FORMATION BÂTIMENT DURABLE

GESTION DES EAUX
PLUVIALES SUR LA PARCELLE
ET DANS L'ESPACE PUBLIC

PRINTEMPS 2022

Principes d'hydrologie urbaine

Stéphan Truong Facilitateur Eau





OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION



- Comprendre <u>de manière simplifiée</u> les éléments d'hydrologie intervenants en gestion des eaux pluviales en milieu urbain
- Intégrer ces éléments dans la conception des aménagements de gestion intégrée des eaux pluviales
- Comprendre les paramètres intervenant dans les méthodes de dimensionnement



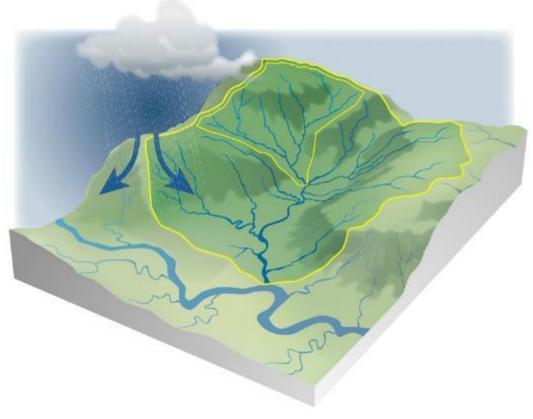
ÉLÉMENTS D'HYDROLOGIE

PLUVIOMÉTRIE RUISSELLEMENT INFILTRATION



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

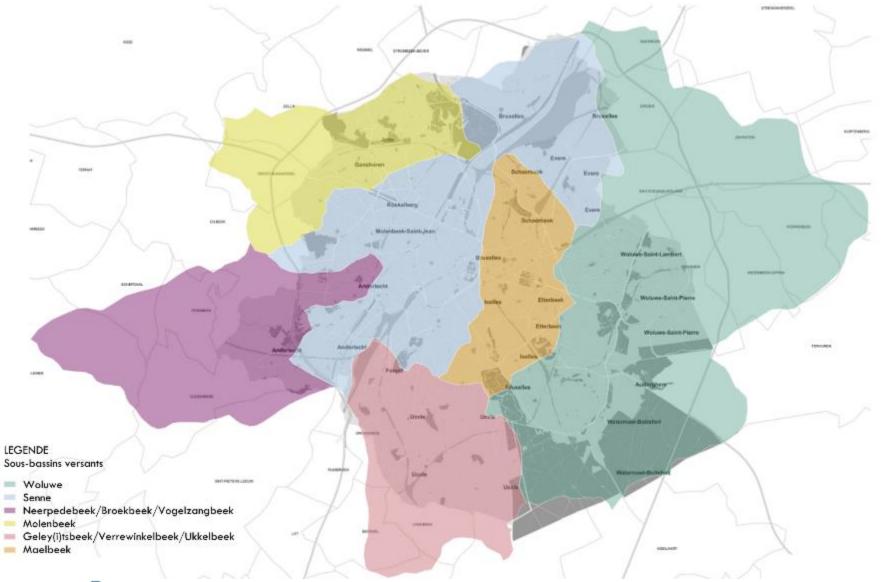
Défini par la topographie (milieu naturel) ET le réseau d'égouttage (milieu urbain)



Source : Bassin versant de la Gartempe



BASSIN VERSANT





BASSIN VERSANT

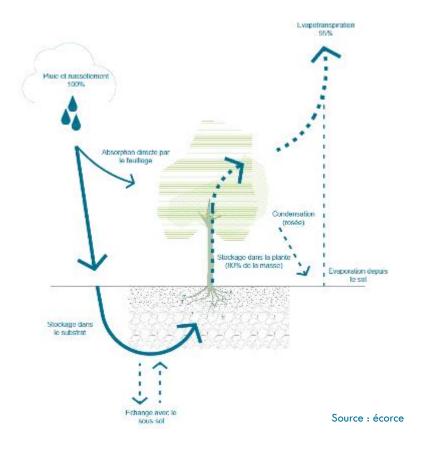
Temps de concentration

- Une pluie tombant sur un BV de manière uniforme et constante engendre à l'exutoire un débit qui augmente au cours du temps jusqu'à atteindre un maximum. Le temps qu'il faut pour atteindre ce maximum est appelé le temps de concentration.
- ▶ De manière imagée, le temps de concentration représente le temps qu'il faut à la goutte la plus éloignée pour atteindre l'exutoire.
- Le temps de concentration d'un BV dépend :
 - De sa forme
 - De sa taille
 - Des pentes
 - Des types de surfaces (perméabilité, rugosité…)
 - Du type d'évènement pluvieux
 - •



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





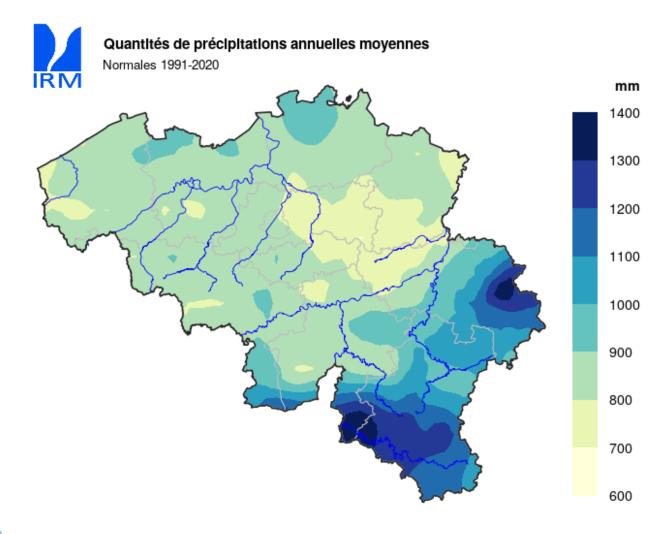
ÉLÉMENTS D'HYDROLOGIE

PLUVIOMÉTRIE

RUISSELLEMENT INFILTRATION



850 mm/an





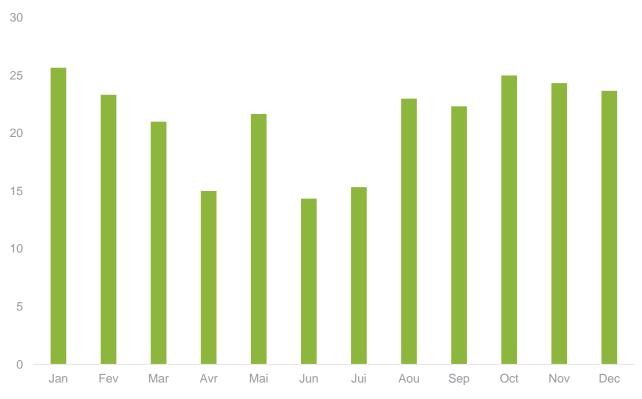
Précipitations : ± 70 mm/mois



Précipitations mensuelles moyennes à la station d'Uccle (Source des données : IRM)



Nombre de jours de pluie

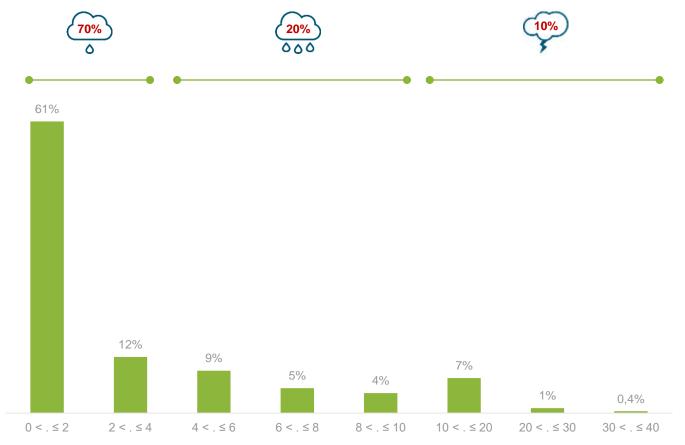


Jours de précipitations mensuels moyens à la station d'Uccle (Source des données : IRM)



Evènements pluvieux

▶ Il pleut en moyenne 255 jours/an (70% du temps) répartis comme suit :



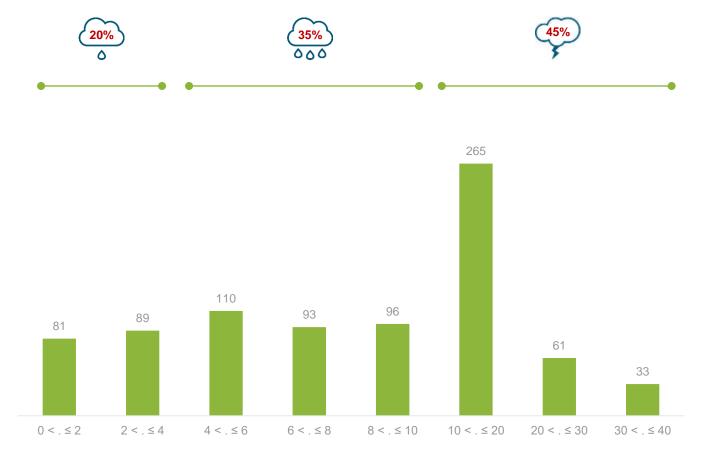
Répartition des précipitations journalières moyennes à la station d'Enghien par type d'évènement pluvieux (Source des données : http://voies-hydrauliques.wallonie.be)



RÉPARTITION QUANTITÉS ANNUELLES MOYENNES

Evènements pluvieux

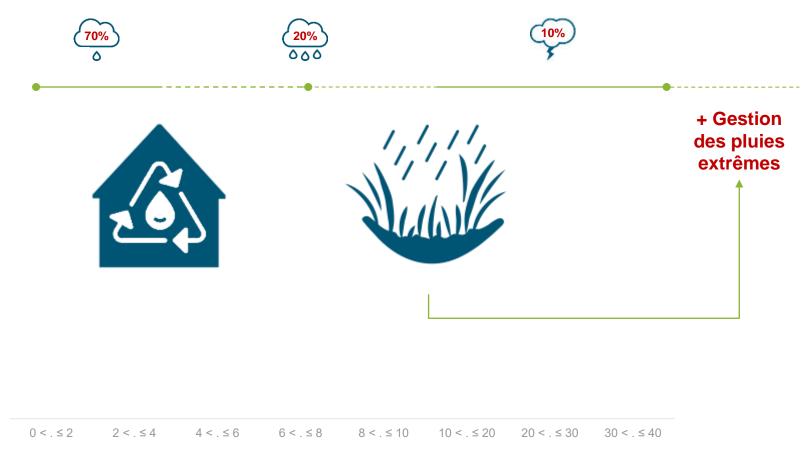
Les différentes classes d'évènements engendrent annuellement :



Quantités annuelles moyennes précipitées (mm) à la station d'Enghien par type d'évènement pluvieux (Source des données : http://voies-hydrauliques.wallonie.be)



La gestion dépend du type d'évènement pluvieux



Répartition des précipitations journalières moyennes par type d'évènement pluvieux (mm)



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

- La quantité de pluie précipitée
- La durée de l'évènement pluvieux
- ▶ La fréquence (= période de retour = temps de retour (TR))

	Période de retour (années)											
Durée	2	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	200
10 min	7,7	11	13,5	15	16,1	1 <i>7</i>	1 <i>7,</i> 8	19	19,9	21,8	23,1	26,6
20 min	11,1	15,9	19,5	21 <i>,7</i>	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 <i>,</i> 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	<i>7</i> 1,8
12 h	31,8	41 <i>,</i> 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	<i>7</i> 8,9	84,4	88,4	98,5
2 d	49,6	63,4	<i>7</i> 3,1	78,8	82,8	86	88,6	92,8	96,1	102,2	106,6	117,5
3 d	52,9	67,6	<i>77,</i> 8	83 , 7	87,9	91,2	93,9	98,2	101,6	10 <i>7,7</i>	112,2	123,1
4 d	<i>57,</i> 6	<i>7</i> 3,3	84	90,2	94,6	98,1	100,9	105,3	108,8	115,2	119 <i>,7</i>	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	1 <i>7</i> 9	183 <i>,7</i>	192,2	198,1	212,4
20 d	126,7	155,2	1 <i>7</i> 3,6	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	1 <i>57,</i> 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



PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES

Quelle pluie prendre en compte ?

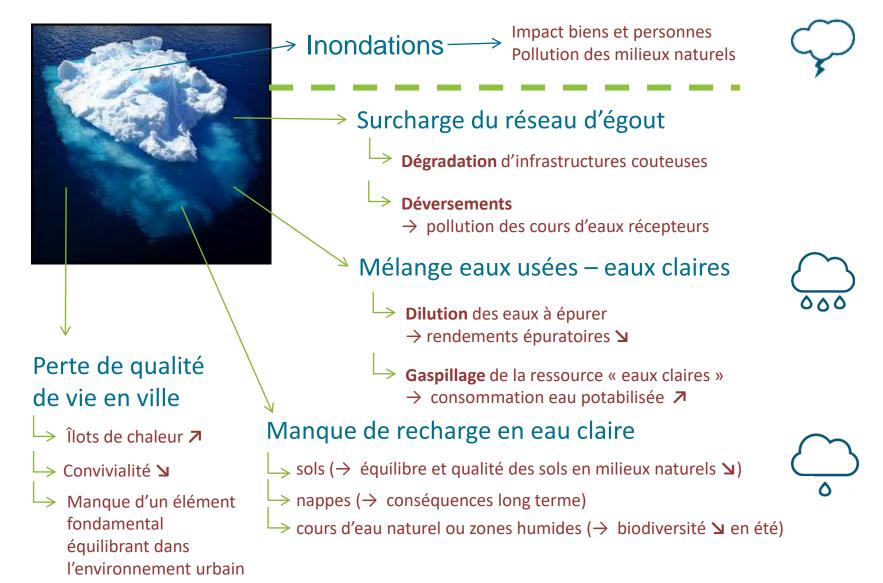
- Le TR est fixé par les ambitions
- Durée de pluie à prendre en compte
 - En théorie = temps de concentration du bassin versant c'est-à-dire le temps nécessaire à une goutte d'eau de pluie pour parcourir la distance depuis le point le plus éloigné de l'exutoire d'un bassin jusqu'à celui-ci
 - En pratique : 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)
 - ⇒ Voir présentation « Méthodes de dimensionnement »







PLUVIOMÉTRIE VS ENJEUX





PLUVIOMÉTRIE ET OBJECTIFS

Préserver la quantité et la qualité de la ressource en eau









Pluies **moyennes**

Limiter les risques d'inondation



Pluies fortes



Pluies extrêmes

Récupérer pour utiliser dans le bâtiment.
Déconnecter du réseau d'égouttage en favorisant l'infiltration et l'évapotranspiration pour rendre aux milieux naturels une eau de bonne qualité.

Temporiser IN SITU
dans des ouvrages
multifonctionnels,
préférentiellement à ciel
ouvert et végétalisés
pour rendre aux milieux
naturels une eau de
bonne qualité.
Viser le zéro rejet.



ÉLÉMENTS D'HYDROLOGIE PLUVIOMÉTRIE

RUISSELLEMENT

INFILTRATION



SURFACE ACTIVE (Sa)

Définition

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

Calcul

 $ightharpoonup S_a = \sum CR * S_i$

avec

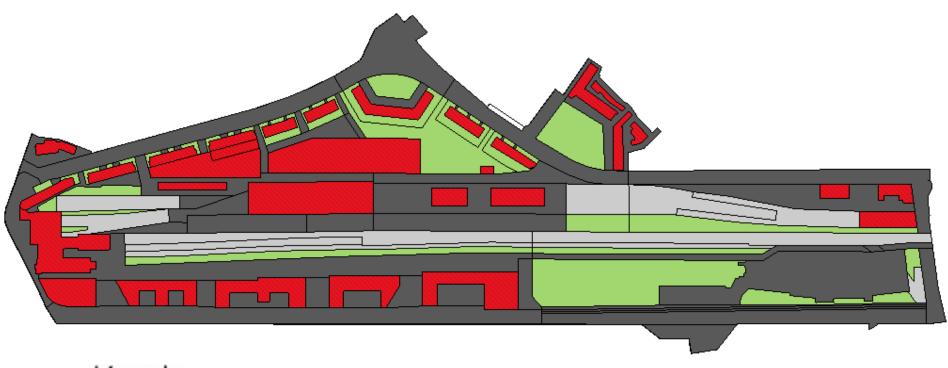
- CR = coefficient de ruissellement
- Si = Surface i
- Les CR dépendent
 - Du type de surface
 - Du type d'évènement pluvieux (intensité, durée)
 - De la topographie
 - ...



SURFACE ACTIVE (Sa)

Exemple

22



Légende

Revêtements imperméables

Revêtements semi-perméables

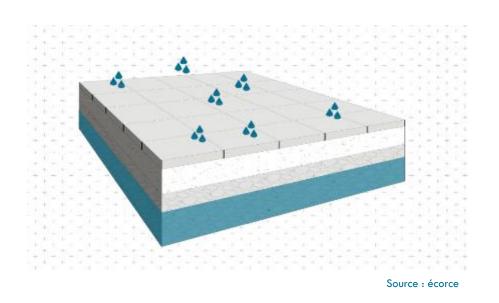
0,9



SURFACE ACTIVE (Sa)

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)







ÉLÉMENTS D'HYDROLOGIE PLUVIOMÉTRIE RUISSELLEMENT

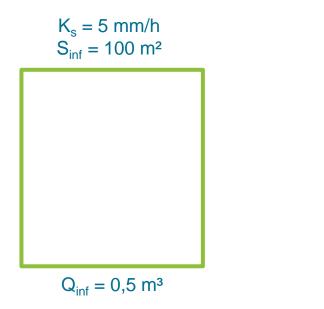
INFILTRATION



DÉBIT D'INFILTRATION

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)



$$K_s = 50 \text{ mm/h}$$

 $S_{inf} = 10 \text{ m}^2$

 $Q_{inf} = 0.5 \text{ m}^3$

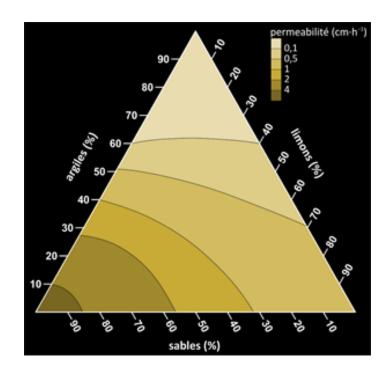
⇒ NE PAS TOUT MISER SUR LA PERMEABILITE !!

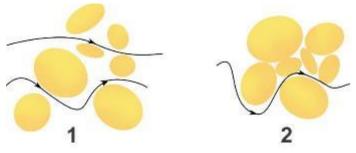


La perméabilité d'un sol dépend

► De sa texture et...

...de sa structure







TESTS INFILTRATION

A quoi ça sert?

► Déterminer la conductivité hydraulique du sol à saturation

Quand les réaliser?

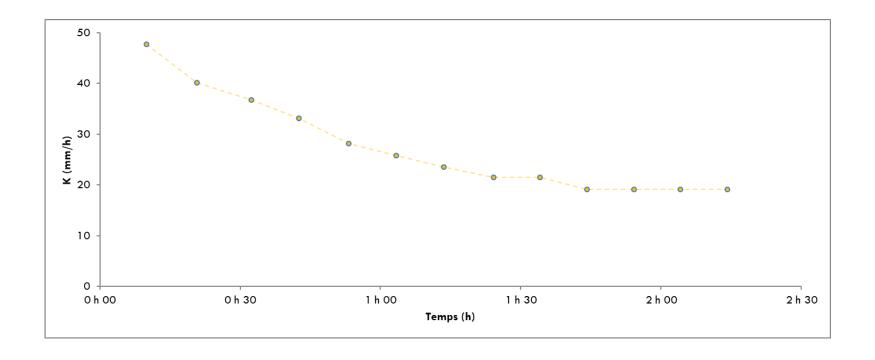
- Esquisse / Avant-Projet / Projet : pour utiliser dans les calculs de dimensionnement
- ► Chantier : pour vérifier la bonne mise en œuvre des ouvrages

Méthodes

- Porchet
- Matsuo (essais à la fosse)
- Double anneau
- **.**..



Conductivité hydraulique du sol à saturation





TESTS INFILTRATION

Porchet

Essai réalisé dans une cavité de 15 cm de diamètre réalisée à l'aide d'une tarière. Après saturation initiale on détermine le volume d'eau nécessaire pour maintenir un niveau constant de 15 cm pendant 10 minutes.



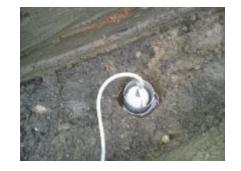
AVANTAGES & INCONVÉNIENTS

- + Méthode plus précise
- Test réalisé sur une toute petite surface à la fois



POINTS D'ATTENTION

Ne pas compacter les parois de la cavité pour ne pas bigiser les mesures!







TESTS INFILTRATION

Matsuo (« essai à la fosse »)

► Essai réalisé dans une fouille de volume déterminé réalisée avec une pelle mécanique. Après saturation initiale, on suit l'abaissement du niveau de l'eau.



AVANTAGES & INCONVÉNIENTS

+ Adapté pour des techniques superficielles- Méthode moins précise



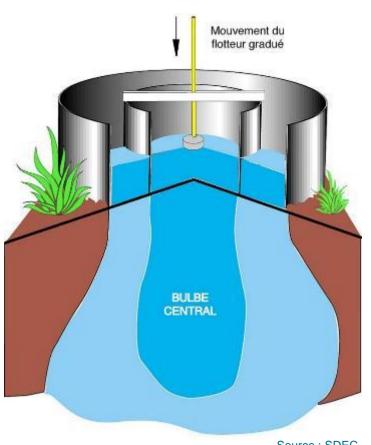








Double anneau



AVANTAGES & INCONVÉNIENTS

- + Adapté pour des techniques superficielles
- + Méthode précise
- + Méthode adaptée pour la mesure de la perméabilité des revêtements
- -Coût du matériel

POINTS D'ATTENTION

Ne pas tasser le fond et ne pas lisser les parois latérales!





TESTS INFILTRATION

Exemple

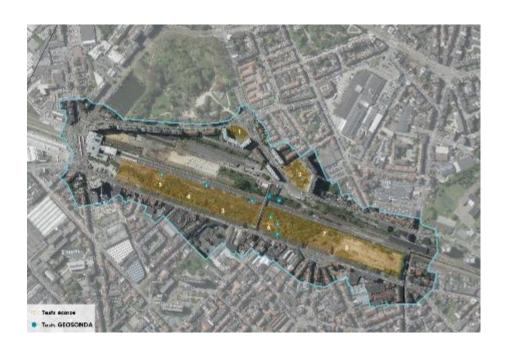




Exemple

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

	K (mm/h)		K (mm/h)	K (m/s)	
IP1	3				
IP2	2	ZONE A	6	1,6 E -06	
IP3	12				
IP4	320				
IP5	6	ZONE B	145	4,0E-05	
IP6	110				
IP7	24	ZONE C	15	4.05.04	
IP8	6	ZONEC	13	4,2E-06	







- La récupération des eaux pluviales et la gestion à la parcelle (infiltration/évapotranspiration) ont des objectifs de gestion d'évènements pluvieux différents
 - Récupération des petites pluies
 - Gestion à la parcelle des pluies moyennes et extrêmes
- La perméabilité du sol est très rarement un frein à l'infiltration



Guide bâtiment Durable

- > solutions concrètes de mise en œuvre
- recommandations techniques
- approche transversale (9 thèmes)
- contenu régulièrement actualisé

www.guidebatimentdurable.brussels







EAUX USEES EAUX POTABLE







www.guidebatimentdurable.brussels

Eaux pluviales

- Dossier | Gérer les eaux pluviales sur la parcelle
- Dossier | Faire face aux inondations





Diminution de la consommation d'eau potable

- Dossier | Faire un usage rationnel de l'eau
- Dossier | Récupérer l'eau de pluie





Eaux usées

Dossier | Améliorer la gestion des eaux usées sur la parcelle











Eaux de pluie, un atout pour l'espace public



http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/STUD_EaudePluie_EspacePublic_FR.PDF



Eaux de pluie, un atout pour l'espace public

PLACE 1: UN PARVIS PARTIELLEMENT INONDABLE EN RÉGION PARISIENNE

PROJET D'AMÉNAGEMENT NOM DE L'OPERATION : Parvix du collège Lucie Aubrac 93 430 Wiletane PRÉCISIONS SUR LE PROJET D'ANÉMAGEMENT: Le projet porte sur une viei, une ligne en site prope, une vole de declarité desse sur un liniaire de 3 lius, en présipérie de Paris. Les grands partie des esses plusières anné stockées à cel ouvert, sur des espaces, untaine longeant le voirie. En l'occurrence, il s'agit toi d'une place en estées de collège. DATE DE RÉALISATION : mars 2007 COÛT DU DESPOSITIF HYDRAULIQUE (HORS RESEAR): 111 700 € SUPERFICE DU PROJET : 3.3 ha DISPOSITIFS DE GESTION ET/OU DÉPOLLUTION DES EAUX PLUVIALES BASSIN VERSANT SUPERFICE: 1,292 ha TYPOLOGIE: urbain likhe COEFFICIENT DISPERMEMBLISATION: 0,69 SCHÉMA DE GESTION DES EAUX: Les eaux, de la placette, sont stockées à clei ouvert, prioritairement dans la noue située au suid de la place (1), pois sur une partie ménicalisée de cette même place (2). Les eaux de soite automobiles sont retinues dans un ouveage entemic, celle des deminerantes plations et cycleties ent bereponnées dans une noue qui longe à votie. DISPOSITIF DE RÉTENTION ALIMENTATION: A cief ouvert, gravitaire EVACUATION : enterrée, gravitaire TYPE D'DUVRAGE : BASSIN SEC DE ZONE URBAINE INONDABLE TOTTURE TERRASSE | BASSIN EN EAU CANALISATION SURCIMENSIONNÉE C STRUCTURE ALVÉOLAIRE DE CLIVE PLAN - SIMILLATION D'INONDATION PLUIE 10 ANS DÉBIT DE PUTTE RÉQULÉ : 9 Unito CANACITÉ DE RÉTERTION : 319 m² (plate 10 ans) DÉTAILS DE PONCTIONNEMENT : L'ensemble du dispositif est conqui pour être trondé sur de très faibles hauteurs (maximum 40 cm). Quelle que soit le pluie, le cheminement piéton reste hars d'eau. Un vocatulaire paysager est employé systématiq l'ensemble des ouvrages hydrauliques à ciel ouvert (alignement d'arbres, modules végétaux, bondures en béton blanc). DISPOSITIF DE DÉPOLLUTION CÉCANTEUR DÉBOURBEUR 🖾 SÉPARATEUR À HYDROCARBURES 🔲 FILTRES À SABLE (PHYTOREMÉDIATION) COUPE AN - SIMULATION D'INONDATION PLUTE 10 ANS PERFORMANCE ATTENDUE : La qualité de rejet, imposée par l'Agence de l'Esu Seine-Normande - est celle du milieu maturel, en l'occurrence la Seine. Le fabriquant et fournésseur du séparateur à hydrocarbures a dimensionné l'ensemble des dispositifs de sorte qu'ils répondent à cette norme. DÉTALS DE PONCTIONNEMENT : Toutes les eaux tremitent par le cuve équipée d'un débourbeux dégifleux décenteur lamellaire avec elipsoleur d'hydrocerbures.

Eaux de pluie, un atout pour l'espace public

GESTION ET ENTRETIEN DE L'OUVRAGE

TIVE DEUTRETTEN : Co dispositif est équiple d'ouvregate
- récherée codére par avoitors, presenço per canadisablera, dockage en bassin enterés, régulateurs vortes, dépolition par eliparateur
à hydrouthuras. Ces dépositifs relievent des services d'esselenteurent.
- à loid dovert : centreure en apprisé, nouse, prose nonchées. Che dépositifs, constitués d'espaces végétables simples relievent des
services sepaces veris. Permité : 22 pois pour l'enterés en résurre à un entretien dessique des espaces veris, change de la communaité d'apprivaire dans
CONT CENTRETER ESTIMÉ : 22 pour fept que
CONT CENTRETER ESTIMÉ : 22 pour le pour
- Dansairésement et 4 jourgles pour les espaces veris
- EINT ACTUEL DE L'OUNRACE : L'ensemble du dispositif est en partie d'est

QUALITÉ ET DÉRAUS DE CONCEPTION OU DE SUIVI DANACIANT SUR L'ENTRETIEN : Again une pluie exceptionnelle, le point le plus bas peut être couvert d'un kiger dépôt (0,5 cm sur 10 m²).

RÉFÉRENTS ASSOCIÉS À L'OUVRAGE

MAÎTRISE D'EUVRE (AMÉNAGEMENT PAYSAGER):

TEL: + 33 1 48 76 09 09 HALL: ep@composerie-utoline/

GESTIONNAIRE :

des espaces minéralisés.

NOM : Composante Urbaine RÉFÉRIT : NOM : PEL Christian
TYPE DE STRUCTURE : Baneau d'études
FORCIODI : Onecheur
ANCIESSE : 45, Avenue Trudaine
VILLE : 75 000 Paris NYS : France

MAÎTRISE D'EUNINE (MICROLDIGUE - VRD) :
IRDI : Componante Uthaire RÉFÉRENT : MOM : PEL Christian
TYPE DE STRUCTURE : Bureau d'études RONCTION : Cirecteur
ADRESSE : 43, Avenue Trudaire TEL : 431 46 70 00 90

VII.I.: : 75 009 Paris PM/S : France
TII.: + 33 1 46 78 09 09 PM/II.: ep@companent-utuine.fr

NOM : Plates Commune
PÉTÉRENT : NOM: ROUGET Charitate
PORTIDIS : 21, werner John Rives

VIII. : 92 JIS Saint-Devision Silves

VIII. : 93 JIS 53 555 Mail. Charitate.beudei@platescommune.com/.

TYPE DIRECTORIUM : Tame de espons verta, rettoyage

TYPE DIRECTORIUM : Tame de espons verta, rettoyage











NOTES COMPLÉMENTAIRES :





Service FACILITATEUR EAU

- Missions
 - **⇒** Conseil envers les professionnels
 - ⇒ Echanges d'expérience, partage de contacts, guider vers les services et outils mis à votre disposition
- Concrètement
 - **⇒** Service gratuit
 - **⇒** Expertise au service de votre projet
 - **⇒** Tous les types de projets
 - ⇒ Accompagnement personnalisé





IQSB (Sous-Division Sols)

Indice de Qualité des Sols Bruxellois

https://environnement.brussels/thematiques/sols/good-soil/indices-dequalite-des-sols-bruxellois

- S'intègre dans une stratégie GoodSoil, plus large visant à promouvoir les Sols Vivants
- 2 versions de l'outil en ligne Citoyens/Pro;
- Pour les instances publiques, possibilité d'estimer cet IQSB via Centrale d'achat pour les études de sol

Paramètres à mesurer

Les paramètres à messare in-offu ou en laboratoire ont été classès en 5 grandes catégories : physiques, chimiques et biologiques. Un seul échantillon per motte ou par forage doit être analysé.

2.1. Paramètres physiques

Indicatour	Ueste	Echantiflormage	Pontúration	
Texture	,	recold de sondage Classe la plus représentative du prefil Triengle de texture ¹	LS. St. B : Spt LC, CS, BC : 2-pt C. CL : 2-pt S. very S : 2-pt	
MOUNTAINS	/	0-50 ow.	Discontinuous et granulus et en granulus et get projektigue ou cubique en guieuse ou sub-en prieuse et su sub-en prieuse et a prieuse et granulus et a prieuse et granulus et a prieuse et granulus et	
Réserve utile en eau	N	0-30 cm stome	1006 - 5 pt 10-200 : 3 pt <1001 - 1 pt	
compaction	pe	In otto avec un prinderomitere (no 12 m al provinto) Valeur la gius barse	Non compacté (<150 pc) : 5 pc Moyonnoment compacté (150 ct 4800 pc) : 2,5 pt Fortement compacté (±100 pc) : 0 pt	
Conductivité hydraulique	K (m/s)	m situ en surface (pracir wiroviches : sacraso, escaher, Boschet Tudel)	#10 ⁻¹ :5 pt Entre 10 ⁻³ et 10 ⁻¹ :9 pt #10 ⁻¹ :1 pt	

Conductivité hydraulique	K (m/s)	In situ en surface (Essais INFOFICHES : <u>Matsuo, Prochet,</u> <u>Porchet Tube</u>)	>10 ⁻⁵ :5 pt Entre 10 ⁻⁵ et 10 ⁻⁷ :3 pt <10 ⁻⁷ :1 pt
-----------------------------	---------	--	--

Midis techniques Eau

- les tests d'infiltration
- les revêtements perméables
- les plantations dans les ouvrages de GIEP
- ▶ l'infiltration et les sols pollués
- introduction sur la pollution des eaux de ruissellement : devenir des polluants urbains dans les systèmes d'infiltration
- Les clés d'une GiEP réussie

Présentations et replay sur https://environnement.brussels/thematiques/eau/le-professionnel-en-action/evenements/evenements-passes



Stéphan TRUONG

Ingénieur projet – Facilitateur EAU







MERCI POUR VOTRE ATTENTION

