

FACILITATEUR EAU
FACILITATOR WATER

MIDI DE L'EAU

WATER MIDI

LA GESTION INTÉGRÉE DES EAUX PLUVIALES
EN TOITURE

GEÏNTEGREERD REGENWATERBEHEER

OP HET DAK

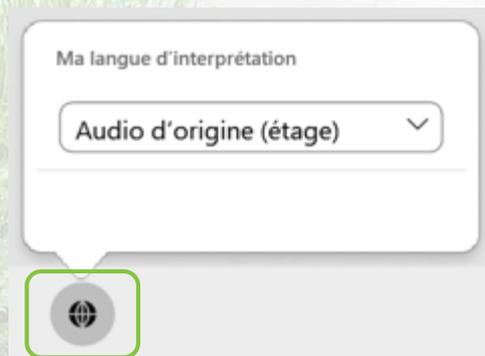
21 AVRIL 2022

21 APRIL 2022

DÉBUT DU WEBINAIRE: 12H30
// BEGIN VAN WEBINAR : 12U30

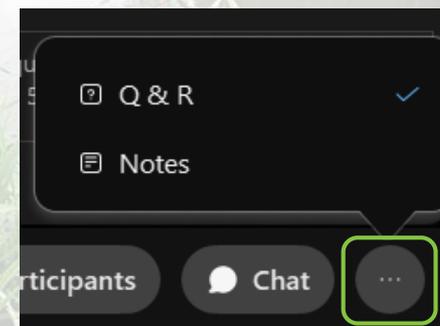
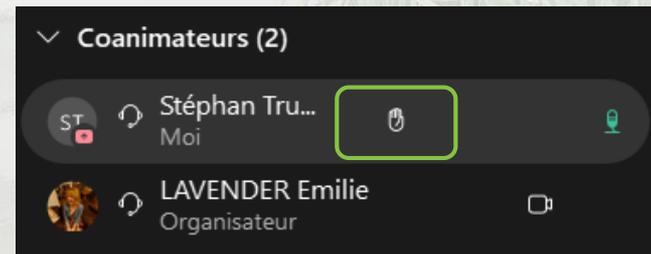
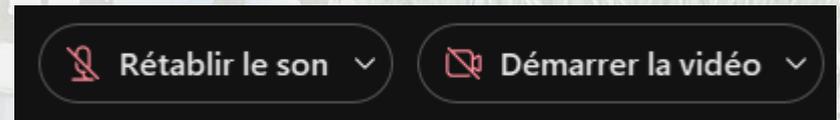
Informations techniques

- Interpretatie / Interprétation NL→FR
 - ▶ Klip op het interpretatie logo in de toolbar onderaan het Webex-scherm
Cliquez sur le logo interprétation dans la barre d'outils située en bas de votre écran Webex.
 - ▶ Klip op de gewenste taal
Cliquez sur la langue souhaitée.
 - ▶ Herhaal dezelfde handeling om de vertaling uit te schakelen en terug te keren naar de oorspronkelijke presentatie
Répétez la même opération pour désactiver la traduction et revenir à la présentation originale.



Informations techniques

- Audio et vidéo
 - ▶ Micro et caméra désactivés par défaut
 - ▶ Enregistrement
- Questions et réponses
 - ▶ Oralement :
 - › Levez la main
 - › Acceptez l'activation du micro
 - › Posez votre question
 - › Baissez la main après la réponse
 - ▶ Par écrit :
 - › Questions via ... > Q & R
 - › Réponses données en direct ou lors de la session de Q & R



MIDI DE L'EAU
WATER MIDI

BIENVENUE

Emilie Lavender

Coordinatrice et Planificatrice Eau | LBE

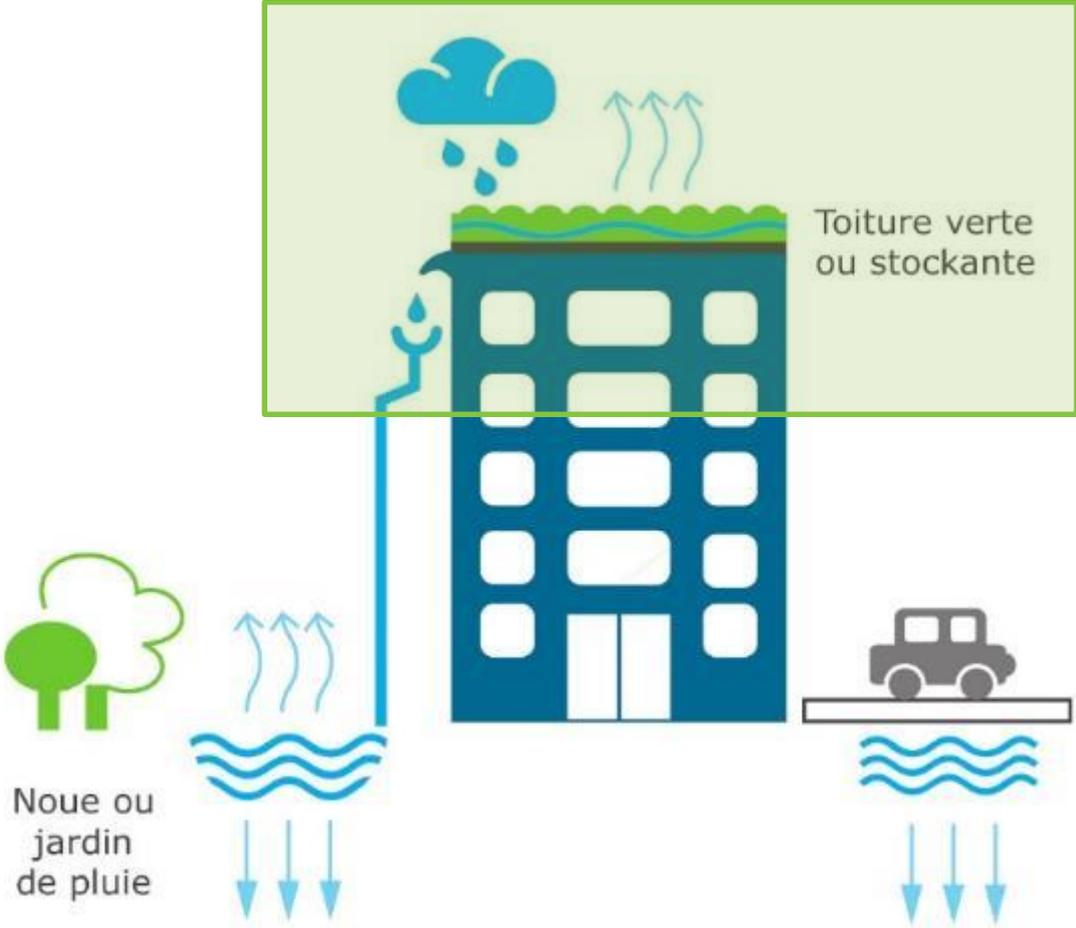


bruxelles
environnement
leefmilieu
brussel
.brussels

- I. Pourquoi une GiEP en toiture ?
- II. Quel(s) dispositif(s)
pour quel(s) objectif(s) ?
- III. Cas concrets de mise en œuvre
- IV. Questions / Réponses



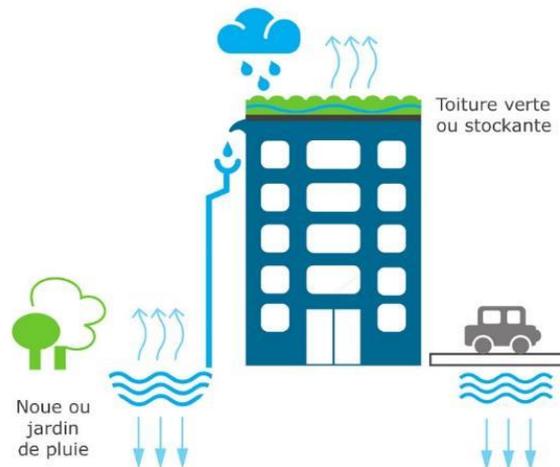
Contexte



Enjeux

GiEP

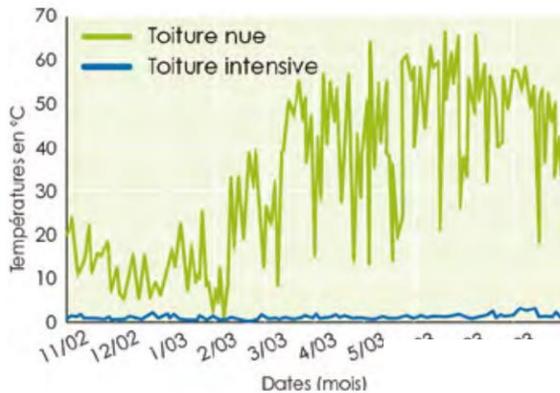
- ▶ Dispositifs plurifonctionnels
 - ▶ Toitures vertes (biodiversité et utilisation)
 - ▶ Toitures terrasses (exploitation des surfaces)
- ▶ Démarche globale sur la parcelle pour la GiEP
 - ▶ Via différents dispositifs (toitures stockantes et/ou vertes).
 - ▶ Mettre en valeur le cycle de l'eau
 - ▶ Techniques paysagères : dispositifs à ciel ouvert et planté
 - ▶ Satisfaire au RRU et autres réglementations (cf. slides suivants)



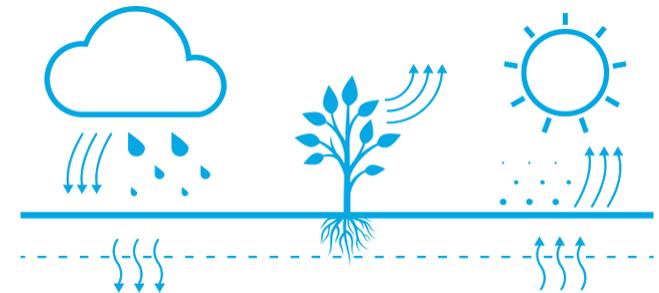
Enjeux

Impacts écosystémiques

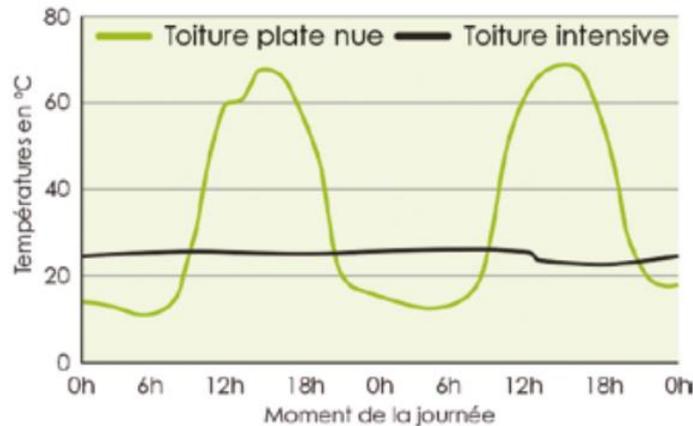
	Protection étanchéité	Ilots de chaleur
Variation t°	X	X
Evapotranspiration		X



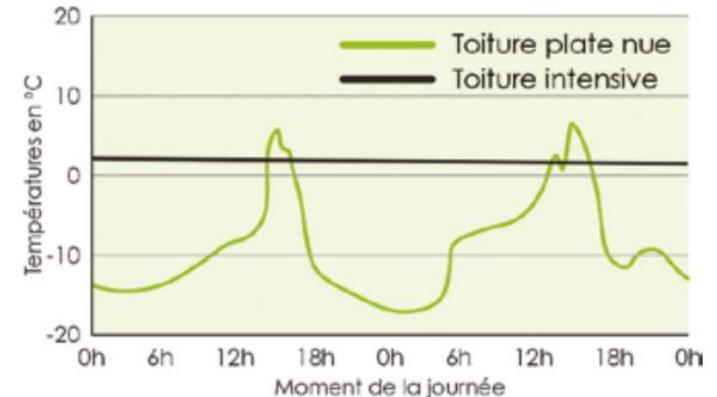
Fluctuations journalières de la température de la membrane d'étanchéité
Source : Homegrade



Confort thermique estival



Confort thermique hivernal



Enjeux

Alternative à...

- ▶ Inconvénients / dysfonctionnements des bassins d'orage enterrés
 - ▶ Ne sert **QUE** pour la lutte contre les inondations, pas pour les petites pluies – temporisation unique – aucune infiltration - renvoie tout de même tout à l'égout -> ambitions limitées
 - ▶ Aucun service écosystémique (pollution, concentration,...)
 - ▶ Encombrement : Impossible techniquement pour les petites parcelles, occupe un espace qui devient inexploitable (caves, surface imperméable)
 - ▶ Enterré et vite oublié (ex. Seine Saint-Denis, 60% de non conformité)
 - ▶ Consommation éventuelle de pompes (coût et maintenance)



Source : ag-assainissement



Source : VIVAQUA



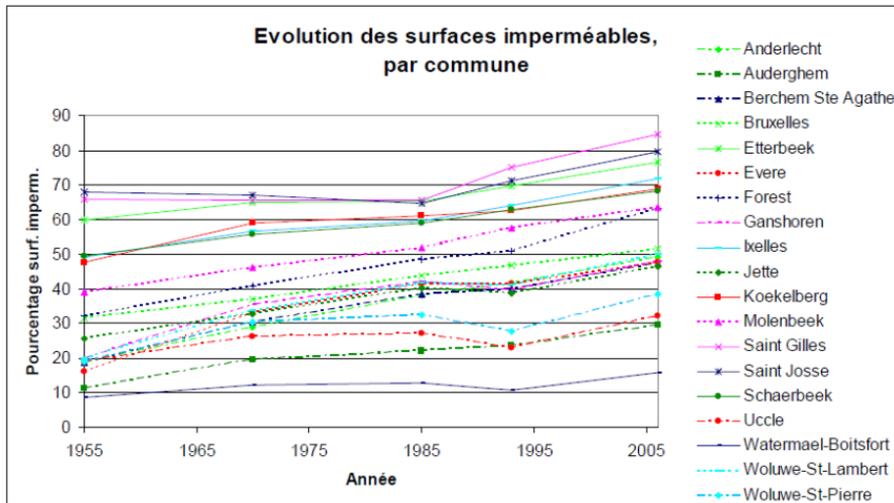
Source : Bruxelles Environnement



Enjeux

- ▶ Beaucoup de parcelles imperméabilisées
 - ▶ Augmentation du % de toitures sur la parcelle
- ▶ Utilisation des surfaces disponibles ($> 35\% S_{ville}$)
- ▶ Extension verticale -> mise en œuvre de nouvelles toitures

Programmes



Etude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en RBC
Réalisée par l'ULB-IGEAT pour le MRBC, AED/Direction de l'eau - octobre 2006

7



Source : homegrade



Source : socatra



Enjeux

Aspects législatifs

- Règlement Régional d'Urbanisme (RRU)
 - ▶ Les toitures plates non accessibles de plus de 100 m² doivent être aménagées en toitures verdurisées.
AGRBC du 21 novembre 2006 – RRU – Titre I CHAPITRE IV – ABORDS, articles 11, 13 et 16 www.rru.irisnet.be/nl/RRU_TIT%20I_FR-NL.pdf
- Permis d'Environnement (PE) – exigences minimums – approche au cas par cas
 - ▶ Prise en compte de toutes les surfaces imperméabilisées
 - ▶ Stockage de 25 l/m² avec débit de fuite imposé
- Règlement Communal d'Urbanisme (RCU) (ex. : Forest)
 - ▶ Gérer les eaux pluviales in situ
 - ▶ BO d'une capacité minimale de 50 litres/m² de surface de collecte en projection horizontale (toitures, abords, balcons,...) associé à un débit de fuite permettant l'évacuation pendant l'orage et après l'orage à débit régulé : vidange pendant minimum 4h.



Enjeux

Aspects législatifs

Surface à prendre en compte	RRU actuel	PE actuel	RRU Futur
Toitures	✓	✓	✓
Toutes surfaces imperméabilisées	✗	✓	✓

	« Usages »	Principe	Dispositif	RRU actuel	PE actuel	RRU Futur
-  +	Réutiliser	Récupération	<i>Citerne</i>	✓	✓	✓
	Eviter inondations	Tamponnage des grosses pluies	<i>Volume de stockage - débit limité - « bassins d'orage »</i>	✗	✓	✓
	Réduire les pollutions en cours d'eau	0 rejet hors parcelle	<i>Dispositifs GiEP</i>	✗	✗	✓
	Rendre l'eau utile, profiter des services écosystémiques	Evapo(transpi)ration Infiltration	<i>Dispositifs GiEP à ciel ouvert et végétalisé</i>	✗	✗	✓

- Îlots de fraîcheur
- Qualité du cadre de Vie
- Biodiversité en ville



- I. Pourquoi une GiEP en toiture ?
- II. Quel(s) dispositif(s)
pour quel(s) objectif(s) ?**
- III. Cas concrets de mise en œuvre
- IV. Questions / Réponses

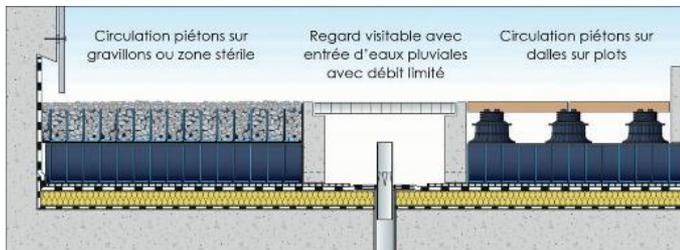


Dispositifs

toiture stockante



Toiture qui peut stocker temporairement un volume d'eau de pluie au plus près de la surface réceptrice (la toiture).



SAUL – Sources : www.nidaplast.com

toiture verte



Toiture plate recouverte de végétation et des couches nécessaires à son développement (drainage, substrat, ...)



Dispositifs

toiture stockante



toiture verte



pluies orageuses

petites pluies
pluies courantes



à débit régulé
+ trop-plein

évapo-transpiration
+ trop-plein



temporaire

(permanent)





Dispositifs toiture stockante

toiture verte

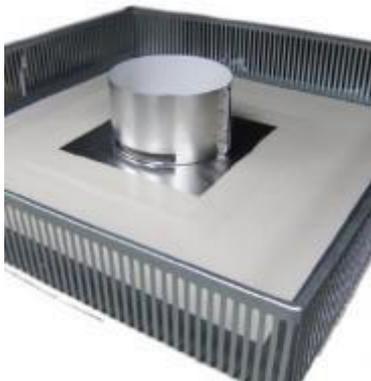
- A évacuation à débit régulé
- À stockage permanent (= toitures en eau, rôle esthétique, moins fréquent)



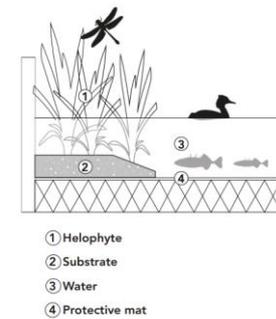
SAUL – Sources : www.nidaplast.com



Water roof à Amsterdam
(Artemis Hotel)
Source : TripAdvisor



Régulateur de débit
Source : <http://lodco.fr>



Source : Natuurinclusief bouwen en
ontwerpen, Gemeente Amsterdam

Wetland green roof à Londres, 2016
(Victoria & Albert Museum)
Source :
greeninfrastructureconsultancy.com



Dispositifs

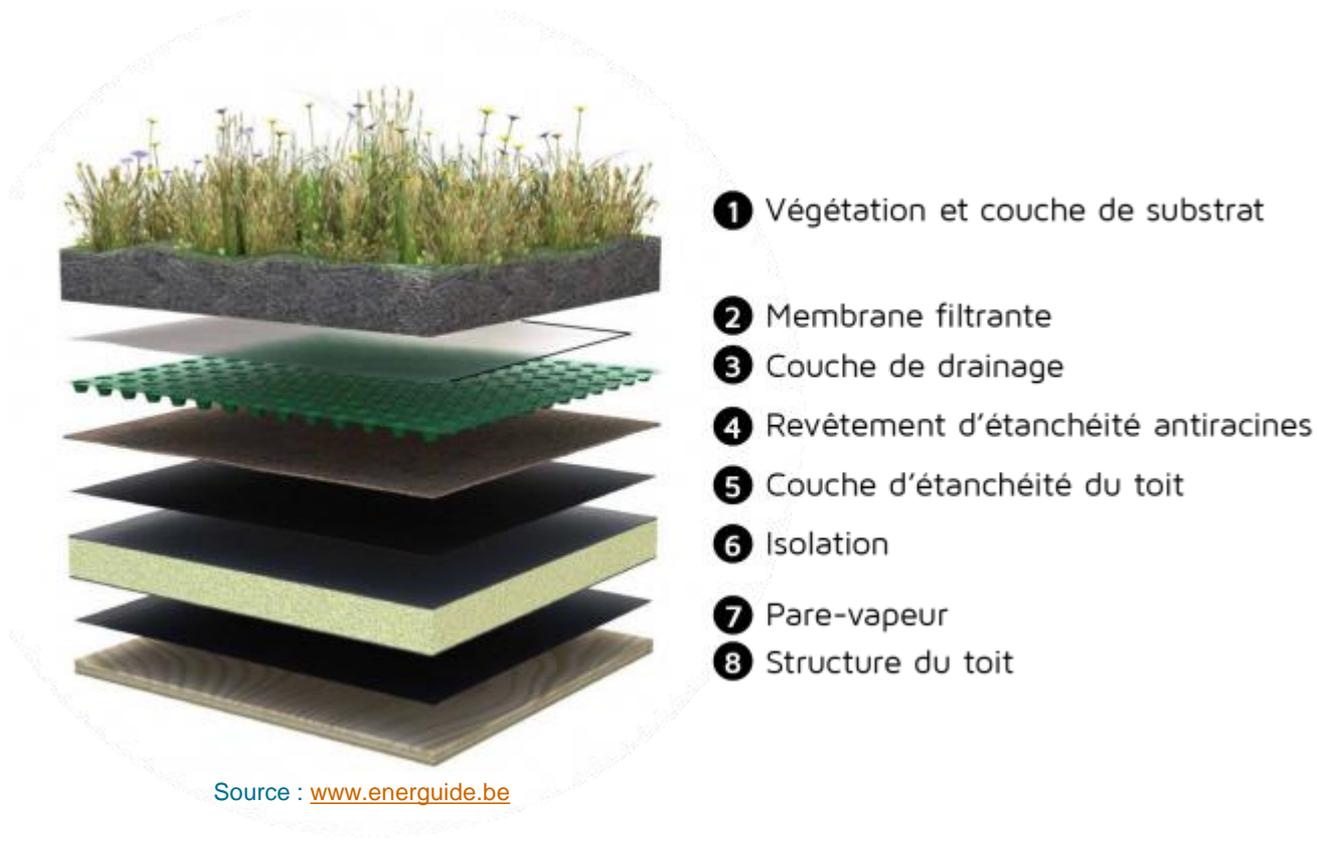
toiture stockante



toiture verte

- Définition

- ▶ toiture plate recouverte de végétation et des couches nécessaires à son développement (drainage, substrat, ...)

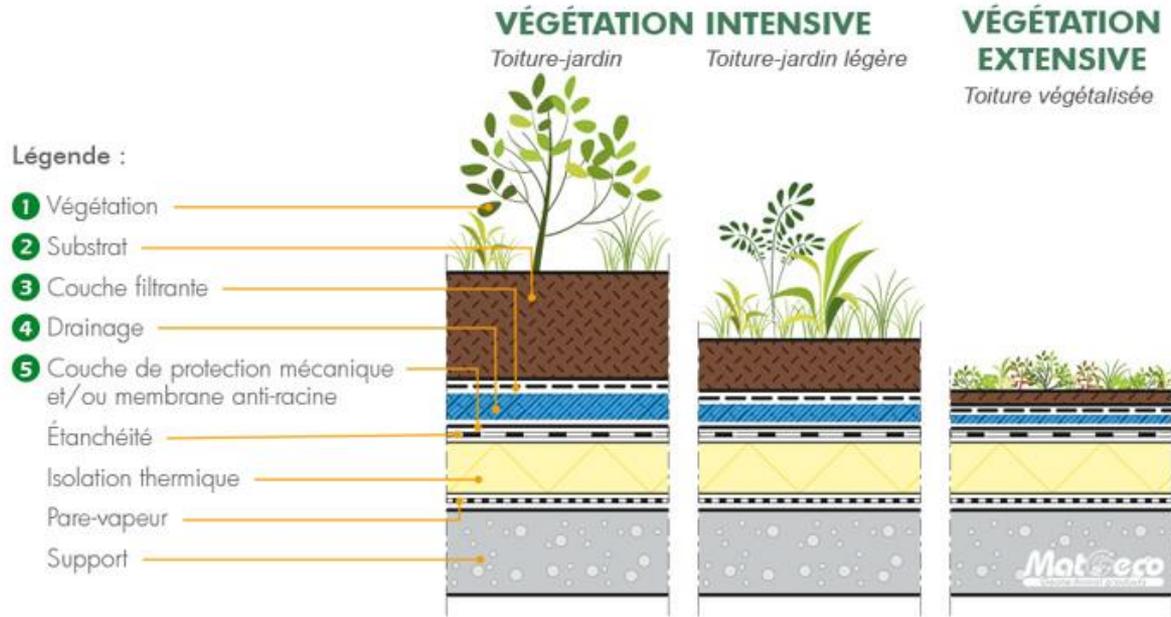


Dispositifs

toiture stockante



toiture verte



Épaisseur	≥ 0.25 m	0.10-0.25 m	≤ 0.10 m
Poids (saturé)	≥ 400 kg/m ²	100-400 kg/m ²	30-100 kg/m ²
Accessibilité	Oui	Oui	Non*
Pente usuelle	2-10 %	2-58 %	2-70 %
Entretien	Important	Moyen	Limité
Rénovation Bâtiment neuf	Souvent impossible A étudier	Parfois A étudier	Oui Oui
			
* Sauf si aménagement supplémentaire			



Dispositifs

toiture stockante



toiture verte

- Gestion des pluies
- Evapotranspiration - rafraichissement

Type de toiture végétalisée horizontale ou de jardin	Épaisseur minimale du substrat	Hauteur de lame d'eau absorbée (Équivalent en terme de pluie de projet d'une durée de 4 heures)
Extensive	5 cm	4 mm (2 semaines)
Extensive	10 cm	8 mm (2 mois)
Extensive	15 cm	12 mm (3 mois)
Intensive	20 cm	16 mm (6 mois)
Intensive	30 cm	22 mm (1 an)
Jardin suspendu	50 cm	32 mm (3 ans)
Jardin suspendu	80 cm	38 mm (5 ans)
Pleine terre	∞	48 mm (10 ans)

Source : mars 2018, Mairie de Paris - DPE/STEA



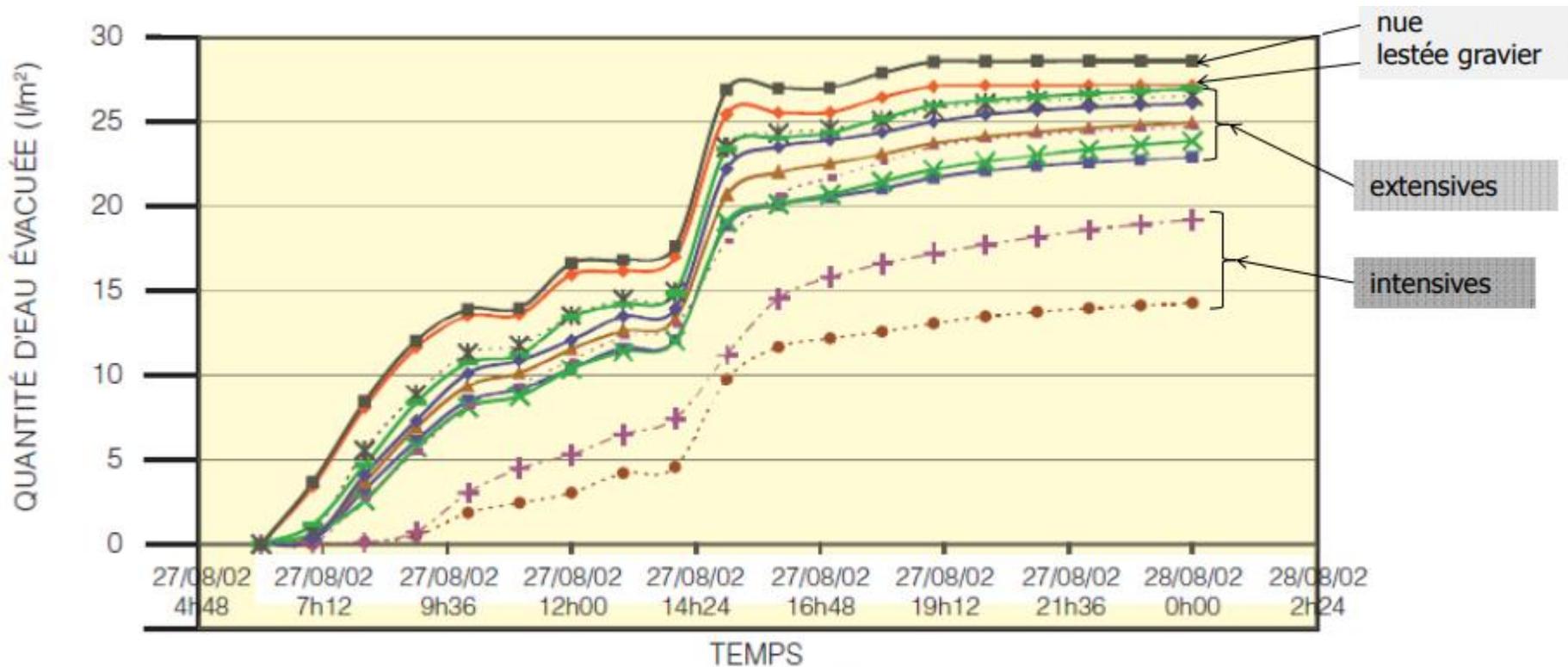
Dispositifs

toiture stockante



toiture verte

- Gestion des pluies d'orage : diminution de la quantité évacuée



Source : Les toitures vertes : RÉSULTATS ET VALORISATION DE LA RECHERCHE MENÉE AU CSTC, Edwige Noirfalise,



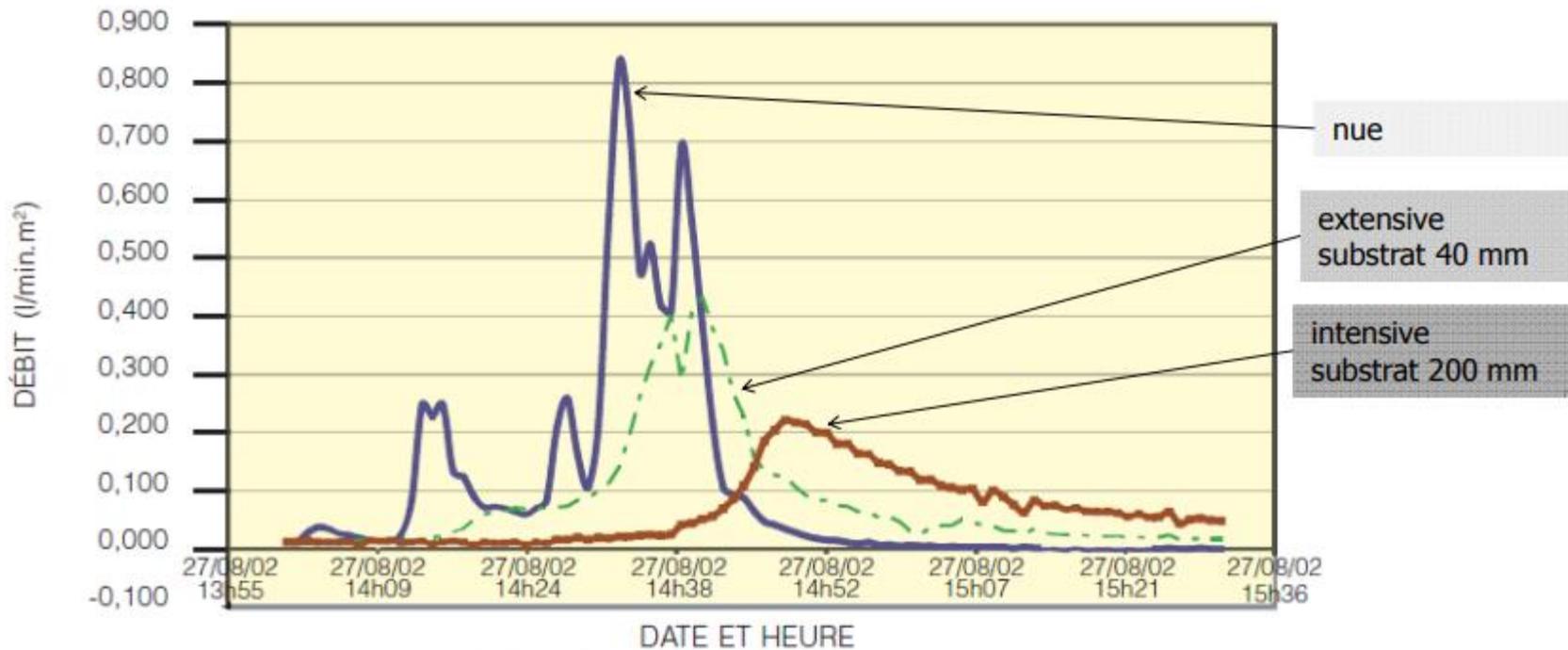
Dispositifs

toiture stockante



toiture verte

- Gestion des pluies d'orage : retardement du pic des eaux évacuées



Source : Les toitures vertes : RÉSULTATS ET VALORISATION DE LA RECHERCHE MENÉE AU CSTC, Edwige Noirfalise,

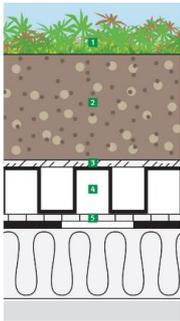
Dispositifs

toiture stockante



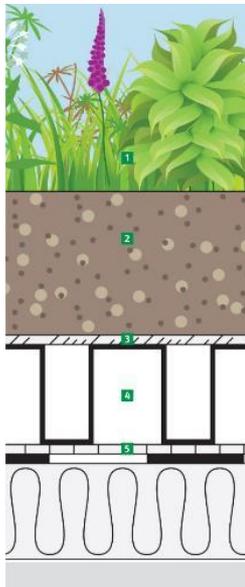
toiture verte

- Réserve utile = rétention permanente = « arrosage » permanent



5 cm

≈ 4 l/m²



10 cm

≈ 8 l/m²



Source : www.optigreen.fr

Dispositifs toiture stockante

&

toiture verte



Toiture à rétention d'eau – Optigreen – Source : www.optigreen.fr



Toiture hydroactive – Le Prieuré – Sources : www.toiture-hydroactive-connectee.com

Plus d'infos :

- <https://www.vegetalid.fr/solutions-vegetalisation/toiture-hydroactive-connectee/oasis-un-nouveau-concept/systeme-innovant-pour-une-gestion-optimale-des-eaux-pluviales-en-toiture.html>
- https://www.youtube.com/watch?v=qvRKKif8Rhg&ab_channel=LePrieur%C3%A9Vegetali.D.

Points d'attention

étanchéité



- NIT 215 : la toiture plate : composition - matériaux
- multicouche
- adhérence totale

- Mieux protégée
 - ▶ Exposition aux éléments
 - ▶ Différence de température moindre



Points d'attention

étanchéité



- Conditions supplémentaires :
 - ▶ soit répond à EN 13948
 - ▶ soit protection anti-racine (! recouvrement !)

Tableau 6 Caractéristiques des membranes d'étanchéité pour toitures vertes recommandées par l'UBAAtc dans les agréments techniques ATG.

CARACTÉRISTIQUES	BITUMES POLYMÈRES ARMÉS APP ET SBS	PVC ARMÉ	EPDM ARMÉ OU NON	PIB ARMÉ	CPE ARMÉ	FPO, TPO ET TPE ARMÉS
Épaisseur nominale minimum (NBN EN 1849)	Monocouches : ≥ 4 mm Multicouches : couche finale ≥ 3 mm	≥ 1,5 mm	≥ 1,1 mm (armé ou parementé) ≥ 1,5 mm (non armé)	≥ 1,5 mm	≥ 1,5 mm	≥ 1,5 mm
Retrait libre (NBN EN 1107-1 ou 2)	Monocouches : ≤ 0,3 % Multicouches : ≤ 0,5 %	≤ 0,5 %	≤ 0,5 %	≤ 0,5 %	≤ 0,5 %	≤ 0,5 %
Résistance au poinçonnement statique (EN 12730)	≥ L20	≥ L20	≥ L20	≥ L20	≥ L20	≥ L20
Résistance au poinçonnement dynamique (EN 12691)	≤ I10 (*)	≤ I10 (*)	≤ I10 (*)	≤ I10 (*)	≤ I10 (*)	≤ I10 (*)
Résistance à la perforation et à la pénétration des racines (prEN 13948)	x (**)	x (**)	x (**)	x (**)	x (**)	x (**)
Résistance aux micro-organismes (ISO 846)	v	x	v	v	v	v
(*) Sur une toiture à végétation extensive, une résistance au poinçonnement dynamique I15 peut exceptionnellement être envisagée, à condition de prendre des mesures particulières pour protéger l'étanchéité contre les chocs. (**) Pour une toiture à végétation extensive pourvue d'un film de polyéthylène (≥ 0,4 mm PE-LDPE), l'essai de résistance aux racines (prEN 13948) ne s'applique pas aux étanchéités bénéficiant d'un ATG. Il convient toutefois d'assurer un entretien régulier et de prendre des précautions particulières lors de la pose du film PE (angles intérieurs, par exemple).						
x : à contrôler ; v : satisfait en principe.						



Points d'attention

stabilité



- Pas de surcharge : il neige ou il pleut !
 - ▶ -> 50 mm d'eau (= charge de neige)

	<u>Toiture verte extensive</u>	<u>Toiture verte semi-intensive</u>	<u>Toiture verte intensive</u>
Epaisseur de la couche de substrat	< 10 cm	Entre 10 cm et 30 cm	> 30 cm
Poids	30 à 100 kg/m ²	100 à 400 kg/m ²	> 400 kg/m ²

↓
Peu d'adaptations
nécessaires

⚠ ↓
Dès la conception !

- Points d'attention :
 - ▶ Attention à la répartition des charges (pente 2%)
 - ▶ $R_{\text{compression}}$ de l'isolant

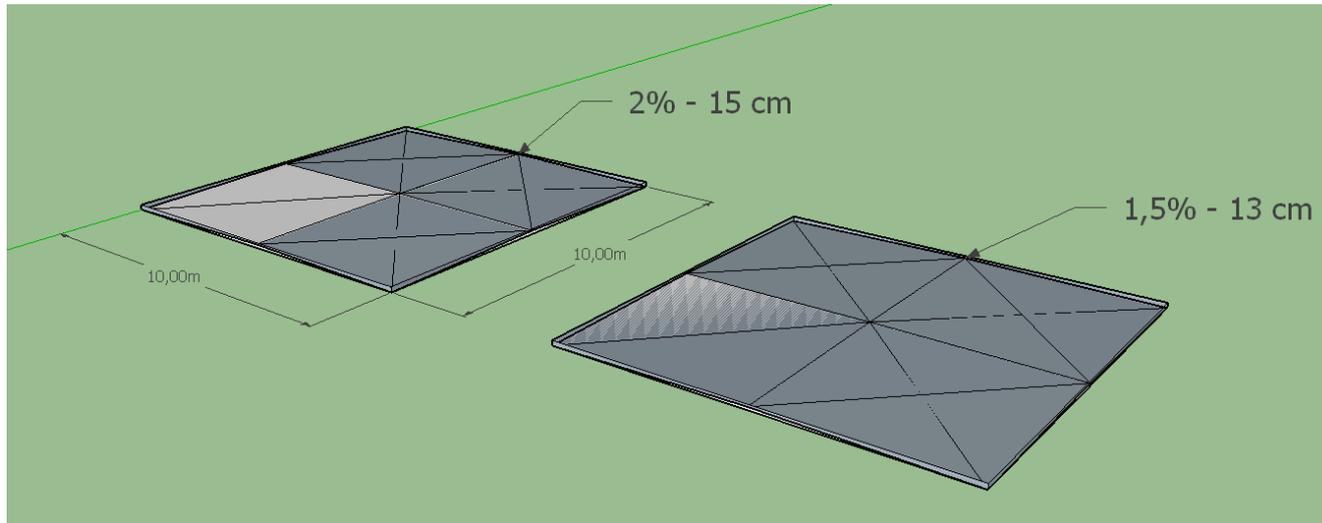
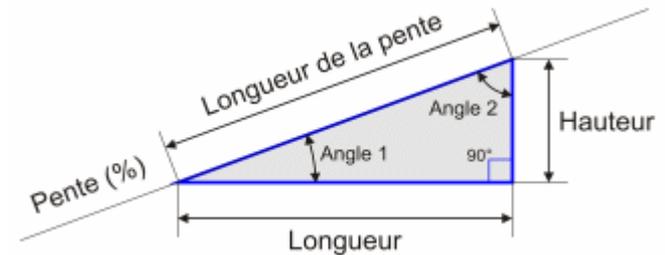


Points d'attention

pente



- Règle de l'art : 2 %
- Support ou béton de pente ou isolant
- Impact sur la capacité de stockage
 - ▶ Exemple pour 6 cm moyens
 - ▶ Hauteur de complexe différentes



Points d'attention

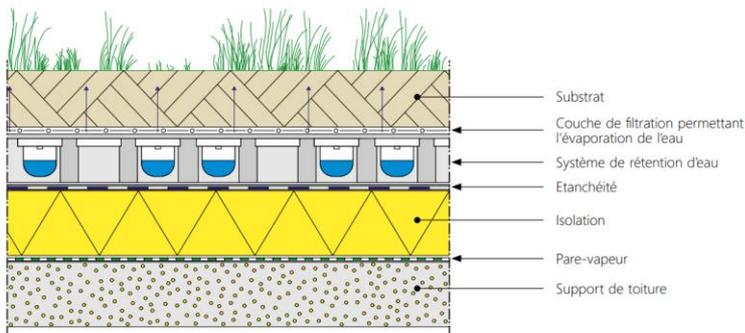
pente


CONTACT
2019/06
(révision
en cours)

- Peut-on réaliser des toitures à rétention d'eau sans pente ?

2 conditions à respecter

- ▶ la toiture est conçue pour stocker temporairement l'eau et l'absence de pente permet le bon fonctionnement du système de rétention d'eau
 - › (il peut parfois s'avérer nécessaire de répartir l'eau stockée uniformément sur la surface de la toiture de manière à disposer de la même quantité d'eau en tout point pour hydrater la toiture verte située au-dessus, par exemple)
- ▶ l'étanchéité de toiture est protégée par une autre couche (l'eau stockée ne peut pas être visible)



1 | Représentation schématique de la structure d'une toiture verte à rétention d'eau.

2 | Toiture à rétention d'eau en cours de réalisation.

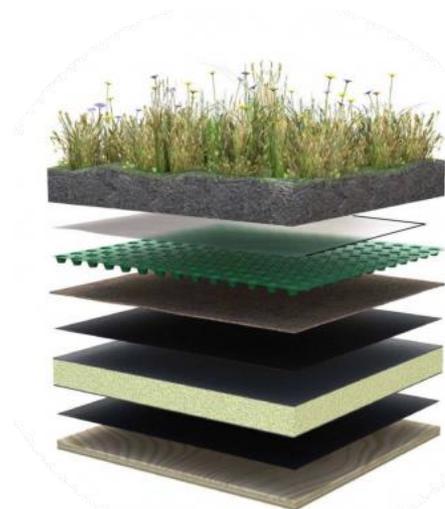


Points d'attention

pente

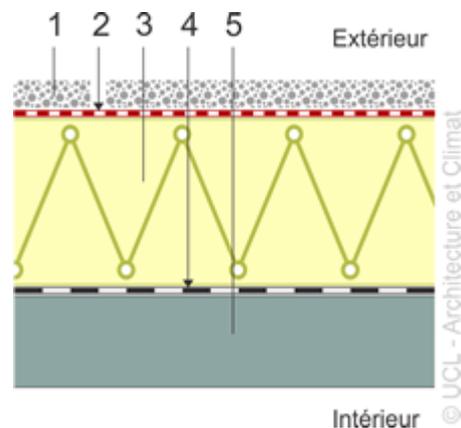
 CONTACT
2019/06
(révision
en cours)

- Peut-on réaliser des toitures à rétention d'eau sans pente ?
 - ▶ **En aucun cas** s'il s'agit d'une toiture plate
 - › avec toiture verte classique (sans stockage inférieur)
 - › inversée (ne peut stocker l'eau)
 - › *dans laquelle la rétention d'eau ne consiste qu'à ralentir l'évacuation des eaux*



- 1 Végétation et couche de substrat
- 2 Membrane filtrante
- 3 Couche de drainage
- 4 Revêtement d'étanchéité antiracines
- 5 Couche d'étanchéité du toit
- 6 Isolation
- 7 Pare-vapeur
- 8 Structure du toit

Toiture plate traditionnelle
Source : www.energuide.be



Toiture plate inversée
Source : energie+



© UCL - Architecture et Climat

Points d'attention

pente



- Peut-on réaliser des toitures à rétention d'eau sans pente ?
 - ▶ Points d'attention
 - › En cours de chantier, attention aux matériaux avant étanchéité
 - › Charge complémentaire et permanente
 - › Précautions complémentaires :
 - Compartimentage de 100 à 200 m² en reliant PV et étanchéité
 - Pare-vapeur adhérent sur toute sa surface.
 - › Étanchéité de la toiture :
 - Immersée en quasi permanence
 - Résistance mécanique supérieure (gel, mud curling)



Points d'attention

pente

- Peut-on réaliser des toitures à rétention d'eau sans pente ?

- ▶ Approche française

NF
P 84-204-1

Tableau 1 — Pentes admises selon la destination de la toiture

Destination de la toiture	Classes de pente admise
Inaccessible ¹⁾	— Pente nulle — pente ≥ 1 %
Technique ou à zones techniques	— pente nulle — pente 1 à 5 %
Accessible aux piétons avec protection autre que par dalles sur plots	— pente 1,5 à 5 %
Accessible aux piétons avec protection par dalles sur plots	— pente nulle — pente 1 à 5 %
Accessible aux véhicules	— pente 2 à 5 %
Jardin	— pente nulle — pente 1 à 5 %

1) La pente des parties courantes au droit des chemins de circulation est limitée à 50 %.

3.3 Classification des toitures selon la pente

Les toitures sont classées en trois catégories :

- toiture-terrasse à pente nulle : pente inférieure à 1 % ;
- toiture-terrasse plate : pente de 1 à 5 %, limites incluses ;
- toiture inclinée : pente supérieure à 5 %.

NOTE Il s'agit de la pente de la ligne de plus grande pente, éventuellement variable.

- ▶ NOTES :

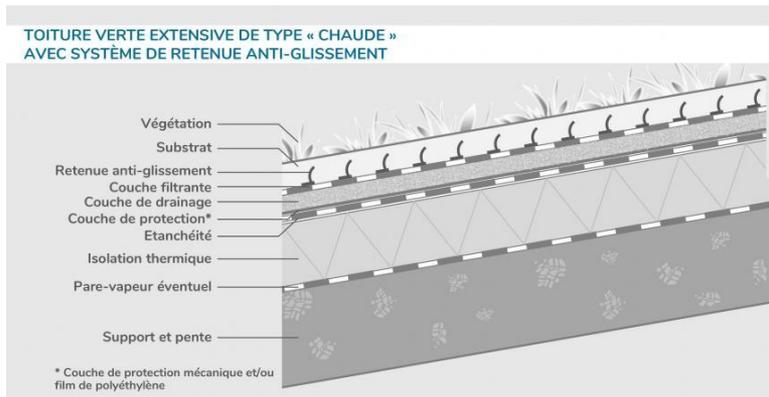
- › par suite des tolérances d'exécution, les toitures de pente < 2 % peuvent présenter des contre-pentes, flaques et retenues d'eau.
- › Cette présence est systématique dans le cas de pente nulle.



Points d'attention

pente

- Selon le type :
 - ▶ Extensives -> 35° sans ancrage
 - ▶ Semi-intensive -> 30° sans ancrage
 - ▶ Intensive -> 1 à 6°
- Points d'attention
 - ▶ ! Accès plus difficile > 15 % (8,5°) pour entretien
 - ▶ Stockage réduit !



Source : Guide Batiment Durable



Projet crèche n°9 – A2M
Source : Guide Batiment Durable



Points d'attention

techniques vs TV



- Pas incompatible



- Avantages :
 - ▶ intégration du lestage des panneaux avec le complexe de TV
 - ▶ amélioration du rendement des PV
 - ▶ protection physique des membranes d'étanchéité et des circuits solaires
- Points d'attention :
 - ▶ implantation différenciée des plantes
 - ▶ assurer une bonne évacuation des eaux pluviales



IRM – Uccle
Source : upgreen.be

Rapport technique - Bâtiments exemplaires

Architectes et professionnels du secteur de la construction

Fiche 4.2 : La compatibilité entre les panneaux solaires et la conception des toitures vertes



Plus d'infos :
<http://www.bruxellesenvironnement.be/batiments/exemplaires>
Architectes et professionnels du secteur de la construction



Points d'attention

entretien

- Obligatoire dans tous les cas !



- Min 2 visites/an
 - ▶ membranes d'étanchéité et des solins
 - ▶ nettoyage des systèmes d'évacuation
 - ▶ en automne (feuilles) et avant été



- Selon le type
 - ▶ extensive : 1 visite/an, voire moins.
 - ▶ intensive : même entretien qu'un espace vert planté



Points d'attention

dimensionnement - stockage

- 2 méthodes
 - ▶ Simplifiée : pluie centennale de 60 mm de 4h
 - ▶ Méthode des pluies (détaillée)
 - › Permet d'évaluer les volumes à gérer sur base des **pluies statistiques**
 - TR (**T**emps de **R**etour) 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 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 !



Points d'attention

dimensionnement - stockage

- Selon type de toiture :

- ▶ Toiture verte : selon épaisseur

› Abattement (selon tableau) + stockage du solde (cf. slide suivant)

Type de toiture végétalisée horizontale ou de jardin	Épaisseur minimale du substrat	Hauteur de lame d'eau absorbée (Équivalent en terme de pluie de projet d'une durée de 4 heures)
Extensive	5 cm	4 mm (2 semaines)
Extensive	10 cm	8 mm (2 mois)
Extensive	15 cm	12 mm (3 mois)
Intensive	20 cm	16 mm (6 mois)
Intensive	30 cm	22 mm (1 an)
Jardin suspendu	50 cm	32 mm (3 ans)
Jardin suspendu	80 cm	38 mm (5 ans)
Pleine terre	∞	48 mm (10 ans)

Source : mars 2018, Mairie de Paris - DPE/STEA



Points d'attention

dimensionnement - stockage



- Selon type de toiture :
 - ▶ Toiture stockante
 - › Si SAULE (exemple NIDAROOF)

Caractéristiques produit	Epaisseurs		40 mm	60 mm	100 mm	520 mm	
	Taille des alvéoles		± 50 mm				
	Couleur		Noir				
	Non tissé	Face 1		PET 150 g/m ²		PET 150 g/m ²	PET 45 g/m ²
		Face 2		-		PET 25 g/m ²	PET 45 g/m ²
	Taux de vide			95 %			



Pente



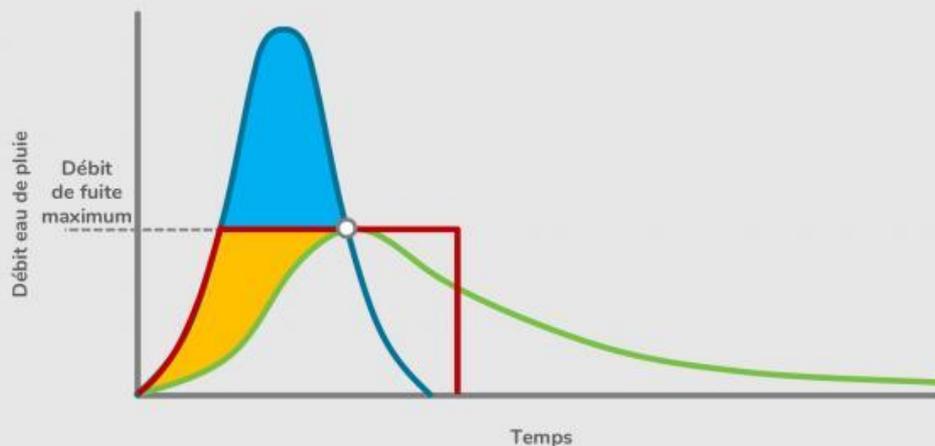
Points d'attention

dimensionnement - débit régulé

- Débit de fuite de max 5 l/s.ha (plus exigeants selon les cas)
- Risque d'obstruction existe mais pas plus élevé que sur toiture classique -> ENTRETIEN PERIODIQUE !
 - ▶ Prévention via géotextile ou crépine fine
- Se rapproche d'une évacuation à débit constant (lame d'eau faible)

PRINCIPE DE DÉPHASAGE ET D'ÉCRÊTEMENT DE L'ÉVÈNEMENT PLUVIEUX

Régulateur à débit constant VS débit variable



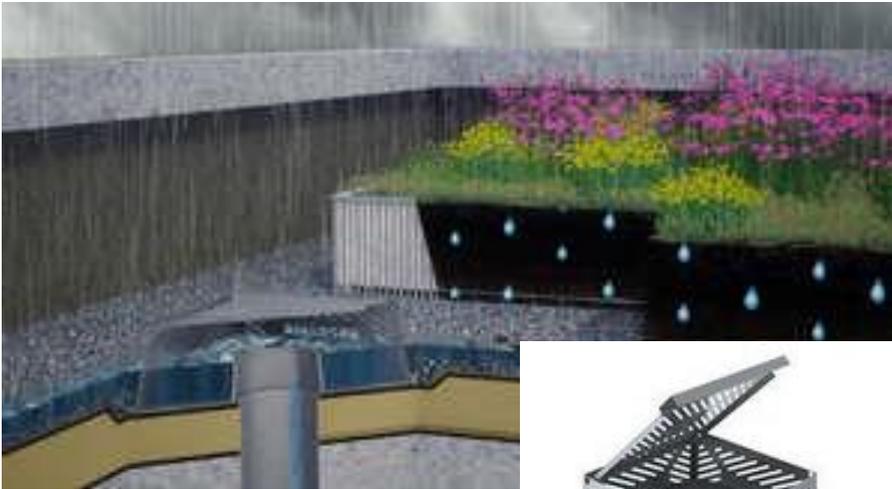
- Débit à l'entrée du volume tampon
- Débit en sortie du volume tampon équipé d'un régulateur de débit variable
- Débit en sortie du volume tampon équipé d'un régulateur à débit constant
- Volume de stockage + nécessaire dans le cas d'un régulateur à débit variable
- Volume de stockage nécessaire dans le cas d'un régulateur à débit constant



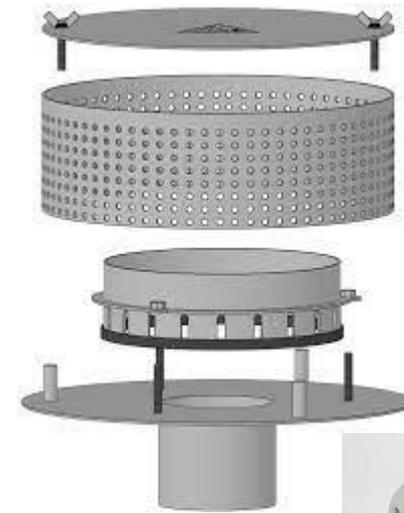
Points d'attention

dimensionnement - débit régulé

- Produits de plus en plus performants



Source : Soprema - Slowli ©



Source : SIKA



Régulateur de débit avec savoir-faire,
interchangeable \varnothing 180 mm,
pour visser sur la tablette
Fabrication spécifique avec conduite
d'évacuation à choix de > 0.00 à 4.80 l/s.
Hauteur à choix (standard 50 mm)

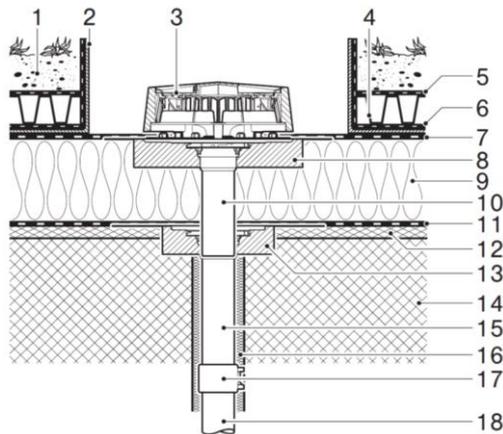


- adapté aux débits de fuite les plus courants : de 1 à 10 litre/s/Ha avec un minimum de 0,05 l/s par EEP,

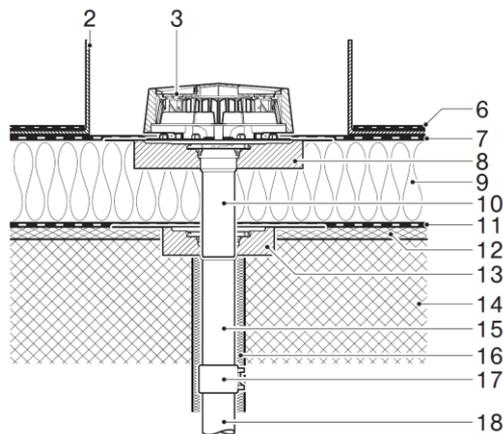
Points d'attention

dimensionnement - débit régulé / évacuation

- Produits de plus en plus performants

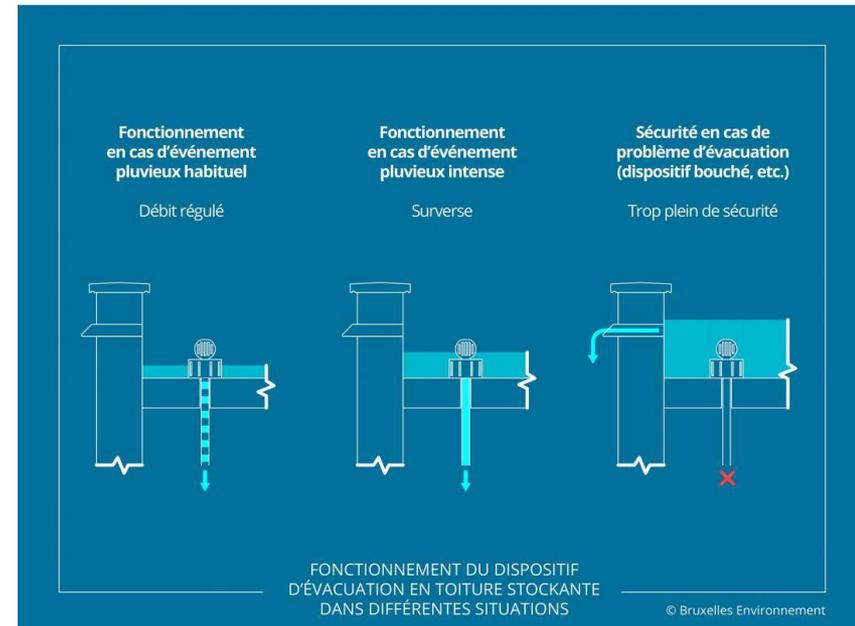
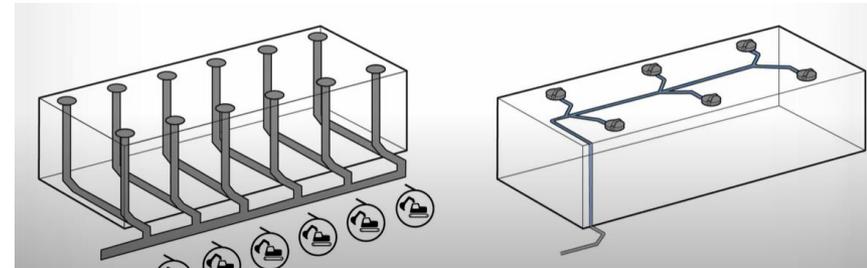


1. SUBSTRAT
2. CADRE AVEC PERFORATIONS
3. AVALOIR PLUVIA
4. MATELAS DE DRAINAGE
5. MEMBRANE ANTI-RACINE
6. ETANCHEITE
7. ETANCHEITE
8. ISOLATION POLYSTYRENE
9. ISOLATION DE LA TOITURE
10. SORTIE DE L'AVALOIR
11. PARE-VAPEUR
12. EGALISATION
13. ELEMENT PARE-VAPEUR
14. STRUCTURE BETON
15. SORTIE DE L'ELEMENT PARE-VAPEUR
16. ISOLATION THERMIQUE
17. MANCHON ELECTRIQUE
18. TUYAU D'EVACUATION



Source : GEBERIT – Système PLUVIA

https://youtu.be/_b4y2klhxyY



Points d'attention

dimensionnement - débit régulé

- Calcul :
 - ▶ (< fabricant)
 - ▶ personnel

$$S = \frac{Qf}{(m \cdot \sqrt{2g \cdot h})}$$

S [m ²]:	section de l'orifice
Qf [m ³ /s]:	<u>débit de fuite</u>
m [-]:	coeff _{frottement} = entre 0.61 et 0.65 (valeur empirique)
h [m]:	h _{eau} entre le centre de l'orifice et le trop-plein
g [m/s ²]:	= 9.81 (pesanteur)
D [m]:	= diamètre de l'orifice

$$S = Pi \cdot \frac{D^2}{4}$$



Points d'attention

coût

- HTVA, fournitures et main d'œuvre inclus

- A titre indicatif !

- **COÛT** HTVA du m³ géré

- ▶ En toiture verte extensive : entre 5 à 10.000 €/m³

7.500 € /m³

- ▶ En toiture stockante : entre 1.000 et 3.000 €/m³

2.000 € /m³

- ▶ A comparer avec

- › les coûts fixes d'une toiture (étanchéité, pente, graviers,...)

- › le coût d'un BO (200 à 700 €/m³)

- › les exigences urbanistiques

- › les avantages écosystémiques



Points d'attention

toiture stockante



autres toiture verte



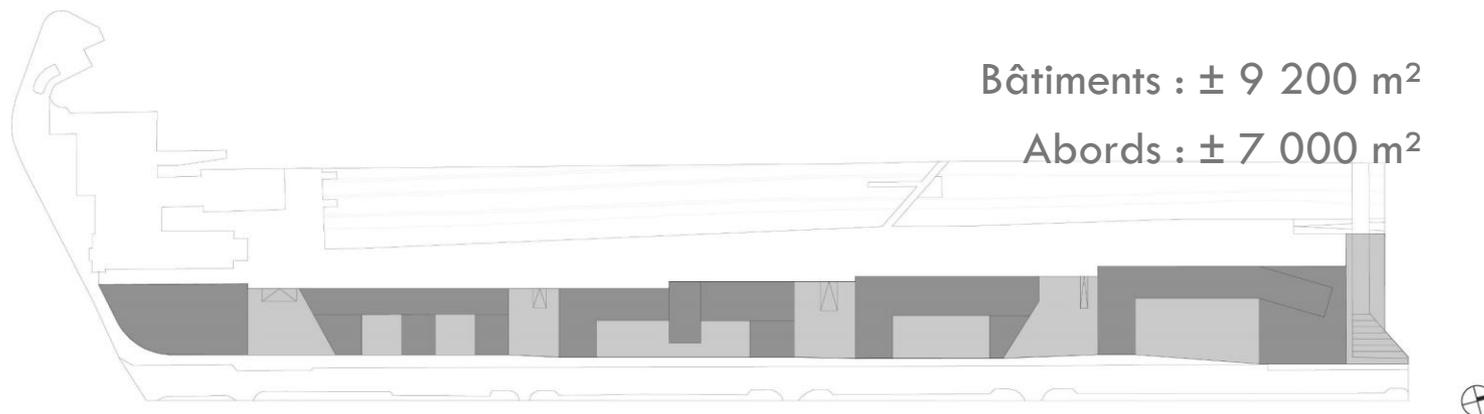
Pas de gêne olfactive ni insectes nuisibles	Pas de gêne olfactive ni insectes nuisibles, au contraire
Peu d'impact acoustique	Bon impact acoustique
Peu d'intégration de biodiversité	Selon épaisseur, biodiversité plus ou moins intéressante
Pas d'impact énergétique	Faible impact énergétique



- I. Pourquoi une GiEP en toiture
- II. Quel(s) dispositif(s)
pour quel(s) objectif(s)
- III. Cas concrets de mise en œuvre**
- IV. Questions / Réponses



Etude Gare de l'Ouest



Volumes à gérer (m³)

TR2	TR20	TR100
180	371	564



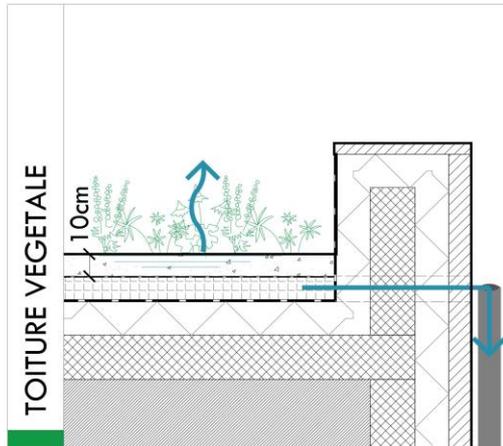
x 2



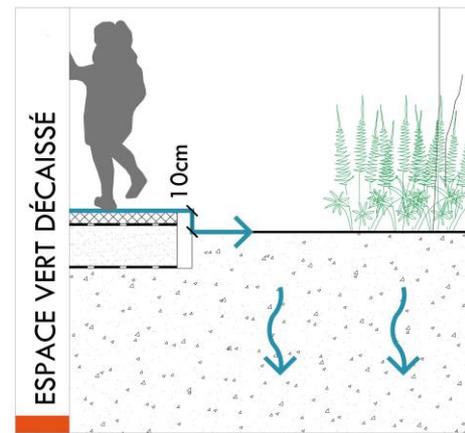
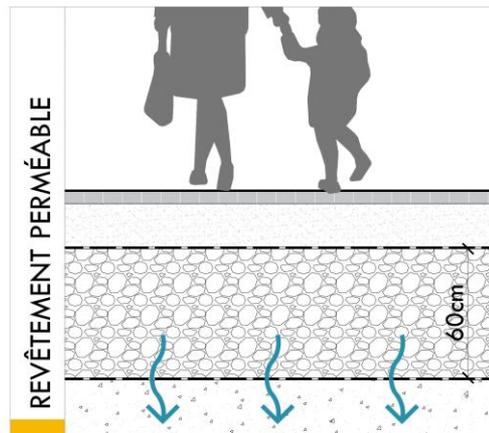
x 1,5



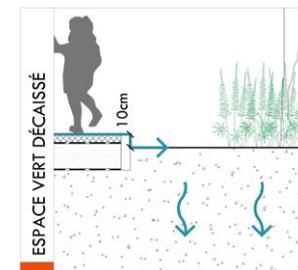
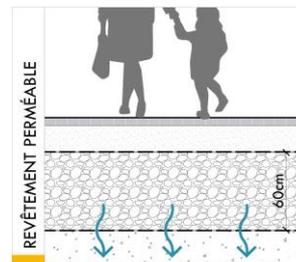
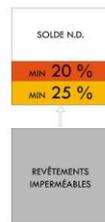
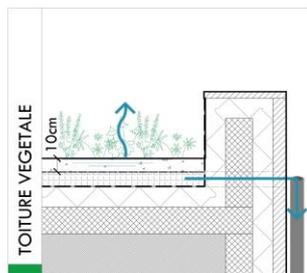
Etude Gare de l'Ouest



470m³ gérés au niveau de la zone 1A ce qui correspond à plus qu'une pluie de TR20 mais pas au volume nécessaire pour atteindre le TR100



Etude Gare de l'Ouest



Surfaces concernées

4 600 m²

1 750 m²

1 400 m²

Volumes gérés

37 m³

293 m³

140 m³

Coûts

275 000 € ≈ 60 €/m²

190 000 € ≈ 110 €/m²

8000 € ≈ 6 €/m²

Coûts/m³

≈ 7 500 €/m³

≈ 650 €/m³

≈ 60 €/m³

Surcoûts/m³

≈ 2 300 €/m³

≈ 0 €/m³



Projet Hoppa



074



► Réception 2015



1

Toitures non revêtues pour la récupération d'eau pluviale via des citernes

2

Toitures vertes vers les tranchées d'infiltration

3

Tranchées de rétention et d'infiltration

4

Chemins de l'eau vers les tranchées d'infiltration

5

Tranchées de dépollution

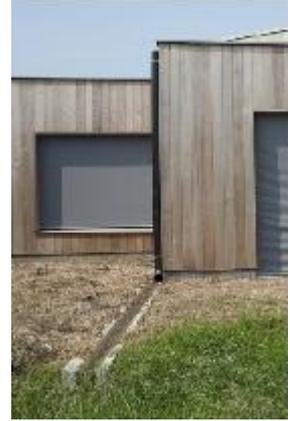


Projet Hoppa



074

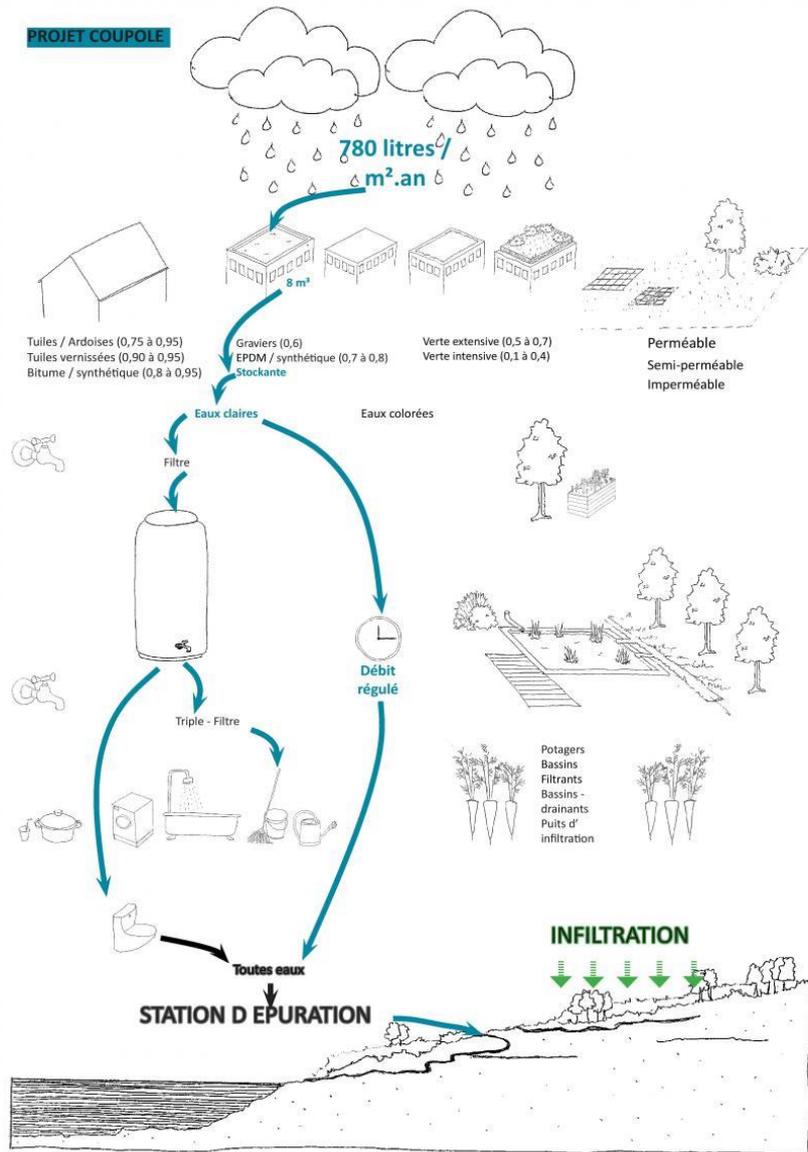
- 50 % des toitures non revêtues pour collecte d'eau
- 50 % des toitures TV ext pour rétention d'eau pluviale



Projet Coupole



110



- ~~Pour répondre au RRU~~ en ce qui concerne le stockage d'eau sur la parcelle à évacuer à débit régulé, le projet a prévu pour le centre d'hébergement, une toiture plate stockante.
- Celle-ci peut retenir temporairement un volume d'eau de pluie de 8m³.



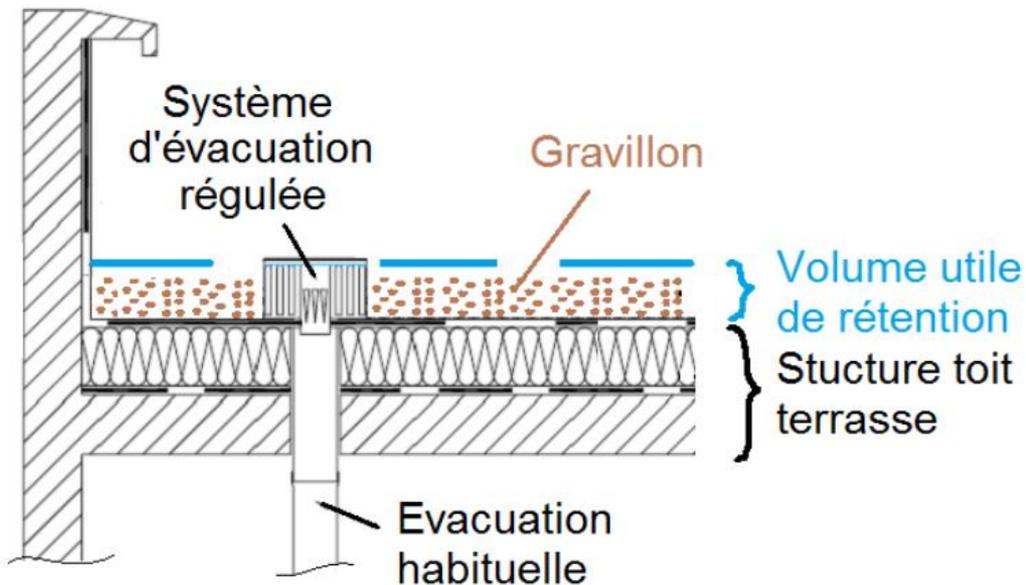
Projet Coupole



110



- L'avaloir d'évacuation est muni d'une rehausse avec trop-plein, de quelques centimètres (ici 5 cm de haut), percée de rangées de trous dont le nombre et la répartition conditionnent le débit de décharge.



(Source: Mikael Jacques)



Petite Senne II © Bernard Boccara



Rue de Fierlant © Bernard Boccara





Outils

- 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

✉ faciliteur.eau@environnement.brussels





Outils

- Formations Bâtiment Durable

- N Gestion des eaux pluviales sur la parcelle et dans l'espace public

- N <https://environnement.brussels/thematiques/batiment-et-energie/seminaires-et-formations/formations/actes-et-notes-des-formations-0>

- Guide Bâtiment Durable

- N [Dossier | Gérer les eaux pluviales sur la parcelle](#)

- N [Dispositif | Revêtements perméables](#)

- FAQ

- ▶ <https://environnement.brussels/thematiques/eau/le-professionnel-en-action/outils-et-accompagnement/faq>





Outils

- Ouvrages

N Les toitures vertes, NIT n° 229, CSTC, 2006 ;

N Toitures vertes : évacuation des eaux pluviales, les dossiers du CSTC, 3/2006, Cahier n°2, 2007 ;

N Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche TER06 : Réaliser des toitures vertes, Bruxelles Environnement, février 2007 (www.bruxellesenvironnement.be/guide_eco_construction).

N CSTC Contact 2019/6 – Peut-on réaliser des toitures plates sans pente ?



- I. Pourquoi une GiEP en toiture
- II. Quel(s) dispositif(s)
pour quel(s) objectif(s)
- III. Cas concrets de mise en œuvre
- IV. Questions / Réponses**



FACILITATEUR EAU
FACILITATOR WATER

MIDI DE L'EAU

WATER MIDI

LA GESTION INTÉGRÉE DES EAUX
PLUVIALES (GIEP) EN TOITURE

GEÏNTEGREERD REGENWATERBEHEER
(GIRW) OP HET DAK



Stéphan Truong

Facilitateur Eau pour le compte de Bruxelles Environnement

FACILITATEUR EAU
FACILITATOR WATER

PROCHAIN MIDI

LA GIEP
EN RÉNOVATION
→ JUIN



MIDI DE L'EAU
WATER MIDI

MERCI POUR
VOTRE
PARTICIPATION !

CONTACT :

facilitateur.eau@environnement.brussels