

FORMATION BATIMENT DURABLE

ENVELOPPE : RÉNOVATION DE LA TOITURE

AUTOMNE 2024

Les fonctions secondaires d'une toiture

Gestion des eaux pluviales

Antoine DESCAMPS

écorce
INGÉNIERIE & CONSULTANCE



INTRODUCTION : ENJEU, CONSTAT ET CONTEXTE

DIFFÉRENTS TYPES DE TOITURE

COMPOSITION ET MISE EN PLACE

EXERCICE PRATIQUE

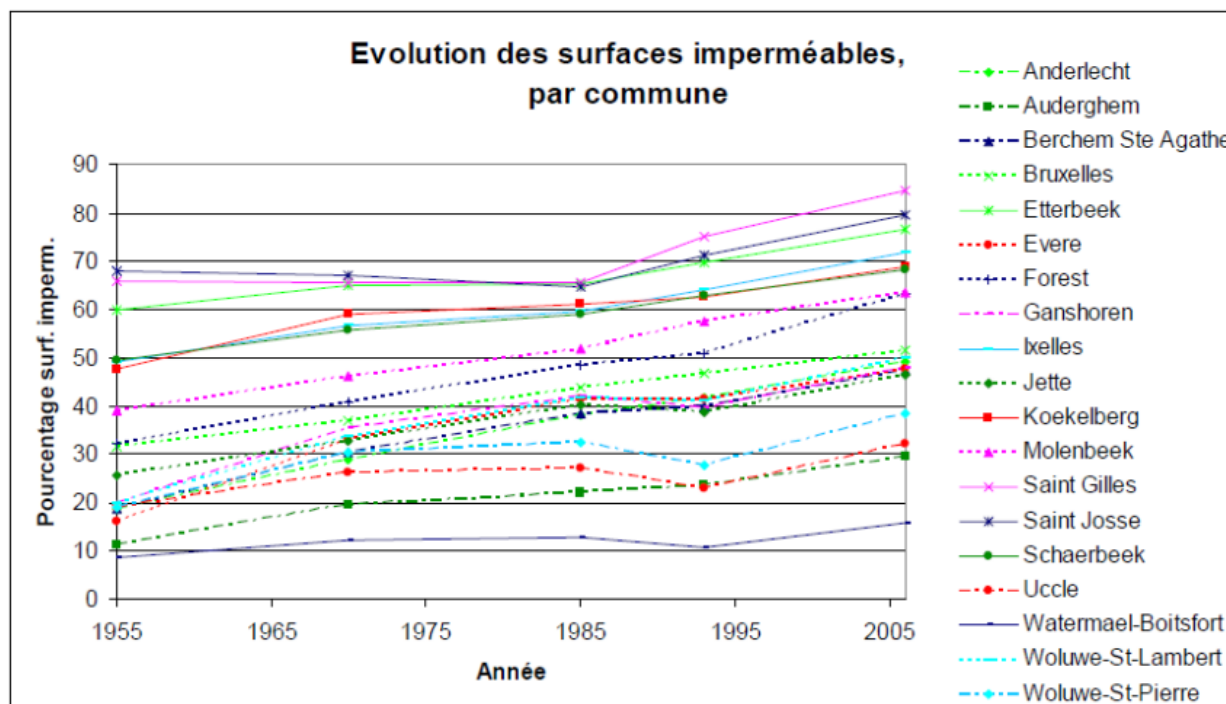


3 POURQUOI ABORDER CE SUJET ?

Pourquoi la gestion des eaux pluviales est-elle un enjeu à aborder ?



Les surfaces imperméabilisées sont de plus en plus importantes



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



Les eaux pluviales sont majoritairement guidées vers un réseau d'égouttage unitaire vétuste et inadapté à la collecte d'eaux de ruissellement

⇒ **Ce réseau, très vite saturé, déborde fréquemment**

- **vers le réseau hydrographique engendrant des pollutions importantes de nos milieux naturels (Canal, Senne, Woluwe...)**
- **vers les caves et espaces publics des bruxellois lors d'inondations.**



Permis d'Environnement (PE)

- 
- ▶ Exigences minimales imposé dans le cas :
 - des nouvelles constructions, démolitions-reconstructions ;
 - Des transformations d'immeubles existants ayant pour effet d'augmenter l'emprise au sol de plus de 20 m²
 - D'aménagements d'abords de bâtiments existants modifiant ou augmentant la surface imperméable du terrain de plus de 20 m²
 - ▶ Prise en compte de toutes les surfaces imperméabilisées
 - ▶ Gérer une pluie centennale sur la parcelle considérée (0 rejet)

Règlement Communal d'Urbanisme (RCU) (ex. : Forest)

- ▶ Gérer les eaux pluviales in situ
- ▶ BO (Bassin d'Orage) 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 4h



Evolution future du RRU



- Rien n'est encore validé ! C'est un projet à ce stade

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

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



INTRODUCTION : ENJEU, CONSTAT ET CONTEXTE

**DIFFÉRENTS TYPES DE TOITURE INTÉGRANT LES ENJEUX
RELATIFS À LA GESTION DE L'EAU**

COMPOSITION ET MISE EN PLACE

EXERCICE PRATIQUE

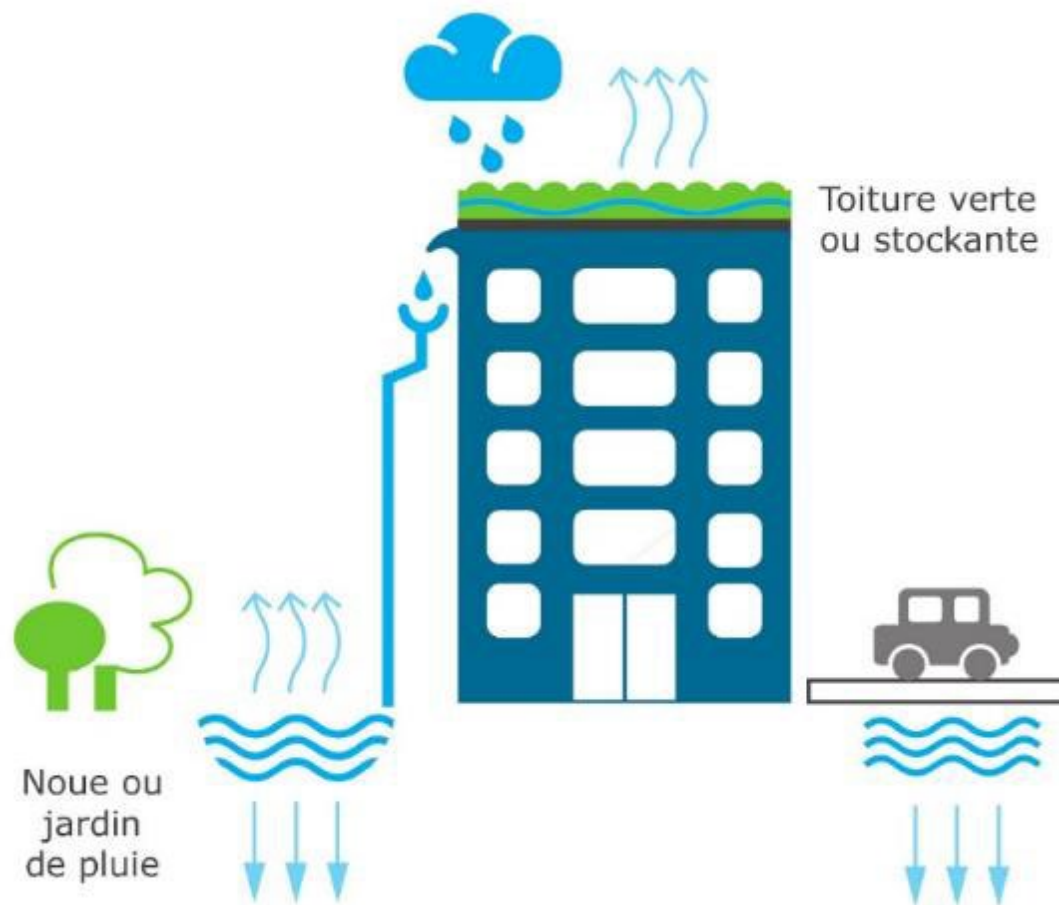


La rénovation d'une toiture peut-elle avoir un impact sur la gestion des eaux pluviales ?

Si oui, comment ?

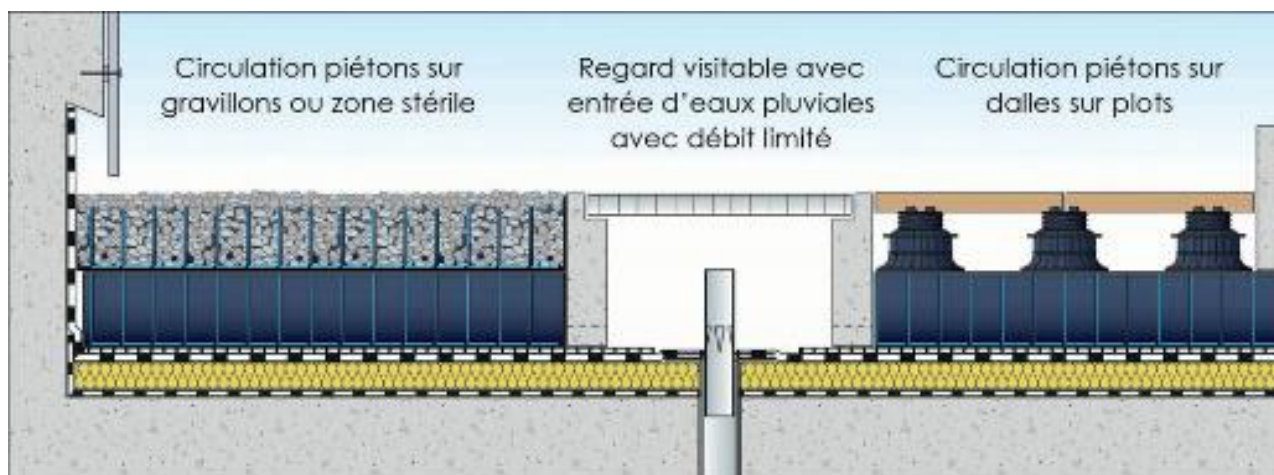


Qu'est-ce que la GiEP (Gestion intégrée des Eaux Pluviales) ?



Qu'est-ce qu'une toiture stockante ?

- ▶ Toiture qui peut stocker temporairement un volume d'eau de pluie d'une surface
- ▶ L'eau de pluie est évacuée à débit régulé pour réduire les débits de pointe
- ▶ Les toitures stockantes permettent de ralentir le débit de l'eau renvoyé vers le réseau d'égouttage/le réseau hydrographique/un autre ouvrage de GiEP

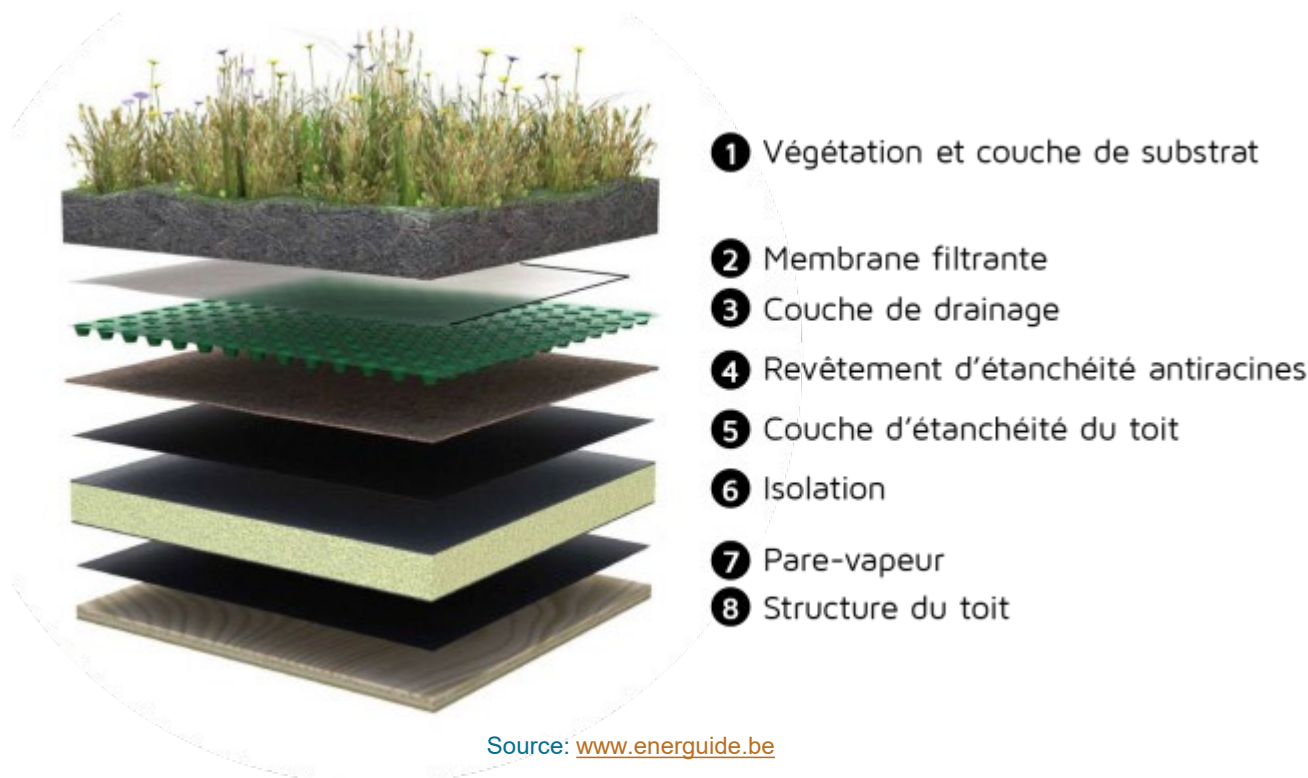


Source: www.nidaplast.com



Qu'est-ce qu'une toiture végétale ?

- ▶ Toiture recouverte de végétation et des couches nécessaires à son développement (drainage, substrat...)
- ▶ L'eau est stockée dans une réserve utile, évaporée ou transpirée par les plantes, et évacuée par un trop-plein



INTRODUCTION : ENJEU, CONSTAT ET CONTEXTE

DIFFÉRENTS TYPES DE TOITURE

**COMPOSITION ET FACTEURS À CONSIDÉRER POUR LA MISE EN
PLACE DE TOITURES INTÉGRANT LES ENJEUX RELATIFS À LA
GESTION DE L'EAU**

EXERCICE PRATIQUE



Comment concevoir une toiture intégrant les enjeux relatifs à la gestion de l'eau ?



► Objectifs sous-tendus

- ⇒ Limiter la pollution des cours d'eau
- ⇒ Réalimenter les sols, nappes, zones humides et réseau hydrologique
- ⇒ Favoriser la nature en ville (si toiture végétalisée)
- ⇒ Offrir un meilleur cadre de vie (si toiture végétalisée ou terrasse)

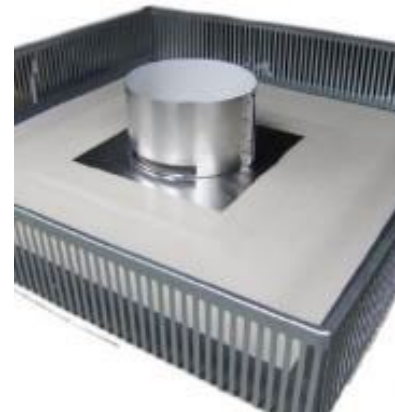


Comment concevoir une toiture stockante ?

- ▶ Prévoir une évacuation à débit régulé
- ▶ Prévoir un système de stockage permanent (= toiture en eau)



SAUL – Source: www.nidaplast.com



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



Comment concevoir une toiture végétale ?

⇒ Voir présentation « biodiversité »



Pour quelle solution opter ?

toiture stockante



toiture végétale



pluies orageuses

petites pluies
pluies courantes



à débit régulé
+ trop-plein

évapo-transpiration
+ trop-plein



stockage temporaire

stockage « permanent »



TOITURE STOCKANTE / VÉGÉTALE

Les deux types peuvent être combinés



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



Toiture hydroactive – Le Prieuré – Source: 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

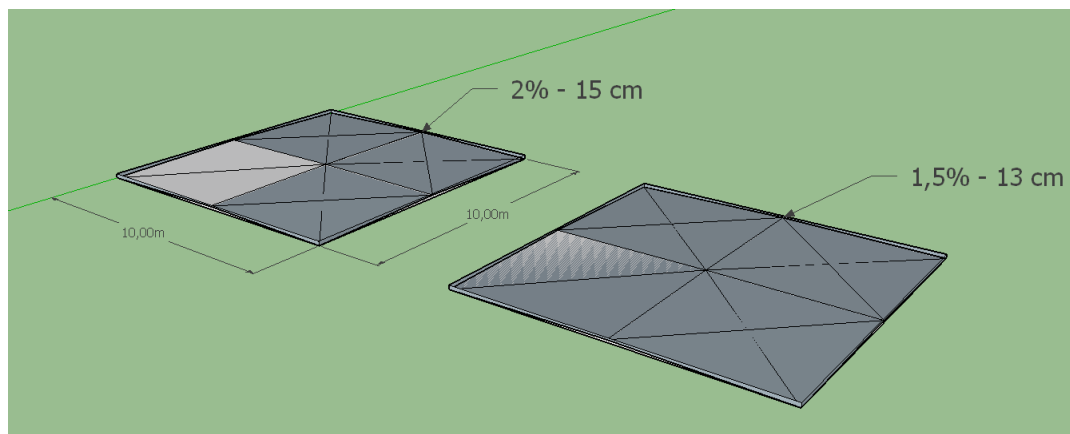


Quelles sont les pentes autorisées ?

- ▶ Selon les règles de l'art (Buildwise) : 2 %

⇒ **Impact sur la capacité de stockage**

- Exemple: pour 6 cm équivalent de lame d'eau
> hauteur de complexe différente



Comment ?

- ▶ Support ou béton de pente ou isolant



Quelles sont les pentes autorisées ?

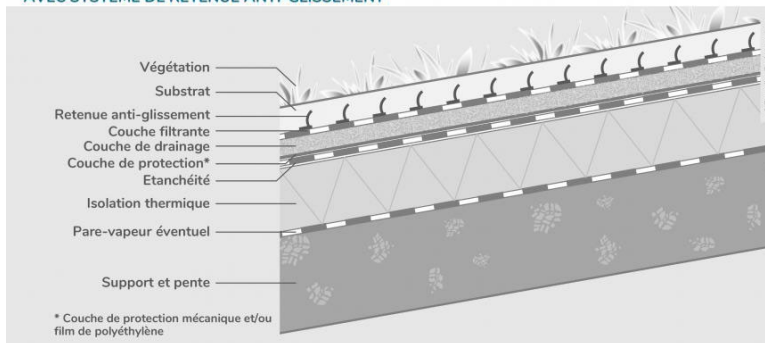


- ▶ Extensives jusqu'à 35° sans ancrage
- ▶ Semi-intensive jusqu'à 30° sans ancrage
- ▶ Intensive entre 1 et 6°



- ▶ Accès plus difficile au-delà de 15 % (8,5°) pour entretien
- ▶ Stockage réduit !

TOITURE VERTE EXTENSIVE DE TYPE « CHAUDE »
AVEC SYSTÈME DE RETENUE ANTI-GLISSEMENT



Source: Guide Bâtiment Durable



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





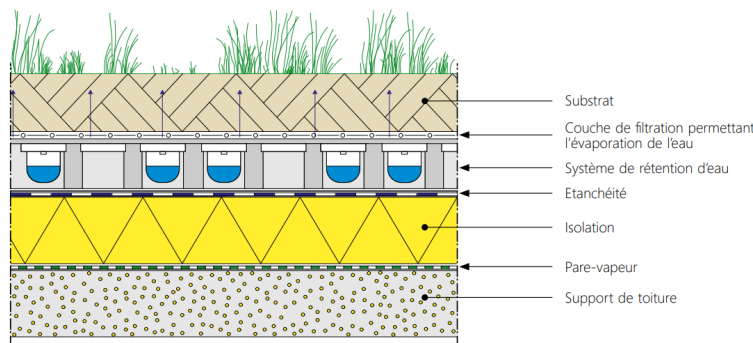
CONTACT
2019/06
(révision
en cours)

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 végétale 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.



Source: CSTC contact 2019/06

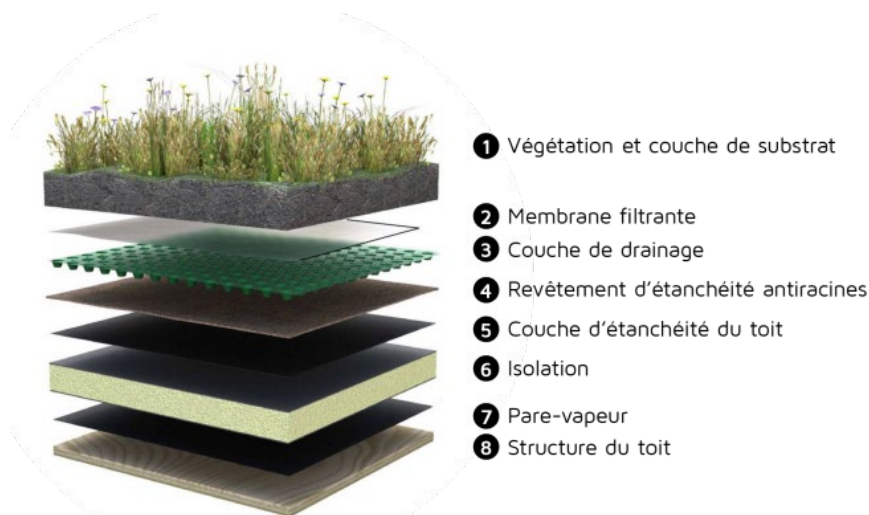




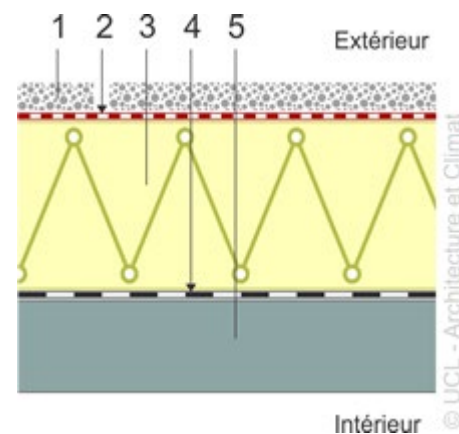
CONTACT
2019/06
(révision
en cours)

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

- ▶ **JAMAIS** s'il s'agit d'une toiture plate
 - avec toiture végétale sans stockage inférieur
 - inversée (ne peut stocker l'eau)
 - dans laquelle la rétention d'eau ne consiste qu'à ralentir l'évacuation des eaux



Toiture plate traditionnelle
Source: www.energuide.be



Toiture plate inversée
Source: energie+





CONTACT
2019/06
(révision
en cours)



Points d'attention

- ▶ En cours de chantier, attention aux matériaux avant étanchéité
- ▶ Charge complémentaire et permanente
- ▶ Précautions complémentaires pour empêcher la propagation des fuites dans le cas de toitures à pentes minimales (sans pente)
 - Compartimentage de la couche d'isolation de 100 à 200 m² en reliant PV et étanchéité
 - Pare-vapeur adhérent sur toute la surface du support.
- ▶ Étanchéité de la toiture
 - Résistance mécanique supérieure (gel, mud curling)



Quelle est la fréquence d'entretien ?

- ▶ Obligatoire dans tous les cas !
 - ▶ Toiture stockante > min 2 visites/an
 - membranes d'étanchéité et des solins
 - nettoyage des systèmes d'évacuation
 - en automne (feuilles) et avant été
 - ▶ Toiture végétale > selon le type
 - extensive : 1 visite/an, voire moins
 - intensive : même entretien qu'un espace vert planté



INTRODUCTION : ENJEU, CONSTAT ET CONTEXTE

DIFFÉRENTS TYPES DE TOITURE

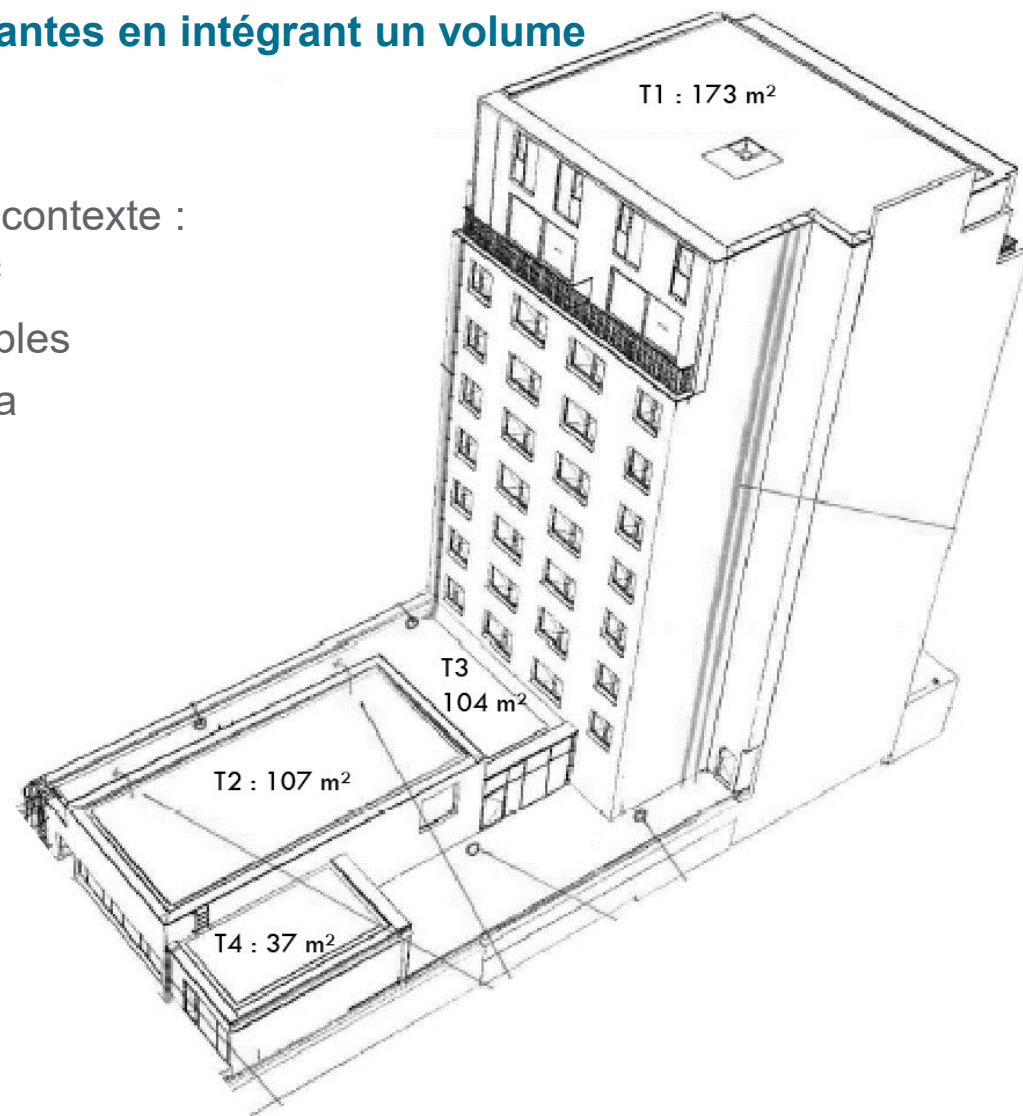
COMPOSITION ET FACTEURS À CONSIDÉRER POUR LA MISE EN
PLACE DE TOITURES INTÉGRANT LES ENJEUX RELATIFS À LA
GESTION DE L'EAU

EXERCICE PRATIQUE



Dimensionner des toitures stockantes en intégrant un volume et un débit de régulation

- Données liées au projet et au contexte :
 - Surface toiture n°4 : 37m²
 - 100% surfaces = imperméables
 - Débit régulé requis : 5 L/s.ha
 - 1 dispositif par toiture



ÉNONCÉ

- Données liées aux pluies extrêmes (Uccle)
 - <https://www.meteo.be/fr/climat/climat-de-la-belgique/climat-dans-votre-commune>

Hauteur d'eau stockée : 0,04 m

Débit de fuite = débit minimal d'évacuation

$V_t = (\text{pluie (mm)} \times \text{surface (m}^2\text{)} - \text{débit de fuite (l/s)} \times \text{durée (min)} \times 60) / 1000$

Gestion TR100 de la toiture T4 (37 m ²)			
Durée [min]	Pluie [mm]	Débit de fuite [l/s]	Volume tampon [m ³]
10	23,1	0,050	0,8
20	33,5	0,050	1,2
30	40,4	0,050	1,4
60	46,2	0,050	1,5
120	53,1	0,050	1,6
180	58,4	0,050	1,6
360	63,7	0,050	1,3
720	76,6	0,050	0,7
1440	88,4	0,050	-1,0

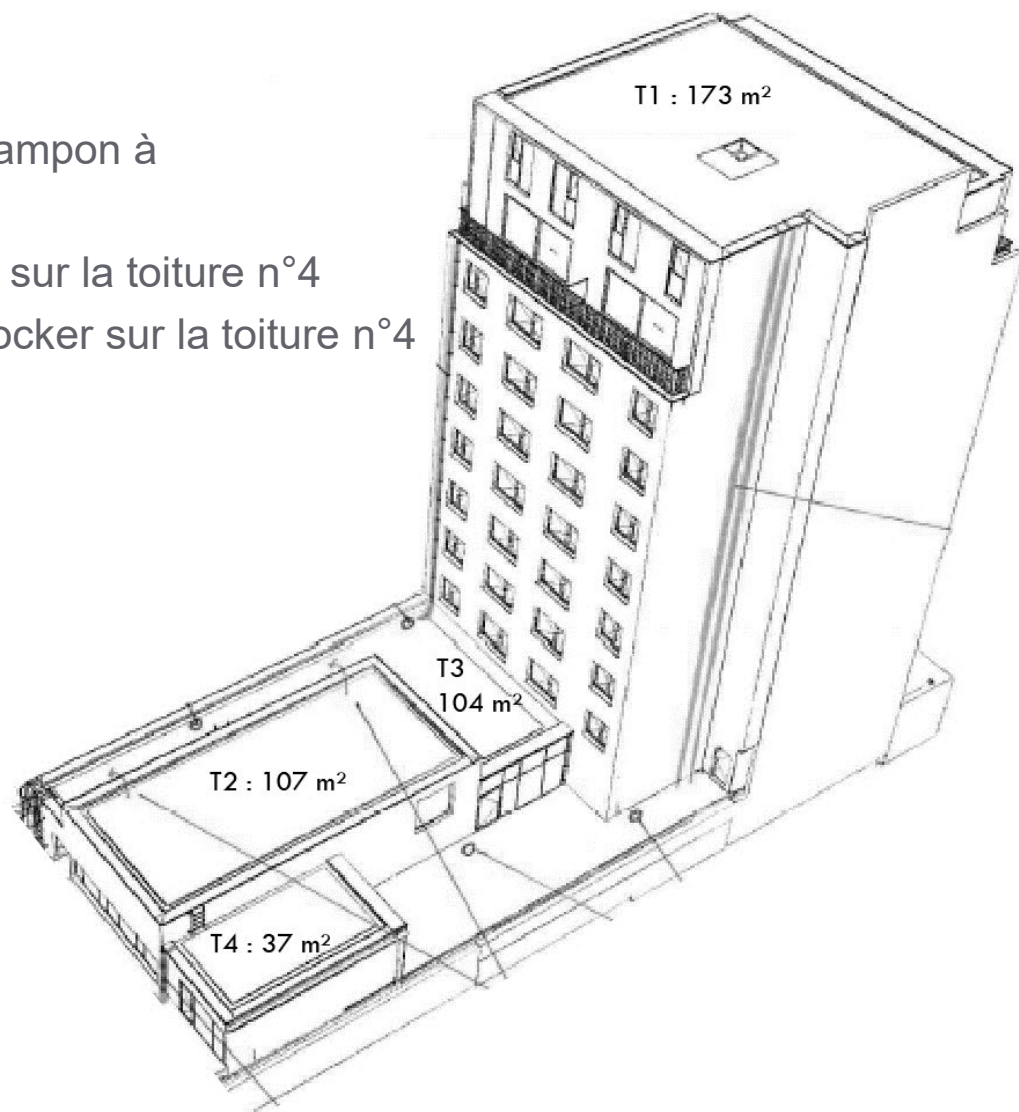
- Limite technique du système d'évacuation utilisé pour le projet

Limite technique	
Hauteur d'eau stockée [m]	Débit minimal d'évacuation [L/s]
0,04	0,05
0,05	0,06
0,06	0,065
0,07	0,07
0,1	0,08
0,12	0,09
0,13	0,09



QUESTIONS

- ▶ Quel est l'objectif de volume tampon à stocker sur la toiture n°4 ?
- ▶ Calculer le débit régulé requis sur la toiture n°4
- ▶ Calculer la hauteur d'eau à stocker sur la toiture n°4



RÉSULTATS

- ▶ Quel est l'objectif de volume tampon à stocker sur la toiture ?
 - Volume tampon maximal = $1,6 \text{ m}^3$

- ▶ Calculer le débit régulé requis sur la toiture
 - $5 \text{ L/s.ha} \times \text{superficie parcelle} / 10.000 = 0,02 \text{ L/s}$

⇒ **Débit impossible à atteindre techniquement (min 0,05 L/s)**

- ▶ Quel objectif d'hauteur d'eau stockée doit-être envisagé sur la toiture pour gérer une TR100 ?
 - Volume tampon maximal TR100 / surface $\times 1000 = (1 / 37) \times 1000 = 43 \text{ mm}$



QUESTIONS

- ▶ Quel volume tampon est-il possible de stocker par toiture et au total ?
- ▶ Quel type de pluie est-il possible de gérer sur la parcelle ?
 - Débit régulé requis (à l'échelle de la parcelle) :
 - $5 \text{ (L/s.ha)} \times 421 \text{ (m}^2\text{)} / 10.000 = 0,21 \text{ L/s}$



QUESTIONS

- Hauteur de stockage choisie pour gérer le volume tampon max d'une

								Résultat	
Toiture de stockage		Surface de stockage	Volume TR30	Hstockage TR30	Volume (TR100)	Hstockage TR100	Hstockage choisi	débit d'évacuation minimal - SLOWLI	Stockage finale
[description]		[m²]	[m³]	[m]	[m³]	[m]	[m]	[L/s]	[m³]
T1		173	6,85	0,04	9,02	0,05	0,06	0,065	10,380
T2		107	4,24	0,04	5,58	0,05	0,06	0,065	6,420
T3		104	4,12	0,04	5,42	0,05	0,06	0,065	6,240
T4		37	1,47	0,04	1,93	0,05	0,04	0,050	1,480
Total		421						0,245	24.520

								Résultat	
Toiture de stockage		Surface de stockage	Volume TR30	Hstockage TR30	Volume (TR100)	Hstockage TR100	Hstockage choisi	débit d'évacuation minimal -SLOWLI	Stockage finale
[description]		[m²]	[m³]	[m]	[m³]	[m]	[m]	[L/s]	[m³]
T1		173	7,01	0,04	9,52	0,06	0,05	0,060	8,650
T2		107	4,33	0,04	5,89	0,06	0,04	0,050	4,280
T3		104	4,21	0,04	5,73	0,06	0,04	0,050	4,160
T4		37	1,50	0,04	2,04	0,06	0,04	0,050	1,480
Total		421						0,210	18,570





- ▶ La toiture peut contribuer à une Gestion Intégrée des Eaux Pluviales (GIEP), enjeu urbain important
- ▶ Une toiture stockante seule avec rejet à débit régulé vers le réseau d'égouttage n'est pas considéré comme de la GiEP
- ▶ L'ambition de 0 rejet uniquement en utilisant des toitures comme solution de GiEP est impossible
- ▶ Concrètement, cela peut se faire en optant pour une toiture végétalisée et/ou stockante
- ▶ Stocker de l'eau en toiture nécessite une attention particulière au niveau du choix des solutions techniques





Guide Bâtiment Durable

<https://www.guidebatimentdurable.brussels/>

- Thème Eau

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



Sites internet

- RRU

http://urbanisme.irisnet.be/lesreglesdujeu/les-reglements-durbanisme/le-reglement-regional-durbanisme-rru?set_language=fr&set-language=fr

- FAQ Gestion des eaux pluviales

<https://environnement.brussels/services-et-demandes/conseils-et-accompagnement/tous-nos-outils-et-accompagnements-pour-les>

- IRM – données statistiques de précipitations extrêmes

<https://www.meteo.be/fr/climat/climat-de-la-belgique/climat-dans-votre-commune>





Ouvrages

- ▶ Les toitures vertes, NIT n° 229, Buildwise, 2006
- ▶ Toitures vertes : évacuation des eaux pluviales, les dossiers du CSTC, 3/2006, Cahier n°2, 2007
- ▶ Info fiches-eco-construction, TER02 Une toiture verte : Un coin de verdure dans la ville, Bruxelles Environnement, 2008

https://document.environnement.brussels/opac_css/doc_num.php?explnum_id=3691

- ▶ Buildwise 2019/6 – Peut-on réaliser des toitures à rétention d'eau sans pente ?

https://www.buildwise.be/umbraco/surface/publicationitem/downloadfile?file=31850/fr/unprotected/cstc_artonline_2019_6_no4_peut_on_realiser_des_toitures_a_retention_d_eau_sans_pente.pdf



Antoine DESCAMPS

Architecte du paysage

écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

