



COMPARAISON DE MESURES ALTERNATIVES POUR LA GESTION DES EAUX DE PLUIE A L'ECHELLE DE LA PARCELLE

- FICHE INFORMATIVE OUTIL GESTION EAU DE PLUIE OGE07 -

## LES TOITURES STOCKANTES

TOITURE VERTE EXTENSIVE

TOITURE VERTE INTENSIVE

TOITURE EN EAU

TOITURE À GRAVIER

*Une toiture stockante est une toiture qui peut stocker temporairement un micro-volume d'eau de pluie au plus près de la surface réceptrice (la toiture). Cette technique est utilisée pour ralentir le plus tôt possible le ruissellement des eaux de pluie sur les toits le plus souvent plats, mais éventuellement en pente de 0,1 à 5 %. Le principe consiste à retenir, grâce à un parapet en pourtour de toiture, grâce à un substrat planté ou grâce à un massif de graviers roulés, une certaine hauteur d'eau (quelques centimètres), à la faire évaporer, évapotranspirer et/ou à la relâcher à faible débit. Sur les toits en pente, le stockage est également possible en utilisant des caissons cloisonnant la surface.*

### PRINCIPES HYDRAULIQUES :

**Collecte :** L'eau est collectée directement sur la surface de la toiture. Aucun ouvrage de collecte n'est nécessaire, sauf si l'eau provient également d'une toiture d'un niveau supérieur.

**La toiture stockante :** La fonction essentielle de la toiture est de réceptionner les précipitations et de les stocker temporairement.

**L'évacuation :** L'eau est évacuée par évaporation dans le cas des toitures en eau et par évapotranspiration dans le cas des toitures végétales et/ou à débit régulé vers un exutoire (descente d'eau, réseau, ...).

Les toitures stockantes sont utilisées comme technique préalable à d'autres techniques compensatoires à l'imperméabilisation.

### VARIANTES DE CET OUVRAGE

Le stockage d'eau est permis grâce à un revêtement d'étanchéité, souvent protégé par une couche de gravillons ou une toiture végétale. Cette couche permet de réduire les débits de pointe et assure une « filtration » des eaux pluviales, réduisant ainsi l'effet de colmatage dans un ouvrage en aval.

Sur les toits plats, l'avaloir d'évacuation est muni d'une rehausse avec trop-plein, de quelques centimètres de haut, percée de rangées de trous dont le nombre et la répartition conditionnent le débit de décharge.

Sur les toits en pente, le stockage est également possible, en utilisant des caissons cloisonnant la surface.

Un système de trop-plein permet d'éviter une surcharge de la structure lors d'un épisode pluvieux qui saturerait ce micro-stockage en toiture.

Il existe plusieurs types de toitures stockantes en fonction de la couche de finition éventuelle :



## TOITURE VERTE

Les toitures vertes (ou toitures végétalisées, toits verts, toiture-jardin, etc.) sont des toitures stockantes où une grande partie de l'eau de pluie est stockée dans le substrat végétal et dans la couche drainante (ou couche réservoir), ce qui réduit les débits et les pointes de débit en provenance du toit.

On distingue deux types de toitures vertes en fonction de l'épaisseur du substrat et, par conséquent, en fonction de leur type de végétation :

- **végétalisation intensive** – le toit peut être rendu accessible, la circulation n'est pas limitée :
  - épaisseur du substrat supérieure à 20 cm,
  - substrat nutritif,
  - plantations variées (y compris arbustes),
  - on parle de jardin suspendu, toiture-jardin ou toiture-terrasse,
- **végétalisation extensive** – le toit ne peut être rendu accessible que ponctuellement, la circulation doit être limitée à l'entretien<sup>1</sup> :
  - épaisseur du substrat entre 6 et 15 cm,
  - substrat peu nutritif,
  - plantation de milieux secs,

En plus des avantages déjà énoncés ci-dessus, les toitures vertes permettent une meilleure isolation acoustique et une durée prolongée des membranes d'étanchéité de couverture en raison d'une protection accrue (contre les UV, par exemple).

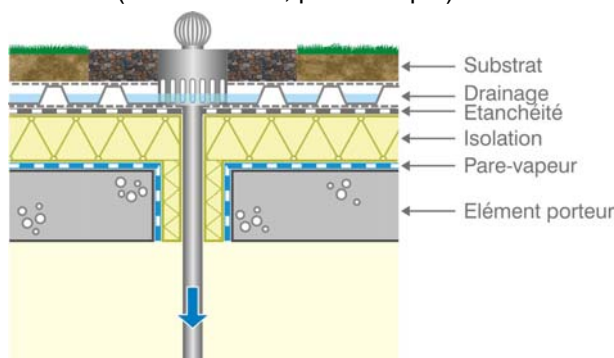


Figure 1 - Toiture stockante de type toiture végétale extensive, avec garde-grève (dispositif d'évacuation à crépine) sous un lit de gravier à l'avaloir. Source : Architecture & Climat.

## TOITURE GRAVIER

Le dispositif de stockage d'une lame d'eau avec restitution à débit régulé est installé au niveau du(des) avaloir(s) du toit en même temps qu'une couche de graviers roulés de quelques centimètres de hauteur. Le volume de stockage doit tenir compte de la porosité du matériau. Les graviers filtrent et ralentissent l'eau de pluie avant son évacuation vers la descente d'eau.

<sup>1</sup> Une toiture verte extensive peut accueillir des espaces accessibles grâce au remplacement du complexe végétal par des dalles sur plots ou une petite terrasse. Cependant, la surface correspondante à cette partie relève alors d'une toiture classique sans fonction hydraulique de rétention d'eau particulière.



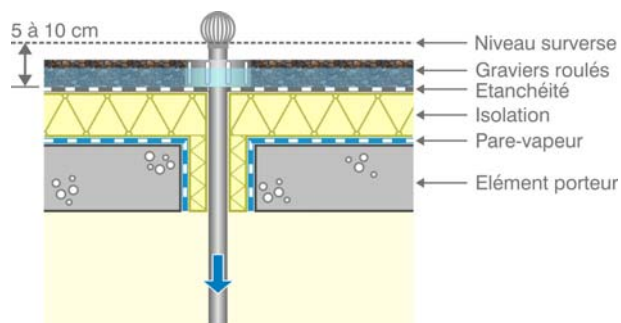


Figure 2 - Toiture stockante de type toiture en gravier, avec garde-grève (dispositif d'évacuation à crépine) à débit limité et surverse en cas de très gros orage. Source : Architecture & Climat.

### TOITURE EN EAU

Seul le dispositif de stockage d'une lame d'eau avec restitution à débit régulé est installé au niveau de l'(des) avaloir(s) du toit. Il permet un micro-stockage libre de tout matériau de finition.

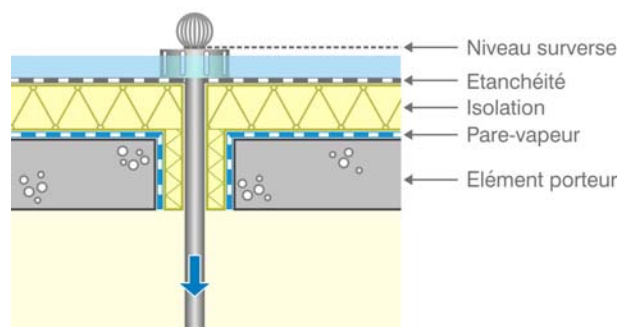


Figure 3 - Toiture stockante de type toiture en eau, avec garde-grève (dispositif d'évacuation à crépine) à débit limité et surverse en cas de très gros orage. Source : Architecture & Climat.

### DANS L'OUTIL DE GESTION DE L'EAU

Dans l'outil de gestion de l'eau, les toitures vertes et toitures en gravier sont modélisées comme des réservoirs dont la taille utile est calculée selon le degré de porosité du matériau de remplissage de la toiture (volume non occupé par la matière). Cette porosité est évaluée à 30% respectivement du volume du substrat ou du volume de gravier. Le volume disponible pour l'eau dans ces deux types de toitures (verte / en gravier) est donc, à hauteur utile équivalente, toujours inférieur à celui disponible dans une toiture stockante (toitures en eau). Par ailleurs, cet avantage hydraulique des toitures en eau, associé à leur meilleur coût financier et environnemental (moins de matériaux mis en œuvre, meilleure qualité de l'eau, possibilité accrue de valoriser l'eau via une citerne de récupération...) par rapport aux toitures vertes et en gravier, fait des toitures en eau une excellente solution en matière de gestion des eaux de pluie. A ce titre, la solution des toitures en eau est donc privilégiée dans l'outil de gestion de l'eau. Cette conclusion ne tient toutefois pas compte d'autres paramètres qui peuvent devenir non négligeables dans le choix du type de toiture : biodiversité, protection du revêtement de toiture, couleur du revêtement final de toiture, bruit, odeur, isolation acoustique ou thermique... Le choix final reste à la discrétion de l'utilisateur.

Par conséquent, il est conseillé, dans l'outil de gestion de l'eau, de choisir dans un premier temps (feuille 1\_Surfaces) des toitures plates « en bitume » sans supplément de couche stockante (toit stockant en eau, toit vert, toit gravier). Les tableaux 5 (5\_Résultat\_Reseau1 et 5\_Résultat\_Reseau2) proposeront automatiquement la solution des toitures « en bitume stockant en eau » comme choix judicieux pour les toits plats en matière de gestion des eaux de pluie. De plus, ces tableaux permettront de modifier ultérieurement ce choix et d'en voir l'impact sur le calcul des mesures compensatoires.



Attention : Le choix du type de toiture au feuillet 1\_Surfaces conditionne le calcul de la citerne de récupération. En cas de changement dans les tableaux 5, il faudra revenir au feuillet 1\_Surfaces pour modifier les choix de type de toiture et recalculer la citerne de récupération en tenant compte de ce choix (résultat fourni dans le feuillet 4\_Citerne récup).

Sauf si vous choisissez une toiture verte pour convenance personnelle (choix esthétique, amélioration du confort en été, biodiversité...) ou parce que vous êtes contraint par un règlement, nous vous conseillons de choisir ici une toiture plate en bitume.

## EXEMPLES – GALERIE PHOTOS



Figure 4 - Toiture verte extensive d'un bâtiment en intérieur d'îlot urbain. Source [2].



Figure 5 - Toiture en eau avec évacuation en différé via un petit tuyau qui renvoie les eaux vers un terre-plein végétalisé entre le chemin couvert et le bâtiment. Photo Valérie Mahaut.

## ENTRETIEN

Toutes les toitures stockantes nécessitent au moins deux visites d'entretien par an pour veiller au nettoyage des systèmes d'évacuation (progressivement obstruées par du feuillage, des branchages, ...). L'entretien de la végétation des toitures vertes extensives demande une visite par an, voire moins. La végétation des toitures vertes intensives réclament le même entretien qu'un espace vert planté.

## COUT

Prix hors taxes, comprenant fournitures et main d'œuvre.



**Toiture en eau** : dispositif de régulation des débits avec trop-plein :

En construction neuve, la toiture en eau n'occasionne que très peu de surcoût par rapport à une toiture classique mais nécessite une réalisation soignée. La surcharge liée au stockage de l'eau n'occasionne en effet pas de renforcement de la structure car elle correspond à la surcharge liée au poids de la neige qui doit de toute façon être intégrée dans le dimensionnement. (Source : [9]).

**Toiture gravier** : 280 à 400€/m<sup>3</sup> de gravier roulé, soit 14 à 20 €/m<sup>2</sup> pour 5 cm de gravier, à compter en plus de l'étanchéité de la toiture.

**Toiture verte extensive** :

80-100€/m<sup>2</sup> pour – de 50m<sup>2</sup>,

60-80€/m<sup>2</sup> pour 50 à 100m<sup>2</sup>,

40-60€/m<sup>2</sup> pour + de 100m<sup>2</sup>

## ENVIRONNEMENT

Pour plus d'informations sur les échelles de couleurs pour la qualification environnementale et les autres facteurs de comparaison, veuillez consulter l'info-fiche « Informations générales ».

### IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT LARGE

#### CO<sub>2</sub> & ENERGIE GRISE

(voir info-fiche CO<sub>2</sub> & énergie grise)

par m <sup>2</sup> de toiture		
Toit bitume stockant		
CO <sub>2</sub>	0	kg CO2-Eq
E <sup>+</sup> Gr	0	MJ-Eq
Toit gravier stockant		
CO <sub>2</sub>	1	kg CO2-Eq
E <sup>+</sup> Gr	24	MJ-Eq
Toit vert extensif		
CO <sub>2</sub>	10	kg CO2-Eq
E <sup>+</sup> Gr	151	MJ-Eq

#### MATIÈRES PREMIÈRES

Matériaux mis en œuvre :

- **Anti-racine polyéthylène** : matière première synthétique issu de la pétrochimie non renouvelable en quantité limitée ■
- **Couche drainante polystyrène** : matière première synthétique issu de la pétrochimie non renouvelable en quantité limitée ■
- **Géotextile polypropylène** : matière première synthétique issu de la pétrochimie non renouvelable en quantité limitée ■
- **Laine de roche** : matière première naturelle recyclée et non renouvelable en quantité suffisante ■
- **Substrat** (lave, matière organique, argile, tourbe, ...) : matière première naturelle recyclée et/ou renouvelable en quantité suffisante ■
- **Dispositif de régulation polyéthylène** : matière première synthétique issu de la pétrochimie non renouvelable en quantité limitée ■





- **Graviers roulés** : matière première naturelle non renouvelable en quantité suffisante ■

Au total, en tenant compte des matières premières mises en œuvre et des quantités relatives en poids :

■ Toiture stockante simple (■ mais en extrêmement petite quantité par rapport aux autres toitures stockantes)

■ Toiture stockante en gravier (■, ■)

■ Toiture verte extensive ou intensive (■, ■, ■, ■, ■)

#### RECYCLAGE

- **Anti-racine polyéthylène** Total avec pondération : ■
  - Matière recyclée présente : 0 % ■
  - Capacité au recyclage : 100 % ■
  - Filière de revalorisation : Chine ■
- **Couche drainante polystyrène** : ■
  - Matière recyclée présente : 0 à 25 % ■
  - Capacité au recyclage : 100 % ■
  - Filière de revalorisation : donnée non disponible
- **Géotextile polypropylène** : donnée non disponible
  - Matière recyclée présente : donnée non disponible
  - Capacité au recyclage : donnée non disponible
  - Filière de revalorisation : donnée non disponible
- **Laine de roche** : ■
  - Matière recyclée présente : 25 à 50 % ■
  - Capacité au recyclage : 100 % ■
  - Filière de revalorisation : Allemagne ■
- **Substrat** : ■
  - Matière recyclée présente : 100 % ■
  - Capacité au recyclage : 0 % car mélange ■
  - Filière de revalorisation :
- **Dispositif de régulation polyéthylène** : ■
  - Matière recyclée présente : 0 % ■
  - Capacité au recyclage : 100 % ■
  - Filière de revalorisation : Chine ■
- **Graviers roulés** : ■
  - Matière recyclée présente : 0 % ■
  - Capacité au recyclage : 100 % ■
  - Filière de revalorisation : nationale ■

Au total, en tenant compte des matières mises en œuvre et des quantités relatives :

■ Toiture stockante simple (■ mais en extrêmement petite quantité par rapport aux autres toitures stockantes)

■ Toiture stockante en gravier (■, ■)

■ Toiture verte extensive ou intensive (■, ■, donnée non disponible, ■, ■)

#### DURÉE DE VIE

Matériaux mis en œuvre :

- **Anti-racine polyéthylène** : donnée non disponible
- **Couche drainante polystyrène** : 30 ans ■
- **Géotextile polypropylène** : 20 ans ■
- **Laine de roche** : 30 ans ■
- **Substrat** : donnée non disponible
- **Dispositif de régulation polyéthylène** : donnée non disponible
- **Graviers roulés** : 100 ans ■



Au total, en tenant compte de la durée la plus courte des matériaux mis en œuvre :

- Toiture stockante simple (donnée non disponible, mais probablement lié à la durée de vie de l'étanchéité : 30 ans ■)
- Toiture stockante en gravier (donnée non disponible, ■, mais lié à la durée de vie de l'étanchéité : 30 ans ■)
- Toiture verte extensive ou intensive (donnée non disponible, ■, ■, ■, donnée non disponible, étanchéité : ■)

## IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT

### IMPACT SUR LA QUALITE DE L'EAU

Les toitures vertes chargent les eaux de pluie de matière organique et autres polluants (engrais, produits chimiques oxydables, ...). L'eau évacuée par les toitures vertes présente une augmentation de la dureté de l'eau et de la conductivité des solides suspendus. Elles colorent également l'eau : cette coloration peut poser un problème de revalorisation domestique de l'eau de pluie. ■

Les graviers des toitures en gravier filtrent partiellement les eaux de pluie. ■

Les toitures en bitume sans revêtement particulier ne filtrent les eaux que grâce à la crépine éventuelle à l'avaloir. ■

### IMPACT SUR LA QUALITE DU SOL

Les toitures stockantes n'ont aucun impact sur la qualité du sol. ■

### IMPACT SUR LA NAPPE PHREATIQUE

Les toitures stockantes n'ont aucun impact sur la qualité de la nappe phréatique. ■

### IMPACT SUR LA QUALITE DE L'AIR

Les toitures vertes et en gravier, par leur poids supplémentaire (inertie), leur végétation et leur couleur (moins sombre que le noir du bitume) protègent l'ambiance intérieure des bâtiments de surchauffes estivales éventuelles.

Les toitures vertes ou en gravier améliorent la qualité acoustique de la toiture.

Les toitures vertes ont un impact positif sur la qualité de l'air car la végétation augmente l'humidité relative de l'air et diminue les températures en été (microclimat). Les pollutions atmosphériques (poussières, ...) peuvent être en partie fixées par la végétation.

Les toitures en gravier et en eau ont un impact négatif sur le micro-climat estival car contribuent au réchauffement de l'air au-dessus du toit.

Toitures en eau ■

Toitures en gravier ■

Toitures vertes ■

### IMPACT SUR LA BIODIVERSITE

Les toitures vertes sont propices au développement de la biodiversité, d'autant plus si les plantations sont variées. Cependant, les toitures vertes extensives le sont moins que les toitures vertes intensives ;

Toitures en eau ■

Toitures en gravier ■

Toitures vertes extensives ■

Toitures vertes intensives ■

### RISQUE DE POLLUTION ACCIDENTELLE

Les toitures stockantes étant en hauteur et recevant directement les précipitations (sans ruissellement) sont très peu exposées à une pollution accidentelle. ■



## AUTRES FACTEURS DE COMPARAISON

### INTEGRATION PAYSAGERE

L'intégration paysagère des toitures vertes et en gravier est aisée pour tout type de bâtiment, surtout en milieu urbain. Ces toitures peuvent être réalisées en milieu urbain, périurbain ou rural et aussi bien en lotissement que sur site industriel.

Toiture en eau	■
Toiture en gravier	■
Toiture verte	■

### PLURIFONCTIONALITE

Les toitures stockantes servent à couvrir le bâtiment (fonction première) et à stocker l'eau de pluie. Elles peuvent éventuellement servir de terrasse ou de jardin si la structure et le revêtement le leur permet. Dans les autres cas, l'accès y est interdit aux habitants sauf pour son entretien bisannuel. On leur reconnaît aux toitures vertes une fonction esthétique et micro-climatique.

Toiture en eau	■
Toiture en gravier	■
Toiture verte	■

### FLEXIBILITE DE PHASAGE

La réalisation d'une toiture stockante est possible par phase, pour autant que la stabilité du bâtiment le permette et qu'elle dispose d'un acrotère de hauteur suffisante.

Toiture en eau	■
Toiture en gravier	■
Toiture verte extensive	■
Toiture verte intensive	■

### PERCEPTION DES HABITANTS & SENSIBILISATION

La sensibilisation des habitants est rendue possible par la visualisation directe du problème de la gestion des eaux pluviales, pour autant que la toiture soit visible d'une terrasse ou d'une fenêtre.

Les toitures vertes sont visibles même lorsqu'il ne pleut pas. ■

Les toitures en gravier sont également visibles même lorsqu'il ne pleut pas mais sont encore trop rarement associées à la gestion des eaux pluviales. ■

Les toitures en eau ne présentent leur fonction hydraulique de retenue que lorsqu'il pleut et qu'elles se remplissent d'eau. ■

### EMPRISE FONCIERE

L'emprise foncière d'une toiture est considérée comme nulle. ■

### RISQUES DE DESAGREMENTS (ODEUR, MOUSTIQUES, ...)

Le risque de nuisances olfactives et de prolifération de moustiques est présent par défaut de réalisation de manque d'entretien, par exemple si les eaux stagnent trop longtemps sur le toit : pente mal réalisée, évacuation obstruée, ... ■

### DANGER (CHUTE, NOYADE, ...)

Si ces toitures sont accessibles, elles doivent être sécurisées, faute de quoi elles présentent un risque pour la sécurité. ■





## TOPOGRAPHIE

La topographie du terrain n'a pas d'incidence sur la réalisation d'une toiture stockante. ■

## RISQUES SUR LA STABILITE DES BATIMENTS

Les toitures stockantes ne présentent aucun risque pour la stabilité des bâtiments pour autant que les surcharges dues à l'eau, le substrat et/ou le gravier aient été prises en compte.

Toiture en eau ■

Toiture en gravier ■

Toiture verte extensive ■

Toiture verte intensive ■

## CONSEILS DE CONCEPTION

- Sur construction existante, la vérification de la stabilité de la toiture est incontournable, compte tenu de la surcharge en eau, en gravier et/ou en substrat.
- En dehors des toitures végétales intensives, les toitures stockantes doivent être rendues inaccessibles aux piétons et aux véhicules (mais accessibles pour leur entretien) ou transformées en terrasse à part entière.
- Les toitures techniques comportant des installations techniques (chaufferie, dispositif de ventilation mécanique, aéroréfrigérants, machinerie ascenseur, capteurs solaires, ...) peuvent difficilement servir de toiture stockante.
- Idéalement, les toitures vertes doit être exposées au minimum quelques heures par jour au rayonnement solaire. Cependant, une exposition dans un site dégagé très lumineux sans soleil direct est envisageable.
- La présence d'arbres à proximité augmente le besoin d'entretien.
- Pour plus d'information sur les toitures vertes :
  - *Les toitures vertes*, NIT n° 229, CSTC, 2006,
  - *Toitures vertes : évacuation des eaux pluviales*, les dossiers du CSTC, 3/2006, Cahier n°2, 2007,
  - *Aménager votre habitation pour mieux préserver le « patrimoine-eau » de la Région*, IEB (Inter-Environnement Bruxelles), 2007,
  - 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](http://www.bruxellesenvironnement.be/guide_eco_construction))

## SOURCES

- [1] – Etude commanditée par l'AED sur *l'imperméabilisation en Région bruxelloise et les mesures envisageables en matière d'urbanisme pour améliorer la situation*, IGEAT-ULB (Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire), décembre 2006.
- [2] – *Aménager votre habitation pour mieux préserver le « patrimoine-eau » de la Région*, IEB (Inter-Environnement Bruxelles), 2007.
- [3] – Etude en support au « Plan Pluies » pour la Région de Bruxelles-Capitale, Annexe *Contexte urbain de chaque ville. Mesures structurelles de gestion des eaux pluviales : techniques préventives mises en œuvre*, ISA St-Luc-CERAA asbl, décembre 2006.
- [4] – Etude en support au « Plan Pluies » pour le Région de Bruxelles-Capitale, Annexe *Mesures non structurelles de gestion des eaux pluviales. Coûts et modalités de financement de la gestion des eaux pluviales*, CEESE (Centre d'Etudes Economiques et Sociales de l'Environnement), décembre 2006.
- [5] – Etude en support au « Plan Pluies » pour le Région de Bruxelles-Capitale, Annexe *Gand et Londres*, ECOLAS (Environmental Consultancy & Assistance), décembre 2006.



[6] – Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU01 : *Gérer les eaux pluviales sur la parcelle*, Bruxelles Environnement, octobre 2007.

[7] – Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche EAU03 : *Récupérer l'eau de pluie*, Bruxelles Environnement, décembre 2008.

[8] – Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, Info-fiche TER06 : *Réaliser des toitures vertes*, Bruxelles Environnement, février 2007.

[9] – *Guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement*, fascicule I, Missions Inter-Services de l'Eau Loire-Atlantique – Maine-et-Loire – Mayenne – Sarthe – Vendée, juin 2004.

[10] – *Guide RELOSO (Renouveau des logements sociaux)* - Fiche *Gérer localement les eaux pluviales sur le site*, Région Wallonne, 2009.

[11] – *Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement*, Communauté d'agglomération du Grand Toulouse, service Assainissement, version janvier 2006.

