

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

AGRICULTURES URBAINES ET
BÂTIMENT DURABLE

PRINTEMPS 2022

Approche technique du bâtiment

Johan COUSIN

Consultant indépendant pour Green Invest,
AMP Saumon de France, Bruxelles Environnement





- ▶ Comprendre les spécificités techniques liées à l'agriculture urbaine (AU) en toitures terrasses:
 - Défis techniques
 - Risques
 - Points d'attention pour le concepteur
 - Charges à considérer selon le type d'agriculture urbaine (cas de Tivoli)
- ▶ Détailler les spécificités techniques liées à l'AU en rénovation
- ▶ Points d'attention sur
 - l'étanchéité des toitures végétalisées
 - les ouvrages de raccords
- ▶ Appréhender la compatibilité des toitures végétalisées avec :
 - les panneaux solaires
 - une toiture en bois
 - La récupération des eaux de pluie



AGRICULTURE URBAINE EN TOIT-TERRASSE

▶ Défis techniques

- ▶ Cas de Tivoli Green City

SPÉCIFICITÉS TECHNIQUES LIÉES A L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ La toiture extensive
- ▶ La toiture intensive
- ▶ La toiture potagère
- ▶ Autres exemples
- ▶ En rénovation?

POINTS D'ATTENTIONS

- ▶ L'étanchéité
- ▶ Ouvrages et raccord

AGRICULTURE URBAINE ET...

- ▶ Panneaux solaires
- ▶ Toitures en bois
- ▶ Récupération des eaux de pluie



DEFIS TECHNIQUES

- ▶ Les toitures terrasses, supports d'agriculture urbaine, sont des ouvrages fortement sollicités
 - apport de charges
 - visites régulières liées à la gestion et à l'exploitation courante
 - circulation intensive et utilisation d'outils tranchants (toitures intensives et potagères)

- ▶ Ces particularités constituent des risques importants pour:
 - ⇒ **la structure**

 - ⇒ **l'étanchéité de l'ouvrage**

 - ⇒ **la sécurité des personnes**



Source : YY Architecture (Projet Tivoli)



AGRICULTURE URBAINE EN TOIT-TERRASSE

- ▶ Défis techniques
- ▶ **Cas de Tivoli Green City**

SPÉCIFICITÉS TECHNIQUES LIÉES A L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ La toiture extensive
- ▶ La toiture intensive
- ▶ La toiture potagère
- ▶ Autres exemples
- ▶ En rénovation?

POINTS D'ATTENTIONS

- ▶ L'étanchéité
- ▶ Ouvrages et raccord

AGRICULTURE URBAINE ET...

- ▶ Panneaux solaires
- ▶ Toitures en bois
- ▶ Récupération des eaux de pluie





Tivoli Green City à 1020 Bruxelles

- ▶ Quartier durable exemplaire dans la zone du canal (Laeken)
 - ▶ Concours remporté en 2014 en Bouwteam: architectes (ADRIANA) + client privé/public (PARBAM/citydev.brussels) + constructeurs (BAM, CFE et Jacques Delens)
 - ▶ 397 logements (zéro énergie et passifs), 2 crèches, commerces et services
- **Quartier durable exemplaire tant sur le plan des techniques de construction et des économies d'énergie que de la participation citoyenne**



Implémentation d'une agriculture urbaine

- 2 potagers collectifs par lot sur les toitures
- 2.000 m² de façades végétalisés
- toitures vertes sur chaque toit
- une serre collective de 85m² en toiture au lot 2



Détermination des besoins en toiture

► Les demandes du client:

⇒ **toitures végétalisées inaccessibles: extensives et techniques (panneaux PV)**

⇒ **toitures végétalisées accessibles: intensives avec potagers collectifs**

⇒ **toiture avec serre**



Source : YY Architecture (Projet Tivoli)



Particularités (1) à Tivoli Green City

- ▶ Aucune pente en toiture

« En règle générale, une pente d'au moins 2 % (1°) doit être réalisée, soit en donnant une inclinaison au support, soit en coulant un béton de pente sur le support, soit encore en utilisant des panneaux ou un système d'isolation à pente intégrée. » CSTC NIT 229: Les toitures vertes



→ Après débat, sur le projet Tivoli il a été décidé de ne pas créer de pentes d'écoulement sur les toitures plates.

→ Afin de minimiser d'éventuels problèmes futurs liés à ce choix, nous avons du:

- poser une évacuation d'eau en 2 strates
- créer des zones de toiture de maximum 100 m²
- placer systématiquement des trop pleins visibles (2 par 100 m²) = dispositifs de secours



→ Retour d'expérience ?

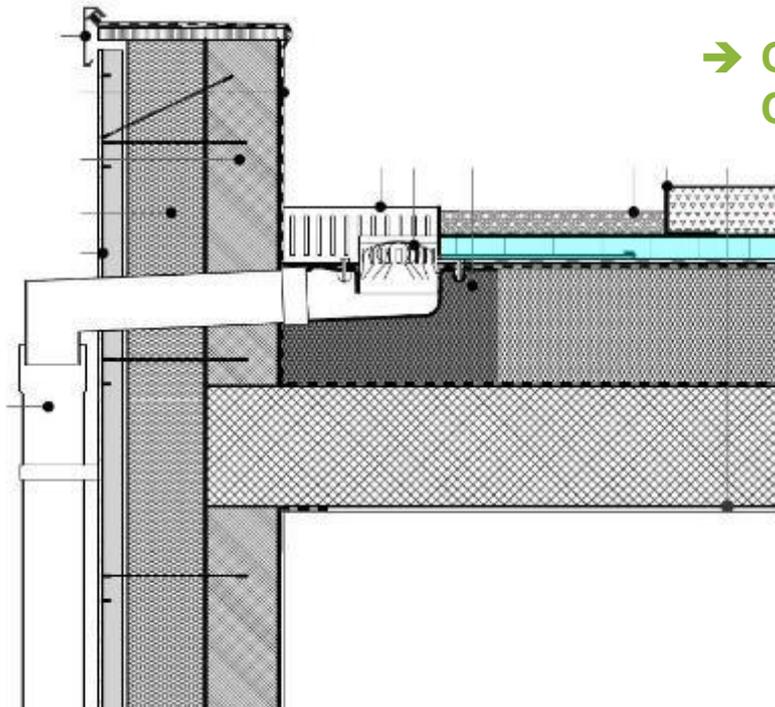


Particularités (2) à Tivoli Green City

- ▶ Installation d'un dispositif de retenue des eaux pluviales visant à compenser l'imperméabilisation due au projet (exigence Bruxelles Environnement)

→ **Création de toitures stockantes :**
Capacité 70 m³ net (par LOT)

→ **Création d'un wadi en intérieur d'ilot.**
Capacité 30 m³ net (par LOT)



Source : Nidarroof ©



AGRICULTURE URBAINE EN TOIT-TERRASSE

- ▶ Défis techniques
- ▶ Cas de Tivoli Green City

SPÉCIFICITÉS TECHNIQUES LIÉES A L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE

▶ **Introduction**

- ▶ La toiture extensive
- ▶ La toiture intensive
- ▶ La toiture potagère
- ▶ Autres exemples
- ▶ En rénovation?

POINTS D'ATTENTIONS

- ▶ L'étanchéité
- ▶ Ouvrages et raccord

AGRICULTURE URBAINE ET...

- ▶ Panneaux solaires
- ▶ Toitures en bois
- ▶ Récupération des eaux de pluie



L'agriculture urbaine sur les toitures peut prendre place sous des formes diverses, auxquelles sont associées:

→ des points d'attention pour le concepteur

- Type d'étanchéité, détails de raccords et de mise en œuvre de celle-ci
- Sécurité des personnes et du bâtiment
- Gestion de l'eau
- Anticipation d'ouvrages et techniques annexes liées à la technique d'agriculture (accès, éclairage, stockage, ...)

→ des charges

- Charges fixes
 - ⇒ **par ex. terres, l'eau, pentes, l'isolant, etc**
- Charges variables
 - ⇒ **par ex. vents, neige, entretien, etc**

Ces facteurs diffèrent selon la technique utilisée, et doivent être anticipées.



AGRICULTURE URBAINE EN TOIT-TERRASSE

- ▶ Défis techniques
- ▶ Cas de Tivoli Green City

SPÉCIFICITÉS TECHNIQUES LIÉES A L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ **La toiture extensive**
- ▶ La toiture intensive
- ▶ La toiture potagère
- ▶ Autres exemples
- ▶ En rénovation?

POINTS D'ATTENTIONS

- ▶ L'étanchéité
- ▶ Ouvrages et raccord

AGRICULTURE URBAINE ET...

- ▶ Panneaux solaires
- ▶ Toitures en bois
- ▶ Récupération des eaux de pluie

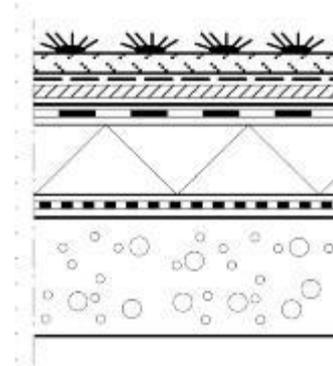


Points d'attentions concernant les TOITURES EXTENSIVES:

- ▶ Forme de toit: \Rightarrow plat ou incliné (2% à 70% = 35°) moyennant adaptations
- ▶ Élément porteur \Rightarrow Béton, béton cellulaire, tôles d'acier nervurées ou bois
- ▶ Couche de substrat mince \Rightarrow 5 à 10 cm
- ▶ Végétaux \Rightarrow mousses, sédums, herbacées
- ▶ Enracinement \Rightarrow superficiel
- ▶ Entretien \Rightarrow restreint: idem que toiture plate classique (sont non praticables, leur végétation ne supportant pas la piétinement)
- ▶ Peut comprendre une zone technique



Source : YY Architecture (Projet Tivoli)



Source : CTSC NIT 229

- ▶ végétaux
- ▶ substrat pour accueillir des végétaux
- ▶ couche filtrante
- ▶ couche drainante et rétention des eaux de précipitation
- ▶ protection mécanique de la membrane d'étanchéité (conseillé)
- ▶ membrane d'étanchéité anti-racines
- ▶ isolation / pare-vapeur
- ▶ structure portante de la toiture



Toiture EXTENSIVE ET TECHNIQUE: CHARGES

- ▶ Charges à répartir sur la structure portante:
 - Charges fixes
 - Charges variables

Toiture extensive:	Charges fixes (kg/m ²)
Eau stockée (5cm)	50
Substrat (6cm)	80
Panneaux PV	93
Étanchéité	3
Isolant (PIR 24cm)	7
Faux-plafond	7,5
Réserve	4,5
SOUS-TOTAL	≈ 250

Toiture extensive:	Charges variables (kg/m ²)
Vent	-
Neige	-
Entretien	-
SOUS-TOTAL	≈ 100

→ On retient 350 kg/m² pour notre toiture extensive et technique

Source : Establis (Projet Tivoli)



Toiture EXTENSIVE : COÛTS

- ▶ Structure : 35 €/m²
 - L'étude structurelle n'est pas différente d'une toiture plate classique, on conserve les mêmes données de charge
- ▶ Substrat : 50 €/m²
- ▶ Nidaroo (système de rétention d'eau) : 50 €/m²

Il faut donc compter un supplément au m² de l'ordre de 110 € (accessoire et divers compris) pour une toiture extensive et "bassin de rétention d'eau"

Source : Establis (Projet Tivoli)



AGRICULTURE URBAINE EN TOIT-TERRASSE

- ▶ Défis techniques
- ▶ Cas de Tivoli Green City

SPÉCIFICITÉS TECHNIQUES LIÉES A L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ La toiture extensive
- ▶ **La toiture intensive**
- ▶ La toiture potagère
- ▶ Autres exemples
- ▶ En rénovation?

POINTS D'ATTENTIONS

- ▶ L'étanchéité
- ▶ Ouvrages et raccord

AGRICULTURE URBAINE ET...

- ▶ Panneaux solaires
- ▶ Toitures en bois
- ▶ Récupération des eaux de pluie

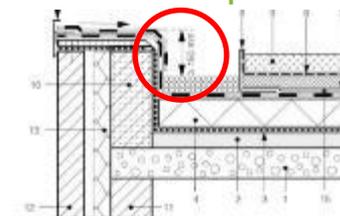
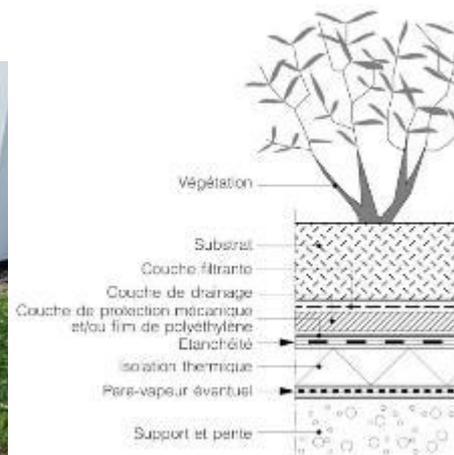


Points d'attentions concernant les TOITURES INTENSIVE :

- ▶ Forme de toit \Rightarrow plat (2% à 10%)
- ▶ Élément porteur \Rightarrow doit être dimensionné en tenant compte des surcharges
- ▶ Couche de substrat importante \Rightarrow 10 à 30 cm \Rightarrow anticiper la hauteur des relevés et excroissances, anticiper la résistance à la compression du matériau isolant, contrôle aisé des avaloirs
- ▶ Végétaux \Rightarrow arbustes, plantes basses et gazon
- ▶ Enracinement \Rightarrow profond \Rightarrow anticiper une étanchéité anti-racine, ancrages des végétaux? Protection mécanique de la membrane
- ▶ Entretien \Rightarrow fréquent \Rightarrow anticiper l'accessibilité, la sécurité, l'apport d'eau, l'éclairage, le local technique...
- ▶ Engendre des surcharges sur la structure du bâtiment \Rightarrow anticiper les charges associées



Source : XY Architecture (Projet Tivoli)



Source : CSTC NIT 229 Toitures vertes



Toiture INTENSIVE: CHARGES

- ▶ Charges à répartir sur la structure portante:
 - Charges fixes
 - Charges variables

Toiture intensive:	Charges fixes (kg/m ²)
Eau stockée (5cm)	50
Substrat (30cm)	500
Étanchéité	3
Isolant (PIR 24cm)	7
Faux-plafond	7,5
Réserve	4,5
SOUS-TOTAL	≈ 600

Source : Establis (Projet Tivoli)

Toiture intensive:	Charges variables (kg/m ²)
Vent	-
Neige	-
Entretien	-
SOUS-TOTAL	≈ 100

→ On retient **700 kg/m²** pour notre toiture intensive



Toiture INTENSIVE : COÛTS

- ▶ Structure renforcée : 35 à 42 €/m²
 - On augmente la charge de 250 à 600 kg/m², ce qui implique que la dalle sera, en général, idem à celles des autres étages: +20%
- ▶ Chemins : 40 €/m²
- ▶ Végétal : 110 €/m²
- ▶ Certains aménagements doivent être considérés :
 - Rehausse garde corps : 150 €/m² (15 cm à 120 cm)
 - Volée d'escalier 5.000 € (voir ascenseur dans certains cas)
 - Portails, cabanon, arrivée d'eau : difficile de chiffrer ces poste mais prévoir une enveloppe de 5.000€

Source : Establis (Projet Tivoli)



AGRICULTURE URBAINE EN TOIT-TERRASSE

- ▶ Défis techniques
- ▶ Cas de Tivoli Green City

SPÉCIFICITÉS TECHNIQUES LIÉES A L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ La toiture extensive
- ▶ La toiture intensive
- ▶ **La toiture potagère**
- ▶ Autres exemples
- ▶ En rénovation?

POINTS D'ATTENTIONS

- ▶ L'étanchéité
- ▶ Ouvrages et raccord

AGRICULTURE URBAINE ET...

- ▶ Panneaux solaires
- ▶ Toitures en bois
- ▶ Récupération des eaux de pluie

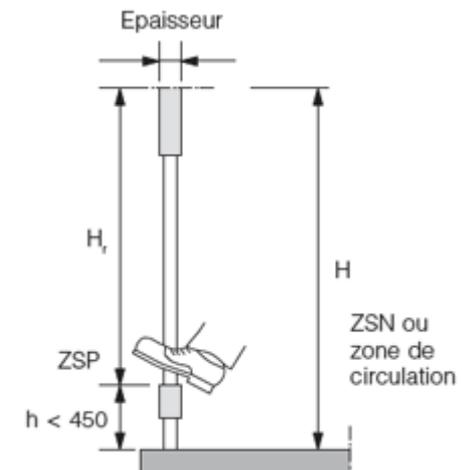


POINTS D'ATTENTION

- ▶ A Tivoli: espaces ouverts sur lesquels on retrouve des bacs posés sur des dalles béton sur plot
- ▶ Mode de culture hors sol \Rightarrow non solidaire du support
- ▶ Charges ponctuelles importantes \Rightarrow anticiper les charges associées
- ▶ Vérifier la classe de résistance des dalles sur plots et de l'isolant
- ▶ Implantation \Rightarrow veiller au bon emplacement des bacs (hauteur, distance p/r aux garde-corps, ne pas gêner l'écoulement de l'eau ni entraver la vérification des systèmes d'évacuation...)
- ▶ Entretien \Rightarrow idem toiture extensive \Rightarrow anticiper l'accessibilité et son entretien, la sécurité, l'apport d'eau, l'éclairage, le local technique...



Tivoli: Bacs potagers en plastique recyclé 120x120x44cm



Source: NBN B 03-004
'Garde-corps de bâtiments'



LA TOITURE POTAGÈRE

CHARGES

▶ Bacs:

- Dimensions: 120 x 120 x 44 cm
- Substrat 45 cm (x 1,25 T) = 565 kg
- Bac en plastique recyclé = 40 kg

→ On retient 600 kg par bac

→ À Tivoli, il est possible d'avoir une charge ponctuelle allant jusqu'à 800 kg. Soit un poids moyen de 350/400 kg/m² si on considère la densité de bac sur les toitures (1/4, 5 m²)



Tivoli: Bacs potagers en toiture



CHARGES

- ▶ Charges à répartir sur la structure portante:
 - Charges fixes
 - Charges variables

Toiture terrasse potagère:	Charges fixes (kg/m ²)
Eau stockée (5cm)	50
Dalles béton 50 x 50 x 6 cm	150
Potagers en bacs*	150
Isolant (PIR 24cm)	7
Faux-plafond	7,5
Réserve	4,5
SOUS-TOTAL	≈ 370 ??

* Poids cumulé des bacs répartis sur la surface de la toiture

Source : Establis (Projet Tivoli)

Toiture terrasse potagère:	Charges variables (kg/m ²)
Vent	-
Neige	-
Entretien	-
Personnes, tables, chaises et autre mobilier	-
SOUS-TOTAL	≈ 200

→ On retient **600 kg/m²** pour notre toiture intensive



Toiture POTAGERE : COÛTS

- ▶ Structure renforcée : 35 à 42 €/m²
 - On augmente la charge de 250 à 600 kg/m², ce qui implique que la dalle sera, en général, idem à celles des autres étages: +20% par rapport à une dalle de toiture classique
- ▶ Plots : 20 €/m²
- ▶ Bacs de résine : 50 €/p
 - 120X120X80 cm
- ▶ Certains aménagements doivent être considérés
 - Rehausse garde corps : 150 €/m² (15cm à 120cm)
 - Volée d'escalier 5.000 € (voir ascenseur dans certains cas)
 - Portails, cabanon, arrivée d'eau : difficile de chiffrer ces poste mais prévoir une enveloppe de 5.000 €

Source : Establis (Projet Tivoli)



CHARGES

- Toutes considérations prises, on peut estimer que l'épaisseur de la dalle de toiture est la même que celle des étages type
- De plus on considère que la déformation verticale (déflexion) est moindre sur une toiture plate (pas de charge ponctuelle type mur)



AGRICULTURE URBAINE EN TOIT-TERRASSE

- ▶ Défis techniques
- ▶ Cas de Tivoli Green City

SPÉCIFICITÉS TECHNIQUES LIÉES A L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ La toiture extensive
- ▶ La toiture intensive
- ▶ La toiture potagère
- ▶ **Autres exemples**
- ▶ En rénovation?

POINTS D'ATTENTIONS

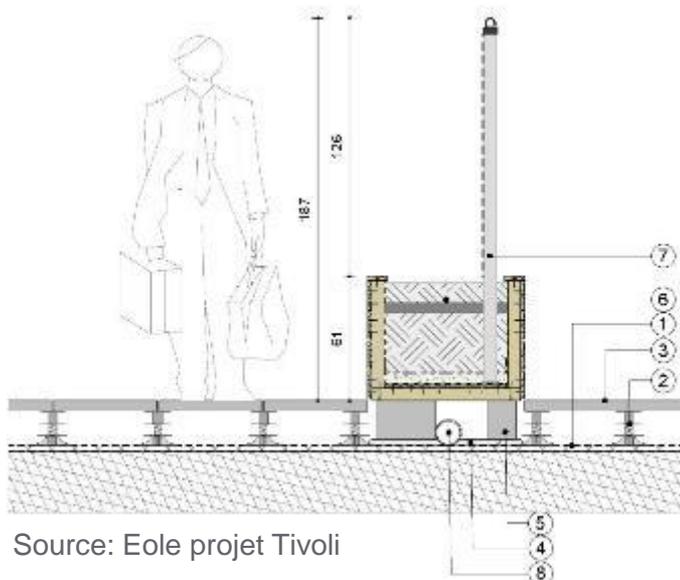
- ▶ L'étanchéité
- ▶ Ouvrages et raccord

AGRICULTURE URBAINE ET...

- ▶ Panneaux solaires
- ▶ Toitures en bois
- ▶ Récupération des eaux de pluie



- ① Etanchéité sur dalle de couverture du parking (hors marché paysage - dossier ARCH)
- ② Plot réglable en PEHD
- ③ Dalle de terrasse en béton 50x50x6cm, finition cfr. cahier des charges
- ④ Couche de réglage au sable stabilisé
- ⑤ Bloc de béton lourd 29x19x14 cm
- ⑥ Jardinière sur mesure en bois dur, selon détail technique
- ⑦ Clôture type Heras Orses, H120cm, lisse supérieure, couleur galva, sur platine
- ⑧ Tuyau PVC DN 125, raccordé à la DEP
- ⑨ Plot de réglage au sable stabilisé
- ⑩ Clôture type Heras Orses, H120cm, lisse supérieure, couleur galva
- ⑪ Platine en acier galvanisé, pour fixation de la clôture sur 'L' béton
- ⑫ Barbacane: tube rond en acier galvanisé 2", longueur 30cm
- ⑬ Bordure 'L' béton H60cm (ped de 50cm)
- ⑭ Cornière en acier galvanisé 10/10cm pour soutien de la dalle de terrasse, à fixer dans 'L' béton
- ⑮ Fondation au sable stabilisé
- ⑯ Drain PVC enrobé de fibres coco, DN80

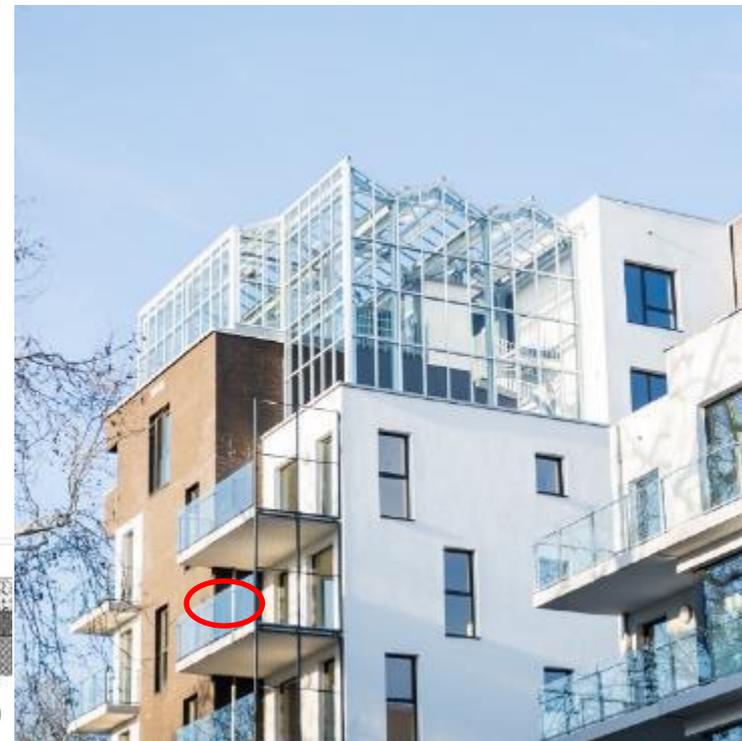
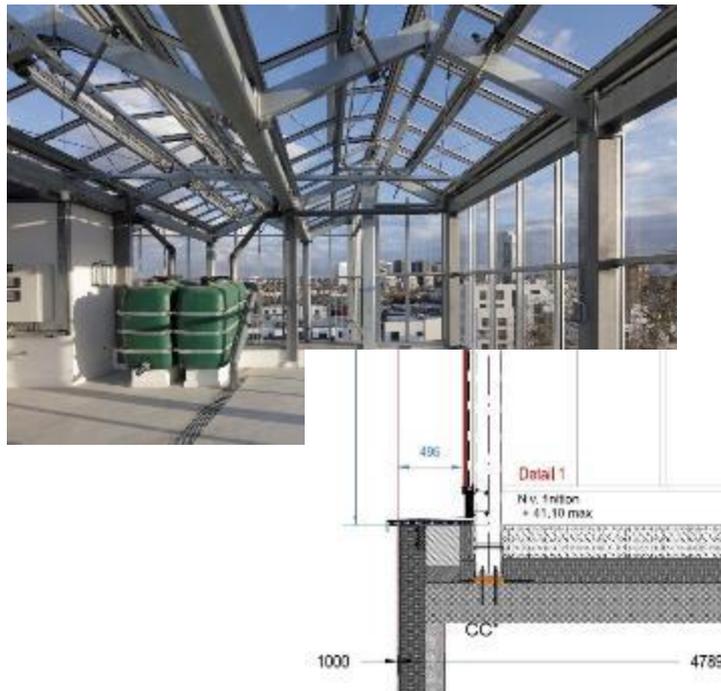


Source: Eole projet Tivoli



Toiture munie d'une serre

- ▶ Utilisée pour cultiver certaines espèces nécessitant plus de chaleur, pour allonger la période de croissance des végétaux
- ▶ Question de la portance en fonction des matériaux de construction de la serre
- ▶ Anticiper les ponts thermiques et les éviter
- ▶ Coût moyen d'une serre classique
- ▶ Surcoût réduit lié au renforcement au vent et à l'étanchéité (raccord entre la serre et la dalle de toiture)



AGRICULTURE URBAINE EN TOIT-TERRASSE

- ▶ Défis techniques
- ▶ Cas de Tivoli Green City

SPÉCIFICITÉS TECHNIQUES LIÉES A L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ La toiture extensive
- ▶ La toiture intensive
- ▶ La toiture potagère
- ▶ Autres exemples
- ▶ **En rénovation?**

POINTS D'ATTENTIONS

- ▶ L'étanchéité
- ▶ Ouvrages et raccord

AGRICULTURE URBAINE ET...

- ▶ Panneaux solaires
- ▶ Toitures en bois
- ▶ Récupération des eaux de pluie



Agriculture urbaine en toiture sur un BÂTIMENT EXISTANT

- ▶ Il convient de réaliser une étude préalable pour évaluer la faisabilité d'un tel projet, notamment :
 - bureau d'études pour l'étude et la définition des charges « disponibles »
 - professionnel de l'étanchéité de toiture pour l'évaluation du complexe d'isolation-étanchéité en place

Les aspects à considérer:

- La structure portante est-elle à même de reprendre cette nouvelle charge ?
- L'étanchéité est-elle d'une qualité satisfaisante ?
- La pente de la toiture est-elle adéquate ?
- L'isolant est-il suffisamment résistant aux sollicitations mécaniques ?
- Moyens d'accès
- Sécurité des personnes



AGRICULTURE URBAINE EN TOIT-TERRASSE

- ▶ Défis techniques
- ▶ Cas de Tivoli Green City

SPÉCIFICITÉS TECHNIQUES LIÉES A L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ La toiture extensive
- ▶ La toiture intensive
- ▶ La toiture potagère
- ▶ Autres exemples
- ▶ En rénovation?

POINTS D'ATTENTIONS

- ▶ **L'étanchéité**
- ▶ Ouvrages et raccord

AGRICULTURE URBAINE ET...

- ▶ Panneaux solaires
- ▶ Toitures en bois
- ▶ Récupération des eaux de pluie

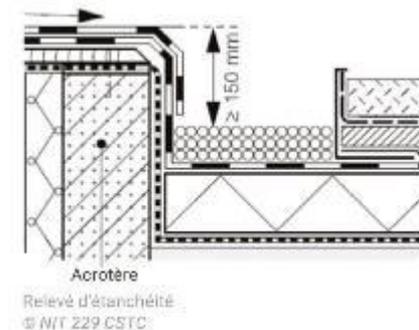


L'ÉTANCHÉITÉ DES TOITURES VEGETALISEES:

- ▶ Le revêtement d'étanchéité doit:
 - Être résistant à la pénétration des racines
 - Présenter une classe de réaction au feu BROOF(t1) (NBN EN 13501-5).
 - Etre visé par un ATG pour un emploi en toiture terrasse-jardin
 - Etre muni d'une couche de protection mécanique afin d'éviter le poinçonnement (y compris sur les relevés)
 - Résistant à l'usage de pesticides / engrais
 - Le relevé d'étanchéité se trouve 150 mm minimum par rapport à la partie supérieure du complexe végétalisé



Par rapport à une toiture plate courante, la toiture verte se distingue par une moindre accessibilité de l'étanchéité. La recherche d'une fuite éventuelle s'avérera d'autant plus difficile, longue et coûteuse que le système de toiture verte est épais. Le plus grand soin doit donc être apporté à la réalisation de l'étanchéité et à la jonction des lés, points de passage préférentiels pour les racines en cas de défaut. (CSTC, NIT 229)



L'ÉTANCHÉITÉ DES TOITURES VEGETALISEES: PRECAUTIONS DE MISE EN OEUVRE

Selon les circonstances, les mesures suivantes peuvent être utiles, voire nécessaires :

- ▶ interdire tout accès à l'ouvrage jusqu'à la réalisation de la toiture verte (mesure souvent peu réaliste)
- ▶ réaliser une mise sous eau de l'étanchéité entre la pose de cette dernière et la mise en place de la toiture verte
- ▶ faire placer la toiture verte ou, du moins, la première couche de celle-ci par le poseur de l'étanchéité
- ▶ prévoir une couche de protection mécanique* afin d'éviter des dégâts qui pourraient être causés par :
 - La circulation sur la toiture, le dépôt de matériaux et de produits, et les chocs éventuels des outils durant la réalisation du chantier et l'entretien (particulièrement dans le cas d'un usage de loisir, exploitation par des acteurs non-professionnels)
 - Les racines des végétaux, notamment des ligneux.

*par ex. panneaux en caoutchouc recyclé, feuilles de PVC/PE/PP, béton maigre, plaques en fibre-ciment...



AGRICULTURE URBAINE EN TOIT-TERRASSE

- ▶ Défis techniques
- ▶ Cas de Tivoli Green City

SPÉCIFICITÉS TECHNIQUES LIÉES A L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ La toiture extensive
- ▶ La toiture intensive
- ▶ La toiture potagère
- ▶ Autres exemples
- ▶ En rénovation?

POINTS D'ATTENTIONS

- ▶ L'étanchéité
- ▶ **Ouvrages et raccord**

AGRICULTURE URBAINE ET...

- ▶ Panneaux solaires
- ▶ Toitures en bois
- ▶ Récupération des eaux de pluie

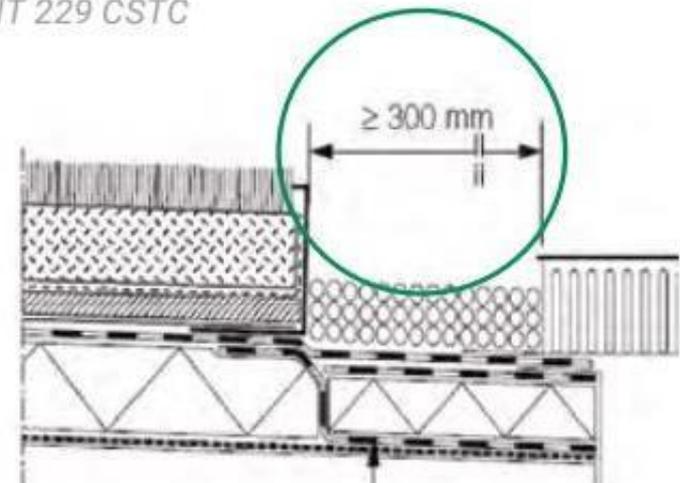


Ouvrages de raccord et particularités:

- ▶ Les avaloirs doivent impérativement demeurer accessibles. Des trop-pleins et des crapaudines doivent être prévus.
- ▶ Pour permettre la circulation, l'entretien, l'inspection et le compartimentage nécessaire à la lutte contre la propagation du feu, il est nécessaire de prévoir des zones sans végétation d'une largeur de 300 mm à 1 m le long des chéneaux, gouttières, avaloirs, relevés, rives, joints de dilatation, socles, pénétrations....



© NIT 229 CSTC



© NIT 229 CSTC



AGRICULTURE URBAINE EN TOIT-TERRASSE

- ▶ Défis techniques
- ▶ Cas de Tivoli Green City

SPÉCIFICITÉS TECHNIQUES LIÉES A L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ La toiture extensive
- ▶ La toiture intensive
- ▶ La toiture potagère
- ▶ Autres exemples
- ▶ En rénovation?

POINTS D'ATTENTIONS

- ▶ L'étanchéité
- ▶ Ouvrages et raccord

AGRICULTURE URBAINE ET...

- ▶ **Panneaux solaires**
- ▶ Toitures en bois
- ▶ Récupération des eaux de pluie



Compatibilité entre les toitures végétalisées et les panneaux solaires ?

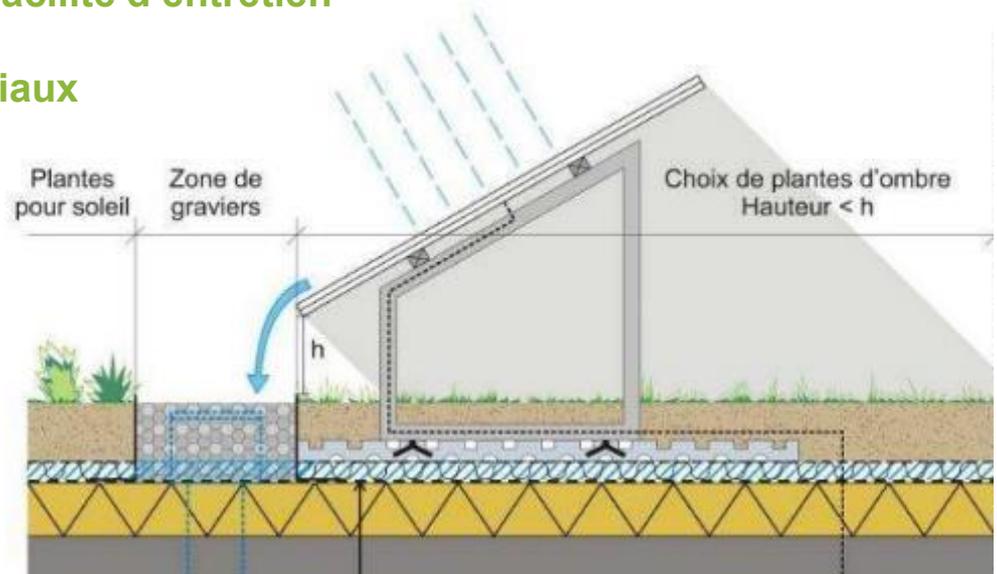
- ▶ La compatibilité entre toitures vertes et installation de panneaux solaires a fait l'objet d'un rapport rédigé par Bruxelles Environnement* dont voici un résumé:
 - L'installation de panneaux solaires (photovoltaïques ou thermiques) sur une toiture verte est possible ☑
 - Certains avantages peuvent même être retirés de cette combinaison :
 - ⇒ **intégration du lestage des panneaux solaires avec le complexe de toiture verte**
 - ⇒ **amélioration du rendement des panneaux solaires (photovoltaïques) grâce au rafraîchissement**
 - ⇒ **protection physique des membranes d'étanchéité et des circuits solaires (UV, IR, grêle, oiseaux...)**

* Bruxelles Environnement – IBGE (2010), Rapport technique – Bâtiments exemplaires, Fiche 4.2 : La compatibilité entre les panneaux solaires et la conception des toitures vertes, Bruxelles.



PANNEAUX SOLAIRES

- Mais afin d'assurer la pérennité des installations, il y a lieu de s'assurer de l'intégration au moment de la conception de certains principes :
 - ⇒ réaliser une implantation différenciée des plantes en fonction de la variation d'exposition (plantes adaptées à un ombrage quasi permanent sous les panneaux) et en fonction de la proximité des panneaux solaires (éviter que les plantes ne créent un ombrage sur les panneaux)
 - ⇒ Assurer une bonne évacuation des eaux pluviales, notamment à proximité des panneaux solaires : protection des avaloirs, gestion du ruissellement, garantir la facilité d'entretien des panneaux solaires, s'assurer du choix des matériaux (risques de corrosion, protection des conduits,...), etc.
 - ⇒ Vérifier les surcharges admissibles en toiture



Source: MATRIciel



AGRICULTURE URBAINE EN TOIT-TERRASSE

- ▶ Défis techniques
- ▶ Cas de Tivoli Green City

SPÉCIFICITÉS TECHNIQUES LIÉES A L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ La toiture extensive
- ▶ La toiture intensive
- ▶ La toiture potagère
- ▶ Autres exemples
- ▶ En rénovation?

POINTS D'ATTENTIONS

- ▶ L'étanchéité
- ▶ Ouvrages et raccord

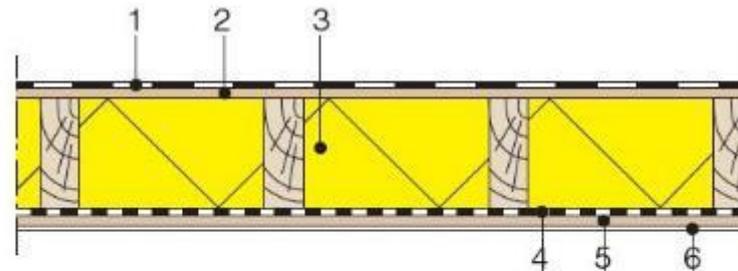
AGRICULTURE URBAINE ET...

- ▶ Panneaux solaires
- ▶ **Toitures en bois**
- ▶ Récupération des eaux de pluie



Compatibilité entre les toitures végétalisées et une toiture en bois ?

- ▶ La toiture verte est déconseillée sur une toiture compacte (cfr *Les dossiers du CSTC 2012/2.6*)
 - Risque important de condensation interne
 - L'humidité de construction est emprisonnée dans le complexe
- ⇒ **il faut limiter le taux d'humidité dans la toiture et donc favoriser le séchage du complexe toiture (par ex. utiliser le soleil afin de réchauffer l'étanchéité de toiture)**

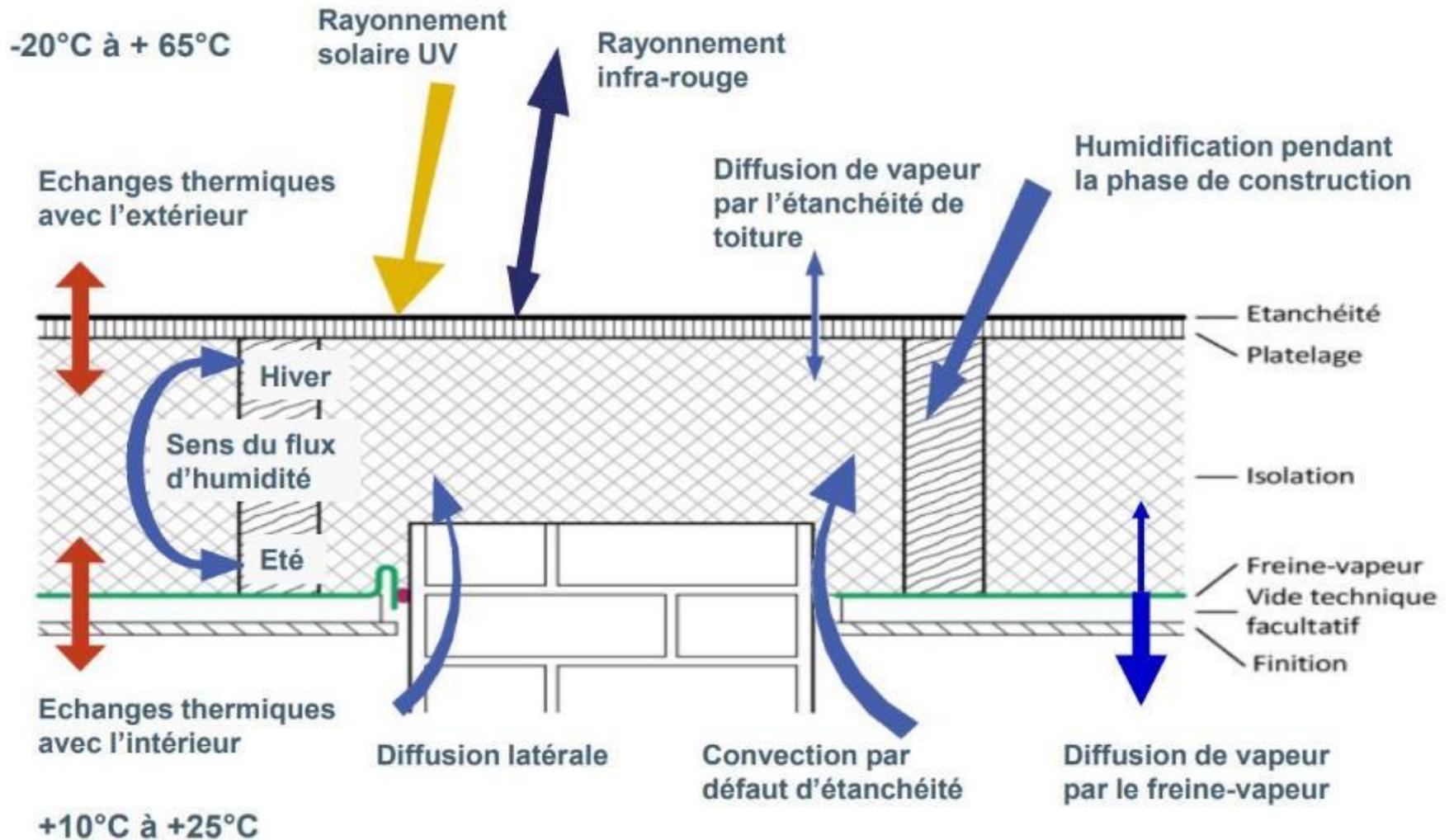


1	Etanchéité	chêité à l'air et
2	Panneau de toiture	pare-vapeur
3	Isolation	5 Lattage
4	Barrière d'étan-	6 Finition intérieure

Fig 4 Structure d'une toiture compacte.



Favoriser le séchage du complexe toiture



AGRICULTURE URBAINE EN TOIT-TERRASSE

- ▶ Défis techniques
- ▶ Cas de Tivoli Green City

SPÉCIFICITÉS TECHNIQUES LIÉES A L'AGRICULTURE URBAINE EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ La toiture extensive
- ▶ La toiture intensive
- ▶ La toiture potagère
- ▶ Autres exemples
- ▶ En rénovation?

POINTS D'ATTENTIONS

- ▶ L'étanchéité
- ▶ Ouvrages et raccord

AGRICULTURE URBAINE ET...

- ▶ Panneaux solaires
- ▶ Toitures en bois
- ▶ **Récupération des eaux de pluie**



Compatibilité entre les toitures végétalisées et la récupération des eaux de pluie ?

L'eau de pluie doit être gérée de façon optimale, et ce, tant sur le domaine public que privé.

- ▶ Suite à l'absorption par les différentes couches et à l'évaporation, la quantité d'eau récupérée sera considérablement réduite. Cette diminution varie en fonction du type de toitures verte et de l'épaisseur des couches.
- ▶ Aussi, elle sera chargée d'acides organiques et prendra une couleur jaune-brun.
- ▶ Toute utilisation d'eau récoltée depuis une toiture verte nécessitera un traitement approprié. Un filtre au charbon actif peut résoudre ce problème.

⇒ **Ce problème de coloration est néanmoins relativement facile à résoudre grâce à la mise en place d'un filtre à charbon actif dans la conduite de distribution.**

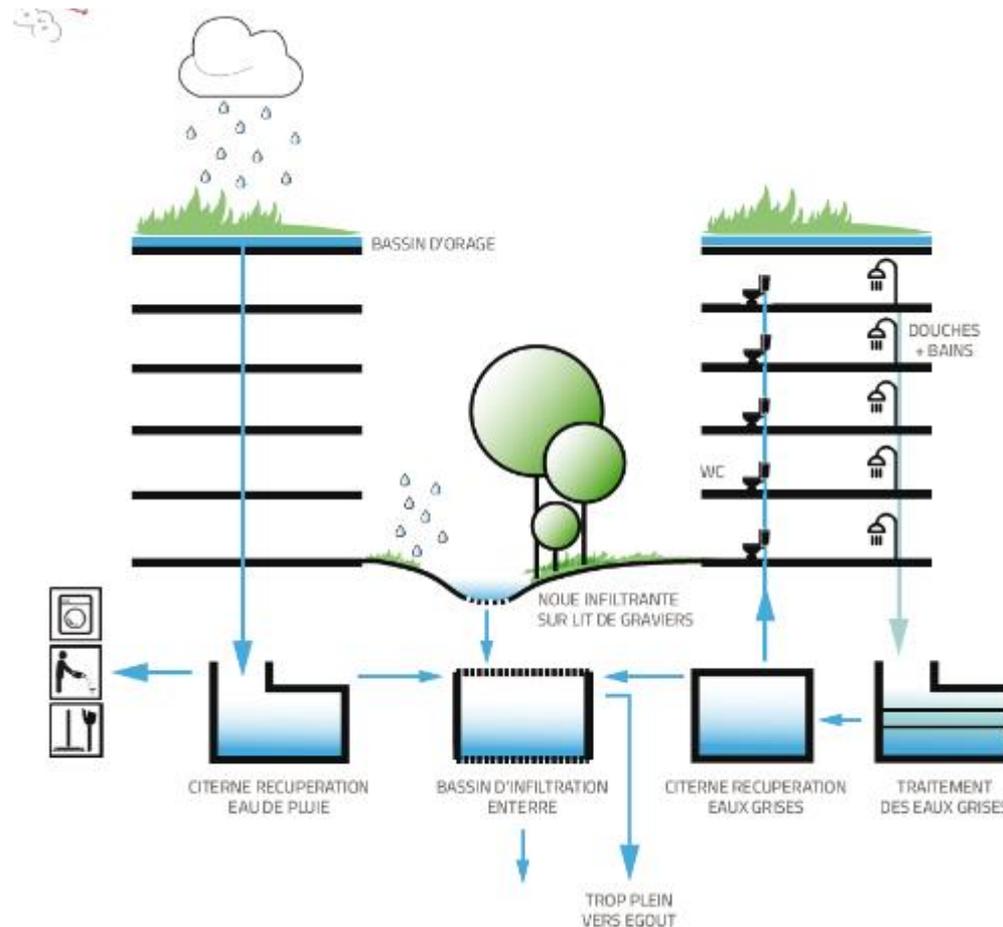


Source: CSTC-Contact n° 41 (1-2014)



A Tivoli:

- Création d'une charte d'utilisation pour ne pas polluer d'eau récupérée (produits chimiques oxydables, engrais utilisés pour la croissance des plantes)



Source: Boydens (projet Tivoli)





- ▶ Afin de garantir:
 - l'intégrité du bâtiment
 - la sécurité des utilisateurs
 - la durabilité du projet d'agriculture urbaine

...il faut intégrer et anticiper les paramètres suivantes:

 - Apport de charges associées (sur la structure portante mais aussi sur les matériaux mis en œuvre)
 - L'accessibilité - L'éclairage – L'entretien des zones
 - L'importance du choix dans l'implantation des bacs potagers
 - L'étanchéité, ses raccords et sa mise en œuvre délicate
 - La gestion des flux
 - L'implantation panneaux solaires
 - Les particularités du projet (économies, demandes particulières, etc.)
 - Les pont-thermiques
 - Le taux d'humidité à gérer dans le complexe toiture

- ▶ Ces questions doivent être abordées dès la 1^{ère} phase de conception du bâtiment.





Info-fiches- Bâtiment durable

<http://document.environnement.brussels/>

- ▶ TER02 - Une toiture verte. Un coin de verdure dans la ville.
- ▶ NAT02 - Réaliser des toitures vertes
- ▶ Fiche 4.2 : La compatibilité entre les panneaux solaires et la conception des toitures vertes, Bruxelles.

Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ Thème développement de la nature
Dossier I [Réaliser des toitures vertes](#)



Sites internet

- ▶ Skyfarms
www.skyfarms.be
Concepteurs et installateurs de potagers urbains



Ouvrages

- ▶ CSTC, NIT 229: Les toitures vertes
- ▶ CSTC, NIT 215: La toiture plate
- ▶ CSTC, NIT 244: Les ouvrages de raccord des toitures plates
- ▶ Les Dossiers du CSTC – 3/2006 – Cahier n° 2. Toitures vertes : évacuation des eaux pluviales



Johan COUSIN

Consultant indépendant – Gestion de projet agriculture urbaine – Intégration avec bâtiments existants.

 + 32 478 94 27 45

 johancousin@gmail.com



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

