslagmethode om de meest problematische neerslagduur te bepalen volgens de karakteristieken van het project (actieve oppervlakte, doorlatendheid en infiltratieoppervlakte)



Gewestelijke ambitie

- ▶ Gevoeligheid van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (toenemende verdichting, verstedelijking van overstromingsgebieden en verdwijnen van vochtige gebieden)
- ▶ Rioleringsinfrastructuur gedimensioneerd in begin van 20e eeuw
- ▶ Anticipatie op evolutie naar meer zware regenbuien, onweersbuien (klimaatverandering)
 - ⇒ **Evolutie van een TT10 naar een TT van minimaal 20 jaar, zowel voor de openbare als voor de private ruimte op gewestniveau**

Oplossingen

- ▶ GRWB: Afkoppelen van ondoorlatende oppervlakken ($\pm 13 \%$)
- ▶ Stormbekken: Verhogen van opvangcapaciteit rioleringsnet ($\pm 20 \%$)
- ▶ Combinatie GRWB + stormbekken

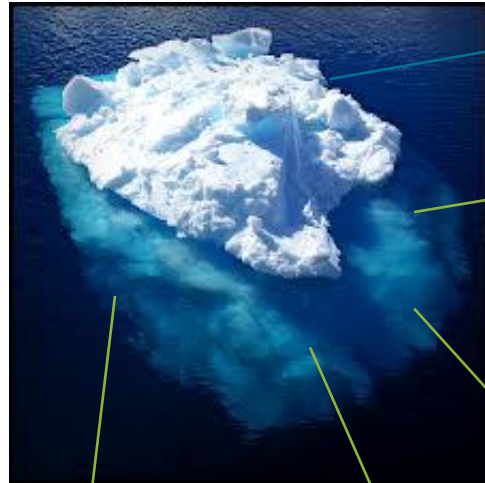
GRWB = een ecologisch en economisch antwoord in stedelijk gebied

- ▶ Voordeliger dan een herdimensionering van de netten
- ▶ Minder duur dan herstellen van overstromingsschade

Keuze van terugkeertijd regenbuien

- ⇒ **Nieuwbouw/zware renovatie: TT100**
- ⇒ **Lichte renovatie: 'Het maximaal haalbare'**





Overstromingen

Impact op mensen en middelen
Verontreiniging van natuurlijk milieus



Overbelasting van het rioleringsnet

→ **Aantasting** van dure infrastructuur

→ **Lozingen**

→ verontreiniging van ontvangende waterlopen

Vermenging van afvalwater – zuiver water

→ **Verdunning** van het te zuiveren water

→ zuiveringsrendementen ↓

→ **Verspilling** van de hulpbron 'zuiver water'

→ verbruik van drinkbaar gemaakt water ↑



Verlies van levenskwaliteit in de stad

→ **Hitte-eilanden** ↑

→ **Aantrekkelijkheid** ↓

→ **Gebrek aan fundamenteel evenwichtselement in stedelijke omgeving**

Ontoereikende aanvulling van zuiver water

→ in de bodem (→ evenwicht en kwaliteit van de bodem in natuurlijke milieus ↓)

→ van de grondwaterlagen (→ gevolgen op lange termijn)

→ van de natuurlijke waterlopen of vochtige gebieden (→ biodiversiteit ↓ in de zomer)



HYDROLOGISCHE ELEMENTEN

- ▶ Pluviometrie
- ▶ **Afvloeiing**
- ▶ Infiltratie

DIMENSIONERINGSMETHODES

TOOLS



Definities

- ▶ Theoretische oppervlakte die de oppervlakten voorstelt die actief aan de afvloeiing van het regenwater deelnemen

Berekening

- ▶ $aO = \sum AC * xO$

waarin

- AC = afvloeiingscoëfficiënt
- $infO$ = infiltratieoppervlakte

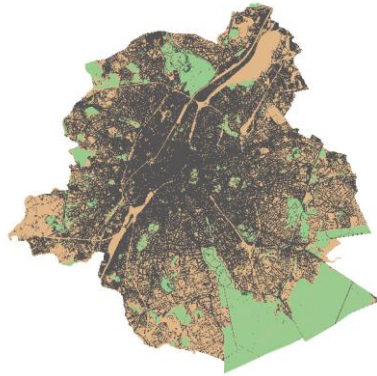
Afvloeiingscoëfficiënt

$$\frac{\text{Hoogte afvloeiend water}}{\text{Hoogte hemelwater}}$$

⇒ **Afhankelijk van het oppervlaktetype maar niet alleen ...**



Van het oppervlaktetype

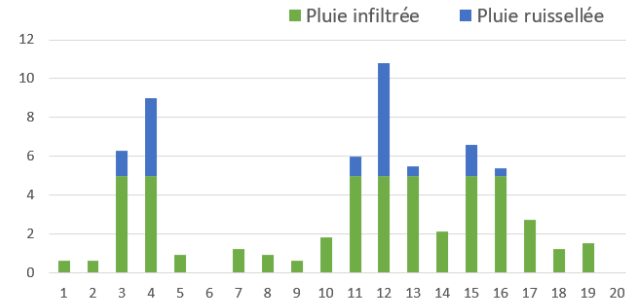


Van de topografie in combinatie met de "oneffenheid" van de bodem

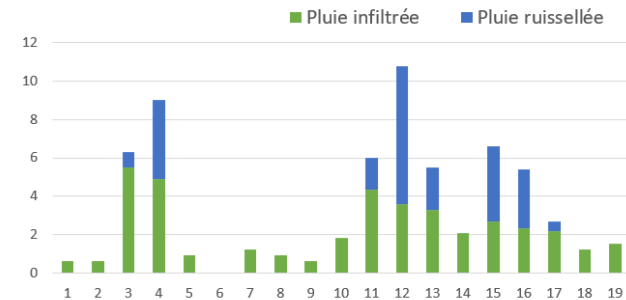


Ruimtelijke afhankelijkheid,
maar statisch in de tijd

Van het regenbuitype (intensiteit, duur)



Van de verzadigingsgraad van de bodem



Variatie in de tijd: dimensionering
voor het ongunstigste geval



Tal van bronnen geven AC's voor verschillende oppervlaktetypes

- Voorbeeld in de Gids Duurzame Gebouwen

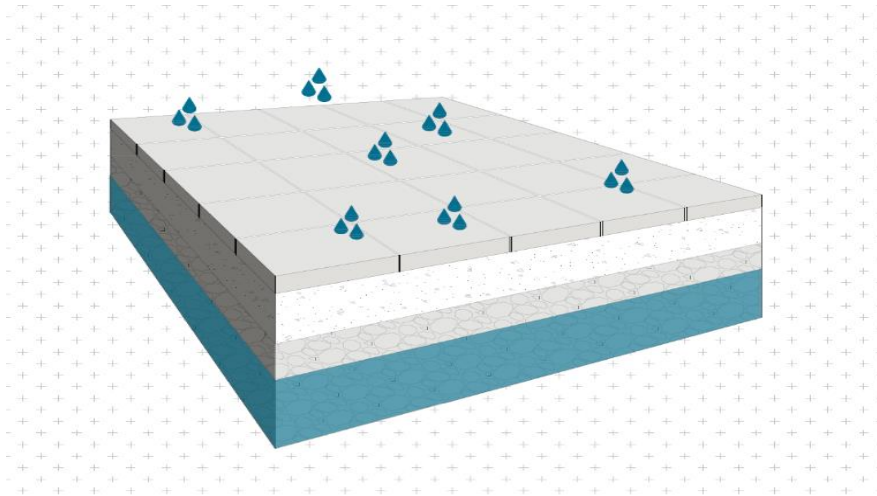
Oppervlakte	Courante regenbuien	Intense regenbuien
Hellende daken	0,85 – 0,9	1
Platte daken		
- bitumendak	0,75	1
- grinddak, opslagdak	0,6	1
- groendak, 5 cm	0,5	0,9
- groendak, 20 cm	-	0,4
- groendak, 40 cm	-	0,3
Asfalt	1	1
Gras-/grindtegel	0,1	0,3
Tuin, volle grond	0,1	0,3
Bebost massief	0,05	0,3
Straatstenen met zandvoegen	0,55	0,9
Poreuze straatstenen	-	0,6
Gravel (gemalen baksteen)	0,2	0,7

Bron: Gids Duurzame Gebouwen – Leefmilieu Brussel



Bijzonder geval van de (half)doorlatende verhardingen

- De neerslag die op dit oppervlaktetype terechtkomt, vloeit niet af als zodanig ... Omdat de gegenereerde watervolumes in de onderfundering (draineermassief) moeten worden voorzien, wordt deze neerslag toch in de actieve oppervlakte meegerekend



Bron: écorce

Totale oppervlakte = 100 m^2

↓ $AC = 0,9$

Actieve oppervlakte = 90 m^2

↓ $\text{regen} = 60 \text{ mm/m}^2$

Te beheren volume = $5,4 \text{ m}^3$

↓
Te voorzien in de
onderfundering



Tal van bronnen geven AC's voor verschillende oppervlaktetypes

- ▶ De waarden variëren sterk van bron tot bron
- ▶ Hierdoor kost het veel tijd om aan elk oppervlaktetype een AC toe te wijzen
 - ⇒ **Het is niet zo relevant om aan elk oppervlaktetype een specifieke AC toe te wijzen**

Het gebruik van AC's kan worden vereenvoudigd door over het algemeen slechts 2 oppervlaktetypes in acht te nemen

Volle grond = 0,2

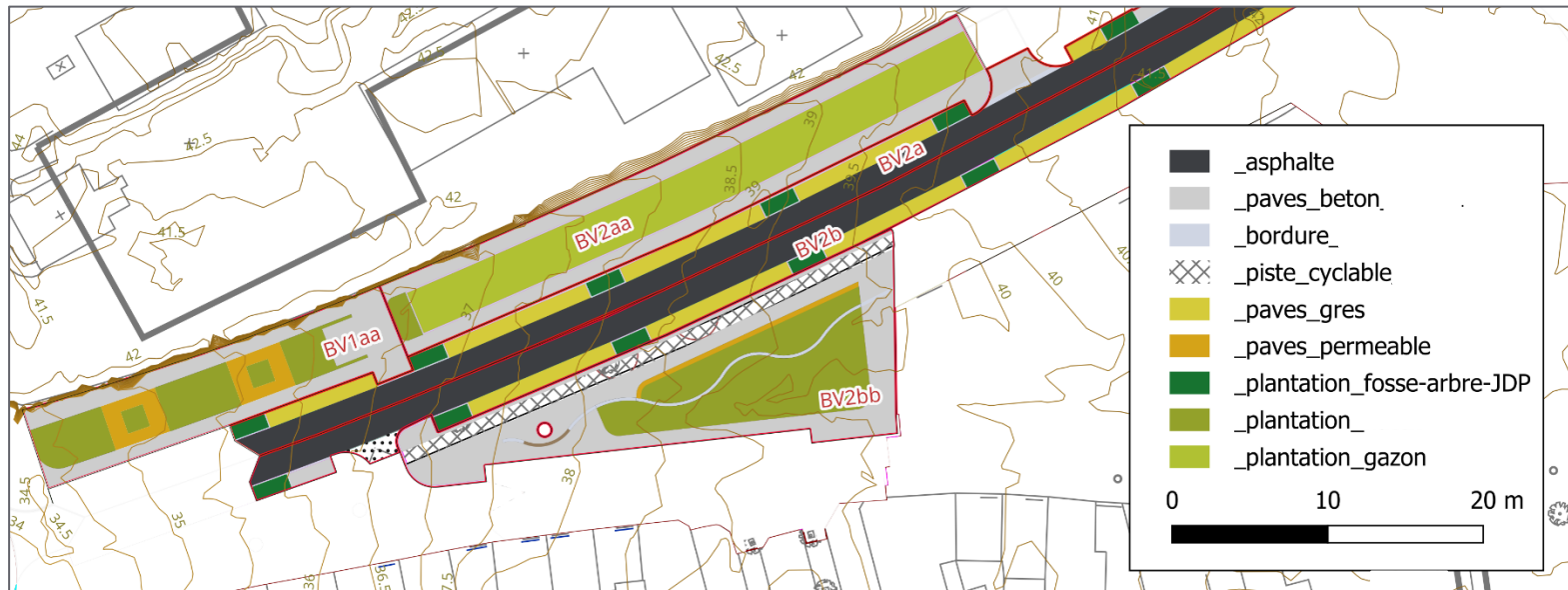
De rest = 0,9

Dit kan geval per geval aangepast worden overeenkomstig de specifieke omstandigheden (steile hellingen, grote groengebieden, druk belopen zones, enz.)

In het te beheren volume dat zo wordt berekend, nemen we de inrichtingen in acht die het regenwater volledig of gedeeltelijk beheren (draineermassieven onder doorlatende verhardingen, groendaken, enz.)



Voorbeeld



Asfalt

Betonnen bestrating

Kantstenen

Fietspad

0,9

Bestrating uit gres met doorlatende voeg

Doorlatende bestrating

Boomkuil, regentuin

Andere aanplantingen

Grasveld

0,9

0,2



HYDROLOGISCHE ELEMENTEN

- ▶ Pluviometrie
- ▶ Afvloeiing
- ▶ **Infiltratie**

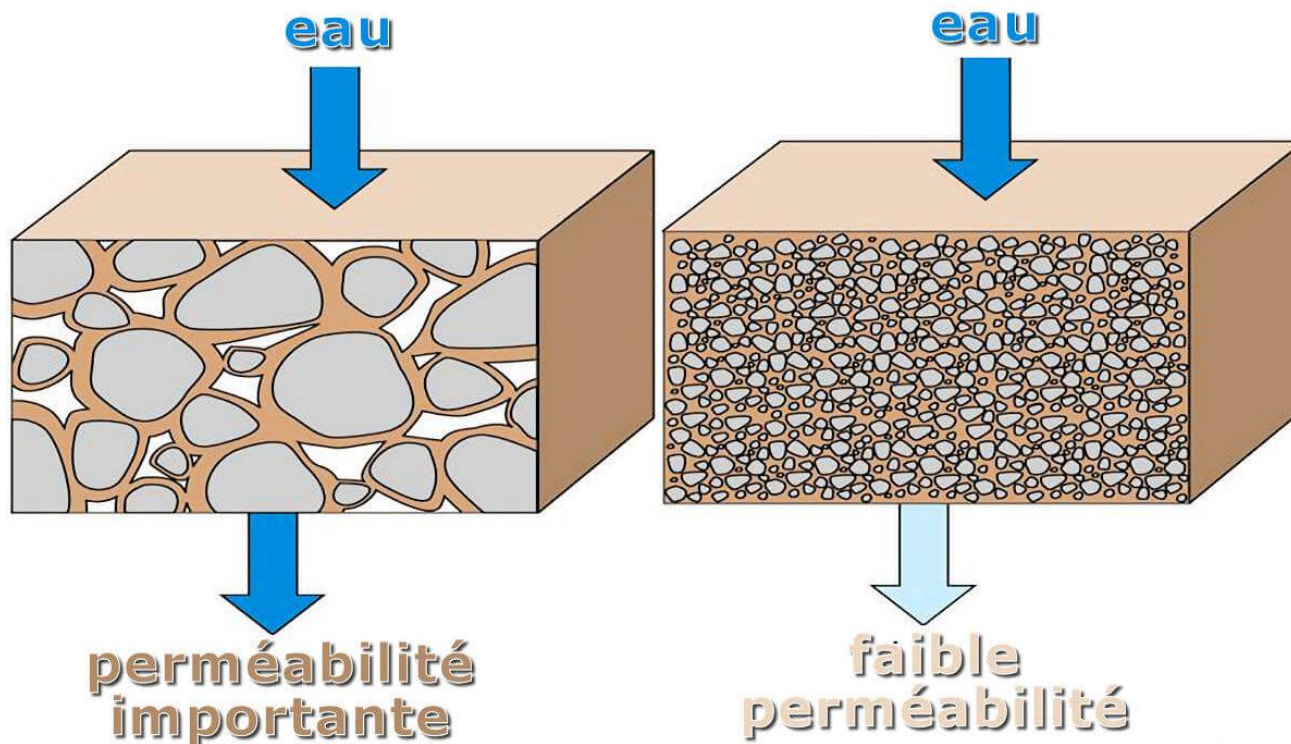
DIMENSIONERINGSMETHODES

TOOLS



Of de hydraulische geleidbaarheid van de bodem K [m/s]

- ▶ Infiltratiecapaciteit van de bodem
- ▶ Snelheid van de waterverplaatsing door de bodemlagen



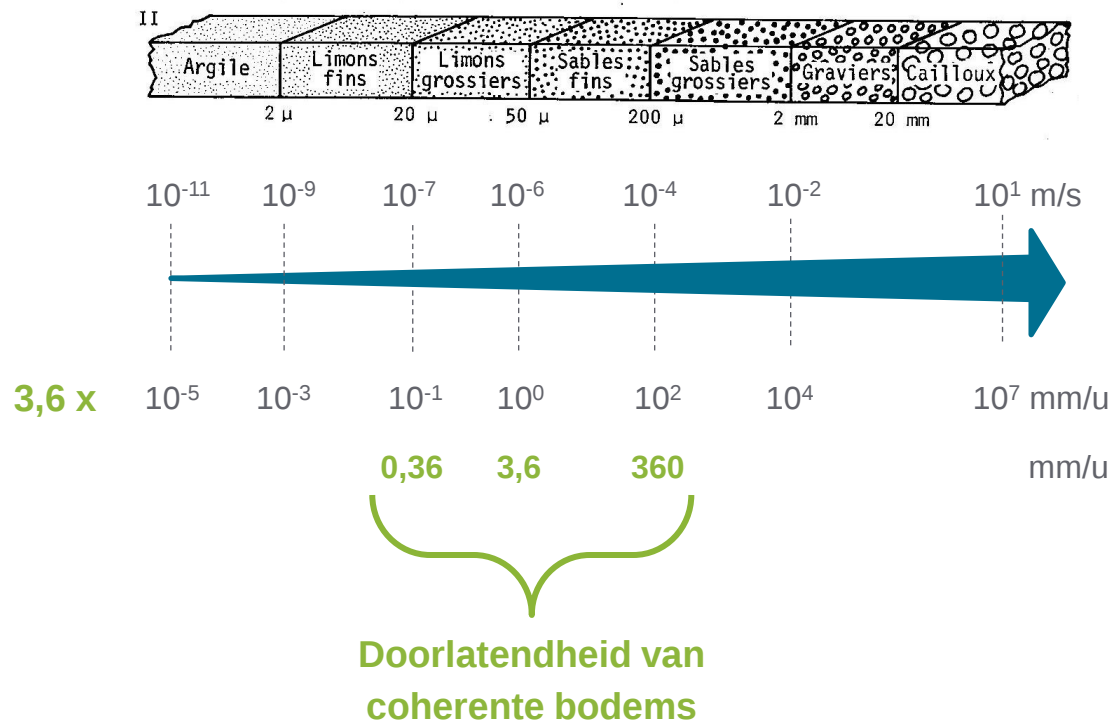
Bron: www.aquaportail.com



DOORLATENDHEID VAN DE BODEM – IN THEORIE

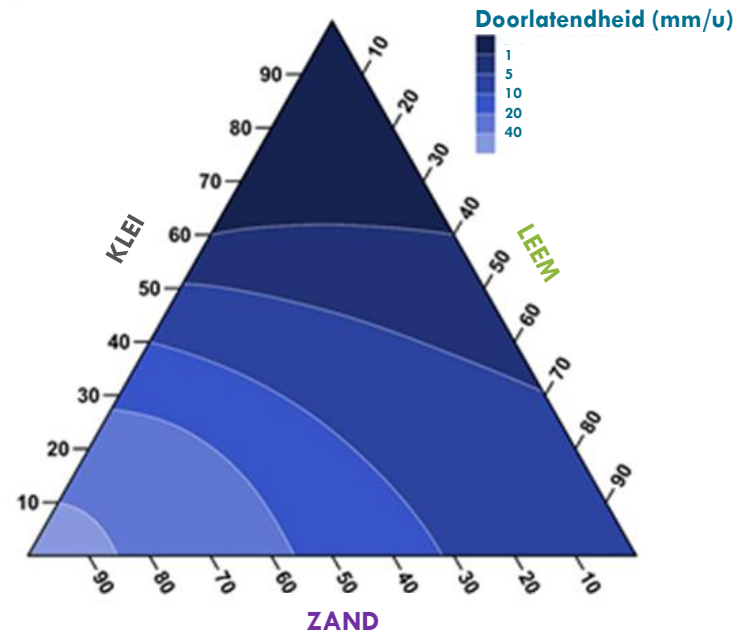
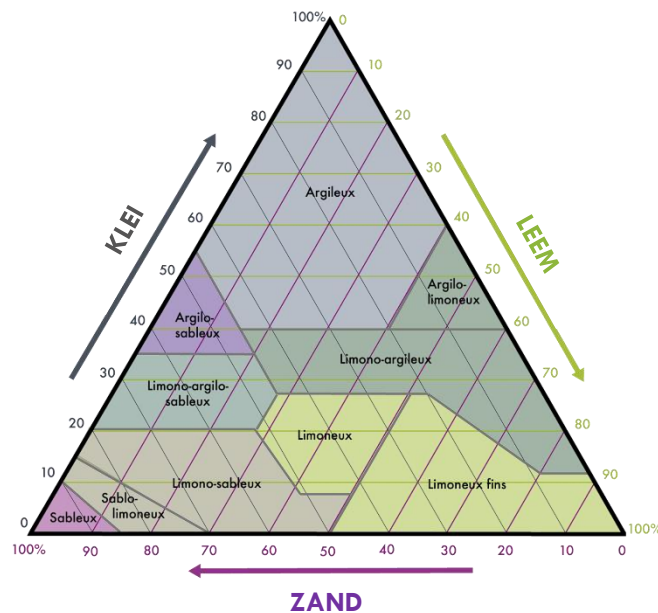
De doorlatendheid van de bodem is afhankelijk van

- De **BODEMTEXTUUR**: relatieve verhouding van de verschillende minerale bestanddelen waaruit de bodem is samengesteld: zand + leem + klei



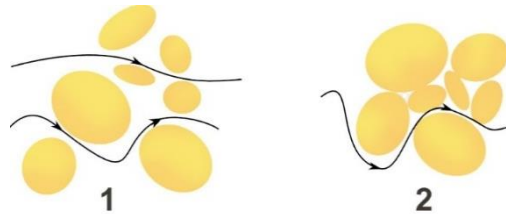
De doorlatendheid van de bodem is afhankelijk van

- De **BODEMTEXTUUR**: relatieve verhouding van de verschillende minerale bestanddelen waaruit de bodem is samengesteld: zand + leem + klei

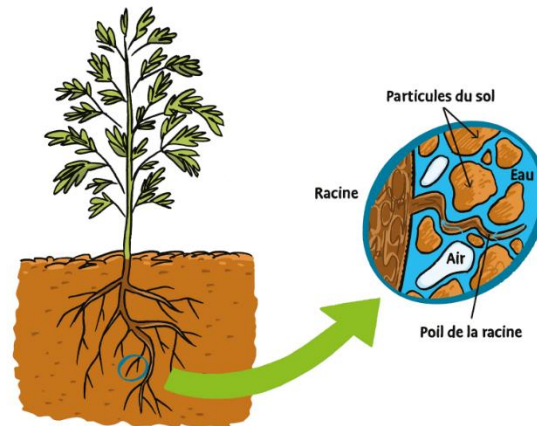


De doorlatendheid van de bodem is afhankelijk van

- De **BODEMSTRUCTUUR** : opbouw en organisatie van de verschillende minerale bestanddelen



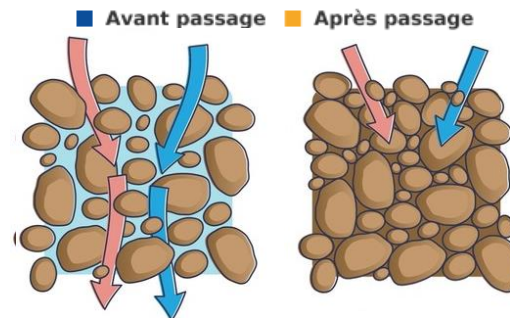
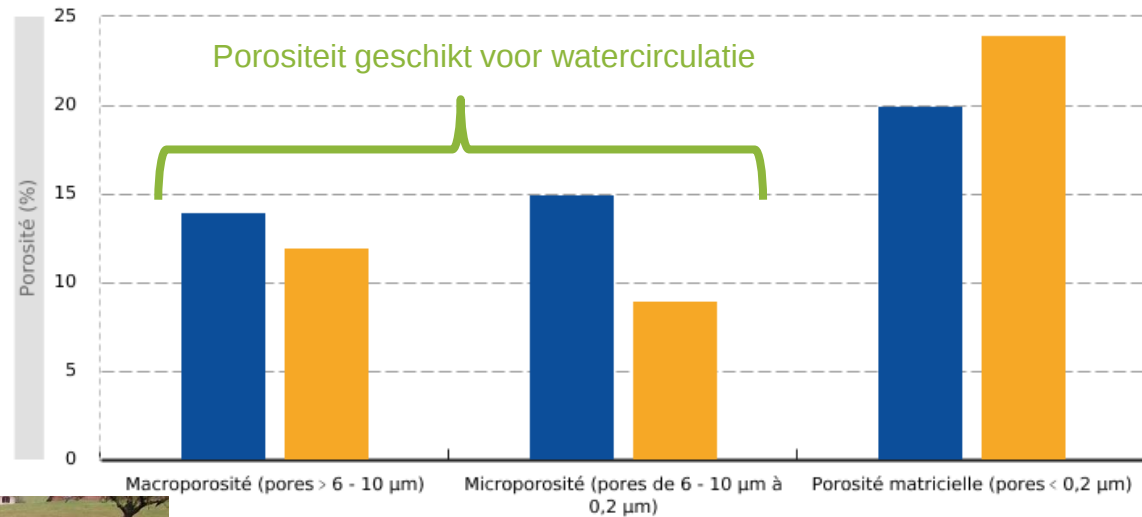
beïnvloed door: verdichting, de hoeveelheid organisch materiaal, wortelontwikkeling, fauna, enz....

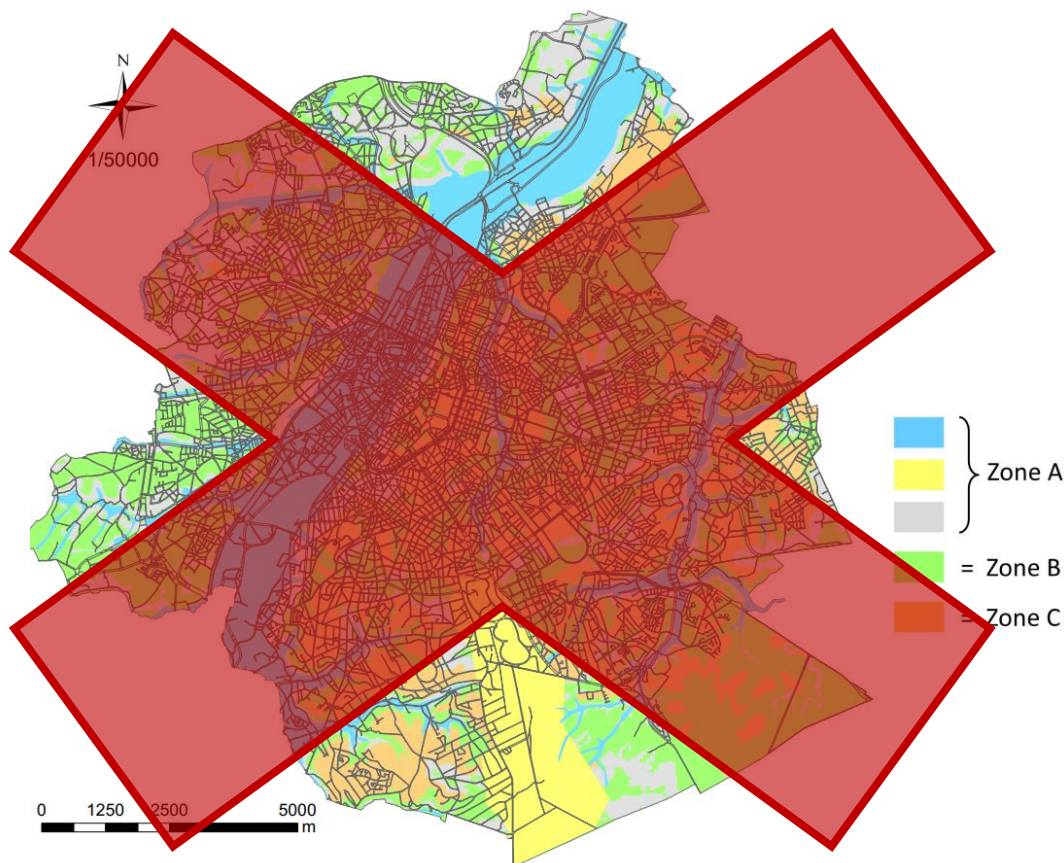


De doorlatendheid van de bodem is afhankelijk van

- de **BODEMSTRUCTUUR**

Voorbeeld van de impact van de doorrit van een uitrij- of uitsleepmachine op de porositeit van een Waalse bosbodem



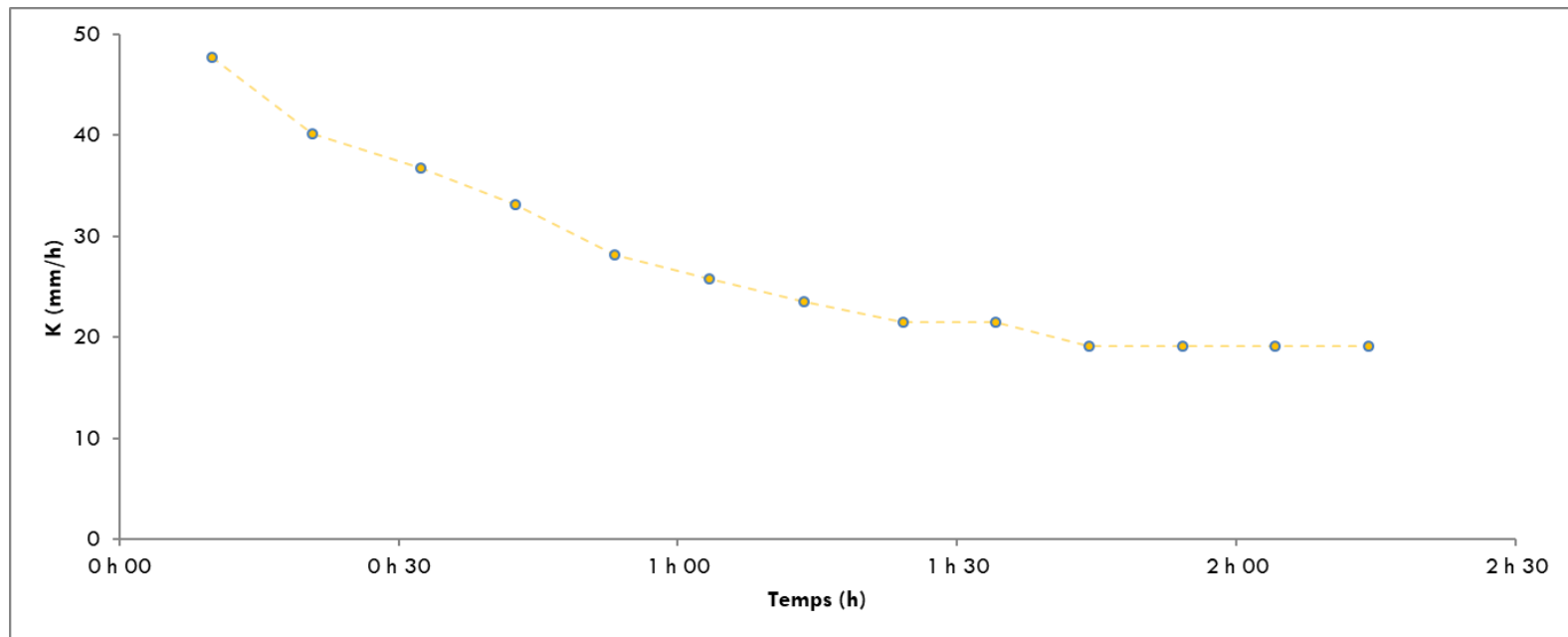


Cartografische
gegevens zijn
ONBRUIKBAAR
op projectniveau



Infiltratietests

- Meting van de hydraulische geleidbaarheid van de bodem bij verzadiging K_s [m/s]



Theoretische curve van de evolutie in de hydraulische geleidbaarheid tijdens een verzadigingsfase - Bron: écorce



Porchet

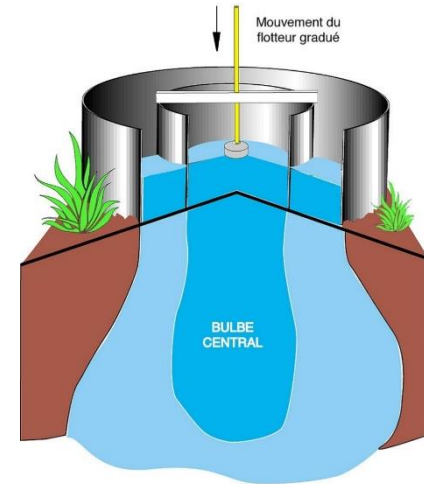


Matsuo (puttest)

...



Dubbele ring



Ondersteuning bij het uitvoeren van infiltratietests

- ▶ [Al onze tools en begeleiding voor waterbeheerprofessionals - Leefmilieu Brussel](#)

^ 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 \(.pdf\)](#)



37 INFILTRATIE TESTS – AANDACHTSPUNTEN

De verschillen tussen de methodes



38 INFILTRATIE TESTS – AANDACHTSPUNTEN

De verschillen tussen de methodes

	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			
ESSAI 8	140	ZONE3	210	5,84E-05
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			
IP7	24	ZONE C	15	4,2E-06
IP8	6			



De verschillen tussen de methodes

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



40 INFILTRATIE TESTS – AANDACHTSPUNTEN



1



2



3



4



5



6

LEGENDE

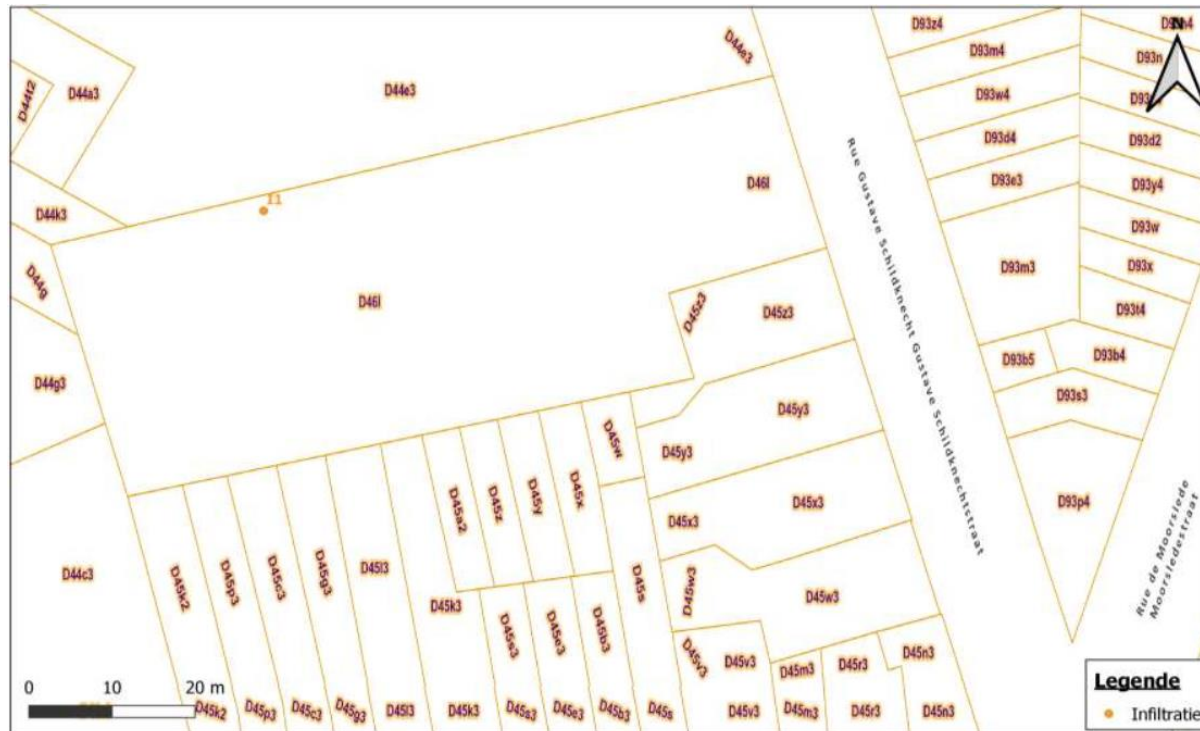
Perméabilité des sols

- Source : TDE, 2017
- Source : écorce, 2018
- Source : Squarebeek, 2018
- Source : Huilerie, 2014
- Tests réalisés, 2020



41 INFILTRATIE TESTS – AANDACHTSPUNTEN

Aantal tests en diepte



Bron: Bodemkundige
Dienst van België

- ▶ 1 test uitgevoerd op 1 m diepte
- ▶ $K_s = 0 \text{ mm/u}$

“De grond absorbeert niet, infiltratie is onmogelijk!”



42 INFILTRATIE TESTS – AANDACHTSPUNTEN



Bron: Bodemkundige
Dienst van België

- ▶ 9 tests uitgevoerd op 30 cm diepte
- ▶ Gemiddelde $K_s = 40 \text{ mm/u}$

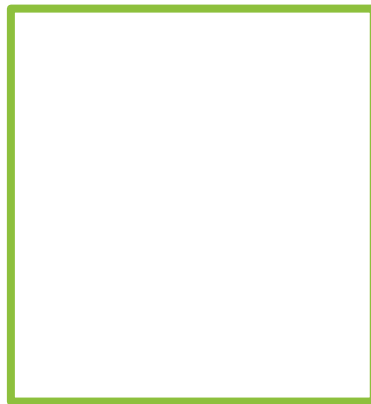
⇒ **Project met totale infiltratie (nullozing) voor TT100**



De infiltratiesnelheid ($_{inf}Q$) hangt af van

- ▶ Infiltratieoppervlakte ($_{inf}O$)
- ▶ doorlatendheid van de bodem (verzadigd hydraulisch geleidingsvermogen K_s gemeten in mm/u of m/s)

$$K_s = 5 \text{ mm/u}$$
$$_{inf}O = 100 \text{ m}^2$$



$$_{inf}Q = 0,5 \text{ m}^3$$

$$K_s = 50 \text{ mm/u}$$
$$_{inf}O = 10 \text{ m}^2$$



$$_{inf}Q = 0,5 \text{ m}^3$$

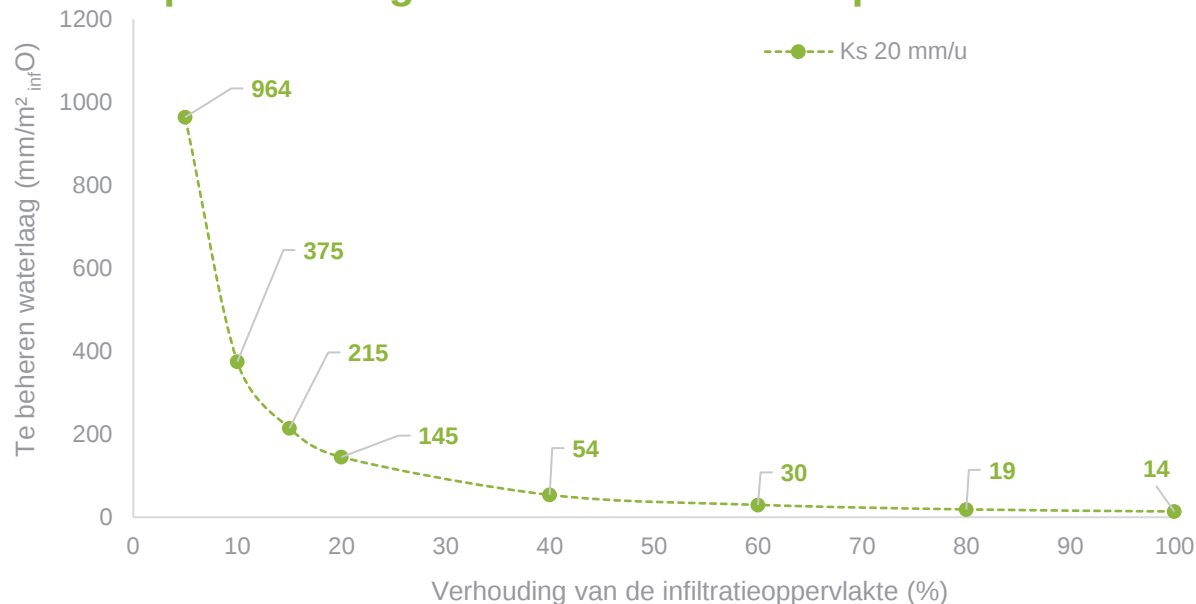
⇒ **NIET ALLEEN INZETTEN OP DOORLATENDHEID!**



Verkleining van infiltratieoppervlakte, zorgt tegelijkertijd voor de verkleining van

- ▶ het infiltratiedebiet → gevoelig voor langere regenbuien die een groter te bufferen volume genereren
- ▶ de beschikbare oppervlakte voor het bufferen van hetzelfde volume

⇒ **Exponentiële groei in de vereiste diepte**



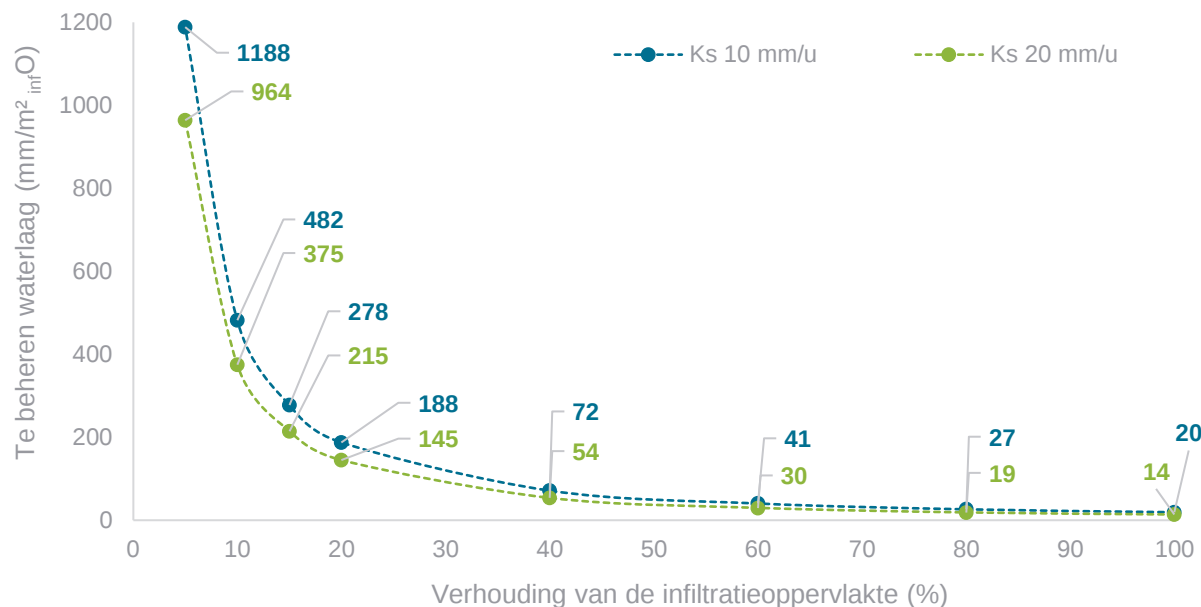
Evolutie van de te beheren waterlaag, uitgedrukt in mm per m² infiltratieoppervlakte (d.w.z. nuttige diepte van de voorziening), overeenkomstig de verhouding van de infiltratieoppervlakte in % van de actieve oppervlakte (TT20 – Ks 20 mm/u) Bron: Leefmilieu Brussel



Verkleining van de doorlatendheid, zorgt alleen voor de verkleining van

- het infiltratiedebiet

⇒ Een minder gunstige doorlatendheid resulteert in een grotere diepte, maar heeft verhoudingsgewijs minder impact dan een verkleining van de infiltratieoppervlakte.



Evolutie van de te beheren waterlaag, uitgedrukt in mm per m² infiltratieoppervlakte (d.w.z. nuttige diepte van de voorziening), overeenkomstig de verhouding van de infiltratieoppervlakte in % van de actieve oppervlakte (TT20 – Ks 10 en 20 mm/u) Bron: Leefmilieu Brussel



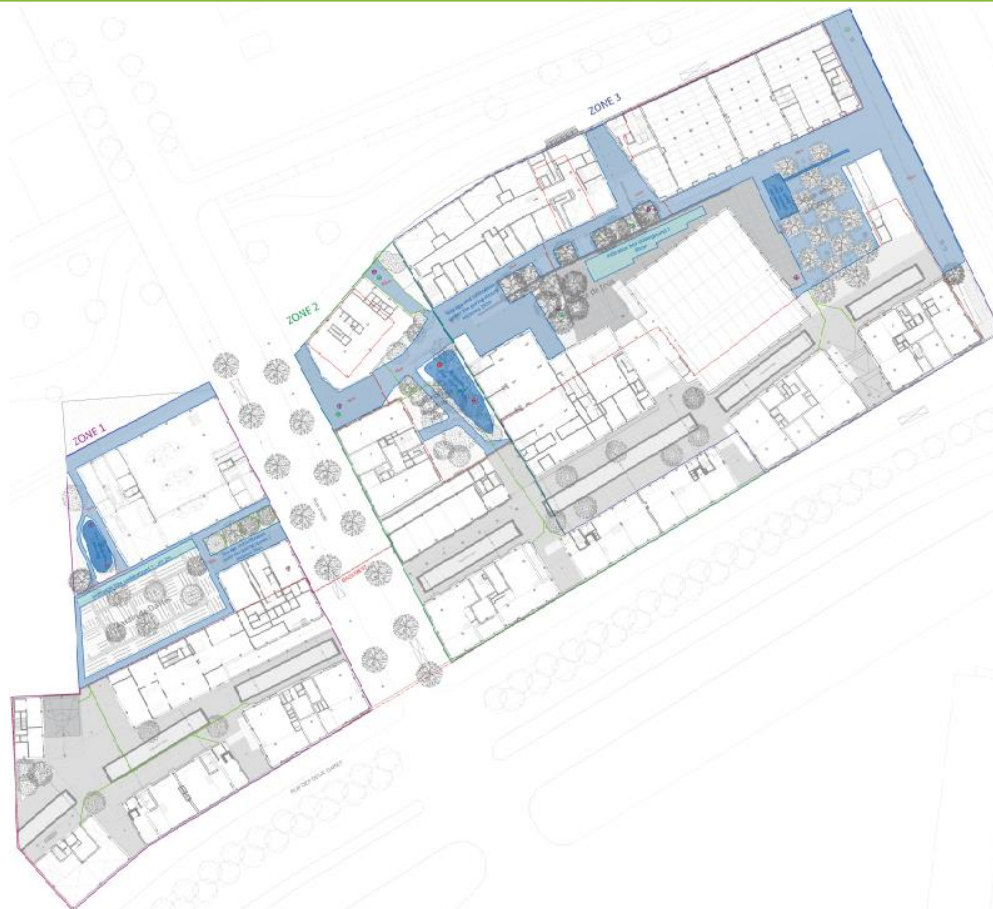


- ▶ Geraamde Ks van 1,5 mm/u op basis van cartografische gegevens
- ▶ Infiltratieoppervlakte $\pm 200 \text{ m}^2$ (perceel van 24.400 m^2 !)

⇒ **Stormbekkens en lozing naar het kanaal**



INFILTRATIEOPPERVLAKTE



- ▶ Gemeten Ks van ± 10 mm/u (2 resultaten van 18 uitgevoerde tests ☹)
- ▶ Infiltratieoppervlakte ± 3.700 m²

⇒ **Project met totale infiltratie (nullozing) voor TT10 tot TT40**



HYDROLOGISCHE ELEMENTEN

DIMENSIONERINGSMETHODES

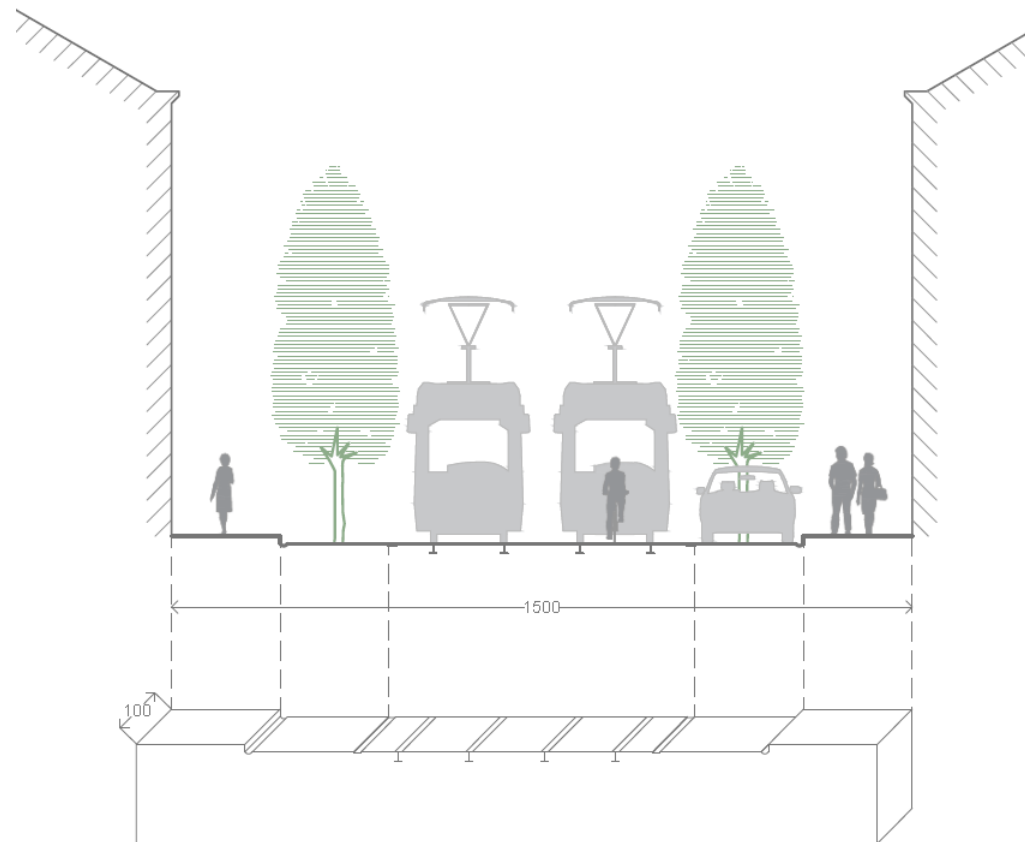
- ▶ **Volumemethode**
- ▶ Neerslagmethode

TOOLS



- ▶ Vereenvoudigde methode gebruikt bij de **voordimensionering**
- ▶ Laat de beoordeling toe van de te beheren volumes volgens een **bepaalde neerslag**
 - Terugkeertijd (TT) bepaald volgens de reglementering/ambitie: 20 jaar / 100 jaar
 - Willekeurig bepaalde duur: meestal 4 uur in een stedelijk milieu
- ▶ Volume = actieve oppervlakte (m^2) * neerslag (mm/m^2)
- ▶ Infiltratie/ afvoer met geregeld debiet niet in aanmerking genomen bij de berekeningen





1^e benadering

● NEERSLAG van 60 mm

HOEVEEL?

Duur	Terugkeerperiode (jaren)											
	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 u	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 u	19,4	26,8	32,3	35,6	38,1	40	41,6	44,2	46,3	50,2	53,1	60,5
3 u	21,6	29,7	35,7	39,3	42	44,1	45,9	48,7	51	55,3	58,4	66,5
6 u	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 u	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

Statistieken van de extreme neerslag – Gemeente Ukkel

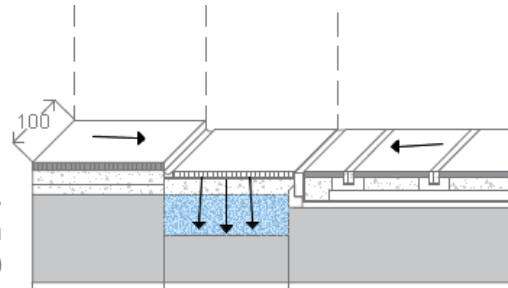
Geschatte neerslaghoeveelheid voor een neerslagduur [van 10 minuten tot 30 dagen]
en een terugkeerperiode [van 2 tot 200 jaar] - Eenheid: mm

Bron: KMI



VOORBEELD 1

2 draineermassieven van 75 cm
(met holtepercentage van 30 %)

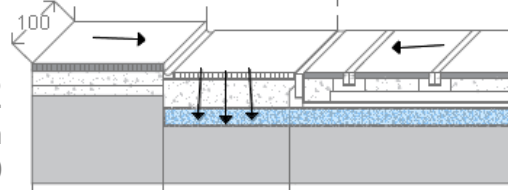


0.00

-1.15

VOORBEELD 2

1 draineermassief van 30 cm
(met holtepercentage van 30 %)



0.00

-0.90

VOORBEELD 3

Regentuin (25 cm)
& teelaarde (40 cm)

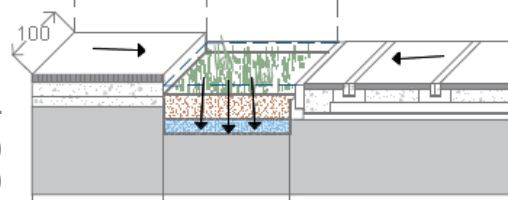


0.00

-0.70

VOORBEELD 4

Regentuin (25 + 40 cm)
+ draineermassief (27 cm)



0.00

-0.85



HYDROLOGISCHE ELEMENTEN

DIMENSIONERINGSMETHODES

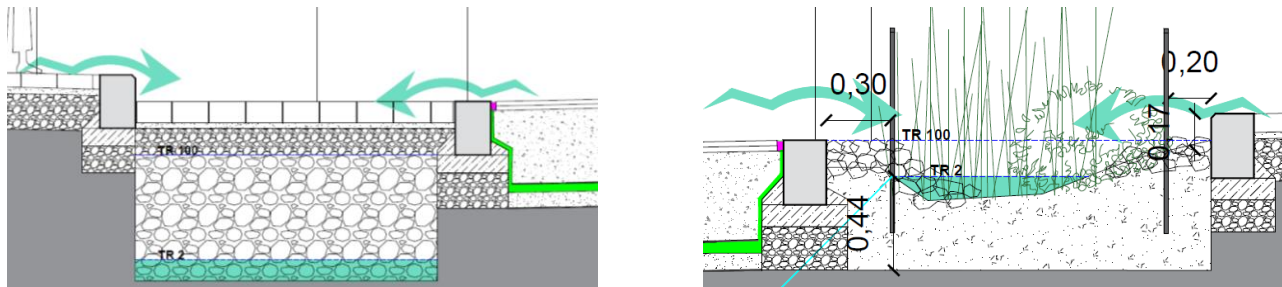
- ▶ Volumemethode
- ▶ **Neerslagmethode**

TOOLS



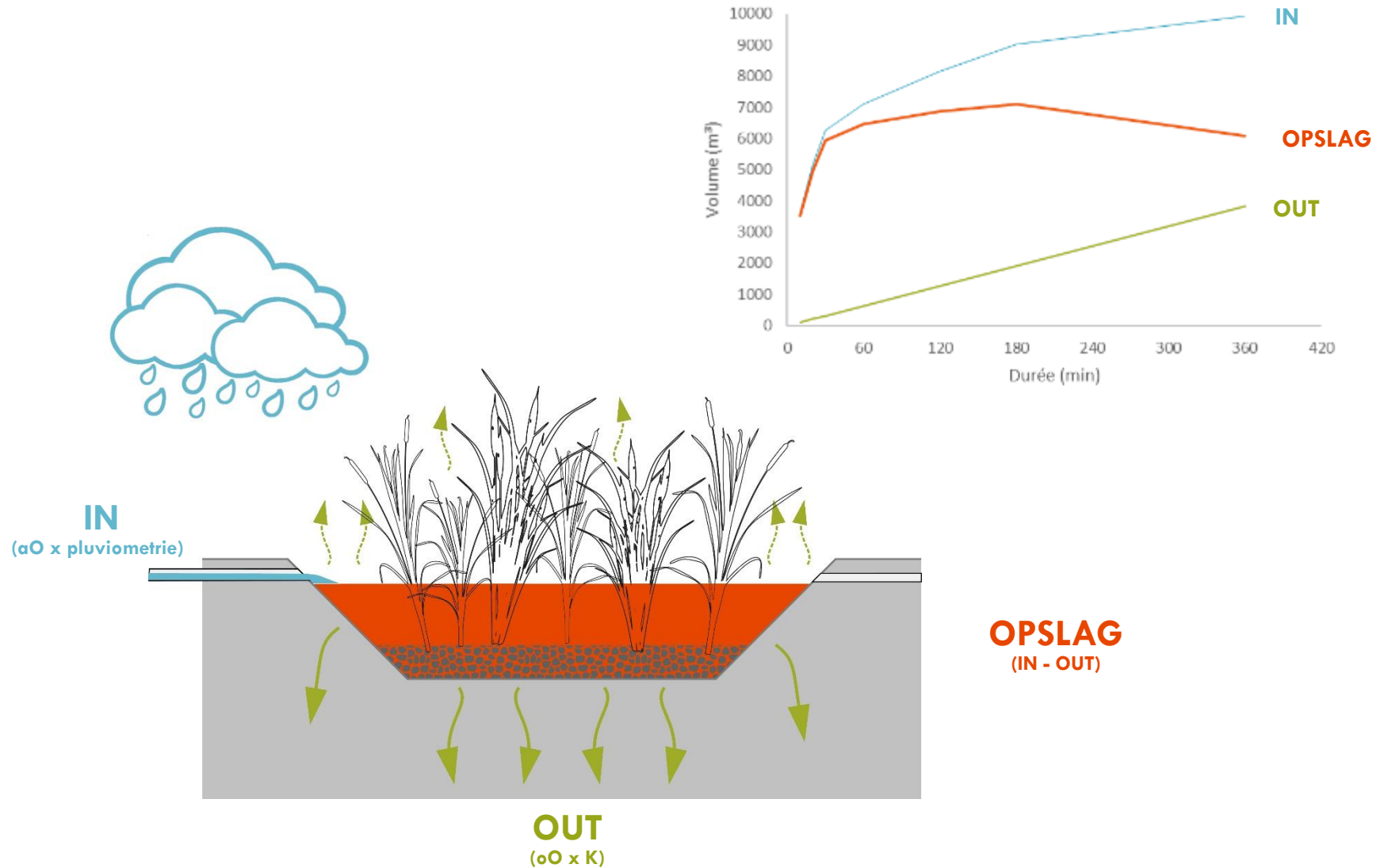
- ▶ Gedetailleerde methode gebruikt bij de **dimensionering**
- ▶ Laat de beoordeling toe van de te beheren volumes op basis van de **'statistische' neerslag**
 - TT (Terugkeertijd) bepaald volgens de reglementering/ambitie: 20 jaar / 100 jaar

Het kan interessant zijn de gegenereerde volumes voor verschillende terugkeertijden te beoordelen om zich een beeld te vormen van de belaste oppervlakten/diepte



- Problematische duur beoordeeld op basis van de methode volgens de karakteristieken van de site
- ▶ Volume = actieve oppervlakte (m²) * neerslag (mm/m²)
- ▶ Infiltratie/afvoer met geregeld debiet in aanmerking genomen bij de berekeningen
- ▶ Iteratieve methode!





De impact van evapotranspiratie mag niet worden onderschat!



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

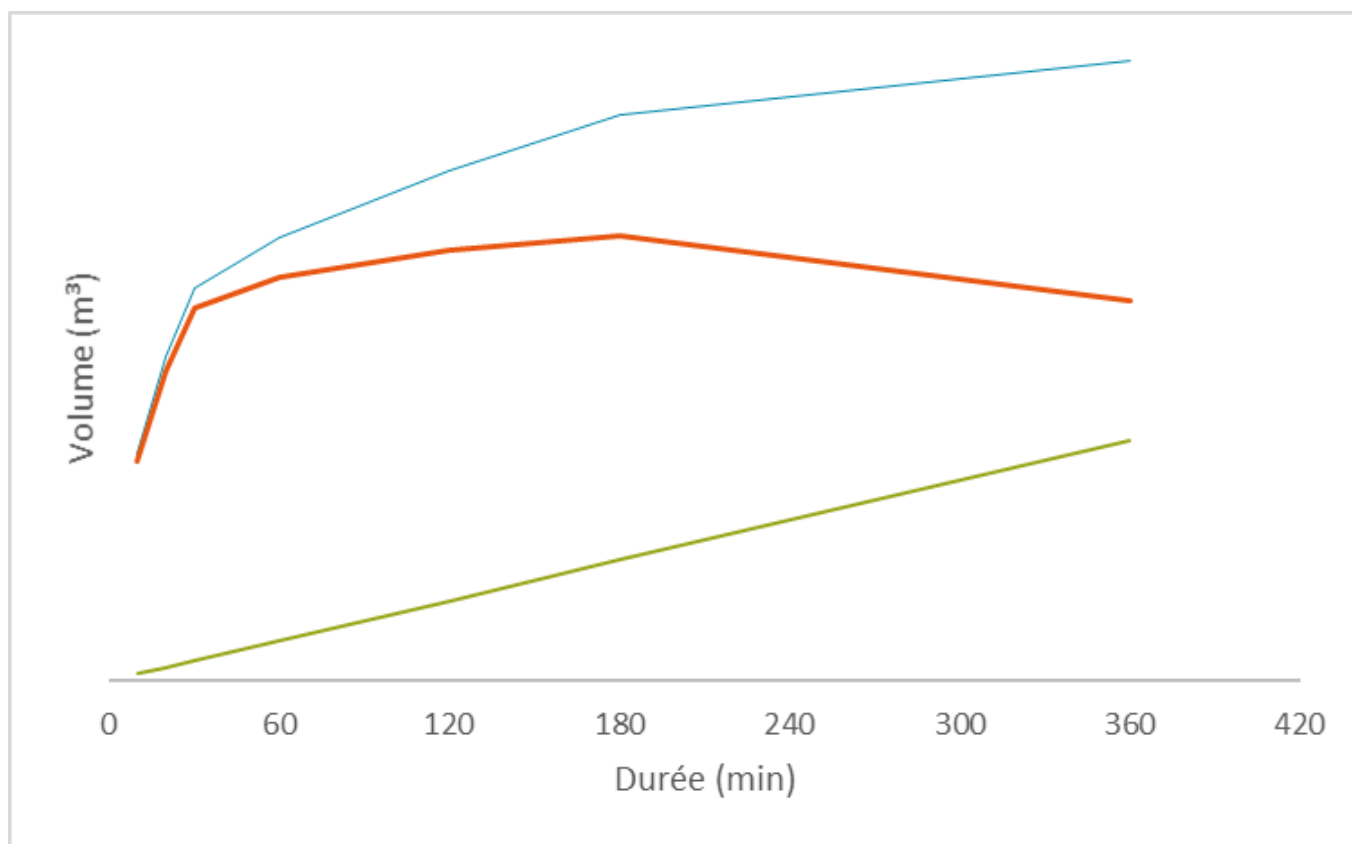
Un comble pour un ouvrage étanché
pour des raisons expérimentales !



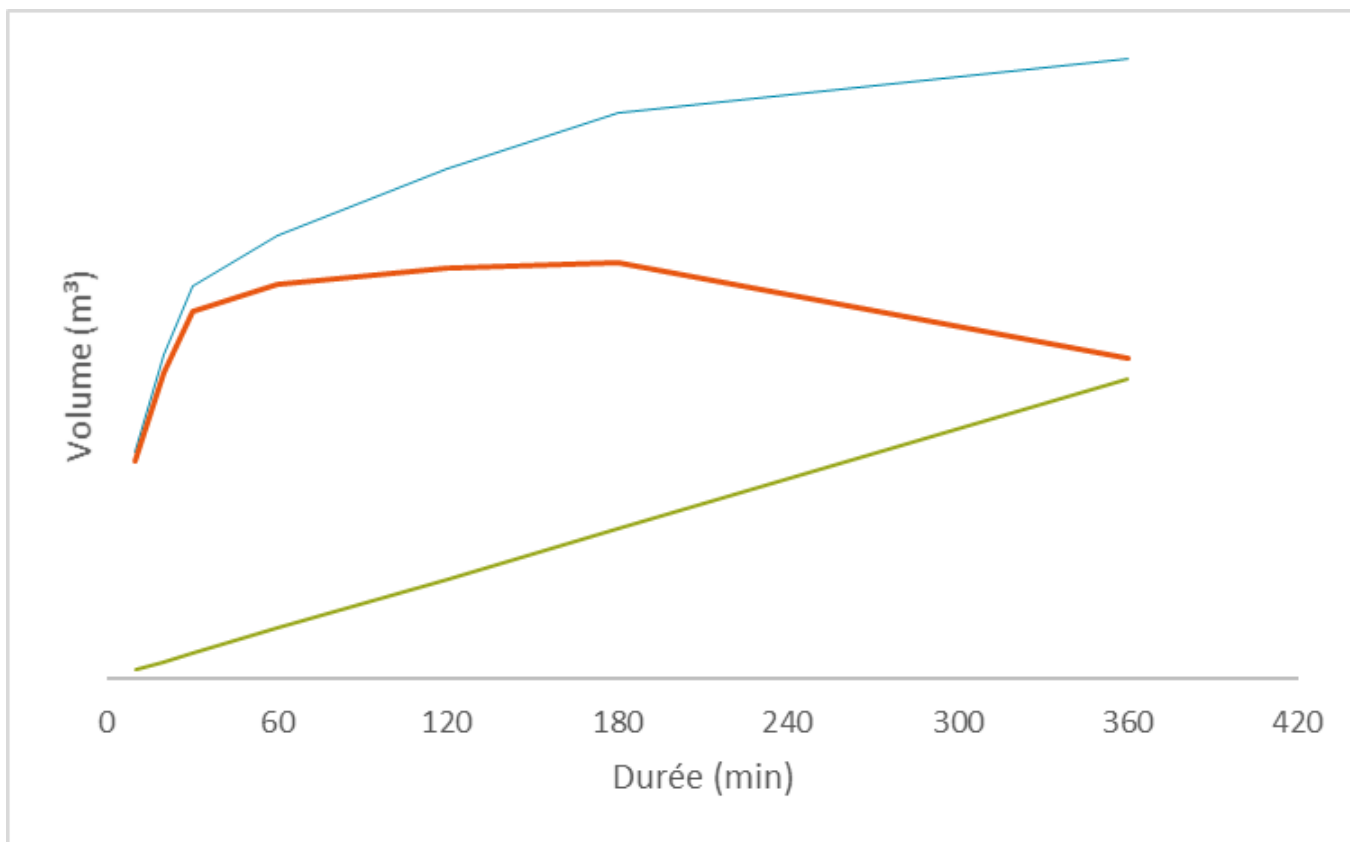
CRAL

Bron: INSA Lyon –
Laboratoire DEEP, OTHU,
Ecole Universitaire de
Recherche
H2O'Lyon

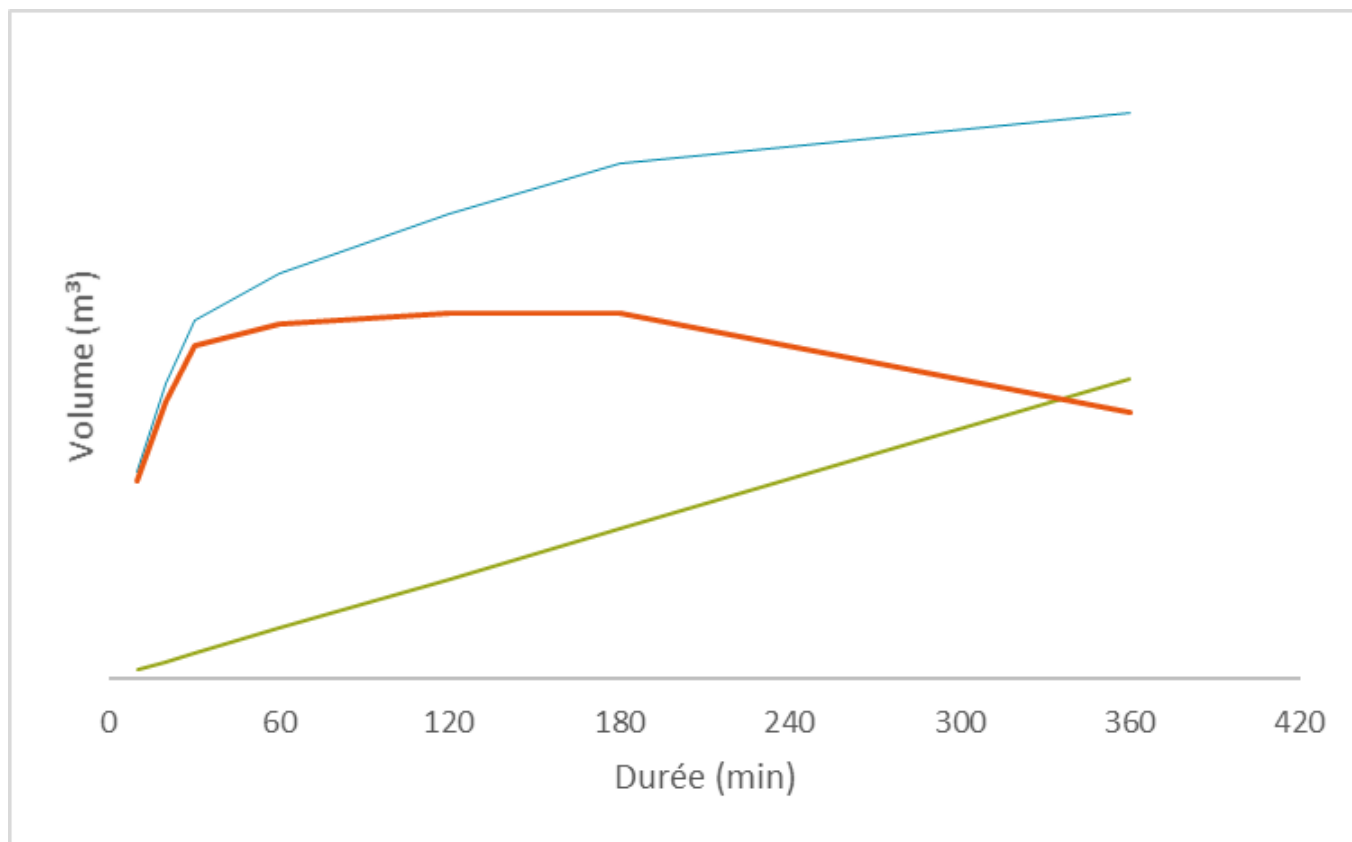




$\nearrow_{\text{inf}} 0$ $\searrow V$



↘ a_0 ↘ V



Dimensionering

- Opsplitsing in 'mini'stroomgebieden en toepassing van de neerslagmethode om het volume van elke voorziening te bepalen

⇒ **Keuze van de gegevens voor een bepaalde terugkeerperiode**

<https://www.meteo.be/nl/klimaat/klimaatatlas/klimaat-in-uw-gemeente>

⇒ **Berekening van het eenheidsdebiet = hoeveelheid / (duur 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



Dimensionering

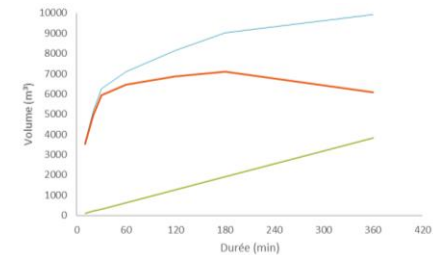
- Voor het betreffende 'mini'stroomgebied:

- de actieve oppervlakte aO bepalen

⇒ **Berekening van het totale debiet = $aO \times \text{eenheidsdebiet}$**

- de infiltratieoppervlakte $infO$ bepalen

⇒ **Berekening van het infiltratiedebiet (lekdebiet) = $infO \times K_s$**



Durée (minutes)	Quantité (mm)	Débit unitaire (l/s/m²)	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

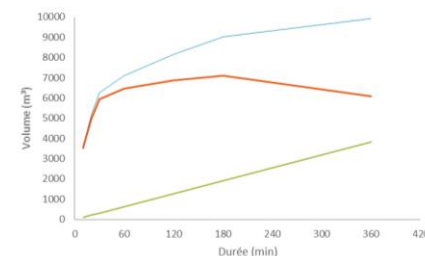
OUT



Dimensionering

⇒ **Berekening van het vereiste buffervolume =**

(totaal debiet - lekdebiet) x duur x 60/1000



⇒ **Indien de problematische neerslagduur 360 minuten bedraagt, moeten de infiltratieoppervlakten worden vergroot!**

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

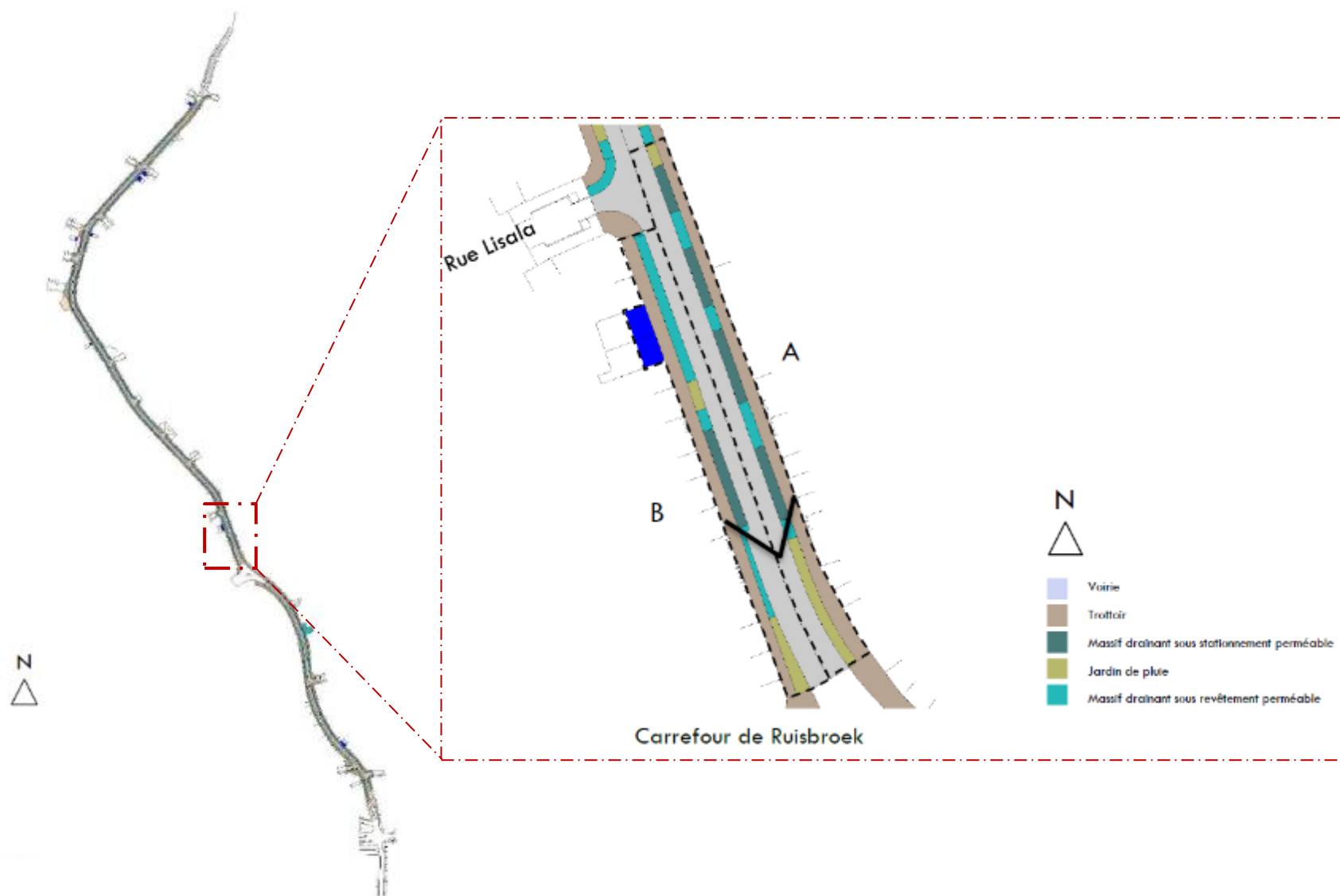
→ **MAX-waarde**
Vertegenwoordigt
de meest
problematische
neerslag

IN

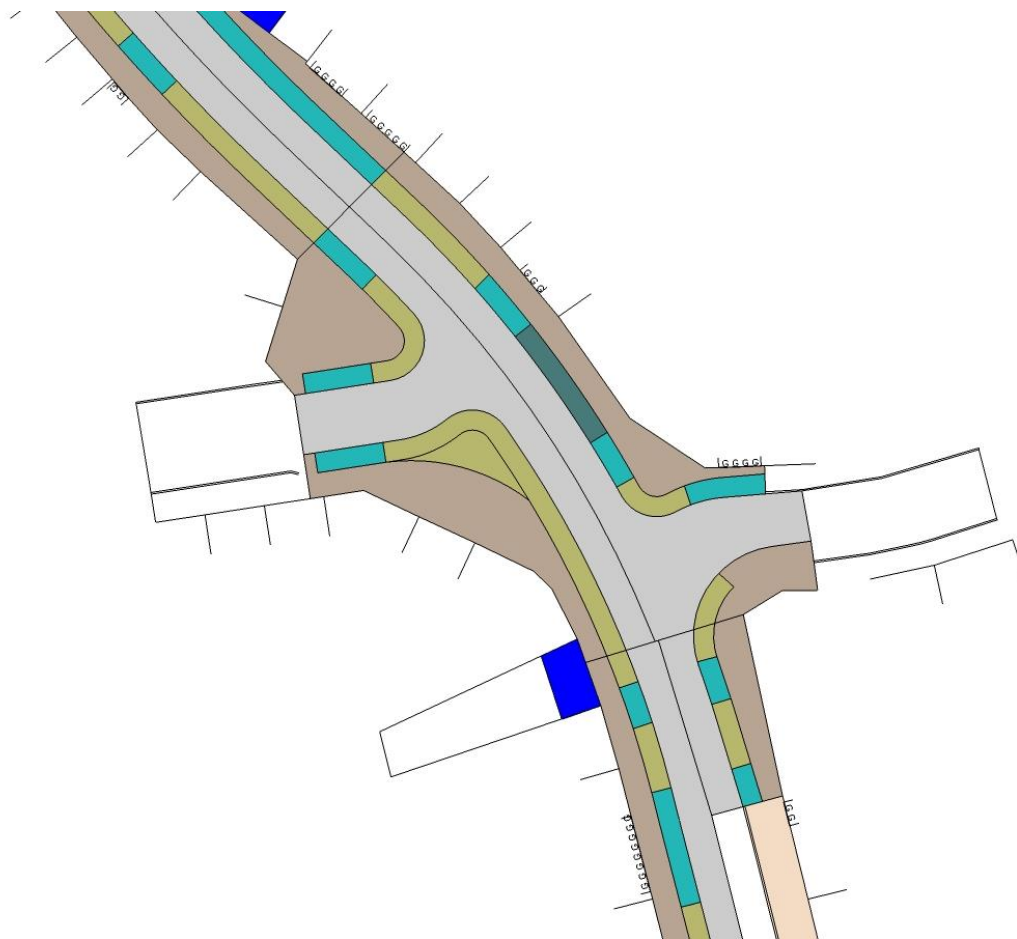
OUT

OPSLAG



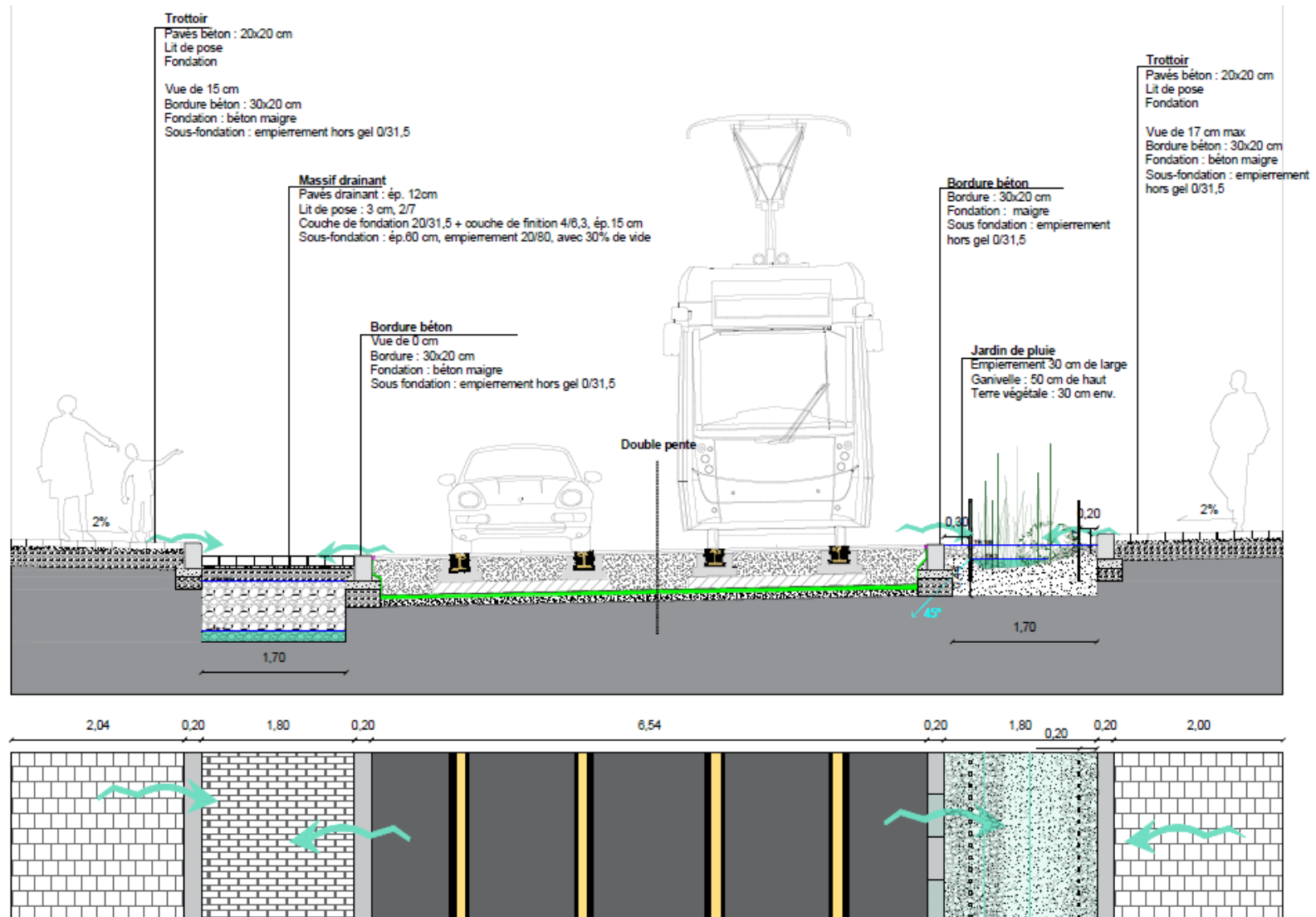


Zone-indeling!



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





HYDROLOGISCHE ELEMENTEN
DIMENSIONERINGSMETHODES
TOOLS



DE “PERCEELCALCULATOR”



De “[Perceelcalculator \(.xlsx\)](#)” is een instrument dat u toelaat bepaalde parameters voor “regenwatervoorzieningen” te berekenen die u voorzien hebt voor uw project. Namelijk:

- ▶ het watervolume dat moet worden gebufferd, met andere woorden dat moet worden opgeslagen in de voorziening bij een zeer zwaar onweer alvorens het in de bodem infiltreert,
- ▶ de waterhoogte die dit volume kan vertegenwoordigen in deze voorziening,
- ▶ de drainagetijd, met andere woorden de totale infiltratietijd wanneer de voorziening vol is.

De perceelcalculator werd ontwikkeld voor aanvragers van milieuvergunningen en maakt gebruik van de neerslagmethode op basis van regenbuien met een terugkeertijd van honderd jaar.

⇒ Zie webpagina “[Het regenwater beheren: uw verplichtingen](#)”





Voorgevel en tuintje

A. Oppervlakken

Voer hieronder de oppervlakken van de beschouwde zone in.

Oppervlakken in volle grond	25 m ²
Afvoeiingsoppervlakken	50 m ²
Totaal van de beschouwde zone	75 m ²

B. Berekening van het infiltratiedebiet

Voer hieronder de infiltratieoppervlakken van de beschouwde zone in.

Oppervlakken van de infiltratievoorzieningen	7 m ²
--	------------------



De infiltratieoppervlakken volstaan nauwelijks voor de afvoeiingsoppervlakken. Het vergroten van de infiltratieoppervlakken kan het project verbeteren. Dat verkleint de te beheren volumes en de tijd voor het leegmaken van de voorzieningen.

Voer hieronder de doorlatendheid van de bodem in. De doorlatendheid moet in het ideale geval in situ worden gemeten.

Doorlatendheid	15 mm/u
Infiltratiedebiet	0,03 l/s

C. Berekening van het buffervolume

Buffervolume	3 m ³
Waterhoogte die overeenstemt met het infiltratieoppervlak	38 cm
Drainagetijd	26 u

OPPERVLAK
OPEN TERREIN

AFVLOEIEND
OPPERVLAK

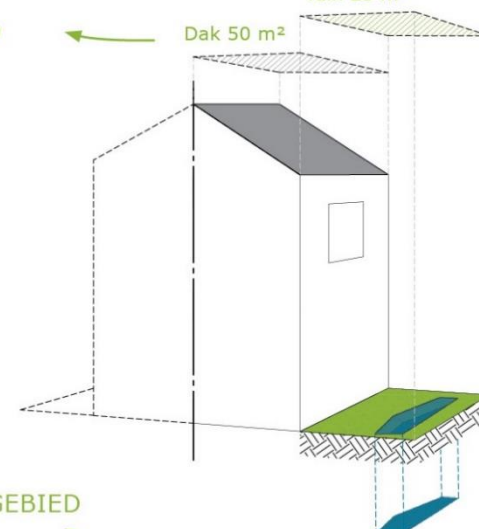
INFILTRATIEGEBIED

BUFFER VOLUME 3m³



Tuin 25 m²

Dak 50 m²



Geplande ontwikkeling van
infiltratie 7 m²

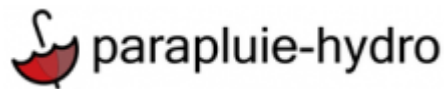
38 cm



<https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/beheer-regenwater-perceel/hulpmiddelen>

- ▶ niet uitputtende lijst van tools met een korte beschrijving. Sommige van deze tools zijn gratis, terwijl andere tools mogelijks betalend zijn
- ▶ benchmarking van deze 6 tools uitgevoerd

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



Stéphan TRUONG

Projectingenieur – Facilitator WATER

✉ facilitator.water@leefmilieu.brussels



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

