

FORMATION BATIMENT DURABLE

ENVELOPPE : RÉNOVATION DE LA TOITURE

AUTOMNE 2025

Les fonctions secondaires d'une toiture

Gestion des eaux pluviales

INTRODUCTION : ENJEU, CONSTAT ET CONTEXTE

DIFFÉRENTS TYPES DE TOITURE

COMPOSITION ET MISE EN PLACE

EXERCICE PRATIQUE

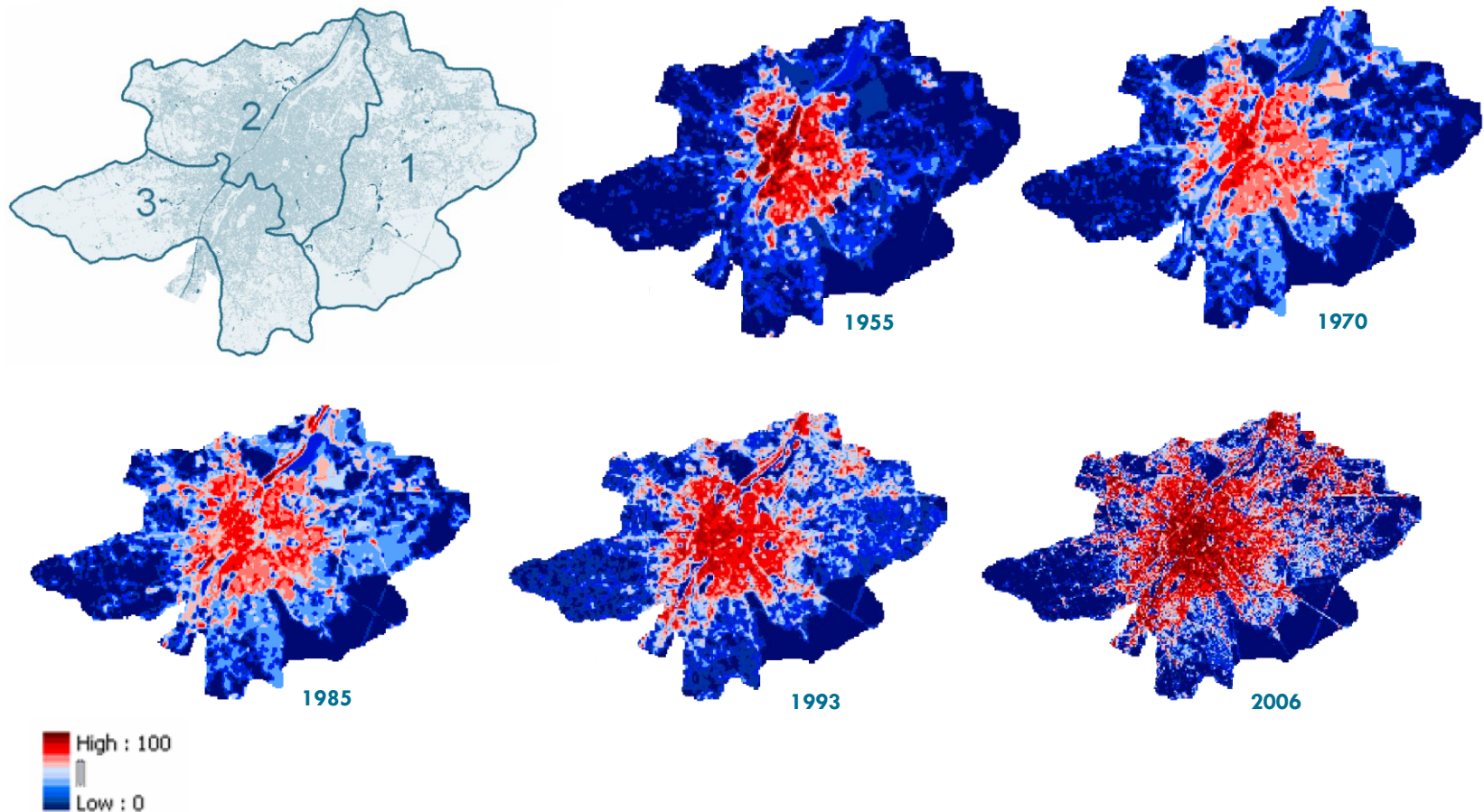


Pourquoi la gestion des eaux pluviales est-elle un enjeu à aborder ?



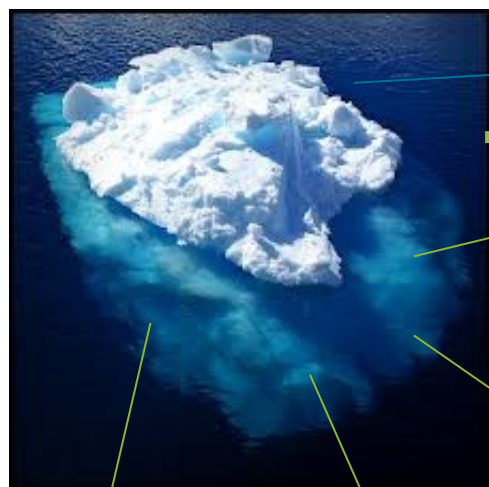
CONSTATS - IMPERMÉABILISATION

Le taux d'imperméabilisation a doublé en 50 ans



Etude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en RBC
Réalisée par l'ULB-IGEAT (2006)





Inondations Canicules

Surcharge du réseau d'égout

- ↳ **Dégradation** d'infrastructures couteuses
- ↳ **Déversements**
→ pollution des cours d'eaux récepteurs

Mélange eaux usées – eaux claires

- ↳ **Dilution** des eaux à épurer
→ rendements épuratoires ▼
- ↳ **Gaspillage** de la ressource « eaux claires »
→ consommation eau potabilisée ↗

Perte de qualité de vie en ville

- ↳ Îlots de chaleur ↗
- ↳ Convivialité ▼
- ↳ Manque d'un élément
fondamental
équilibrant dans
l'environnement urbain

Manque de recharge en eau claire

- ↳ des sols (→ équilibre et qualité des sols en milieux naturels ▼)
- ↳ des nappes (→ conséquences long terme)
- ↳ des cours d'eau naturel ou zones humides (→ biodiversité ▼ en été)



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)



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

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	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



REGLEMENT REGIONAL D'URBANISME (RRU)

- ▶ Réforme 2019 (interrompu à l'Enquête publique)
Incluait des nouvelles mesures dans le bâti et l'espace public pour la gestion des EP
- ▶ Recommandations formulées par consortium d'experts pdt la nouvelle législature – 2020-21
Notamment pour une prise en compte plus ambitieuse de la gestion des EP
- ▶ Réforme Good Living – qui devait passer en 2^e lecture au Gvt en mars 2024

Adoption du principe « zéro rejet » des EP

La mesure devrait valoir pour les différents volets du RRU :
Urbanité, Espaces ouverts et Habitabilité
A voir jusqu'à quel champ d'application :
Rénovation, démolition-reconstruction, ... ?



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 ?

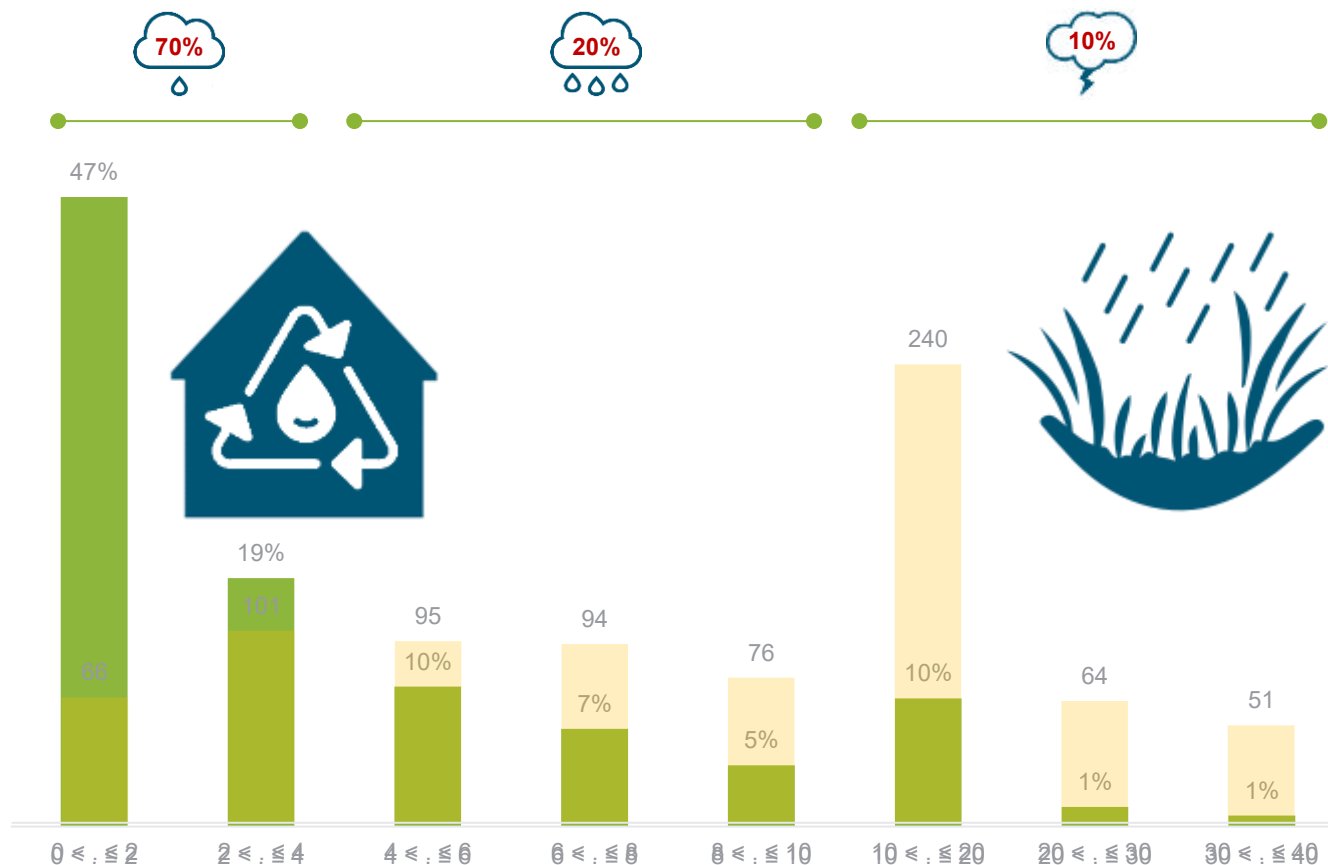
Si oui, comment ?



12 RÉPARTITION MOYENNES JOURNALIÈRES

Evènements pluvieux

- Il pleut en moyenne 190 jours/an (50% du temps) répartis comme suit :



Répartition des précipitations journalières moyennes à la station d'Uccle par type d'évènement pluvieux
(Source des données : www.flowbru.be – Moyennes 2012 - 2021)



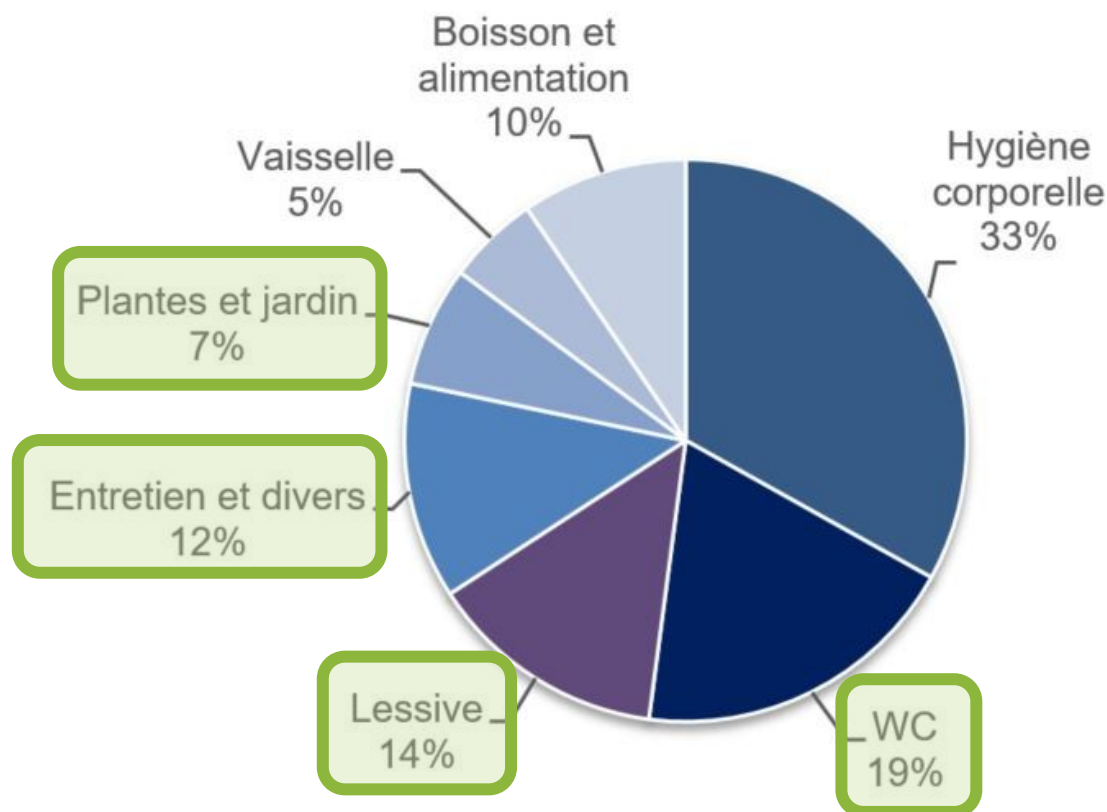
Quel type de toiture influence la récupération ?



Réutilisation de l'eau de pluie

- Pour quels usages?

⇒ **50 à 60 % des besoins domestiques ne nécessitent pas de l'eau potable**



Source / Bron : VMM, 2018



Réutilisation de l'eau de pluie

- ▶ En quelle quantité?
 - Dimensionnement en fonction:

Du **potentiel de récolte** ET ...

Le potentiel de récolte dépend de la pluviométrie annuelle, des surfaces de toitures, de la pente de la toiture et de son orientation, du type de revêtement des toitures (végétalisé ou non...), du rendement du (des) filtres. Ces facteurs déterminent le **volume de la citerne** à prévoir.

... du **potentiel d'utilisation** dans le bâtiment.

*Le potentiel d'utilisation dépend des points de puisage dans le bâtiment et de la consommation (lié au nombre de personnes, au système mis en place - économique ou non...). Ce paramètre n'a en soi pas d'impact sur le volume de la citerne mais plutôt sur le **nombre de points de puisage optimal à connecter...***



Dimensionnement statique

► Outil réutilisation

Réutilisation des eaux pluviales

Remplissez les cases vertes. Pour accéder à des explications complémentaires, cliquez [ici](#)

A. Données

Encodez ci-dessous les affectations du bâtiment concerné par ordre de priorité en fonction de l'affectation que vous souhaitez privilégier pour y raccorder les eaux pluviales.

Affectation 1	Logement
Affectation 2	Pas de deuxième affectation

Encodez ci-dessous les surfaces de toitures en projection horizontale.

Toitures non végétalisées	100 m²
Toitures végétalisées avec un substrat < 10 cm	20 m²
Toitures végétalisées avec un substrat ≥ 10 cm	m²

B. Estimation des usages

Encodez ci-dessous le nombre total de W.C. de votre projet.

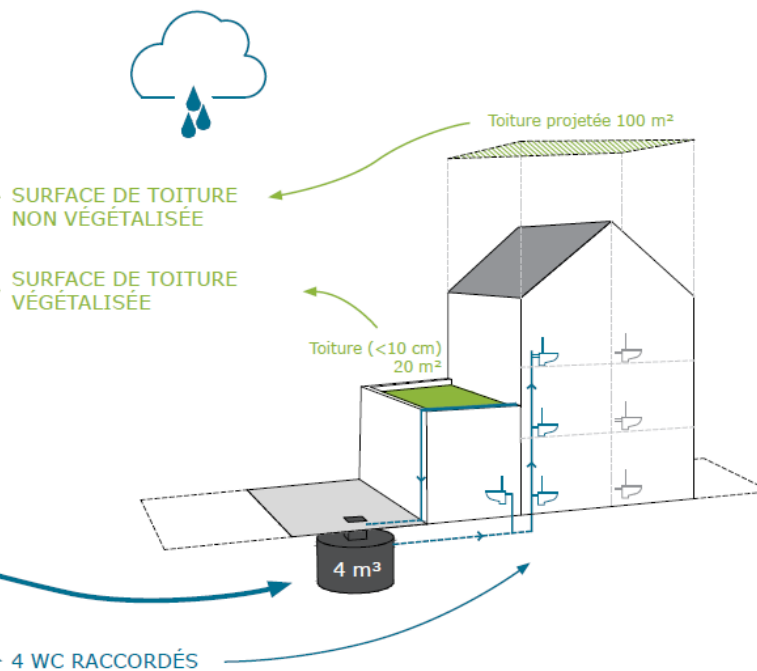
Nombre total de W.C. affectation 1	7 W.C.
Nombre total de W.C. affectation 2	W.C.
Volume d'eau de pluie disponible par jour en moyenne	180 l/jour
Usages journaliers standards affectation 1	50 l/jour.WC.
Usages journaliers standards affectation 2	l/jour.WC.

C. Résultats

Volume de citerne	4 m³
Nombre de W.C. de l'affectation 1 à raccorder	4 W.C.
Nombre de W.C. de l'affectation 2 à raccorder	W.C.

Au minimum 1 robinet extérieur doit également être raccordé à la citerne

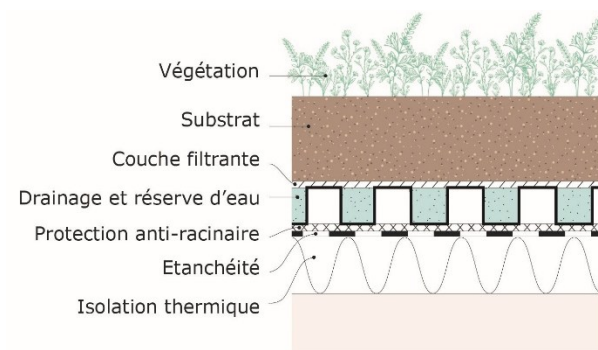
😊 Les usages connectés sont suffisants



17 TOITURES VÉGÉTALES ET PERFORMANCES

Les performances d'évapotranspiration d'une toiture végétale dépendent :

- ▶ De l'épaisseur de substrat ET
- ▶ De la réserve d'eau dans la couche de drainage : elle doit correspondre à la lame d'eau à abattre



Type de toiture végétalisée horizontale ou de jardin	Épaisseur minimale de substrat	Hauteur de lame d'eau abattue (Équivalent en termes de pluie de projet d'une durée de 4 heures)
Extensive	10 cm	8 mm (2 mois)
Semi-intensive	15 cm	12 mm (3 mois)
Semi-intensive	20 cm	16 mm (6 mois)
Intensive - Jardin suspendu	30 cm	22 mm (1 an)
Intensive - Jardin suspendu	50 cm	32 mm (3 ans)
Intensive - Jardin suspendu	80 cm	38 mm (5 ans)

5 cm → 4 mm
(2 semaines)

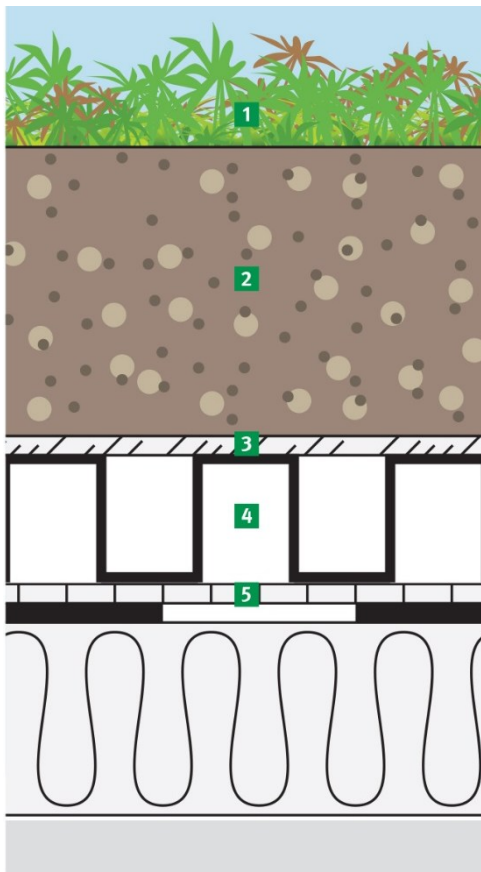
TABEAU INDICATIF DE LA CAPACITÉ D'ABATTEMENT EN FONCTION DE L'ÉPAISSEUR DE SUBSTRAT PAR TYPE

Source : extrait du « Guide d'accompagnement pour la mise en œuvre du zonage pluvial » (mars 2018, Mairie de Paris - DPE/STEA)



18 TOITURES VÉGÉTALES ET PERFORMANCES

Extensive 5 cm



Source : www.optigreen.fr



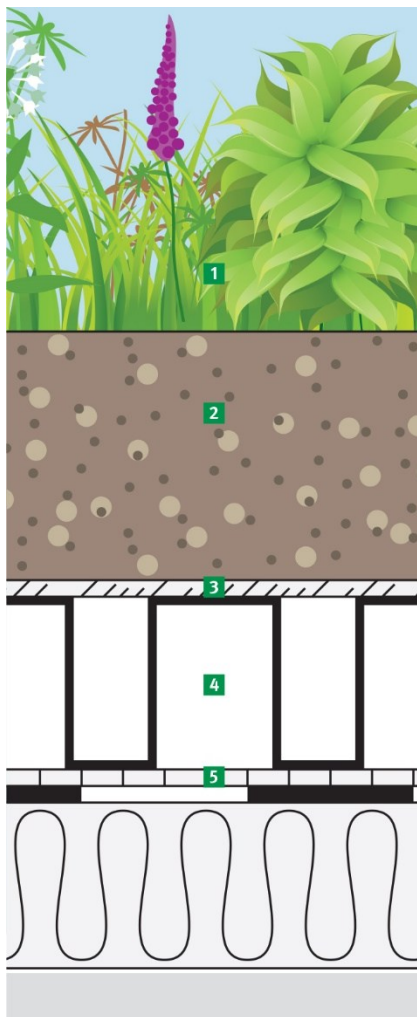
Source : www.optigreen.fr

Réserve utile = rétention permanente
 $\approx 4 \text{ l/m}^2$



19 TOITURES VÉGÉTALES ET PERFORMANCES

Semi-intensive 10 cm



Source : www.optigreen.fr



Source : www.optigreen.fr

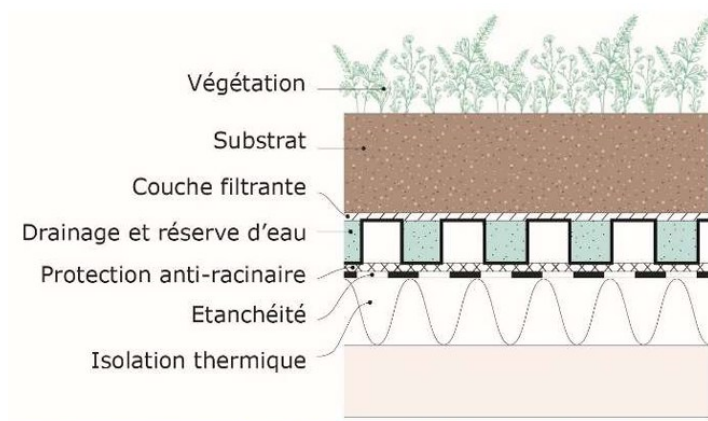
Réserve utile = rétention permanente
 $\approx 8 \text{ l/m}^2$

Midis techniques Eau

- La gestion des eaux pluviales par les toitures végétalisées du 19/10/2023

Présentations et replay sur

<https://environnement.brussels/thematiques/eau/le-professionnel-en-action/evenements/evenements-passes>



Quelles
caractéristiques
influencent les
performances
hydrauliques
?



Dimensionnement statique

- ▶ ETAPE 1: Dimensionnement du volume de la citerne sur base du potentiel de récolte
 - Si toiture nue :
 - ⇒ **50 l/m² de toiture en projection horizontale**
 - Si toiture végétale extensive (5 cm de substrat) :
 - ⇒ **33 l/m² de toiture en projection horizontale**
 - Si toiture végétale semi-intensive (10 cm de substrat) :
 - ⇒ **petite citerne aérienne**



Dimensionnement statique

- ▶ ETAPE 2: Définition du potentiel de puisage en adéquation entre les besoins et apports moyens journaliers:

- Apports moyens journaliers

Si toiture nue :

⇒ **2 l/m² de toiture en projection horizontale**

Si toiture végétale extensive (5 cm de substrat) :

⇒ **1,5 l/m² de toiture en projection horizontale**

Si toiture végétale semi-intensive (10 cm de substrat) :

⇒ **Arrosage/entretien**



Dimensionnement statique

- ▶ ETAPE 2: Définition du potentiel de puisage en adéquation entre les besoins et apports moyens journaliers:

- Besoin moyen journalier

WC: $\approx 25\text{L/jour/personne}$

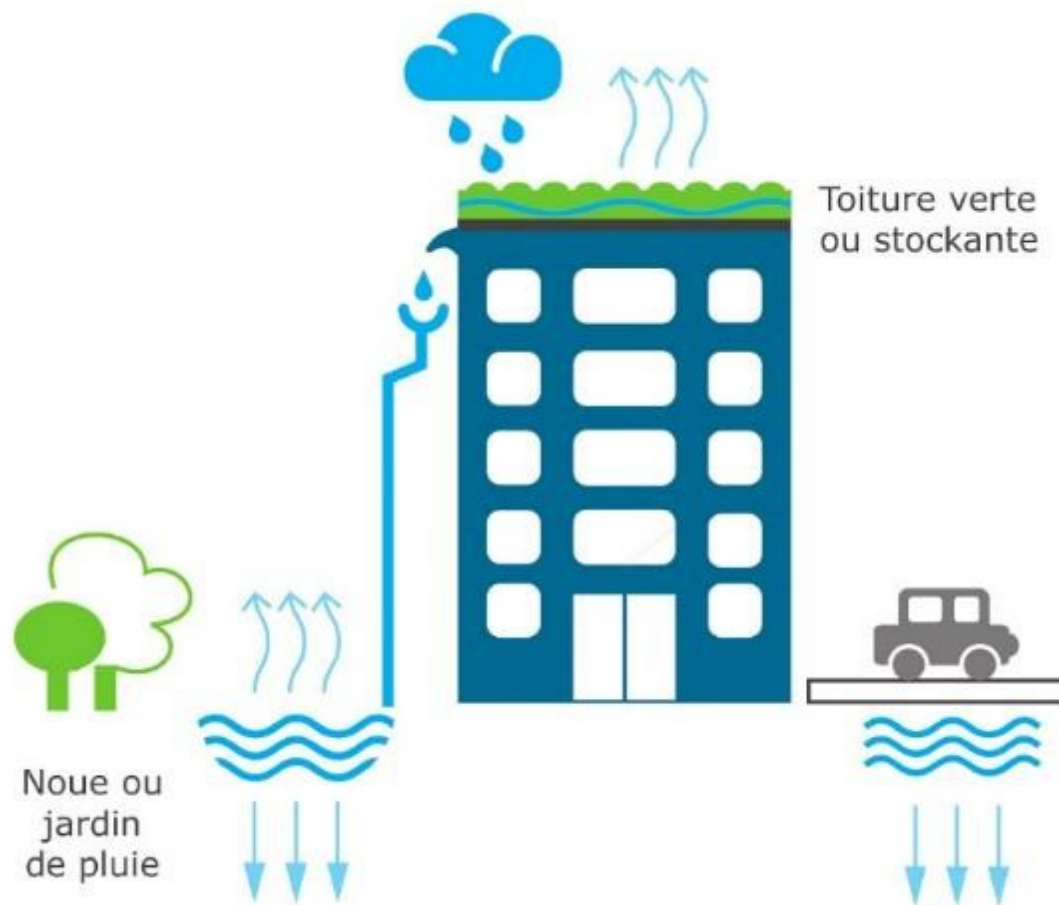
Machine à lessiver: $\approx 15\text{L/jour/personne}$

Entretien: variable

Arrosage: variable



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

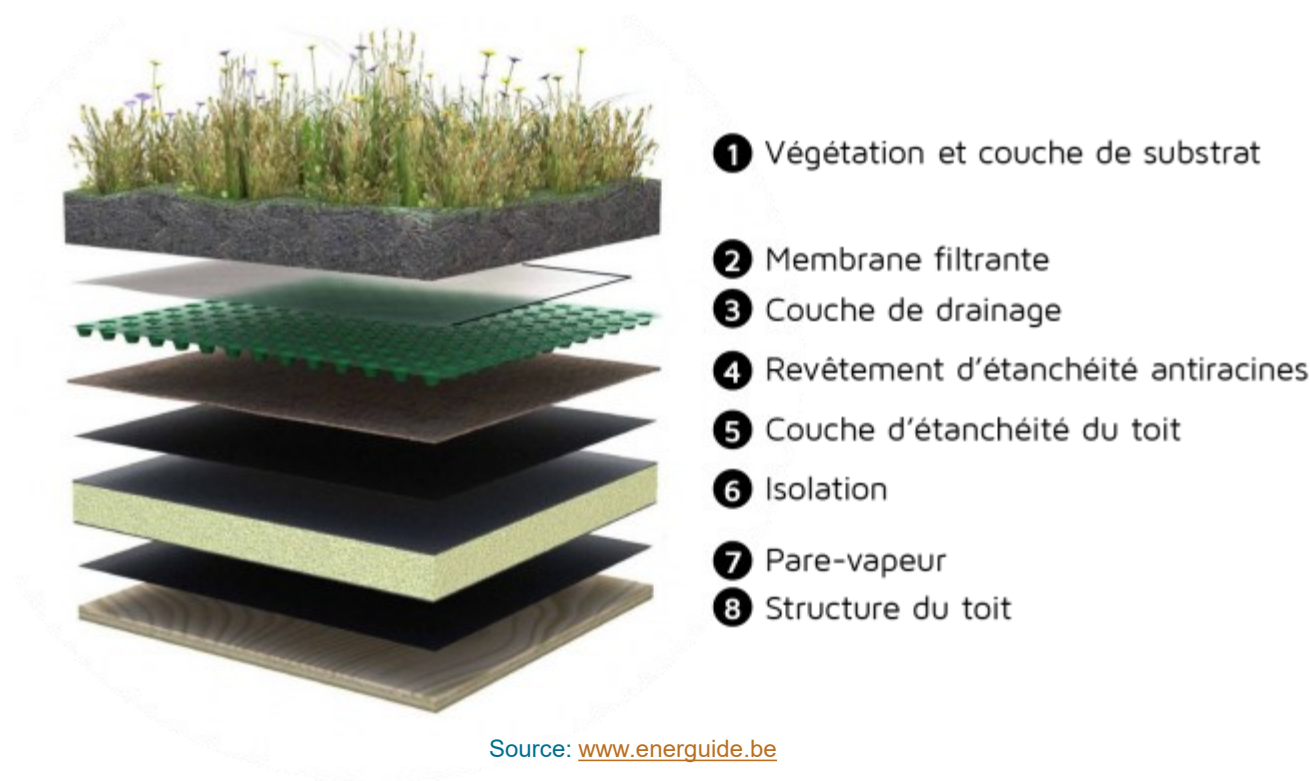


Source: www.nidaplast.com



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

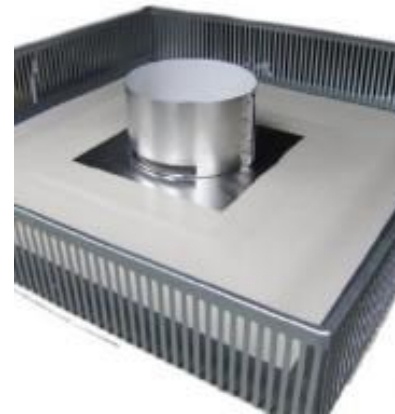


Comment concevoir une toiture stockante ?

- ▶ 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

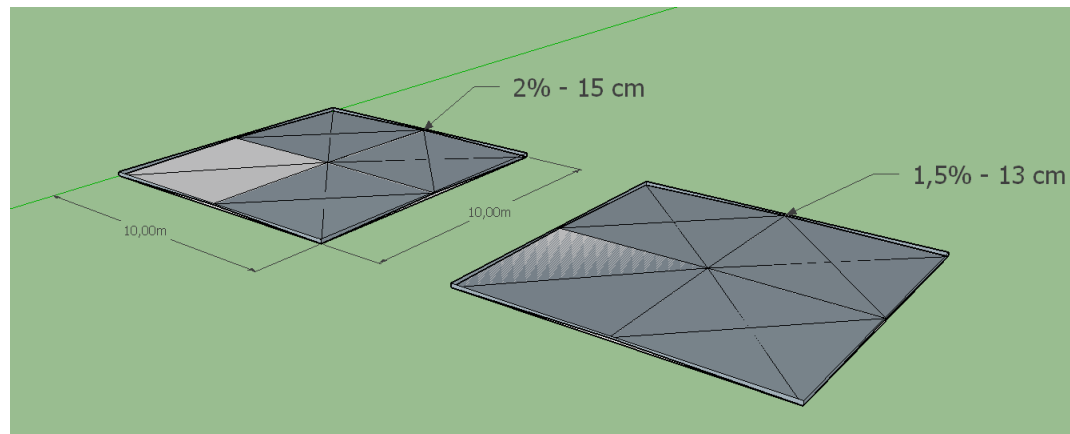


Quelles sont les pentes autorisées ?

- ▶ 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 ?

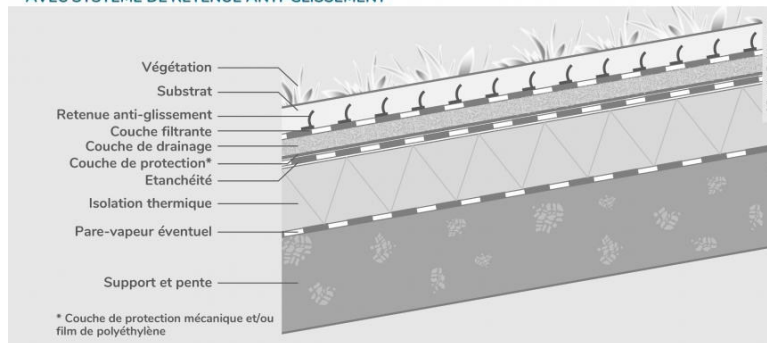


- ▶ Extensives jusqu'à 35° sans ancrage
- ▶ Semi-intensive jusqu'à 30° sans ancrage
- ▶ Intensive entre 1 et 6°



- ▶ 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





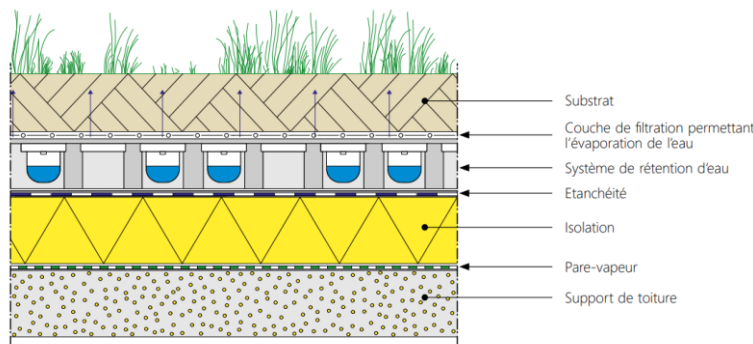
CONTACT
2019/06
(révision
en cours)

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

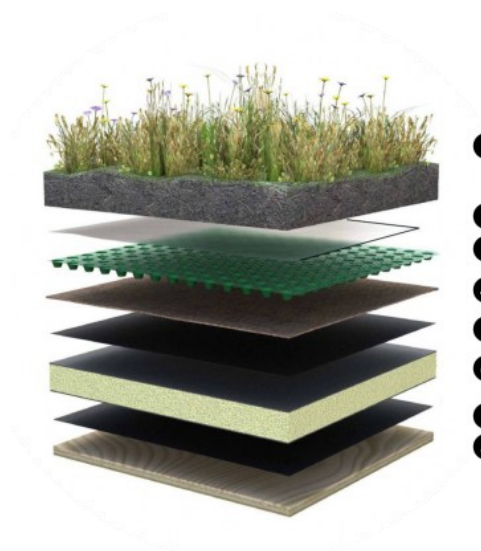




CONTACT
2019/06
(révision
en cours)

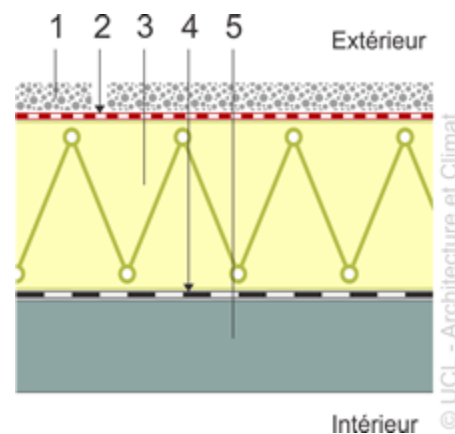
Peut-on réaliser des toitures à rétention d'eau sans pente ?

- ▶ **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

- 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 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

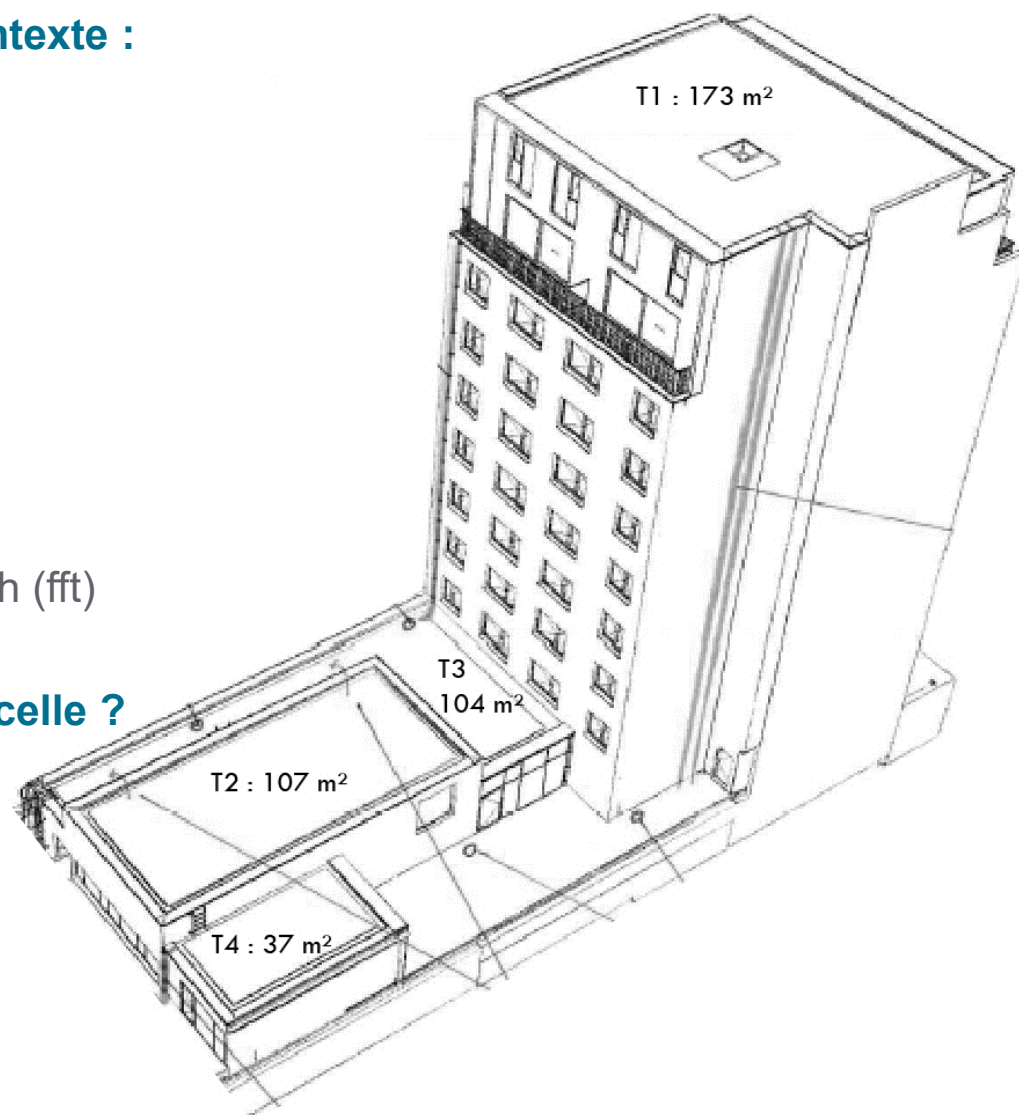
EXERCICE PRATIQUE



ÉNONCÉ

Données liées au projet et au contexte :

- ▶ Nature des toitures :
 - T1 : toiture verte (RRU)
 - T2 : toiture verte (RRU)
 - T3 : toiture terrasse + TV
 - T4 : à définir
- ▶ Schéma hydraulique :
 - T1 -> T3
 - T2 -> T4 ou T3
- ▶ Pluie centennale: 60 mm en 4h (fft)

Récupération ou gestion à la parcelle ?**Dimensionnement**

Récupération ou gestion à la parcelle ?

Dimensionnement



Dimensionnement (suite)





- ▶ 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



Pierre WILLEM

Ingénieur projet
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

