

## Comment valoriser sa toiture plate en milieu urbain ?

Exploiter au mieux cet espace :  
choix stratégiques et exemples pratiques

**27 mars 2015**



Source : Vincent CARTON

**«Comment valoriser sa toiture plate en milieu urbain ?» -27/03/2015**

**“Hoe zo veel mogelijk halen uit uw plat dak in een stedelijke omgeving ? - 27/03/2015**

---



## Comment valoriser sa toiture plate en milieu urbain ?

Séminaire bilingue (traduction simultanée)

Bruxelles, 27 mars 2015



8 :30	Accueil des participants	
9 :00	<b>Introduction au séminaire</b>	<i>Modérateur</i>
9 :15	<b>Toiture plate en milieu urbain : une surface à exploiter</b> Ses fonctions énergétiques, sociales et environnementales dans la vie d'un bâtiment.	<i>Liesbet Temmerman (FR), Ceraa</i>
9 :50	<b>Du vert sur nos toitures.</b> Cahier des charges, atouts et contraintes de ces jardins suspendus	<i>Bernard Capelle (FR), Landscape Design</i>
10 :20	<i>Pause-café et discussions avec les orateurs</i>	
10 :50	<b>Une toiture pleine d'énergie</b> Passage en revue des installations solaires photovoltaïques et thermiques existantes sur le marché et les combinaisons possibles avec les autres dispositifs	<i>Jonathan Fronhoffs (FR), Facilitateur Bâtiment Durable</i>
11 :20	<b>Comment valoriser les eaux pluviales grâce à sa toiture</b> Dispositifs existants de gestion durable des eaux de pluie	<i>Maggy Hovertin (FR), Matriciel</i>
12:00	Conclusion de la matinée	<i>Modérateur</i>
12:20	<i>Discussion autour d'un lunch</i>	
13:20	Départ en car - Introduction à la 1 <sup>ère</sup> visite.	<i>Accompagnateur (FR), Bruxelles Environnement</i>
13:50	<b>VISITE 1</b> <b>PROJET DUCUROIR, du site industriel à une habitation au vert</b>	<i>Vera Steuer (FR), Archi2000 et Maggy Hovertin (FR), Matriciel</i>
14:40	Départ en car - Introduction à la 2 <sup>ème</sup> visite	<i>Accompagnateur (FR), Bruxelles Environnement</i>
15:10	<b>VISITE 2</b> <b>« IMPRESSIONS DU CENTRE », reconversion d'une ancienne imprimerie en 24 logements, 5 bureaux et une imprimerie.</b>	<i>Vincent Carton (FR), Propriétaire</i>
16:00	Retour vers le CIVA	
16:30	Fin du séminaire	

**«Comment valoriser sa toiture plate en milieu urbain ?» -27/03/2015**

**“Hoe zo veel mogelijk halen uit uw plat dak in een stedelijke omgeving ? - 27/03/2015**

---

## Orateurs/Sprekers

### **Monsieur Laurent DINAER**

Centre d'Etude, de Recherche et d'Action en Architecture asbl  
(CERAA)  
Rue Ernest Allard 21  
1000 BRUXELLES  
Email [laurentdinaer@gmail.com](mailto:laurentdinaer@gmail.com)

### **Madame Liesbet TEMMERMAN**

Centre d'Etude, de Recherche et d'Action en Architecture asbl  
(CERAA)  
Rue Ernest Allard 21  
1000 BRUXELLES  
Email [liesbet.temmerman@ceraa.be](mailto:liesbet.temmerman@ceraa.be)

### **Monsieur Bernard CAPELLE**

Landscape Design Partnerschip sprl  
Rue du Serpentin 33  
1050 IXELLES  
Email [bcapelle@landscapedesign.net](mailto:bcapelle@landscapedesign.net)

### **Monsieur Jonathan FRONHOFFS**

Dienst Facilitateur Duurzaam Bouwen  
Service du Facilitateur Bâtiment Durable  
1000 BRUXELLES / BRUSSELS  
Email [facilitateur@environnement.irisnet.be](mailto:facilitateur@environnement.irisnet.be)

### **Madame Maggy HOVERTIN**

Gestionnaire de Projets  
MATRICIEL sa  
Place de l'Université 25 Etage 2  
1348 LOUVAIN-LA-NEUVE  
Email [hovartin@matriciel.be](mailto:hovartin@matriciel.be)

### **Commanditaire / Opdrachtgever**

Bruxelles Environnement (IBGE) - Leefmilieu Brussel (BIM)  
**Monsieur Pierre MASSON**  
Site Tours et Taxis  
Avenue du Port 86c/3000  
1000 BRUXELLES/BRUSSEL  
@ : [pmasson@environnement.irisnet.be](mailto:pmasson@environnement.irisnet.be)

### **Visite 1 – DUCUROIR – Bezoek 1**

**Avenue Van Volxemlaan 308 – 1190 FOREST/VORST**  
**Madame Vera STEUER**  
Archi-2000  
Avenue du Vivier d'Oie 4  
1000 BRUXELLES  
Email [info@archi2000.be](mailto:info@archi2000.be)

### **Visite 2 – NIMIFI- Bezoek 2**

**Rue du Houblon- Hopstraat 47 – 1000 BXL/BRUSSEL**  
**Monsieur Vincent CARTON**  
Rue du Houblon 47  
1000 BRUXELLES  
Email [vincentcarton1@gmail.com](mailto:vincentcarton1@gmail.com)

### **Encadrement – Omkadering**

Centre d'Etude, de Recherche et d'Action en Architecture asbl  
(CERAA) – Cenergie bvba – ICEDD asbl  
**Madame Cécile ROUSSELOT**  
Rue Ernest Allardstraat 21  
1000 BRUXELLES/BRUSSEL  
@ : [cecile.rousselet@ceraa.be](mailto:cecile.rousselet@ceraa.be)

**«Comment valoriser sa toiture plate en milieu urbain ?» -27/03/2015**

**“Hoe zo veel mogelijk halen uit uw plat dak in een stedelijke omgeving ? - 27/03/2015**

---

Séminaire Bâtiment Durable :

# Comment valoriser sa toiture plate en milieu urbain

le 27 mars 2015

Bruxelles Environnement

## TOITURE PLATE EN MILIEU URBAIN: UNE SURFACE À EXPLOITER

Liesbet TEMMERMAN

cera|a| asbl



**BRUXELLES ENVIRONNEMENT**  
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

## Objectif(s) de la présentation

- Introduire les opportunités d'exploitation des toitures plates en milieu urbain
- Mettre en évidence l'intérêt d'une combinaison de plusieurs dispositifs sur ces surfaces de toiture, et les effets multiples pouvant être produits par une démarche
- Attirer l'attention sur les effets d'ordre social et humain, souvent considérés à tort comme de seconde importance



## Plan de l'exposé

1. La toiture plate en Région de Bruxelles-Capitale - aperçu
2. La toiture plate, surface de déperdition
3. La toiture plate, lieu de production des énergies renouvelables
4. La toiture plate, surface de récolte des eaux de pluie
5. Le microclimat en milieu urbain: chaud devant!
6. Les jardins et potagers en toiture: variez les bénéfiques et les plaisirs
7. Exemple au moyen d'un périmètre



3

## 1. La toiture plate en RBC - aperçu



Ilôts constitués essentiellement de maisons bruxelloises (fin 19<sup>e</sup> – début 20<sup>e</sup> siècle). Les toitures plates y sont très rares, et couramment limitées aux extensions (qui sont de petite taille). 4



Source : <http://www.google.be/maps>

## 1. La toiture plate en RBC - aperçu



D'autres îlots comprennent des ensembles de logement collectif plus récents, datant au moins d'après la 2<sup>e</sup> guerre mondiale, avec un pic à partir des années 1960-1970. Ceux-ci sont le plus souvent dotés de toitures plates.



Source : <http://www.google.be/maps>

5

## 1. La toiture plate en RBC - aperçu



Les bâtiments industriels et tertiaires offrent souvent de grandes surfaces en toiture plate, peu ou pas exploitées. Certains projets contemporains font exception. - Source : <http://www.google.be/maps>



6

## 1. La toiture plate en RBC - aperçu



A l'échelle du territoire constitué par des îlots avoisinants, les typologies et affectations se côtoient.



Source : <http://www.google.be/maps>

7

## 2. La toiture plate, surface de déperdition



Source :

<http://www.gis.irisnet.be/bxlheat/>

Pour des recommandations détaillées concernant l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment, consulter les thèmes « Energie » et « Matière » du Guide Bâtiment Durable.



- Les toitures (plates ou en pente) sont en règle générale la **surface** de déperdition à **isoler prioritairement** en rénovation
- La thermographie aérienne montre souvent les espaces de stockage et les fonctions industrielles en vert, ce qui ne présage pas de leur réelle performance énergétique. Souvent, ces espaces sont peu voire pas chauffés. Si l'affectation du bâtiment est modifiée, l'enjeu change.
- Respecter les exigences PEB
- Primes énergie disponibles en Région de Bruxelles-Capitale

8

### 3. La toiture plate, lieu de production d'énergies renouvelables



Source : <http://www.passeursdenergie.be> Source : Urban Wind

Source : Cleantecnica

- Panneaux solaires, panneaux photovoltaïques, éolien, cogénération...: les toitures plates constituent une opportunité de taille pour produire in situ de l'énergie renouvelable.
- Points d'attention: orientation, volumétrie des bâtiments voisins et ombrage ! Selon le contexte, l'opportunité peut être affectée et/ou la quantité d'énergie produite réduite.



9

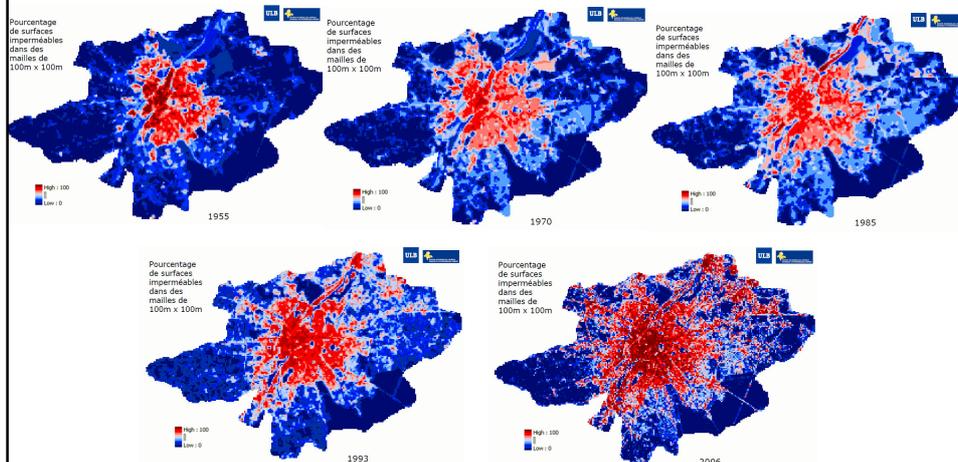
### 4. La toiture plate, surface de récolte des eaux de pluie

Un peu de contexte...



10

## 4.1 Les surfaces imperméables en RBC



Source : « Etude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale », réalisée par l'ULB-IGEAT pour le MRBC, AED/Direction de l'eau - 2006

11

## 4.1 Les surfaces imperméables en RBC

Surfaces imperméables en Région de Bruxelles-Capitale (superficie totale: 26905 hectares)		
Année	Surface en hectares	en % du total
1955	4946	18
1970	6938	26
1985	8276	31
1993	9148	34
2006	9955	37

Source : « Etude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale », réalisée par l'ULB-IGEAT pour le MRBC, AED/Direction de l'eau - 2006



12

## 4.1 Les surfaces imperméables en RBC

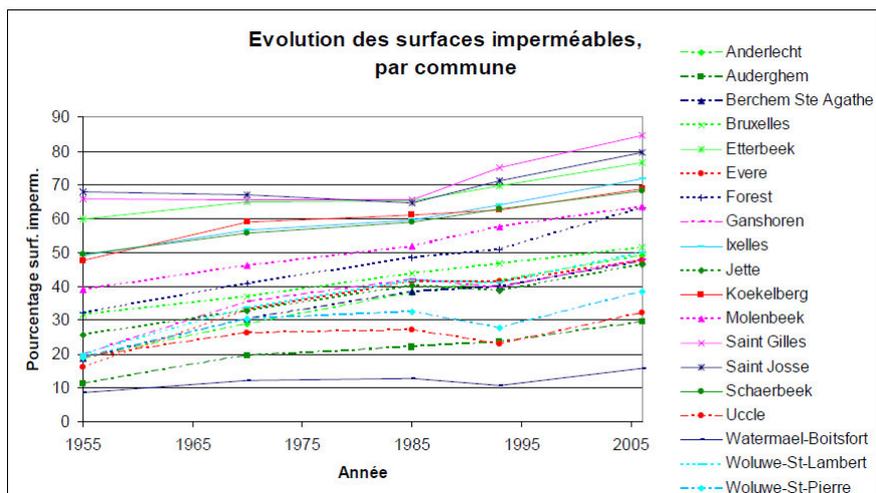
	Proportion de surfaces imperméables (en %)				
	1955	1970	1985	1993	2006
Anderlecht	19	29	38	42	49
Auderghem	11	20	22	24	29
Berchem Ste Agathe	19	30	39	40	48
Bruxelles	31	37	44	47	52
Etterbeek	60	65	65	70	76
Evere	16	33	41	41	48
Forest	32	41	49	51	63
Ganshoren	20	35	42	40	48
Ixelles	49	57	59	64	72
Jette	26	33	40	39	47
Koekelberg	48	59	61	62	69
Molenbeek	39	46	52	57	63
Saint Gilles	66	66	66	75	85
Saint Josse	68	67	65	71	80
Schaerbeek	49	56	59	63	68
Uccle	19	26	27	23	32
Watermael-Boitsfort	9	12	13	11	16
Woluwe-St-Lambert	20	34	42	41	50
Woluwe-St-Pierre	19	30	32	28	38



Source : « Etude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale », réalisée par l'ULB-IGEAT pour le MRBC, AED/Direction de l'eau - 2006

13

## 4.1 Les surfaces imperméables en RBC



Source : « Etude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale », réalisée par l'ULB-IGEAT pour le MRBC, AED/Direction de l'eau - 2006

14

## 4.1 Les surfaces imperméables en RBC

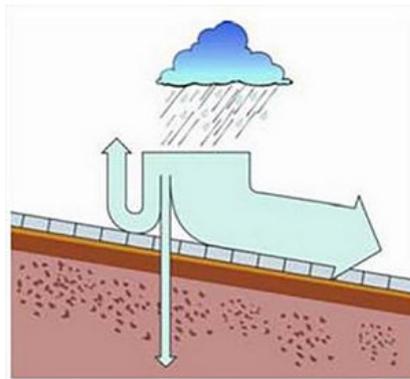
### Quelles solutions ?

- **Limiter le plus possible l'imperméabilisation des sols:**
  - Empreinte au sol du bâtiment
  - Choix des matériaux utilisés dans l'aménagement des abords
- **Pour les surfaces par définition imperméables (zones construites):**
  - Retarder l'écoulement des eaux de pluie:
    - volume tampons, toitures végétales, coefficient de ruissellement des revêtements de toiture,...
  - Récupérer et réutiliser l'eau de pluie:
    - citernes d'eau de pluie, autres dispositifs de stockage, réseau d'alimentation séparé de celui de l'eau potable,...
    - **Attention:** s'assurer de l'équilibre entre les besoins en eau et la capacité de la citerne (étude / calcul à réaliser)



15

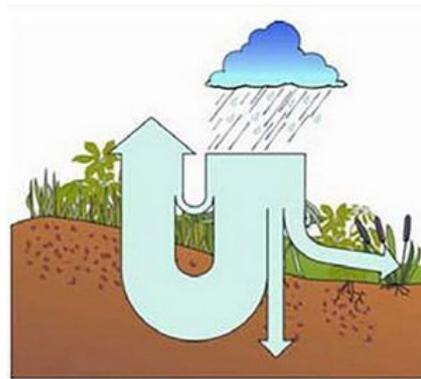
## 4.2 La gestion de l'eau de pluie: du bâtiment au bassin versant



Cycle de l'eau de pluie perturbé en milieu urbain : beaucoup de ruissellement, peu d'évaporation et très peu d'infiltration



Source : Bruxelles Environnement

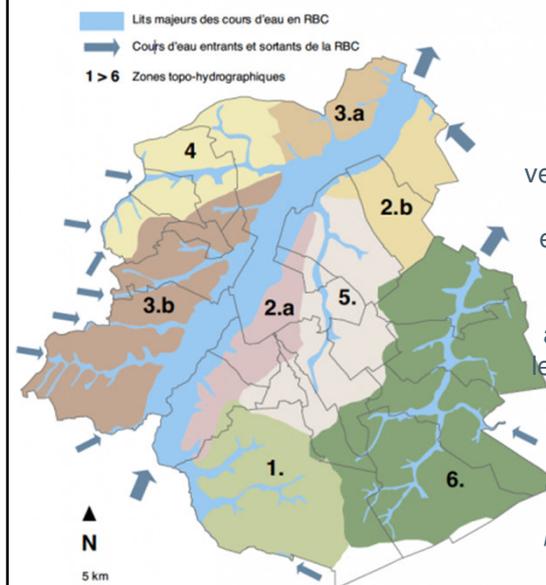


Cycle de l'eau de pluie en milieu urbain amélioré durablement : la création de zones vertes et de volumes de stockage permet de favoriser l'évaporation et de limiter le ruissellement

Source : Bruxelles Environnement

16

## 4.2 La gestion de l'eau de pluie: du bâtiment au bassin versant



« Lors de pluies intenses, il n'est pas rare de constater des inondations dans les vallées bruxelloises.

On parlait jadis de « bassins versants » : toutes les eaux de pluie qui y tombaient arrivaient à un endroit déterminé, en l'occurrence un cours d'eau. Les limites entre les bassins versants étaient appelées lignes de crête (joignant les points hauts du bassin versant) ou de partage des eaux. »

*Source : Kevin de De Bondt, "Un avenir durable pour nos enfants les Bruxellois" in Bruxelles en Mouvements, "Voix d'eau", périodique édité par IEB, n°247-248, avril-mai 2011, numéro spécial, pp 28-30*

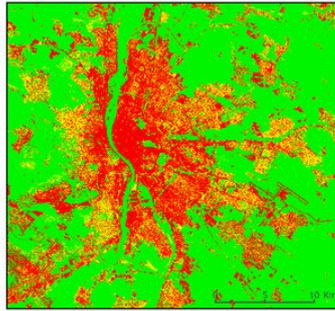
## 4.3 La toiture plate et la gestion des eaux de pluie

→ voir l'exposé donné par Maggy Hovertin



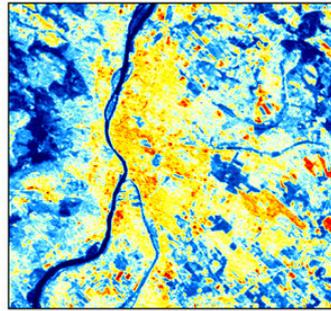
## 5. Le microclimat en milieu urbain: chaud devant!

En milieu urbain dense, la température de l'air est localement plus élevée que la température de l'air mesurée au même moment en site dégagé.



Degree of soil sealing (impermeability) of Budapest

Degree of soil sealing (%)  
0 30 50 80 100



Surface temperature of Budapest, 1 August 2005, 9:30 CET

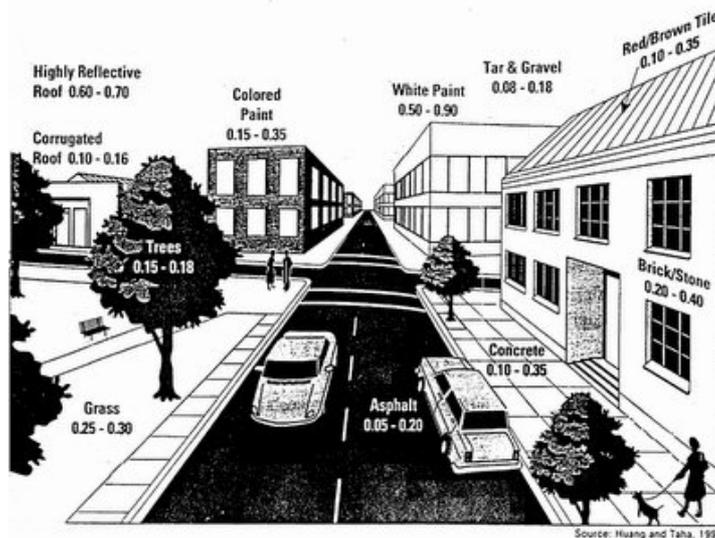
Temperature (°C)  
≤ 15 16 19 22 25 28 31 34 35 36 37 40 43 ≥ 45



Source : Agence Européenne pour l'Environnement (EEA), 2011

19

## 5. Le microclimat en milieu urbain: chaud devant!



Source: Huang and Taha, 1990

20

## 5. Le microclimat en milieu urbain: chaud devant!

Les îlots de chaleur impactent :

- La consommation d'énergie : recours au refroidissement actif
- La qualité de l'air : augmentation de la quantité de CO<sub>2</sub>, d'ozone, de dioxyde d'azote
- La biodiversité, en ce compris certains comportements animaux (Boland, Reiter, 2009, 9)
- La santé: augmentation du risque d'accidents cardiovasculaires, épidémies, allongement de la saison du rhume des foies



21

## 5. Le microclimat en milieu urbain: chaud devant!

**Quelles solutions en toiture plate?**

- Toiture végétalisées: évapotranspiration par les plantations + rétention de l'eau de pluie
- Choix adapté des matériaux de couverture dotés d'un albédo (indicateur de réflexion de l'énergie solaire) supérieur à 0,30) (*un tableau est fourni en annexe de cette présentation*)

→ voir également les recommandations « G\_MAT05 Choix durable d'un matériau de couverture de toiture » et « G\_PHY00 Optimiser l'intégration durable d'un bâtiment dans son environnement physique » du Guide Bâtiment Durable



22

## 6. Les jardins et potagers en toiture: variez les bénéfiques et les plaisirs



Source : <http://stegermainecousin.com/tag/potager/>

23

## 6. Les jardins et potagers en toiture: variez les bénéfiques et les plaisirs



Espace potager en toiture, Bibliothèque Royale, Bruxelles  
Source : <http://www.potage-toit.be>

24

## 6. Les jardins et potagers en toiture: variez les bénéfiques et les plaisirs



Contexte de la KBR – vue aérienne

Source : <http://www.google.be/maps>

25

## 6. Les jardins et potagers en toiture: variez les bénéfiques et les plaisirs



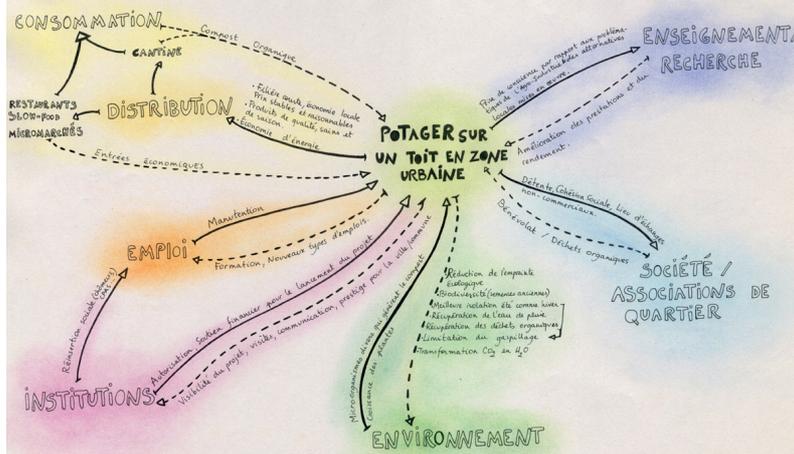
Espace potager en toiture, Bibliothèque Royale, Bruxelles

Source : <http://www.potage-toit.be>

26

## 6. Les jardins et potagers en toiture: variez les bénéfiques et les plaisirs

### Plan conceptuel des acteurs sociaux, économiques, institutionnels et environnementaux



Espace potager en toiture, Bibliothèque Royale, Bruxelles

27

Source : <http://www.potage-toit.be>

## 6. Les jardins et potagers en toiture: variez les bénéfiques et les plaisirs

- valorisation de surfaces plates et inutilisées en ville
- production hors-sol de légumes dans le milieu urbain
- sensibilisation: auto-production citoyenne, production locale, filières courtes
- **bio-diversité** en ville (plantes mellifères, sauvages et indigènes adaptées)
- utilisation maximale des **ressources disponibles sur place** (énergie solaire, eau de pluie, déchets de la cuisine, etc.)
- lieu de **rencontre**, de **partage**, d'**échange** et de **formation**

Effets et fonctions multiples



28

## 6. Les jardins et potagers en toiture: variez les bénéfiques et les plaisirs

- Valeur **humaine** et **sociale**
  - Activités collectives et opportunité de **rencontre, détente**
  - Contact avec la **nature**
  - **Espace planté** (en pleine terre, en bacs)
  - **Faune** et **flore** (stepstones)
  - **Evapotranspiration** (plantations)
  - **Substrat** (terre)
  - Rétention de l'**eau de pluie** et **retardement de l'écoulement**
  - **Inertie thermique** (terre)
  - Installation d'installations de **production d'énergie in situ**
- Environnement humain
- Biodiversité
- Microclimat
- Gestion de l'eau de pluie
- Energie



29

→ voir l'exposé donné par **Bernard Cappelle**

## 7. Exemple au moyen d'un périmètre



Un périmètre composé de quelques îlots, comprenant différents typologies et affectations.



30

Source : <http://www.potage-toit.be>

## 7. Exemple au moyen d'un périmètre



Mise en évidence des surfaces perméables

Source : <http://www.google.be/maps>

31

## 7. Exemple au moyen d'un périmètre



Mise en évidence des principales surfaces de toiture  
plate exploitables - Source : <http://www.google.be/maps>

32

## 7. Exemple au moyen d'un périmètre



### Les toitures et la déperdition énergétique:

- Isolation thermique prioritaire
- Attention: espaces de stockage et fonctions industrielles souvent en vert >< performance énergétique. Si affectation modifiée, l'enjeu change.
- Exigences PEB, primes énergie



### Les espaces imperméables:

- Infrastructure (transport, espace public)
- Emprise au sol des constructions, toitures
- Le taux de surfaces imperméables varie fortement d'un quartier à l'autre



### Les toitures exploitables:

- Surfaces importantes pour fonctions tertiaires et industrielles + ensembles de logement collectif modernes
- Patrimoine fin 18<sup>e</sup> – 19<sup>e</sup> siècle: uniquement les extensions

33

## Outils, sites internet, etc... intéressants :

- **Je dois encore compléter ça !!!**
- ...

- Le site de Bruxelles Environnement :  
[www.environnement.brussels](http://www.environnement.brussels)

et plus particulièrement :

- ▶ <http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be>
- ▶ [http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment-0?view\\_pro=1](http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment-0?view_pro=1)



34

## Guide Bâtiment Durable

[www.environnement.brussels](http://www.environnement.brussels) :  
Accueil > Professionnels > Thèmes > Bâtiment > [Guide Bâtiment Durable](#)

Ou directement via :  
<http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be>



### Et notamment les fiches :

- ▶ [G\\_HUM00 – Concevoir un bâtiment favorable au développement des relations humaines \(+ autres fiches G\\_HUM\)](#)
- ▶ [G\\_PHY00 – Optimiser l'intégration durable d'un bâtiment dans son environnement physique \(+ autres fiches G\\_PHY\)](#)
- ▶ [G\\_MAT00 – Problématique et enjeux d'une utilisation durable de la matière \(+ autres fiches G\\_MAT\)](#)
- ▶ [G\\_ENE00 – Diminuer la consommation d'énergie des bâtiments \(+ autres fiches G\\_ENE\)](#)
- ▶ [G\\_WAT00 – Améliorer la gestion de l'eau dans les bâtiments durables et sur la parcelle \(+ autres fiches G\\_WAT\)](#)



▶ ...

35

## Ce qu'il faut retenir de l'exposé

- Les toitures plates sont le plus couramment rencontrées dans le logement collectif de moyenne ou grande taille, et dans les affectations industrielles et tertiaires
- Une toiture plate peut accueillir des dispositifs de production d'énergie renouvelable et/ou une toiture verte, mais elle intervient également dans le cycle de l'eau (à l'échelle du bassin versant) et constitue un lieu de rencontre à haute valeur sociale et humaine, particulièrement dans un cadre densément bâti et/ou doté de peu d'espaces publics appropriables.
- Les plantations en toiture, même si elles ne couvrent pas la totalité de la surface, sont un atout majeur en termes de biodiversité, gestion des eaux de pluie, microclimat et qualité de l'air.
- Il importe de prendre en compte le contexte bâti existant : ombres portées, orientation, volumétrie...



36

## Contact

Liesbet TEMMERMAN

**c e r a a** | a | Centre d'Etude, de  
Recherche et d'Action  
en Architecture asbl

Administratrice déléguée & Coordination études

Rue Ernest Allard 21/1 – 1000 Bruxelles

☎ : 02/537.47.51

E-mail : liesbet.temmerman@ceraa.be



37

## Annexe: Facteur albédo (indicateur de réflexion de l'énergie solaire) de quelques matériaux

Quelques indicateurs de réflexion de l'énergie solaire (ordre de grandeur):

Type de revêtement		Albedo
Terre cuite		0,15
Bois		0,4
Béton	Gris clair	0,3
	Gris foncé à noir	0,1
Sol nu, terre		0,2
Sable	Brun clair à beige	0,24
Asphalte	Noir	0,05
Gravier		0,72
Bitume	Non peint, non couvert	0,07
	Avec peinture réfléchissante	0,70
Tuiles	Tons clairs à « terre cuite »	0,35
	Tons foncés	0,10
Ardoises		0,10
Métal		0,16



38

Séminaire Bâtiment Durable :

## Comment valoriser sa toiture plate en milieu urbain

27/03/2015

Bruxelles Environnement

### UNE TOITURE PLEINE D'ENERGIE

Jonathan FRONHOFFS, Spécialiste Energie Renouvelable

Service Facilitateur Bâtiment Durable – Bâtiments existants



**BRUXELLES ENVIRONNEMENT**  
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

## Objectif(s) de la présentation

- Offrir un tour d'horizon des installations PV et CES
- Présenter les caractéristiques techniques des systèmes
- Chiffrer l'investissement des installations



## Plan de l'exposé

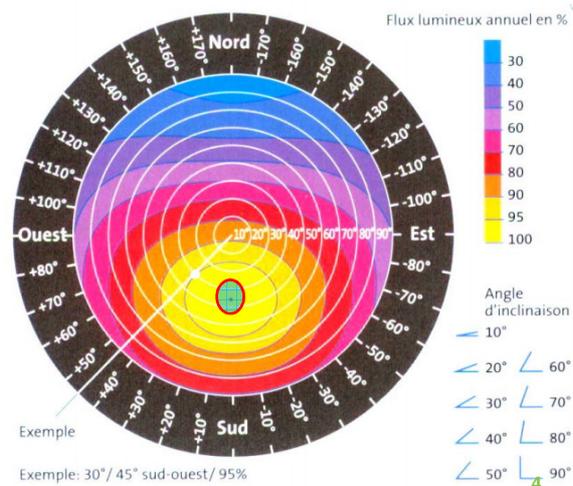
1. Une installation solaire sur mon toit?
2. Une installation photovoltaïque sur mon toit?
3. Une installation solaire thermique sur mon toit?
4. Des combinaisons possibles
5. Le bon choix: du solaire thermique ou du photovoltaïque?



3

## Une installation solaire sur mon toit? L'orientation

- Influence de l'orientation et de l'inclinaison des panneaux
  - ▶ Optimum: Sud et 35°

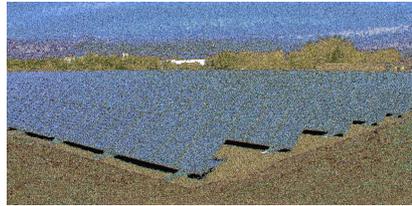


4

## Une installation solaire sur mon toit?

- Orientation «optimale »

- ▶ Production maximale par kWc
- ▶ Couverture 55% surface toiture
- ▶ Charge toiture élevée



Source: <http://groupe-electrogene.xtrmexport.com/>

- Orientation Est-Ouest

- ▶ Production maximale par m<sup>2</sup>
- ▶ Couverture 85% surface toiture
- ▶ Faible charge toiture



Source: <http://mm.stedebouwarchitectuur.nl>



## Une installation solaire sur mon toit? Surcharge de la toiture

- Prise au vent

- ▶ Glissement
- ▶ Soulevement
- ▶ Renversement



Source: CSTC

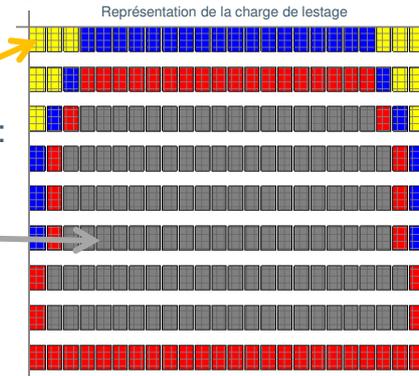


6

## Une installation solaire sur mon toit? Surcharge de la toiture

- Toiture verte extensive: 30-100 kg/m<sup>2</sup>
- Toiture verte intensive: 100-400 kg/m<sup>2</sup>

- Pour une installation solaire 35°:
  - ▶ Lestage de 450 kg/m<sup>2</sup>
  - ▶ Lestage de 0-5 kg/m<sup>2</sup>

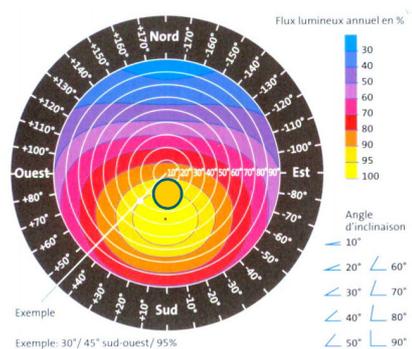


Source: Schletter.de

7

## Une installation photovoltaïque sur mon toit? Orientation et inclinaison

- Le compromis
  - ▶ Sud et 15°?
- Avantages
  - ▶ Faible prise au vent
  - ▶ Couverture élevée +55%
  - ▶ Faible charge toiture
  - ▶ Pertes rendement acceptables



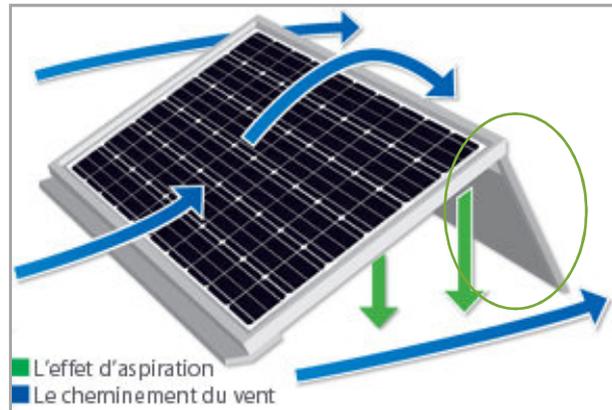
Source: apere.org



Source: archilexpo.fr & WTCB

8

## Une installation photovoltaïque sur mon toit? Orientation et inclinaison



Source: archiexpo.fr



9

## Une installation photovoltaïque sur mon toit? Ombrage

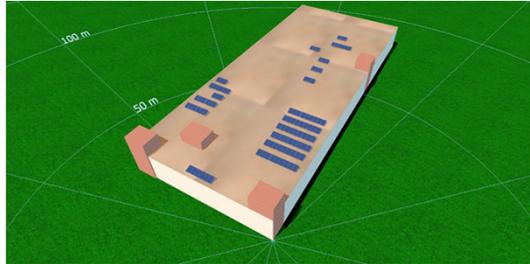
- 18 installations indépendantes
- +- 1kWc/installation
- 15° et +- Sud



10

# Une installation photovoltaïque sur mon toit? Ombrage

- Simulation
- +/- 3 x hauteur obstacle
- Situation au 21/12

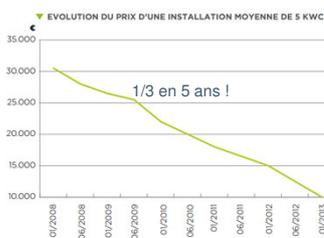
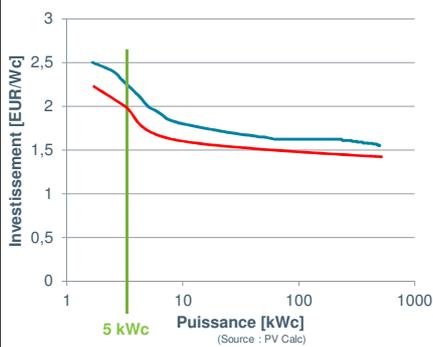


Source: Cenergie

11



## Coût : Investissement



Source : Apere, Smartguide, 2013

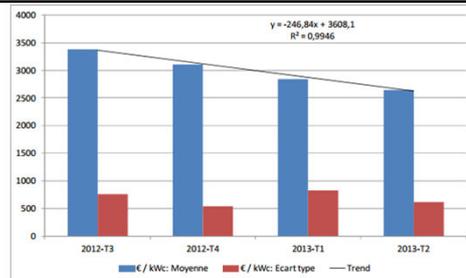


Figure 2: Evolution des moyennes et écarts types des prix des installations sous 5 kWc durant les deux derniers trimestres 2012 et les deux premiers trimestres 2013

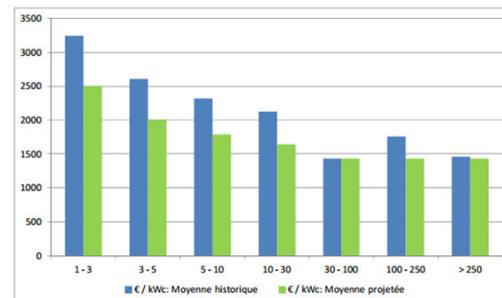


Figure 3: Projection des moyennes des prix pour le premier trimestre 2014

(Source : Brugel, Proposition relative au coefficient multiplicateur appliqué au photovoltaïque - Analyse des paramètres économiques, 6 sept. 2013.)

12

## Une installation photovoltaïque sur mon toit?

- Que coûte une installation PV
  - ▶ Individuelle: 2.000 à 2.500 €/kWc
  - ▶ Installations collectives: jusqu'à 1.250 €/kWc
- Quelle taille
  - ▶ Individuelle 1 à 3 kWc : 2.000 – 6.000 €
  - ▶ Collectives 10 kWc : 15.000 €
- Temps de retour?
  - ▶ 7 à 10 ans sans primes
- Primes?
  - ▶ Entre 0,25 et 1€/Wc
  - ▶ Max 30% facture
  - ▶ Maison Passive (neuf) & Basse Energie (réno)



13

## Et mes voisins dans tout ça? L'installation PV

- Revente d'électricité impossible:
  - ▶ Entre co-propriétaires, locataires, occupants
  - ▶ Entre co-propriété et occupants/propriétaires/locataires
  - ▶ Entre investisseur et propriétaire/occupant
- Puissance d'installation
  - ▶ < 5 kWc: réinjection sur le réseau sans problème d'auto-consommation
  - ▶ Solution 1 installation commune en toiture répartie sur plusieurs onduleurs



14

## Un installation Solaire Thermique sur mon toit?

### Capteurs non vitrés



Absorbeur en matière synthétique



Absorbeur en acier inox

### Capteurs plans



Capteur plan standard



Capteur plan sous vide (avec écarteur)



Capteur à air

### Capteur à tubes sous vide



Tube vitré complet



Tube standard



Tube CPC

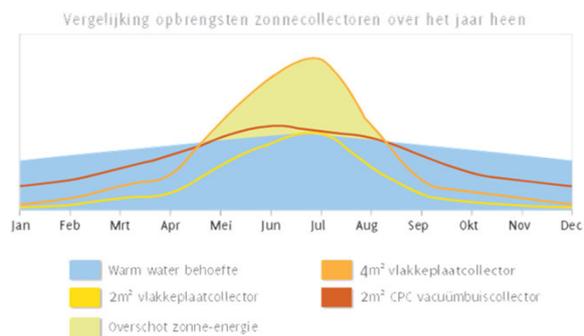


15

Source: Viessmann

## Un installation Solaire Thermique sur mon toit?

- Rendement?
  - ▶ 400-600 kWh/m<sup>2</sup>.a
  - ▶ (1.800 kWh/m<sup>2</sup>.a)
- Coût?
  - ▶ 1200 – 1500 €/m<sup>2</sup>
- TRI: 20-25 ans
- Dimensionnement:
  - ▶ Famille: 4 m<sup>2</sup>
  - ▶ Collectif: 30% consommation journalière



Source: Paradigma-benelux.com

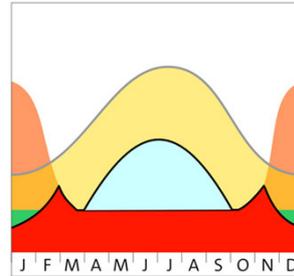


16

## Chauffage + ECS via le solaire thermique?

Oui... mais moins rentable

- 10 à 30 m<sup>2</sup> de capteurs
- Ballon de 1000 à 3000 litres
- Régulation plus complexe
- Économie:
  - ~80% sur l'ECS
  - 20...50% sur le chauffage



Source : Solarpraxis.com



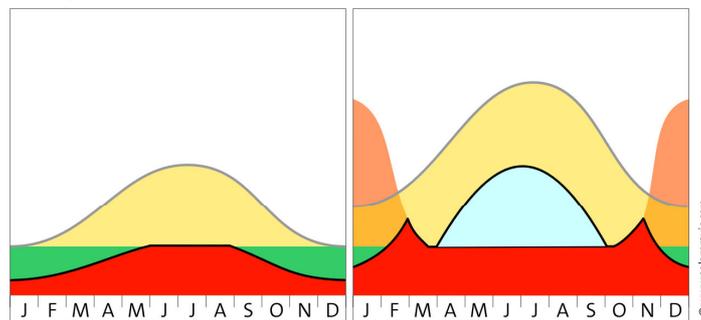
17

## Dimensionnement : besoins en kWh?

- Règle de base : toujours partir du besoin de chaleur !
  - ▶ ECS (+ chauffage?)

Système à eau chaude sanitaire

Eau chaude sanitaire avec appoint au chauffage



■ Consommation d'eau chaude sanitaire

■ Apport utile du système solaire

■ Rayonnement solaire (dans la zone des capteurs)

■ Demande de chaleur

■ Potentiel disponible pour la climatisation

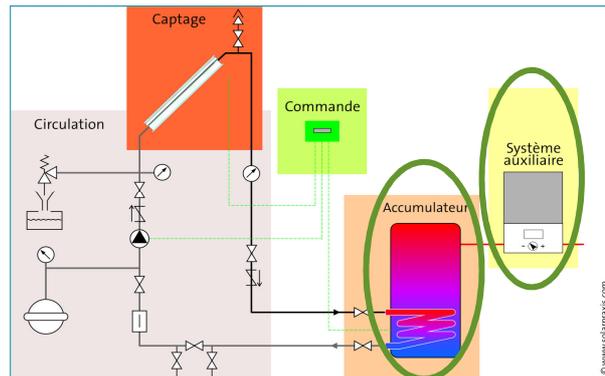
Source : Solarpraxis.com



18

## Et mes voisins dans tout ça? Le chauffe-eau solaire

- Chaufferie centralisée – Chaudière individuelle
- Systèmes hybrides centralisé/individuel



19

## Des combinaisons possibles: Des panneaux et une toiture verte?

- Amélioration de la diversité



Source : [www.architectenweb.nl](http://www.architectenweb.nl)



Source : Dunett et Kingsbury « Toits et murs végétaux »

- Incompatible avec une orientation E-O: facteur de couverture de toiture trop élevé

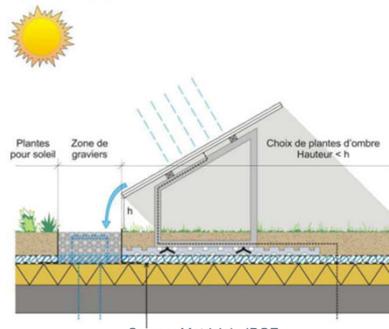


Source : <http://mm.stedebouwarchitectuur.nl>

20

## Des combinaisons possibles: Des panneaux et la récupération d'eau de pluie?

- Qualité de l'eau: pas de problèmes
- Solaire + Récupération d'eau de pluie et toiture verte
  - ▶ Amélioration par rapport à une toiture verte classique



Source: Matriciel - IBGE

21

## Le bon choix: du photovoltaïque ou du solaire thermique?

- Financier: PV!
- Energie:
  - ▶ Photovoltaïque:  $120 \text{ kWh}_e/\text{m}^2 \rightarrow 303 \text{ kWh}/\text{m}^2$  primaire
    - › Pas de sur-production, ce qui est produit est consommé
  - ▶ Solaire thermique:  $450 \text{ kWh}/\text{m}^2$  primaire
    - › Ne se stocke pas facilement
- Energie grise: négligeable par rapport à l'énergie produite
- Installation solaire thermique plus complexe
- Durée de vie
  - ▶ +/- équivalent
  - ▶ Sauf composants (pompes, vannes,..) en solaire thermique

22

## A retenir de l'exposé

- Attention à la charge supplémentaire sur la toiture
- La division en copropriété est possible
- Toiture verte et installation solaire peuvent être compatibles



23

## Outils, sites internet, etc... intéressants :

[www.environnement.brussels](http://www.environnement.brussels)

et plus particulièrement :

Solaire thermique

- ▶ [http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment/les-bonnes-pratiques-pour-construire-et-renover/energie/utiliser-les-sources-6?view\\_pro=1](http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment/les-bonnes-pratiques-pour-construire-et-renover/energie/utiliser-les-sources-6?view_pro=1)

Solaire PV

- ▶ [http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/IF\\_Energie\\_CV\\_pour\\_Cogen\\_FR.PDF?langtype=2060](http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/IF_Energie_CV_pour_Cogen_FR.PDF?langtype=2060)
- ▶ <http://www.leefmilieu.brussels/themas/gebouwen/goede-praktijken-om-te-bouwen-en-te-renoveren/utiliser-les-sources-denergie>

Primes

- ▶ <http://www.environnement.brussels/thematiques/energie/les-primes-energie-en-2015>

- [www.apere.org](http://www.apere.org)
- [www.smartguide.be](http://www.smartguide.be)
- Brugel
  - [www.brugel.be](http://www.brugel.be)



24

## Guide Bâtiment Durable

<http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be>



### Et notamment les fiches :

- ▶ [G ENE08 Choisir le meilleur mode de production et de stockage pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire](#)
- ▶ [G ENE11 - Intégrer des installations pour la production d'électricité renouvelable...](#)



25

## Ce qu'il faut retenir de l'exposé

- Choix entre production maximale ou rendement maximal
- Intégration du solaire thermique et photovoltaïque en copropriété
- L'intégration solaire et toiture verte est possible
- Attention à la charge supplémentaire



26

## Contact

**Jonathan FRONHOFFS**

Fonction : Service Facilitateur - Spécialiste Energie  
Renouvelable

Coordonnées :

☎ : 0800/85 775

[facilitateur@environnement.irisnet.be](mailto:facilitateur@environnement.irisnet.be)



Séminaire Bâtiment Durable :

# Comment valoriser sa toiture plate en milieu urbain

le 27 mars 2015  
Bruxelles Environnement

**DU VERT SUR NOS TOITURES**

Bernard Capelle

Landscapedesign



**BRUXELLES ENVIRONNEMENT**  
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

## Objectifs de la présentation

- Montrer l'importance de la verdure dans nos milieux urbains
- Les points d'attention de la construction d'une toiture verte
- Partager mon expérience



## **Plan de l'exposé**

1. La toiture plate, surface de déperdition
2. Lutter contre l'imperméabilisation des sols
3. Créer une toiture verte: raisons environnementales
4. Créer une toiture verte: raisons économiques
5. Méthodologie de construction
6. Cas d'études



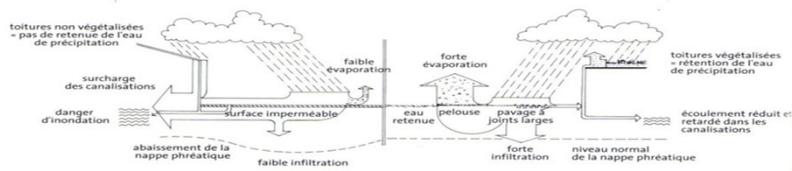
## **1- toiture verte: genèse**

- 1950/55: L'Allemagne se reconstruit: premier éveil écologiste à la sortie de la guerre.
- Vision du contexte environnemental; toute construction imperméabilise les sols; il faut reproduire le sol détruit sous le bâtiment "en le posant sur la toiture"...





La liaison du toit végétalisé au jardin est réalisée ici de manière exemplaire.

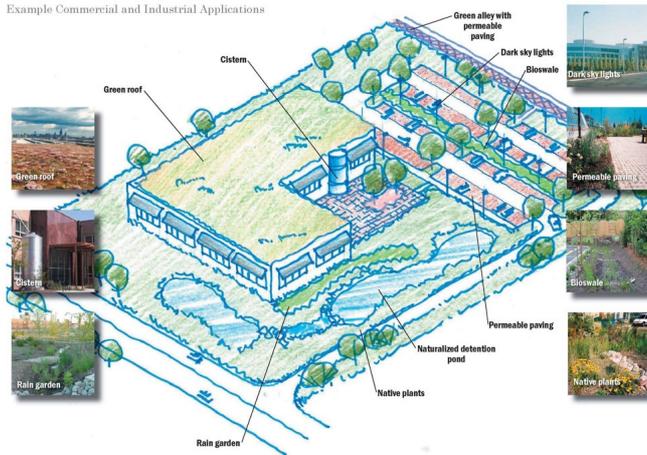


Les végétalisations de toits réduisent les effets négatifs de l'imperméabilisation du sol dus aux aménagements en permettant une forte évaporation ainsi qu'en retardant et en diminuant l'écoulement. Elles contribuent ainsi à la protection des eaux de surface et au renouvellement de la nappe.



## 2- plusieurs manières de lutter contre l'imperméabilisation des sols

Example Commercial and Industrial Applications



## 2- plusieurs manières de lutter contre l'imperméabilisation des sols

- Région & communes déterminent les mesures appropriées selon critères locaux; sols, niveau d'imperméabilisation, volume pluies, etc
- Mesures à proposer; toitures vertes, réserves d'eau de pluie, infiltration, plantations spécifiques, sols drainant, bio-remédiation des eaux de ruissellement de voiries/parkings
- Aides à la réutilisation de matériaux de démolition, (cradle to cradle) taxes plus élevées selon niveaux d'énergie grise lors du recyclage; pas d'implication spécifique dans la lutte contre l'imperméabilisation mais le C2C fait partie de la boîte à outils



## 3 - Raisons environnementales de créer une toiture verte

- › • Bassin tampon des eaux pluviales + Réguler ruissellements par l'écrêtage des orages; 30 à 50% des pluies annuelles sont captées, améliorer la qualité des eaux en aval
- › • Mieux respirer: évapo-transpiration des plantes, • *qualité de l'air; hygrométrie, oxygène, ozone, réduction pics T° urbaines, poussières, bien être*
- › • Augmenter la biodiversité
- › • Isolation; régulation T° toiture, bilan calorifique + positif
- › • Réduction du bruit: hautes & basses fréquences; effet "neige"





## 4 - Raisons économiques de créer une toiture verte

Protection toiture, T°élevées et point de gel

Equilibrer échanges thermiques: Réduction du chauffage et de l'Airco

SOIT LE BÂTIMENT CAPTE + D'ENERGIE QU'IL N'EN LIBERE:

**la température monte en été**

SOIT LE BÂTIMENT LIBERE + D'ENERGIE QU'IL N'EN CAPTE:

**la température baisse en hiver**



landscape design  
partnership

## 4- Raisons économiques

- **durée de vie** des toitures **prolongée**
- isolation = **réduction chauffage** & airco

Optimiser la PEB des bâtiments; Isolation, Chauffage, Climatisation, etc

*La ville (minérale) absorbe et accumule la chaleur par l'absence de rafraîchissement par les végétaux*

*Récolte des eaux de pluie; stockage et utilisation,  
Réduction des infrastructures (canalisations)  
Respect des normes,*



11

## 5- méthodologie de construction: pourquoi faire ?

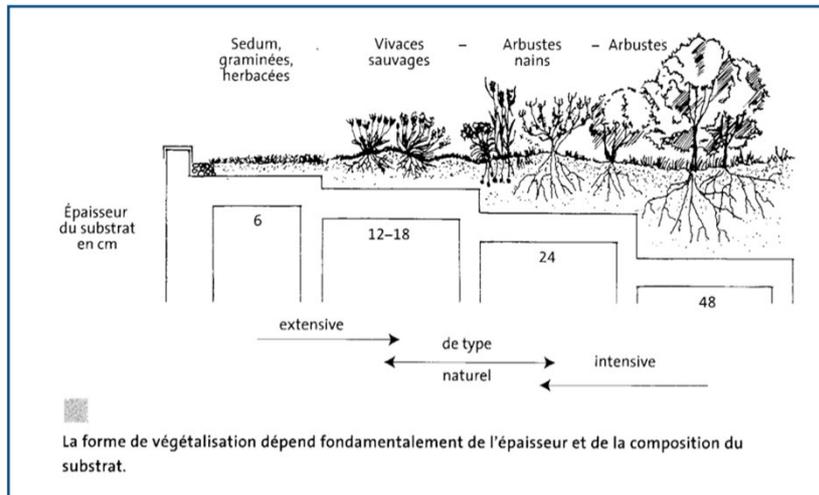
- Biomimétisme: «recopier» la nature en superposant les couches; augmenter les capacités de résilience de la ville, services écosystémiques
- Recréer un complexe vivant “en survie” sur le toit (milieu artificiel et hostile)
- Omettre une des couches (le réservoir d'eau par ex.) compromet la durée de vie du complexe



*Cross-Section of Green Roof System*



## extensif ou intensif ?



- **ATTENTION: Structure portante de la toiture, Pentes, Système d'étanchéité et Isolation sont des contraintes qui éclaireront le programme**



landscape design  
SOLUTIONS

## normes, cahiers des charges; obtenir une garantie de résultat

- **Réglementation:** le RRU dit laconiquement que les «toitures plates non accessibles de plus de 100m2 doivent être aménagées en toitures verdurisées» .
  - › + Recommandations (infos fiches BXL Environnement) sur principes et techniques relatives aux toitures vertes...(<http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be/fr/g-nat02-realiser-des-toitures-vertes.html?IDC=1048&IDD=4745>)
  - › + Note d'Information Technique du CSTC "NIT229" (description, tests labos stockage & drainage eau sur 12 toits types)
  - › + German Green Roof Tech; Form & Function: <http://www.greenrooftechnology.com/fll-green-roof-guideline>
  - › Il n'existe pas à proprement parler de "Cahier des Charges type" car de nombreuses solutions répondent aux nombreuses caractéristiques...(il existe beaucoup de "produits types" de toitures vertes, des pires aux meilleures...)



## normes, cahiers des charges; obtenir une garantie de résultat

- Lacunes & Faiblesses du RRU;
  - dimension de la toiture; toiture «plate» ou en pente? (Allemagne = Surface au sol)
  - le RRU ne décrit pas ce qu'il entend par toiture verdurisée...
  - Revoir description de la toiture verte en ciblant le résultat à atteindre;
  - Rétention d'eau de pluie; 10L/m<sup>2</sup> à minima,
  - Augmentation de la biodiversité & du coefficient de biotope par surface,
  - Cahier d'entretien; l'extensif est très économe en entretien:  
1H/1/2j/100m<sup>2</sup>/semestre
  - Sécurité Incendie; normes pompiers selon région
  - Structure portante suffisante ! Extensif: 140 à 200Kg/m<sup>2</sup> saturé, hors neige



15

## 6- cas d'étude: intérieur d'îlot, extension de bâti





## chantiers garantir la stabilité des substrats & plantes



**pente de 43°**



Sur le toit en pente d'un côté du parking, une série d'espaces de terre meubée indépendante stabilisent le gradient de la pente.

Photo: Andy Chubb.

Sur le même toit, une grille en bois procure une stabilisation supplémentaire de la pente. Elle est connectée au système pour le faire fonctionner comme un seul.

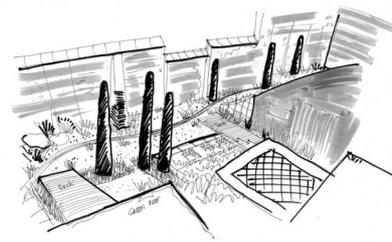
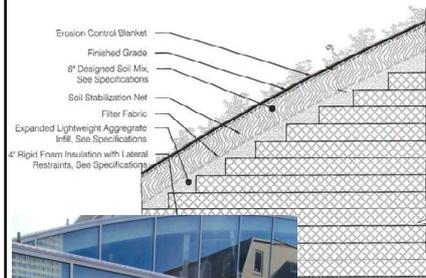
Photo: Andy Chubb.



**pentes abruptes**

landscape design  
partnership

## mise en œuvre



**Surcoûts liés à la pente:  
200%, ici 125€ à 250€/m2**

# cas d'étude; Square de Meeus



toiture verte intensive existante depuis 30 ans

## situation existante

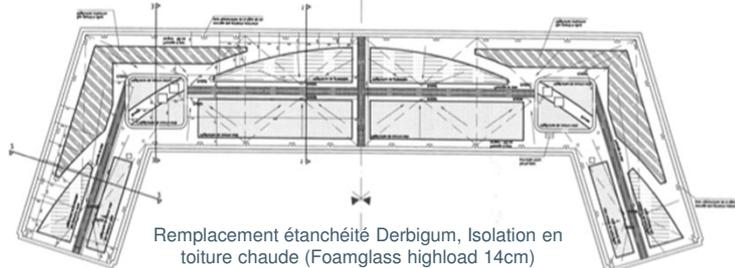


arbres,  
racines,  
etc



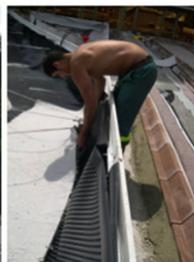
## nouveau projet

Surface:1750m2; 50% Intensif



refaire les pentes, nouvelle isolation & étanchéité

## nouveau projet



Bacs légers, suspendus, facilement démontables, déposés sur feutre + platon, remplissage avec **substrat** de lave broyée + compost.  
**Arrosage automatique** temporaire avec station météo pour meilleure adéquation besoins d'eau.  
**Coût total** avec étanchéité: 250 €/m2.

Pas d'accès public

**montage**



## nouveau projet



## bacs suspendus

2 types de toitures vertes: 1) extensif Zinco FD25 sur 50% surface avec mélange vivaces indigènes & sedum, 2) Intensif Zinco FD60 bacs Eterboard suspendus; 25cm de substrat/lave broyée 0/8 & plantation de grandes vivaces, graminées et arbustes.



## La vie sur le toit; à voir ou à utiliser



- créer des jardins pour un hôpital et y réduire le stress, c'est participer aux critères subjectifs de guérison



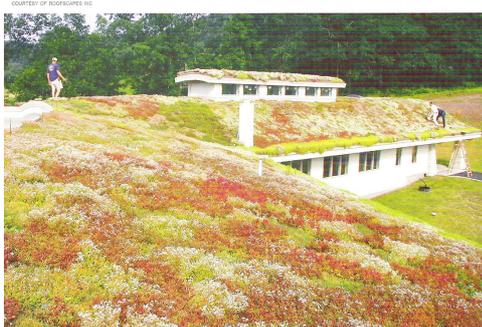
landscapedesign  
partnership

## des toitures vertes écologiques ET spectaculaires

50% semi-intensif + 50% extensif  
selon: vues et usage,  
ensoleillement, capacités de  
surcharge, coûts (l'intensif = 200%).



## chantiers:détails importants



avaloirs  
visibles et  
visitables



Feutres anticontaminants  
(bidim)



landscape design  
partnership



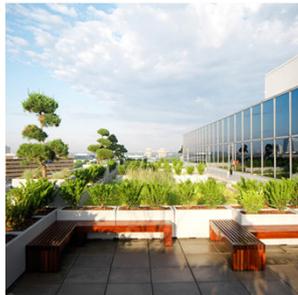
+ de lumière, + de vent

= plus de couleurs !



landscapedesign  
partnership

usages «très» variés



landscapedesign  
partnership



## & l'agriculture urbaine!



landscape design  
partnership

## Ce qu'il faut retenir de l'exposé

Une bonne toiture verte demande une construction minutieuse dans les règles (de l'art) environnementales;

- La toiture verte = une meilleure qualité/durée de vie pour nos bâtiments
- = meilleure qualité de vie pour la ville et ses habitants
- <http://www.greenroofs.org>
- <http://www.epa.gov/heatisland/mitigation/greenroofs.htm>
- <http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be/fr/g-nat02-realiser-des-toitures-vertes.html?IDC=1048&IDD=4745>
- <http://www.greenroofs.com>
- <http://www.greenrooftechnology.com> (FLL Allemagne)
- <http://www.zinco-greenroof.com/EN/index.php>
- <http://www.greenroofplants.com>
- <http://www.greenroofsolutions.com>
- <http://www.asla.org/greenroof/index.html> (association architectes paysagistes USA)
- <http://www.greenroofworld.com> (le congrès international)
- <http://www1.toronto.ca/wps/portal/contentonly?vgnextoid=3a7a036318061410VgnVCM10000071d60f89>  
RCRD



## Bibliographie

- B. Kleinod **Végétalisation des toitures**, Ulmer, Paris, 2000
- Nigel Dunnet **Toits & Murs végétaux**, Editions du Rouergue, Rodez, 2004
- J.Barret **Terrasses jardins, Conception et Aménagement des jardins sur toitures, dalles et terrasses**, Paris 1988.
- Theodore Osmundson **Roof Gardens**, Norton & Co. New York, 1999
- Dominique Gauzin-Müller **L'architecture écologique**, Le Moniteur, Paris 2001
- Leslie Hoffmann **Green Roofs Ecological design & construction**, Schiffer publishing, PA, 2005
- François Lasalle **Végétalisation extensive des toitures**, Edition Le Moniteur, 2005
- E. Snodgrass **Greenroof plants**, Timber Press, 2006
- William Mc Donough **Cradle to Cradle**, North Point Press, 2002
- Beth Chatto **The Dry Garden**, Londres 1978



33

## Contact

landscapedesign  
p a r t n e r s h i p

**Bernard Capelle –architecte Paysagiste Abajp**

☎ : 02/672.34.39

E-mail : [bcapelle@landscapedesign.net](mailto:bcapelle@landscapedesign.net)



merci de votre attention

Séminaire Bâtiment Durable :

## Comment valoriser sa toiture plate en milieu urbain

27/03/2015

Bruxelles Environnement

**Comment valoriser les eaux pluviales grâce à sa toiture?**

Maggy Hovertin

MATRIciel



**BRUXELLES ENVIRONNEMENT**  
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT



## Objectifs de la présentation

- Présenter le concept de gestion alternative des eaux de pluie;
- Décrire le rôle des toitures plates dans la gestion des eaux de pluie;
- Informer sur la pollution des eaux de pluie



## Plan de l'exposé

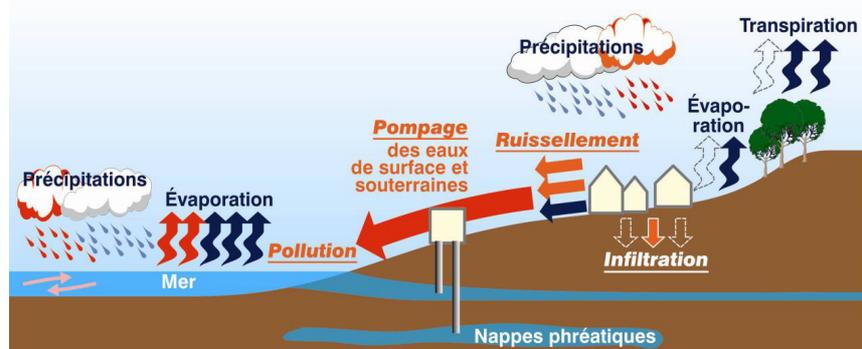
1. Introduction
2. Actions menées à Bruxelles
3. La gestion alternative des eaux de pluie
4. La pollution de l'eau de pluie



3

## Introduction

### Le cycle de l'eau



Source: Architecture & Climat



4

## Introduction

### Le réseau d'assainissement unitaire

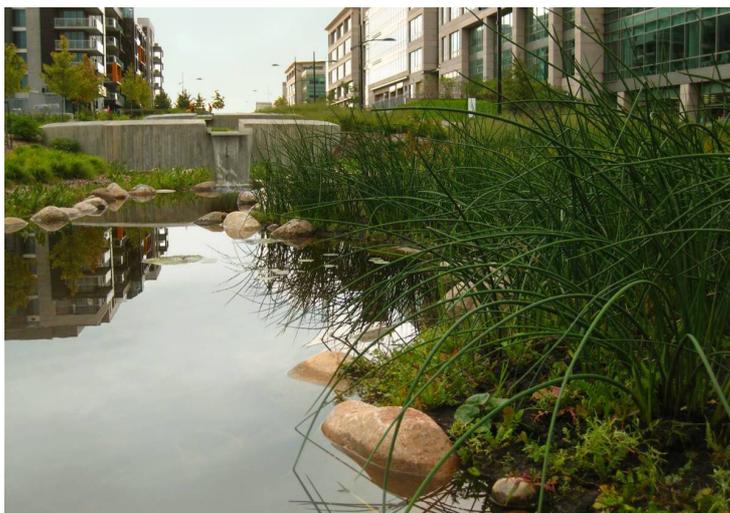
- Assumer les pointes de débits;
- Pollution des eaux claires



5

## Introduction

### Gérer les eaux de pluies autrement

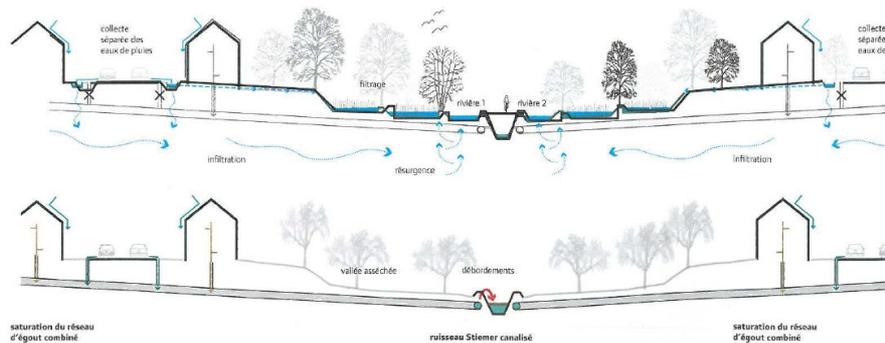


De la gestion des eaux pluviales à la création d'habitats fauniques architecturaux - le cas du parc Gewurz-Remer.  
Michel Rousseau, architecte paysagiste, Groupe Rousseau Lefebvre Montréal, Québec - Source: <http://www.hydroplus.info>

6

## Introduction

- Intégrer le cycle de l'eau dans le paysage;
- Redonner de la valeur à l'eau.



Source: Revue A+241 p 34. Eau et ville diffuse. Illustration Christian Nolf et Urban Design Workshop Stiemerbeek 2012

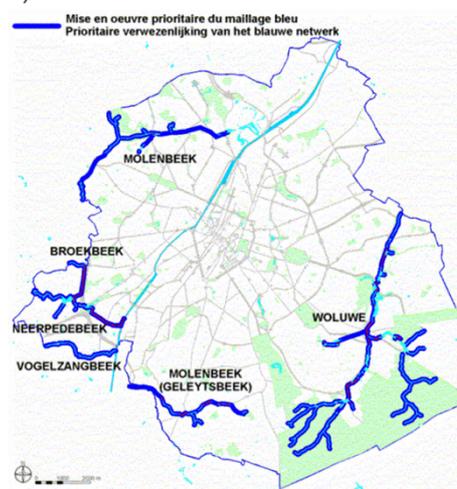


7

## Actions menées à Bruxelles

### Plan de gestion de l'eau (PGE)

- ▶ Restaurer quantitativement le réseau hydrographique
- ▶ Réduire la pollution de l'eau;
- ▶ Promouvoir l'utilisation durable de l'eau;



8

## Actions menées à Bruxelles

### Plan de gestion de l'eau (PGE)

- ▶ Lutter contre les inondations (Plan PLUIE)
- ▶ Réintégrer l'eau dans le cadre de vie



Le Molenbeek - Source: Coordination Senne



## Actions menées à Bruxelles

### Règlementation

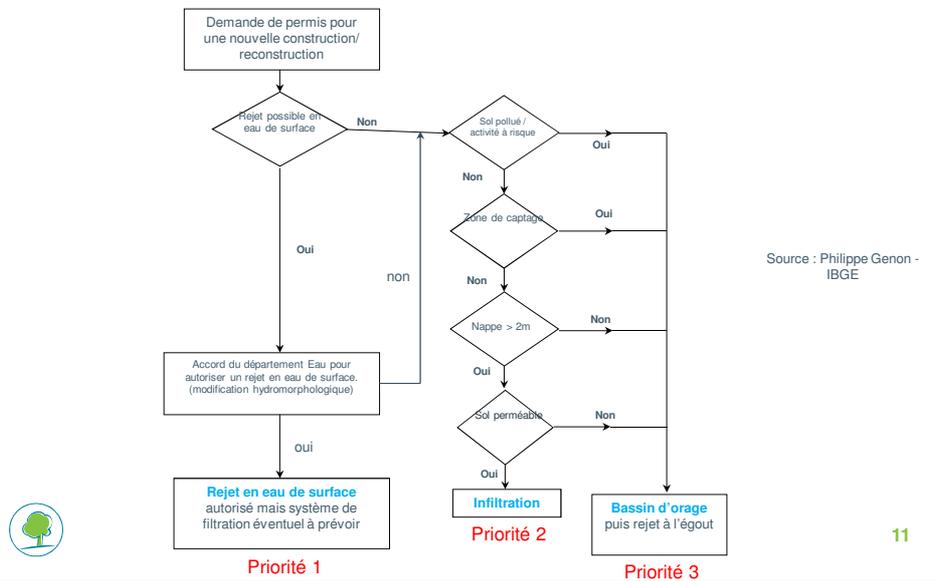
- ▶ RRU: citerne de **33** l/m<sup>2</sup> de surface de toiture en projection horizontale.
- ▶ RCU: plus exigeant (ex: commune de Forest)

→ volume de rétention de **50** l/m<sup>2</sup> (toitures, abords, balcons,...):



## Actions menées à Bruxelles

### Permis d'environnement



## Actions menées à Bruxelles

### Permis d'environnement

- Le volume de rétention (« bassin d'orage »):
  - ▶ **25 l/m<sup>2</sup>** de surface imperméabilisée
  - ▶ Toiture, parking, allée, terrasse, ...
  - ▶ Débit de fuite: max. **5 l/s.ha** de surface imperméabilisée



12

## Actions menées à Bruxelles

### Permis d'environnement

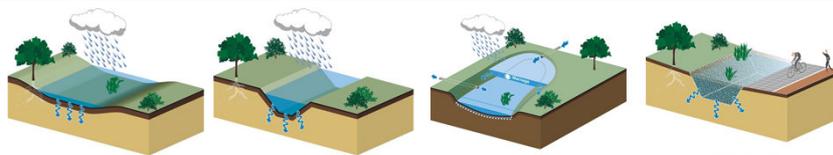
- Le volume de récupération:
  - ▶ Dimensionné en fonction du taux de récupération d'eau et des besoins;
  - ▶ Ou volume forfaitaire de **33 l/m<sup>2</sup>** de surface de toiture en projection horizontale.



13

## La gestion alternative des eaux de pluie

### DISPOSITIFS DE GESTION ALTERNATIVE DES EAUX PLUVIALES



La noue

Le fossé

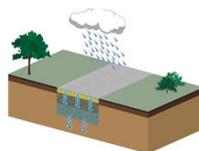
Le bassin sec ou en eau

La tranchée

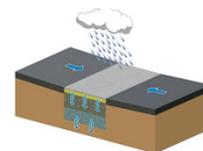
*Les techniques intégrées aux aménagements paysagers des abords*



Les chaussées réservoirs



L'infiltration directe (pavés drainants)



L'infiltration différée (pavés drainants)

*Les techniques intégrées aux voiries et parkings*



14

## La gestion alternative des eaux de pluie

En zone dense



15

## La gestion alternative des eaux de pluie

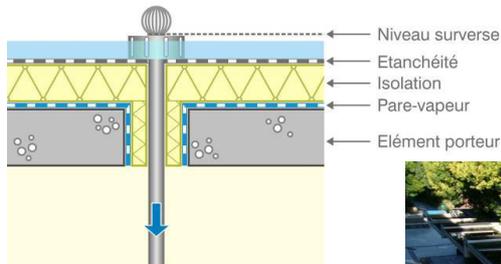
Le bassin de rétention



16

## La gestion alternative des eaux de pluie

Les toitures stockantes: stockage temporaire des eaux de pluie



Source: Architecture & Climat

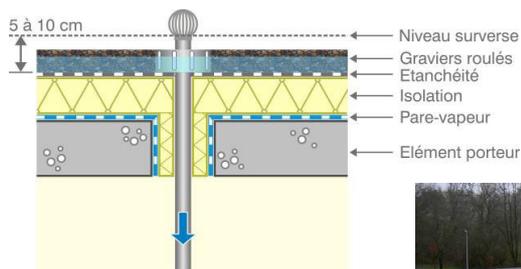


Toitures stockantes à Louvain-la-Neuve - Photo : Valérie MAHAUT 17



## La gestion alternative des eaux de pluie

Les toitures stockantes



Source: Architecture & Climat



18



## La gestion alternative des eaux de pluie

Les toitures végétalisées: rétention d'eau



Source: <http://www.ecovegetal.fr>

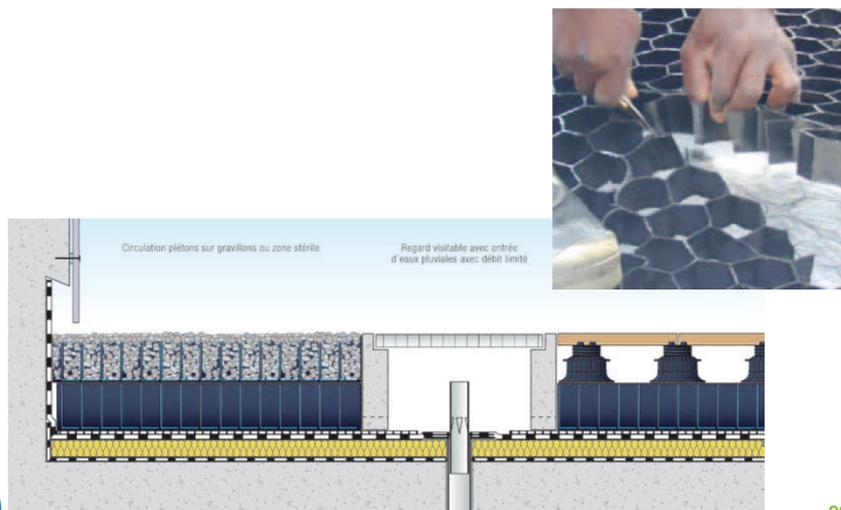
Toiture extensive:  $\pm 30\%$   
Toiture intensive:  $\pm 50\%$



19

## La gestion alternative des eaux de pluie

Les structures alvéolaires ultra-légères (SAUL)



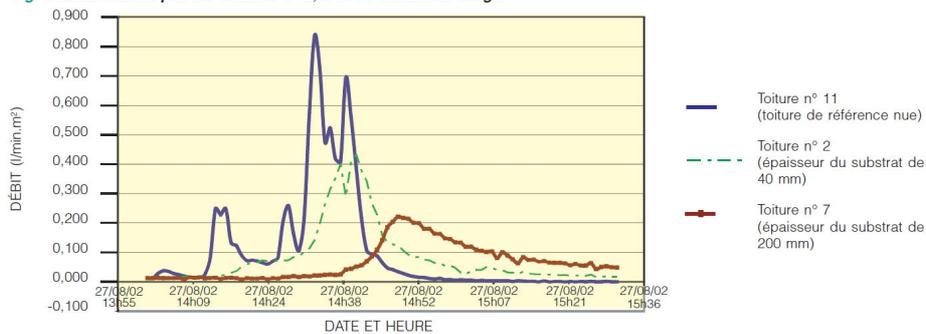
Système Waterproof Source: <http://www.siplast.fr>

20

## La gestion alternative des eaux de pluie

### Les toitures végétalisées: débit de pointe

Fig. 5 Débit évacué par les toitures n° 2, 7 et 11 durant un orage.



21

## La gestion alternative des eaux de pluie

### Les toitures stockantes et végétalisées: surcharge

$$1 \text{ mm} = 1 \text{ l/m}^2$$

- ▶ Hauteur d'eau de 5 cm: 50 kg/m<sup>2</sup>
- ▶ Toiture verte extensive: + 30 à 100 kg/m<sup>2</sup>
- ▶ Toiture verte semi-intensive: + 100 à 400 kg/m<sup>2</sup>
- ▶ Toiture verte intensive : > 400 kg/m<sup>2</sup>



22

## La gestion alternative des eaux de pluie

### Les entrepôts Ducuroir

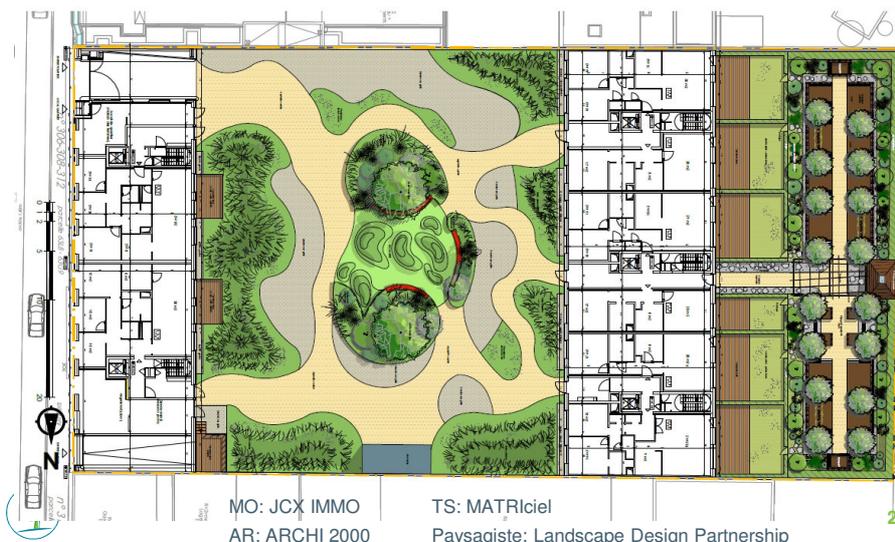
Ancien site industriel

Démolition et reconstruction d'immeubles de logements



23

## La gestion alternative des eaux de pluie projet Ducuroir

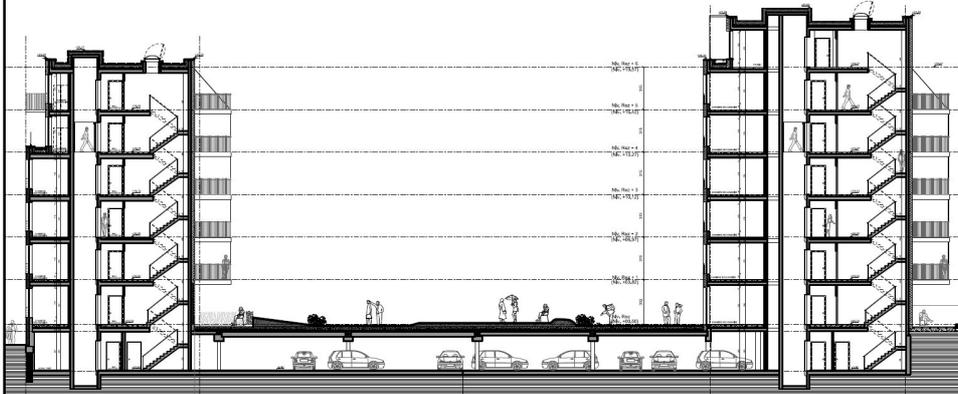


MO: JCX IMMO  
AR: ARCHI 2000

TS: MATRiciel  
Paysagiste: Landscape Design Partnership

24

## La gestion alternative des eaux de pluie

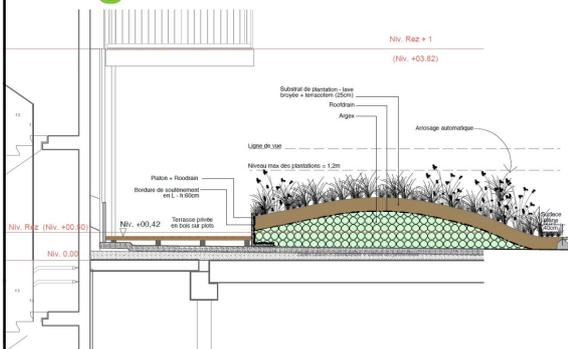


MO: JCX IMMO  
AR: ARCHI 2000

TS: MATRiciel  
Paysagiste: Landscape Design Partnership

25

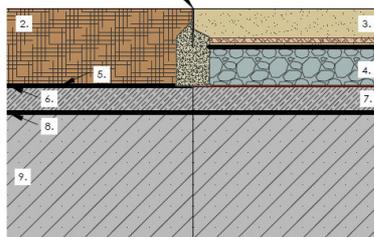
## La gestion alternative des eaux de pluie



MO: JCX IMMO  
AR: ARCHI 2000

TS: MATRiciel  
Paysagiste: Landscape Design Partnership

bordure en acier galvanisé  
+ socle en béton maigre



Leidgens –  
Aménagements extérieurs



26

## La pollution de l'eau de pluie

### Pollution accidentelle

Pollution ponctuelle et aléatoire suite à un déversement accidentel ou un dépôt sauvage.

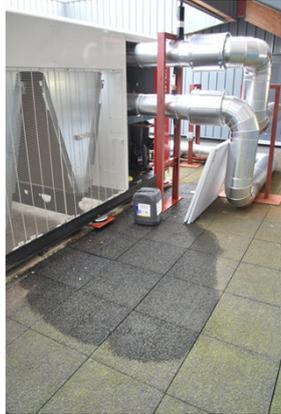
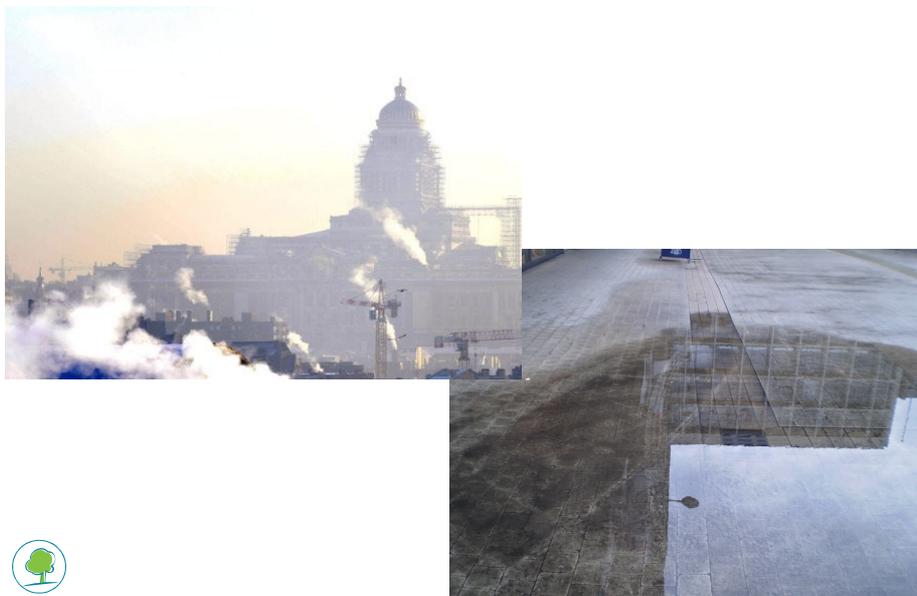


Photo: MATRiciel

27

## La pollution de l'eau de pluie



## La pollution de l'eau de pluie

### Pollution chronique

Pollution régulière des eaux de ruissellement en milieu urbain

- › Matières en suspension;
- › Peu de matière organique;
- › Des HAP;
- › Des métaux lourds (Cu, Pb, Zn,...);
- › Des PCB;
- › Des pesticides;
- › Des nutriments;
- › Des chlorures;
- › Des pathogènes;
- › Présence d'un certain nombre de substances classées prioritaires par la DCE (2000/60/CE);
- › ...



Qualité de l'eau de ruissellement très variable!

29

## La pollution de l'eau de pluie

Les toitures végétalisées et la qualité de l'eau:



Source: CSTC

Rétention des HAP atmosphériques  
Rétention de certains ETM



30

## La pollution de l'eau de pluie

Sources de pollution de l'eau issues des toitures végétalisées:

- ▶ La pollution atmosphérique;
- ▶ Les matériaux utilisés: substrat, étanchéité, gouttières PVC, pièces métalliques,...
- ▶ Engrais: toit neuf ou après fertilisation;
- ▶ Produits phytosanitaires: à proscrire;
- ▶ ...



31

## La pollution de l'eau de pluie

Qualité de l'eau issue des toitures végétalisées

- ▶ Dans certains cas, pollution réelle de l'eau;
- ▶ Un traitement sera parfois nécessaire avant rejet dans l'eau de surface, de pêche ou de baignade;
- ▶ Un traitement sera nécessaire avant utilisation de l'eau de pluie;



32

## Ce qu'il faut retenir de l'exposé

- Les toitures plates peuvent jouer le rôle de bassin de rétention;
- Leur végétalisation permet de réduire la quantité d'eau rejetée à l'égout;
- Eau de pluie ≠ Eau propre
- La gestion alternative des eaux de pluie:
  - ▶ Lutter contre les inondations
  - ▶ Accroître la biodiversité
  - ▶ Améliorer la qualité de vie des occupants: microclimat, espaces de contact avec la nature, de détente, de rencontre, d'échanges,...



33

## Outils, sites internet, etc... intéressants :

- Les Dossiers du CSTC – 3/2006 – Cahier n° 2. Toitures vertes : évacuation des eaux pluviales
  - CSTC, NIT 229. Les toitures vertes
  - Le site de Bruxelles Environnement :  
[www.environnement.brussels](http://www.environnement.brussels)
- et plus particulièrement :
- ▶ <http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be>
  - ▶ [http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment-0?view\\_pro=1](http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment-0?view_pro=1)



34

## Guide Bâtiment Durable

[www.environnement.brussels](http://www.environnement.brussels) :  
Accueil > Professionnels > Thèmes > Bâtiment > [Guide Bâtiment Durable](#)

Ou directement via :  
<http://guidebatimentdurable.bruxellesenvironnement.be>



### Et notamment les fiches :

- ▶ [G WAT00 Améliorer la gestion de l'eau dans les bâtiments durables et sur la parcelle](#)
- ▶ [G WAT01 Gérer les eaux pluviales sur la parcelle](#)
- ▶ [G WAT03 Récupérer l'eau de pluie](#)



35

## Contact

MATRIciel s.a.

**Maggy HOVERTIN**

Bioingénieur

Place de l'Université 25, Etg.2. 1348 Louvain-la-Neuve

☎ : 010 / 24.15.70

E-mail : [hovartin@matriciel.be](mailto:hovartin@matriciel.be)

MERCI...



36

Séminaire Bâtiment Durable :

## Comment valoriser sa toiture plate en milieu urbain

27/03/2015

Bruxelles Environnement

Visite du chantier Ducuroir

Maggy Hovetin

MATRiciel



BRUXELLES ENVIRONNEMENT  
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT



## Projet Ducuroir

Construction de 2 immeubles de logements à Forest  
64 appartements



- MO: JCX IMMO
- AR: ARCHI 2000
- TS: MATRIciel
- Paysagiste: Landscape Design Partnership

2

# Projet Ducuroir

## Les entrepôts Ducuroir

Ancien site industriel

Démolition et reconstruction



3

# Projet Ducuroir



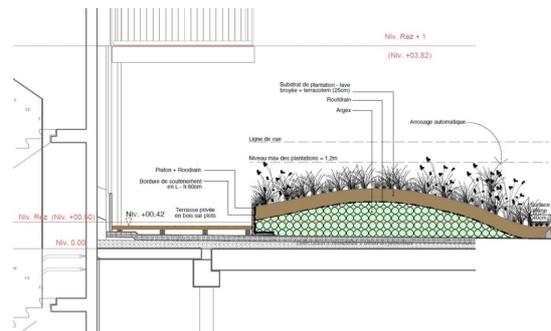
MO: JCX IMMO  
AR: ARCHI 2000

TS: MATRIciel  
Paysagiste: Landscape Design Partnership

4

## Gestion des eaux pluviales

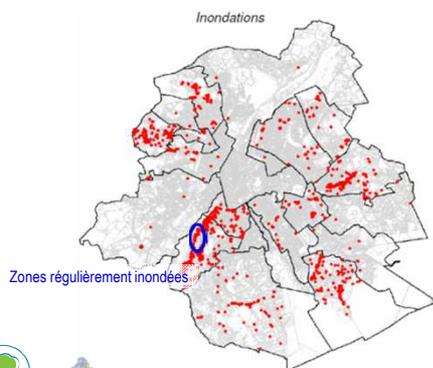
- Compensation de l'imperméabilisation du site
  - ▶ Jardin drainant sur la toiture du parking;
  - ▶ Toiture végétalisée extensive;
  - ▶ Zone de détente perméable, plantée et potagers partagés;
  - ▶ Noues d'infiltration végétalisées.



5

## Gestion des eaux pluviales

- Zone présentant des risques importants d'inondation
  - ▶ Endroit très régulièrement inondé en cas de forte pluie → cartes d'inondations reprises dans le plan pluie et l'expérience du site Bata construit par la même société immobilière.



6

## Gestion des eaux pluviales

- Lutte contre les inondations:
  - ▶ RCU exigent → volume de rétention de 50 l/m<sup>2</sup> en projection horizontale (toitures, abords, balcons,...)
  - ▶ Vidange réalisée en minimum 4h
  - ▶ Superficie des toitures en projection horizontale: 2870 m<sup>2</sup>

Volume rétention: ± 145 m<sup>3</sup> (50 litres/m<sup>2</sup>)

- ▶ Stockage sur la toiture du parking et dans des citernes de rétention



7

## Gestion des eaux pluviales

- Qualité de l'eau récupérée:
  - ▶ Eau de pluie en provenance de toitures vertes;
  - ▶ Dispositifs prévus pour limiter les odeurs et la couleur brunâtre :
    - › crépine, filtre en amont autonettoyant, bassin de décantation, aérateur de la citerne, filtre de 5 µ et filtre à charbon;
  - ▶ Eau de pluie utilisée uniquement pour alimenter les WC et les robinets extérieurs



8

## Contact

MATRiciel s.a.

**Maggy HOVERTIN**

Bioingénieur

Place de l'Université 25, Etg.2. 1348 Louvain-la-Neuve

☎ : 010 / 24.15.70

E-mail : [hovartin@matriciel.be](mailto:hovartin@matriciel.be)

MERCI...





Copropriété Impressions du Centre  
Rue du Houblon 47 1000 Bruxelles

## IMPRESSIONS DU CENTRE

### Le contexte



Dessiné par les architectes G.Chambin et J-F Collin, l'immeuble a abrité depuis sa construction en 1930 l'imprimerie de l'Echo de la Bourse et différents services administratifs. Cette belle pièce d'architecture moderniste en béton présente aussi des traces du style art déco. René Gillion, entrepreneur chargé des travaux, a aussi réalisé de magnifiques bâtiments modernistes comme l'ancien bâtiment de l'Institut National de Radiodiffusion (INR) de la place Flagey. Suite au déménagement l'imprimerie à Anderlecht en 2000, l'immeuble a été acquis par 18 propriétaires dans le cadre d'un achat collectif.

La rénovation a été divisée en deux phases : travaux « casco » et travaux individuels. Dans les travaux casco se trouvent l'enveloppe (réfection des bétons de façade, châssis, toitures), les communs (garage à vélo, jardin et circulations), les gaines techniques et les séparations entre lots. Les travaux ont eu lieu en 2001.

L'immeuble fait 7.400m<sup>2</sup> de plancher sur un terrain de 2.850m<sup>2</sup>. Il est occupé par 24 lofts, une petite imprimerie et 5 bureaux. Il est inscrit sur la liste de sauvegarde du patrimoine (façade, toiture, cage d'escalier).



Copropriété Impressions du Centre  
Rue du Houblon 47 1000 Bruxelles

## La toiture

### Intervention en toiture (2001)

- Isolation et étanchéité : 54€/m<sup>2</sup>
- Toiture verte sur la moitié de la surface : 44€/m<sup>2</sup>

### Panneaux solaires thermiques (2001)

- 25 modules de 1,4m<sup>2</sup> pour 10 installations
- coût moyen : 1.200 €/m<sup>2</sup>
- primes en 2001 : 1.620€ par installation
- production: pas de monitoring

### Panneaux solaires photovoltaïques (2008)

- 108 modules de 1,5m<sup>2</sup> pour 18 installations de 6 modules chacune
- modules de 200Wc
- coût TVAC : 8.375€ + 249€ pour le changement de compteur
- prime : 3.849€
- solde : 3.849€
- production: relevés du 16/12/2008 au 03/03/2014 : moyenne 1.038 KWh/an pour 6 modules (min 983 et max 1.095, selon la localisation), soit une **moyenne annuelle de 117 KWh/m<sup>2</sup>**





Copropriété Impressions du Centre  
Rue du Houblon 47 1000 Bruxelles

### Récupération d'eau de pluie

La citerne de l'imprimerie de 10m<sup>3</sup> récolte les eaux d'une partie de la toiture. Quatre logements ont raccordé leurs toilettes à la citerne. La pompe est actuellement hors service.



### **Plus d'informations?**

**Retrouvez les présentations du séminaire en ligne:**

**[www.environnement.brussels/formationsbatidurable](http://www.environnement.brussels/formationsbatidurable) > Actes et notes > Actes des séminaires Bâtiment durable 2015**

**Le Facilitateur Bâtiment Durable est à votre disposition:**

**[facilitateur@environnement.irisnet.be](mailto:facilitateur@environnement.irisnet.be)**

**0800/85 775**

**Le Guide Bâtiment Durable est disponible en ligne:**

**[www.environnement.brussels/guidebatimentdurable](http://www.environnement.brussels/guidebatimentdurable)**