

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

AGRICULTURES URBAINES ET
BÂTIMENT DURABLE

PRINTEMPS 2022

**Typologies techniques et exemples d'installations
d'agriculture urbaine sur le bâtiment (murs, indoor, toiture)**



Haïssam JIJAKLI





- ▶ Approche de techniques d'agriculture pouvant être mises en lien direct avec le bâtiment (**murs végétaux comestibles, cultures indoor, cultures en toiture**).
- ▶ Appréhender les aspects techniques de ces différentes typologies de production, avec un focus sur les pratiques **durables**.
- ▶ Appréhender les points d'attention relatifs à la mise en place.
- ▶ Mise en évidence des aspects réglementaires liés à ces techniques.



1. Le social

- Quel public
- Espace mixte (production – récréation)
- Soins à apporter au jardin
- Dynamique sociale
 - 'Jardin témoin'
 - Charte
 - Spécialistes
 - Forum
 - Evènement

2. L'écologie

- Origine des matériaux
- Origine des substrats
- Fertilisation organique
- Récupération des eaux de pluie (voire eaux grises)
- Circuit court

3. L'économique

- Pour le promoteur
 - Élément différenciant à l'obtention du projet
 - Élément différenciant pour la vente
 - Moindre coût/moindre souci
- Pour l'acheteur
 - Autonomie alimentaire
 - Peu de coût d'entretien



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

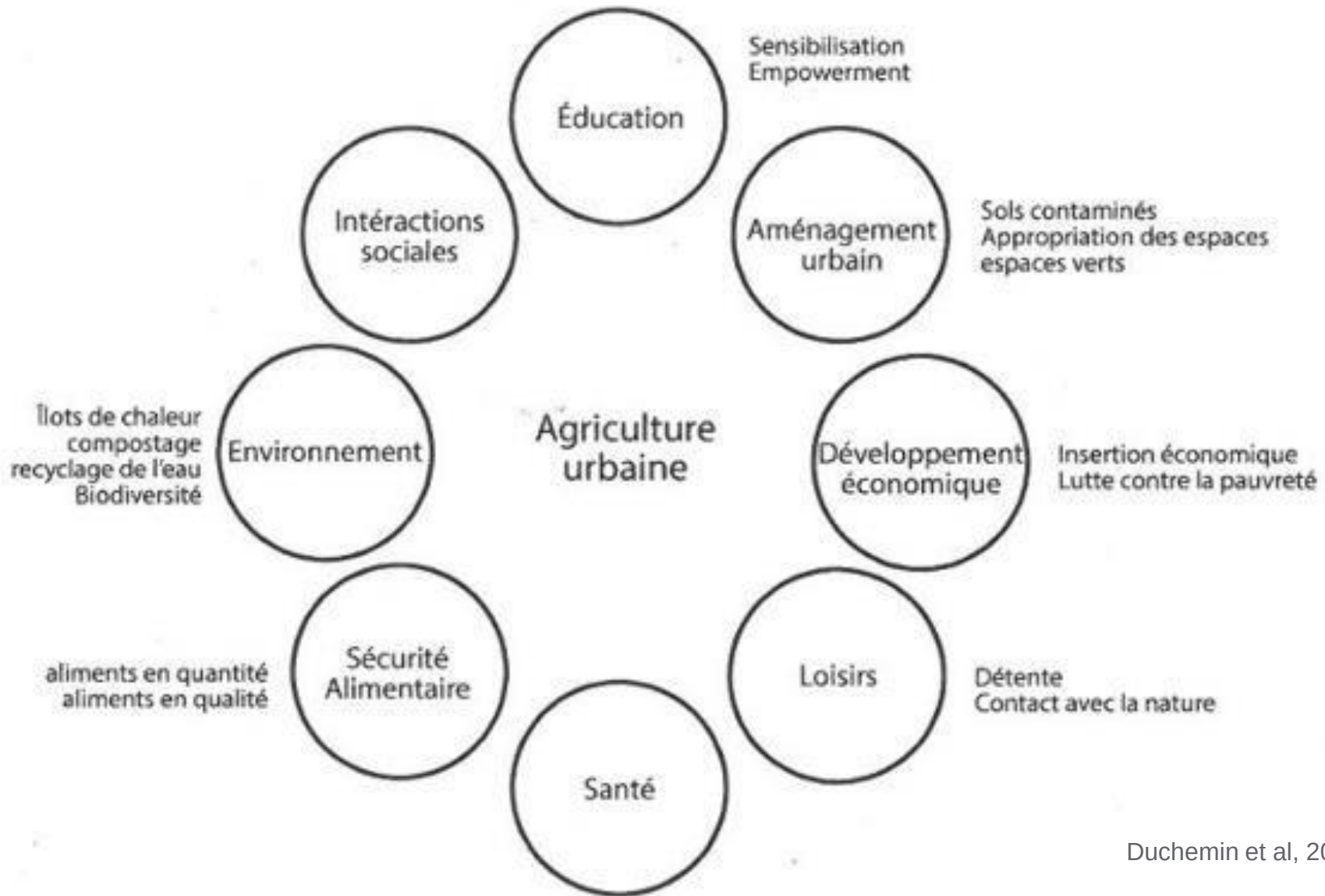
CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ Aspects techniques
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ Toitures sans substrat terreux
 - ⇒ Toitures avec serres
- ▶ Aspects réglementaires
- ▶ Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA

ELÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX



MULTIFONCTIONNALITÉ DE L'AGRICULTURE URBAINE



Duchemin et al, 2010



TECHNIQUES DE PRODUCTION

L'Urban farming, une grande diversité de techniques de production!

**Culture en pleine terre**

Production maraîchère,
vergers, agroforesterie,...

**Petit élevage**

Poules, canards, lapins,
chèvres,...

**Bacs de culture**

Production au sol, sur
toiture, sur terrasse,...

**Aquaponie**

Production de végétaux et
de poissons

**Culture sous serre**

Au sol ou sur toiture

**Culture indoor**

Champignons, chicons,
micropousses,...

Et beaucoup
d'autres...



Et une grande diversité de typologies de projets

L'objectif ?

Exploiter de manière optimale les espaces urbains en choisissant le mode de production le plus adapté aux caractéristiques du lieu.



(Guillaume Morel-Chevillet)



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ Aspects techniques
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ Toitures sans substrat terreux
 - ⇒ Toitures avec serres
- ▶ Aspects réglementaires

ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX



MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

Technique encore peu développée pour le productif, mais déjà bien connue et maîtrisée pour l'ornemental

Exemple :

Mur de Saint-Hyacinthe (Canada)

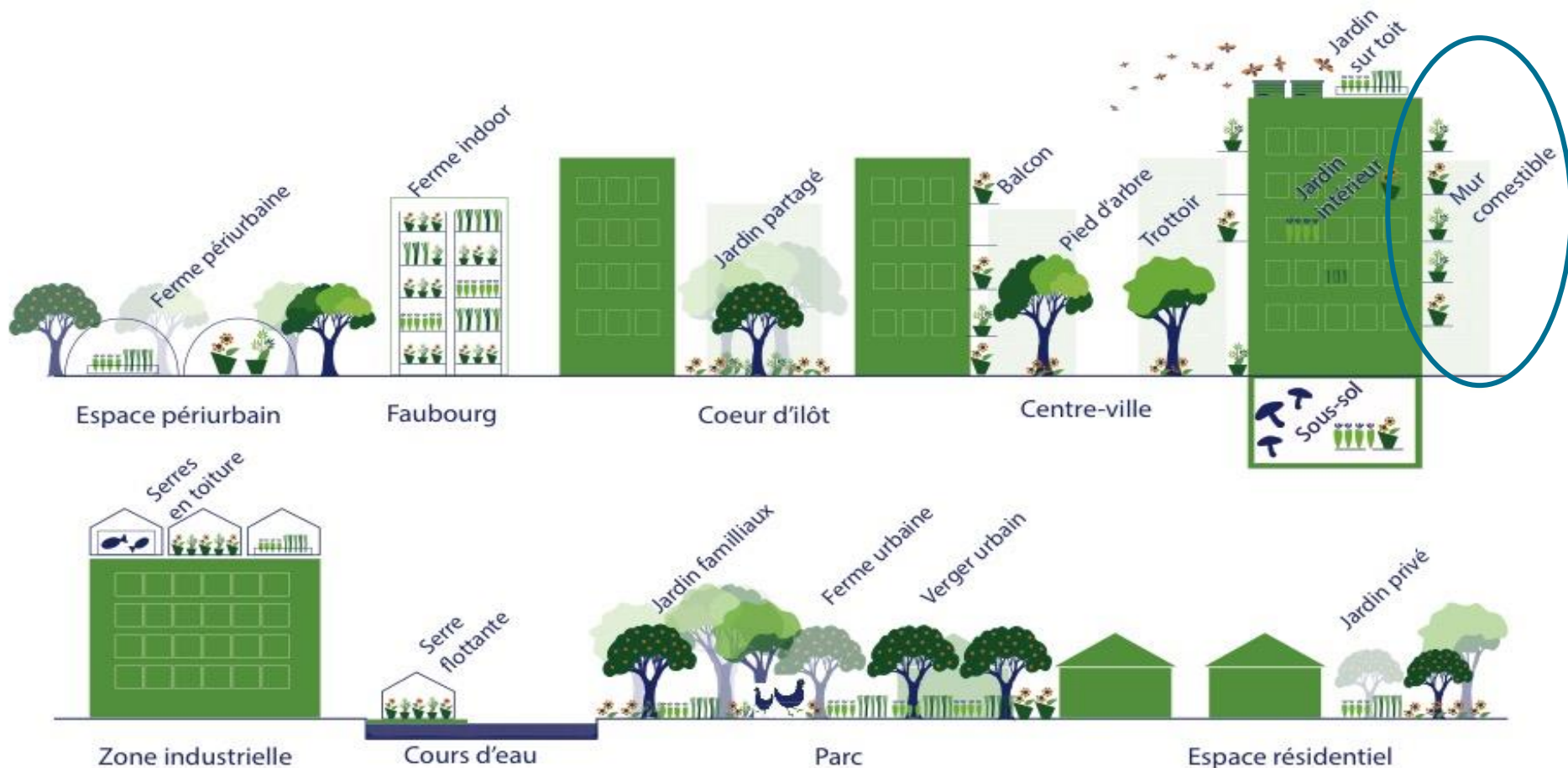
- > 4,5 m haut
- > 2,5 m large
- > Surface : 11,25 m² pour une emprise au sol de 0,74 m²
- > Espèces cultivées : fraises, tomates, origan, oseille, basilic, thym, ciboulette, piment, persil
- > Projet de recherche



Mur végétal comestible, Institut de Technologie Agroalimentaire, Saint-Hyacinthe (Canada)



MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES



(Guillaume Morel-Chevillet)



Pourquoi produire sur les murs ?

- Faible encombrement au sol
→ compensation à la raréfaction des espaces de production en ville
- Isolation du bâtiment (acoustique, thermique)
- Temporisation eaux de pluie
- Valorisation d'espaces résiduels
- Végétalisation des villes, qualité du paysage
- Contribution à la biodiversité citadine
- Contribution à la réduction des îlots de chaleur urbains (cf tout projet d'AU)
- Amélioration de la qualité de l'air



Murs végétaux comestibles, quelles difficultés?

- **Entretien du dispositif**
- **Ombrage des couches inférieures du mur par les couches supérieures**
- **Choix des variétés cultivées**
- **Poids des systèmes**
- **Récolte :**
 - Plants doivent se trouver à hauteur de bras
 - OU
 - Mise en place d'un système logistique de récolte (échelles, etc.)
- **Choix d'un système d'irrigation adapté**
- **Design végétal**



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ **Aspects techniques**
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES EN TOITURE

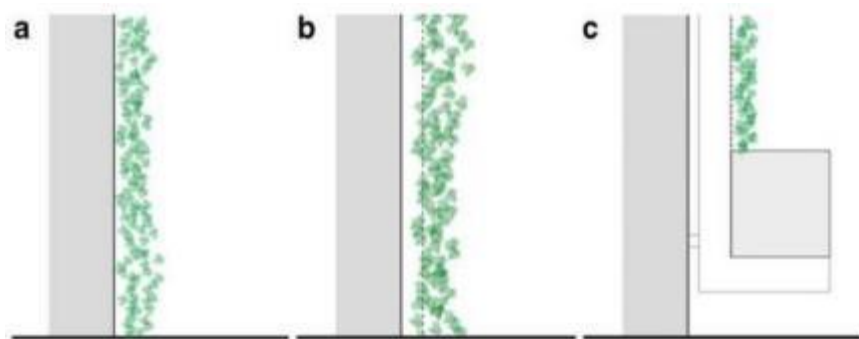
- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ Aspects techniques
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ Toitures sans substrat terreux
 - ⇒ Toitures avec serres
- ▶ Aspects réglementaires
- ▶ Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA

ELÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX

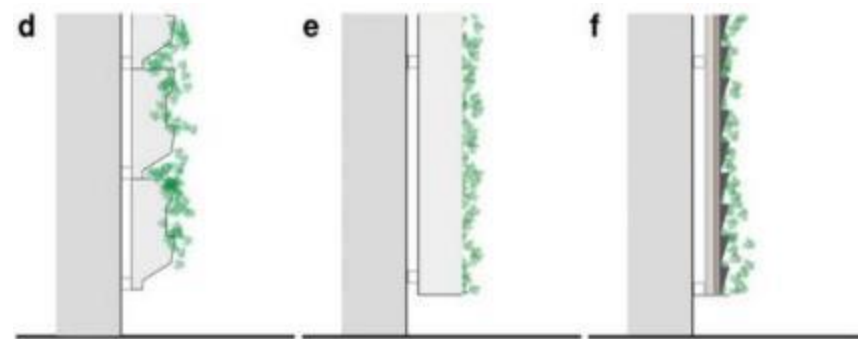


MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES – TECHNIQUES

1. Systèmes grimpants
2. Systèmes suspendus (revêtement végétal apposé ; paroi végétale séparée; mur végétal)
3. Potagers verticaux



(a) système de verdissement direct (b) système de verdissement indirect (c) système de verdissement indirect combinée avec jardinières (Source : Perini et al., 2012)



(d) Mur vivant basé sur des box de plantation (e) Mur vivant basé sur un substrat en mousse (f) Mur vivant basé sur des couches de feutre (Source : Perini et al., 2012)



Points d'attention généraux

1. **Entretien régulier du mur pour éviter propagation disproportionnée
→ prévoir un accès facile au système**
2. **Orientation du mur**
3. **Placer les variétés nécessitant une récolte fréquente / un entretien fréquent à hauteur d'homme**
4. **La lumière : il faut maîtriser les plantes afin qu'elles n'entravent pas la luminosité en se développant devant les fenêtres, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur**



Végétaux ancrés au sol et qui se développent le long d'un mur

Matériel :

- Support au végétal → treillis (métal, bois), grillage, tuteurs, câbles

Espèces/variétés adaptées :

- Arbustes fruitiers (vigne, houblon, kiwi, etc.)
- Arbres palissés (poiriers, pommiers, etc.)
- Légumes grimpants (haricots, petits pois, concombres, etc.)

Points d'attention :

- Exposition au soleil
- Apprentissage de la taille et palissage
- Entretien régulier
- Possibilité de planter des systèmes grimpants en bacs (sols pollués, sols bétonnés)



Poids :

= Poids de support et des végétaux (1 à 50 kg/m²)
+ charge liée aux précipitations
+ charge du vent

Contrainte globale en kN/m² selon la hauteur du support

Jusqu'à 8 m	0.5
Entre 8 et 20 m	0.8
Au-delà de 20 m	1.1

(Document 'Poids de la façade verte', Guide bâtiment durable)
<https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/3-poids.html?IDC=7416>

Le newton (symbole : N) est une unité de mesure de la force. 1 N équivaut à un kilogramme mètre par seconde carrée (1 kg m s⁻²).

Autrement dit, Un newton est la force capable de communiquer à une masse de 1 kilogramme une accélération de 1 m s⁻²



Besoins en eau (par cycle de culture) :

	Litres / kg produit
Haricot	150 – 200 L
Concombre	20 – 45 L

	Litres / m ²
Kiwi	~200
Pommier	500 - 700

Source : Université de Liège, Cours H. Jijakli

N.B: la consommation en eau d'une espèce varie selon la situation géographique de la production et son climat. Cette consommation varie également d'une espèce cultivée à une autre.





Système grimpant : Kiwis



Arbres palissés : Poiriers



Système végétal placé à même le mur.

- **Pas de contact entre la terre pleine et la végétation.**
- **La végétation prend racine dans des caissettes murales (+substrat) ou dans un 'sol vertical' (mélange de substrats inertes et de substrat terreux).**

Matériel :

- Système d'irrigation

- + Régulateur de pression
- + Tuyau de raccordement

Ex : système goutte-à-goutte avec micro-tubes

→ 1 lignée de microtubes au-dessus de chaque rangée de plantes

- Support aux végétaux

Ex : caissettes murales, feutre

- Substrat

Ex : mélange de chanvre, laine de mouton et terreau ; mélange de perlite, fibre de coco et terreau



Espèces/variétés adaptées :

Le choix des variétés est primordial ! Prendre en compte les spécificités de chaque variété et privilégier les caractéristiques suivantes :

- Robustesse
- Port compact nécessitant peu ou pas de taille
- Résistance aux écarts d'irrigation
- Résistance aux insectes et aux maladies
- Espèces pérennes rendent le travail plus facile
- Poids de la plante qui ne cause pas de chute de la plante
- Besoin de plantes capables de se développer dans des espaces restreints



Espèces/variétés adaptées :

Le choix des variétés est primordial !

Exemples :

- Aromates (basilic, persil, thym, romarin, origan, etc.)
- Bettes
- Fraises
- Tomates
- Haricots
- Chou-rave
- Betterave



Poids :

Le poids d'un système suspendu est lié au type de support et au substrat utilisés :

- Technique « feutrine » : 15 à 20 kg/m²
- Technique « box » pour un *substrat* de 10 cm : 80 à 100 kg/m² (poids constitué de 60 à 80% d'eau). Poids sec : 20 à 30 kg/m²



Besoins en eau :

Les besoins en eau dépendent :

- Du type de plante
- Du système de culture
- Du substrat
- De l'exposition du mur

Les besoins généraux des plantes sont comparables à ceux d'une plante au sol en pot.

Point d'attention : le mur n'est que peu irrigué par les pluies,



Points d'attention

1. **Ombre** : les plantes supérieures créent systématiquement de l'ombre pour les plantes inférieures.
2. **Système d'irrigation**
 - ▶ Prévoir un système de récupération d'eau
 - ▶ Prévoir une fertilisation
 - ▶ Besoin de contrôle localisé de l'irrigation

Le choix du système d'irrigation doit être fait en fonction des cultures à produire.

1. **Éléments de conception de la façade**
 - ▶ Fixation
 - ▶ Stabilité
 - ▶ Résistance au vent
 - ▶ Sécurité incendie
2. **Design végétal**
 - ▶ Prendre en compte les différences d'humidité entre le bas et le haut du mur (gravité)
 - ▶ Volumes différents en fonction des espèces cultivées → prévoir des espèces aux volumes similaires (standardisation) ou un espace répondant aux besoins de chaque espèce
3. **Prix**



ETAPES DE RÉALISATION D'UN MUR VÉGÉTAL PRODUCTIF

- 1) Choix de la localisation du mur**
- 2) Etablir les critères de sélection des végétaux et choix des plantes**
- 3) Design du mur végétal : attention à apporter aux exigences de chaque variété (eau, ensoleillement, encombrement) et dimensionnement**
- 4) Plan de plantation**
- 5) Mise en place des cultures et suivi**





Jardin vertical productif



Zip grow



Mur végétal non productif

Points d'attention :

- Robustesse des systèmes
- Demande de l'énergie pour faire circuler la nutrition nutritive
- Projets développés avant tout pour de l'ornemental



Pour les plantes à cycle court, il est préférable d'adopter un système de type « étagère ». Il est alors facile de récolter et replanter de nouvelles plantes sur la surface plane de chaque étage.

Poids :

- Systèmes hydroponiques : $\sim 150 \text{ kg/m}^2$
- Bacs potagers : jusqu'à 400 kg/m^2

Cependant, ce poids n'impacte pas la structure portante du mur.

Espèces/variétés adaptées :

→ Espèces à cycle court : laitues, plantes aromatiques



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ **Aspects réglementaires**

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ Aspects techniques
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ Toitures sans substrat terreux
 - ⇒ Toitures avec serres
- ▶ Aspects réglementaires
- ▶ Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA

ELÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX



Aspects réglementaires

- **Permis de végétaliser (Plan Nature 2016-2020)**
- **Pas de permis d'urbanisme nécessaire**
- **Demande d'autorisation (commune) en cas de modification du trottoir (retrait dalle)**
- **Entretien à charge du propriétaire**



Aspects réglementaires

RRU

- ▶ Titre VII, Section 2, Article 4, Voies de circulation piétonne, § 1. Toute voie de circulation piétonne comporte un cheminement libre de tout obstacle d'une largeur minimale d'1,50 m d'un seul tenant et d'une hauteur libre minimale de 2,20 m. § 3. Au droit d'un obstacle permanent ou amovible dont la longueur maximale est de 0.50 m, la largeur du cheminement libre prévue au § 1er peut être réduite à 1,20 m lorsque la largeur de la voie de circulation piétonne est inférieure à 2 mètres. La distance minimale entre deux obstacles successifs est de 1,50 m.
- ▶ Titre 1, chapitre 3, Article 10, Eléments en saillie sur la façade à rue. § 1. Les éléments en saillie sur la façade à rue implantés à l'alignement ne peuvent constituer un danger pour les passants, ni une gêne pour les voisins. Par rapport au front de bâtisse, les éléments en saillie sur la façade n'excèdent pas 0,12 m sur les 2,50 premiers mètres de hauteur de la façade, et un mètre au-delà.



CSTC

- *Des façades végétalisées pour des bâtiments et des villes durables*

<https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact50&art=749>

Guide bâtiment durable

- Dossier| Réaliser des façades vertes



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ Aspects techniques
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ Toitures sans substrat terreux
 - ⇒ Toitures avec serres
- ▶ Aspects réglementaires
- ▶ Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA

ELÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX



Pratiques culturelles prenant place dans un environnement contrôlé en intérieur de bâtiment

- Température
- Humidité
- Luminosité
- Nutriments



© La Caverne





(Guillaume Morel-Chevillet)



Cultiver oui, mais dans quels types de structures ?

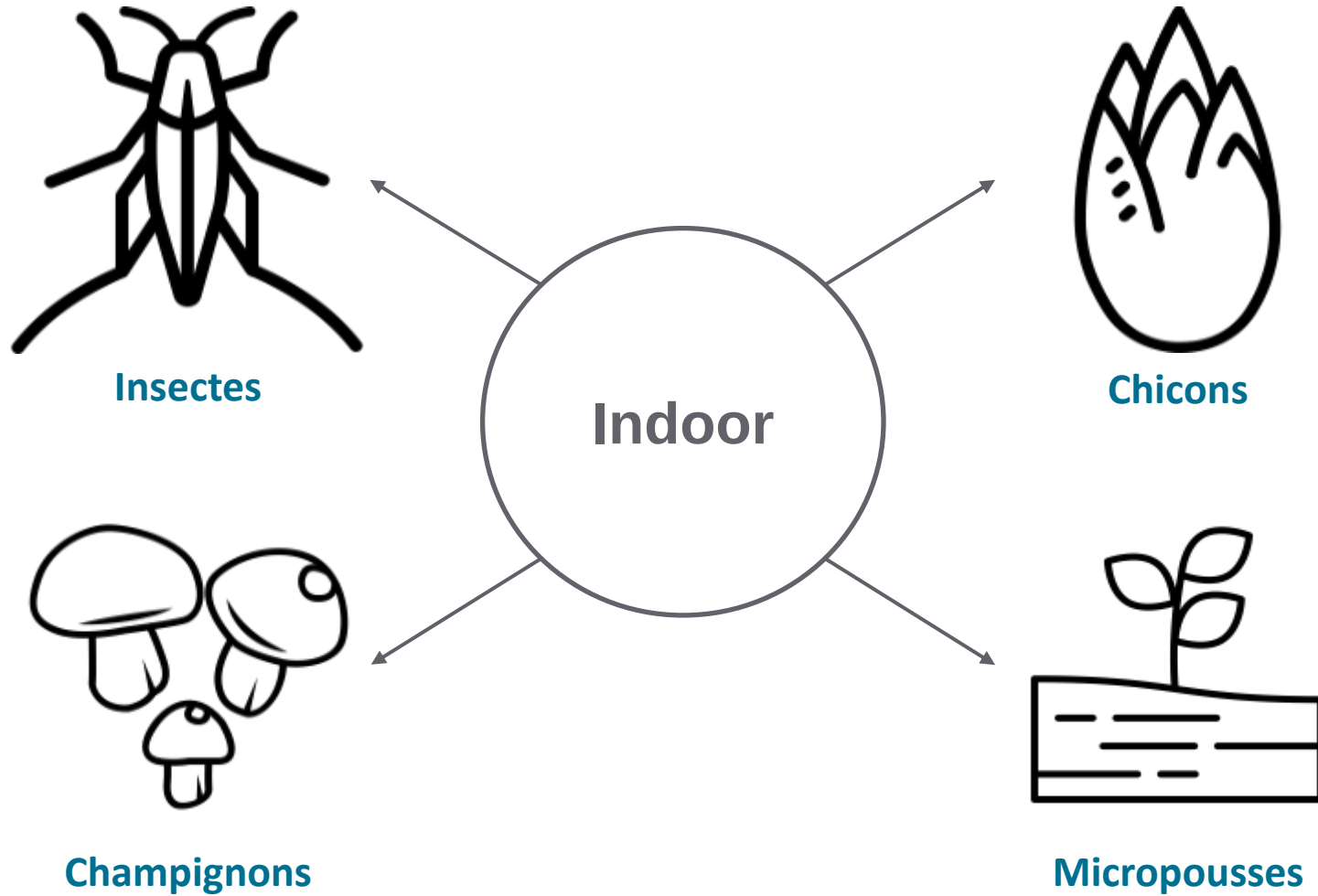
- Caves
- Containers (ex: projet agricool, PAF box)
- Parkings souterrains désaffectés

Intérêt : valorisation de lieux à faible valeur ajoutée pour d'autres fonctions urbaines dans les bâtiments, dans la ville.

N.B: les cultures sous serre sont traitées à la section suivante
« cultures en toiture »



QUELS PRODUCTIONS INDOOR ?



Production de champignons et/ou chicons

Permafungi : Entreprise bruxelloise de production de champignons
1000 m² de production de pleurotes et marginalement des chicons



**Autre projet similaire :
Mr Fungi & Mme Witloof**

Le Champignon de Bruxelles : Entreprise bruxelloise de production de champignons
Ils emploient actuellement 4,5 ETP sur une surface de 800 m²



Production de micro-végétaux



**Autres projets similaires
(micro-végétaux) :**
UrbanHarvest
UrbiLeaf

Production d'insectes

Little Food : entreprise Bruxelloise de production d'insectes (grillons)
Début 2017 : 2 ETP pour une production de 0,1 tonnes/mois
avec un objectif de passer à 4 ETP pour une production de 3 tonnes/mois sur 600 m²



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ **Aspects techniques**
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ Aspects techniques
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ Toitures sans substrat terreux
 - ⇒ Toitures avec serres
- ▶ Aspects réglementaires
- ▶ Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA

ELÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX



Point d'attention 1 : Accessibilité

S'assurer que le lieu soit accessible pour :

- Acheminement de matériel / matières premières
- Sortie de marchandise
- Passage des travailleurs
- Accessibilité aux visiteurs



Point d'attention 2 : Portance

Dans le cas d'activités prenant place dans des bâtiments, se référer aux données pour la production en toiture



Point d'attention 3 : Besoin en espace/surface

Conditionne le caractère 'professionnel' du projet

Ex: Permafungi → 1.000 m² pour une production en 2018 de ...

- 10T de pleurotes
- 7,5T de chicons

La surface minimale pour être viable dépendra des activités complémentaires mises en place (visites, formations, etc.).

Projets non professionnels possibles sur de très petites surfaces



Point d'attention 4 : Veiller à fonctionner en cycle fermé

Veiller à utiliser des sources d'énergie durable pour alimenter les systèmes de production.

Ex:

- Récupération de la chaleur fatale des bâtiments pour alimenter les élevages d'insectes (ex: chaudière, frigos, etc.)
- Mise en place de boucles vertueuses entre systèmes de production (ex: CO₂ émis par champignons → capté par plantes)

Plus de détails dans 'Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA'



Point d'attention 5 : Veiller au respect des besoins de chaque type de culture/élevage

- Besoins en eau
- Besoins en humidité relative
- Besoins en température
- Besoins en lumière
- Régulation de l'environnement contrôlé de la pièce :
 - Système d'aération
 - Régulateur de température et d'humidité relative
 - Pièces hermétiques



Elevage d'insectes (ex : grillons)

Le matériel, les besoins énergétiques, etc. varient d'une espèce à l'autre



Matériel :

- Local clos (environnement contrôlé)
- Vivarium (chambre d'élevage)
- Chambre de ponte
- Abris (ex : boîtes à œufs)
- Ampoules chauffantes
- Alimentation des grillons (flocons d'avoine, germe de blé, morceaux de fruits et légumes frais)
- Appareillage de contrôle (thermomètres, hygromètres, etc.)



Elevage d'insectes



Besoins énergétiques :

- **Chaleur**

Ex : Grillons → maintenir élevage autour des 30 °C

→ Privilégier la récupération de chaleur résiduelle des bâtiments

- **Humidité relative** : entre 30 et 40%

- **Photopériode** : 12 à 14h

Dimensionnement : en fonction de la finalité pro/non pro





Production de champignons

Etapes : création du substrat → ensachage → inoculation → incubation → fructification

Matériel :

- Local clos (environnement contrôlé)
- Substrat (drêche de bière, marc de café, etc.)
- Etagères de culture
- Régulateur de température et humidité relative
- Systèmes d'aération
- Lampes LED



Production de champignons



Besoins en température :

Pleurotes → 15-20°C en fonction des variétés et du stade de développement

Besoins en humidité relative : hygrométrie importante → varie en fonction du stade de développement du champignon (et de l'espèce/de la variété)

Ex: pleurote

HR = 90-95% pendant l'incubation ;

HR = 85% pendant la fructification

Besoins en eau : environ 10 L / kg de pleurote produite

Autres besoins : aération, taux de CO₂

Dimensionnement : en fonction de la finalité pro/non pro

Par exemple, le projet Permafungi produit 10T de pleurotes et 7,5 T de chicons sur une superficie totale de 1000 m² (2018)



Production de chicons

Matériel :

- Matière première (racines de chicons)
- Bacs de culture
- Etagères de culture
- Régulateur de température et humidité relative
- Système de ventilation interne
- Système d'irrigation



Besoins en température : 10-12 °C (jusqu'à 25°C lors du forçage des racines)

Besoins en humidité relative : 70-85%

Besoins en eau :

- Forçage des racines en salle → 40 m³/ha

Autres besoins : obscurité

Dimensionnement : en fonction de la finalité pro/non pro

Ex : le projet Permafungi produit 10T de pleurotes et 7,5 T de chicons sur une superficie totale de 1.000 m² (2018)



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ **Aspects réglementaires**

CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ Aspects techniques
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ Toitures sans substrat terreux
 - ⇒ Toitures avec serres
- ▶ Aspects réglementaires
- ▶ Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA

ELÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX



- **Respect des normes incendies**
- **Mise en conformité du système électrique**
- **Respect du ROI (sécurité, propreté, tranquillité)**



Insectes comestibles

- <https://www.insectescomestibles.fr/>

Culture de champignons

- <https://www.smartmush.com/2019/04/22/culture-des-champignons-a-petite-echelle-pleurotes-shiitakes-et-auriculaires/>



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ Aspects techniques
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ Toitures sans substrat terreux
 - ⇒ Toitures avec serres
- ▶ Aspects réglementaires
- ▶ Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA

ELÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX

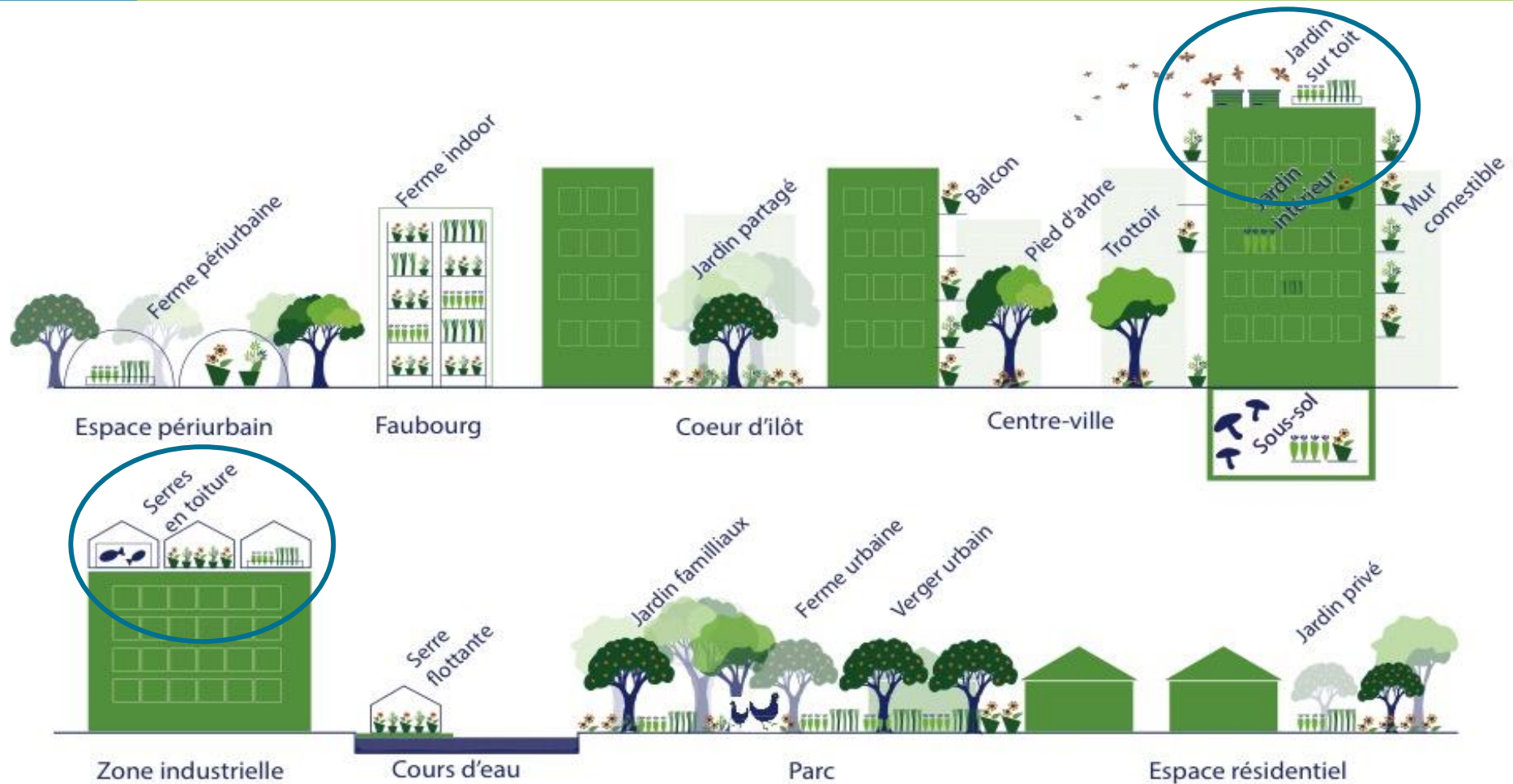


- Toitures avec substrat terreux (toitures potagères, bacs potagers)
- Toitures sans substrat terreux (aquaponie, hydroponie)
- Toitures avec serres



Serre sur toiture du Delhaize,
Vestaculture

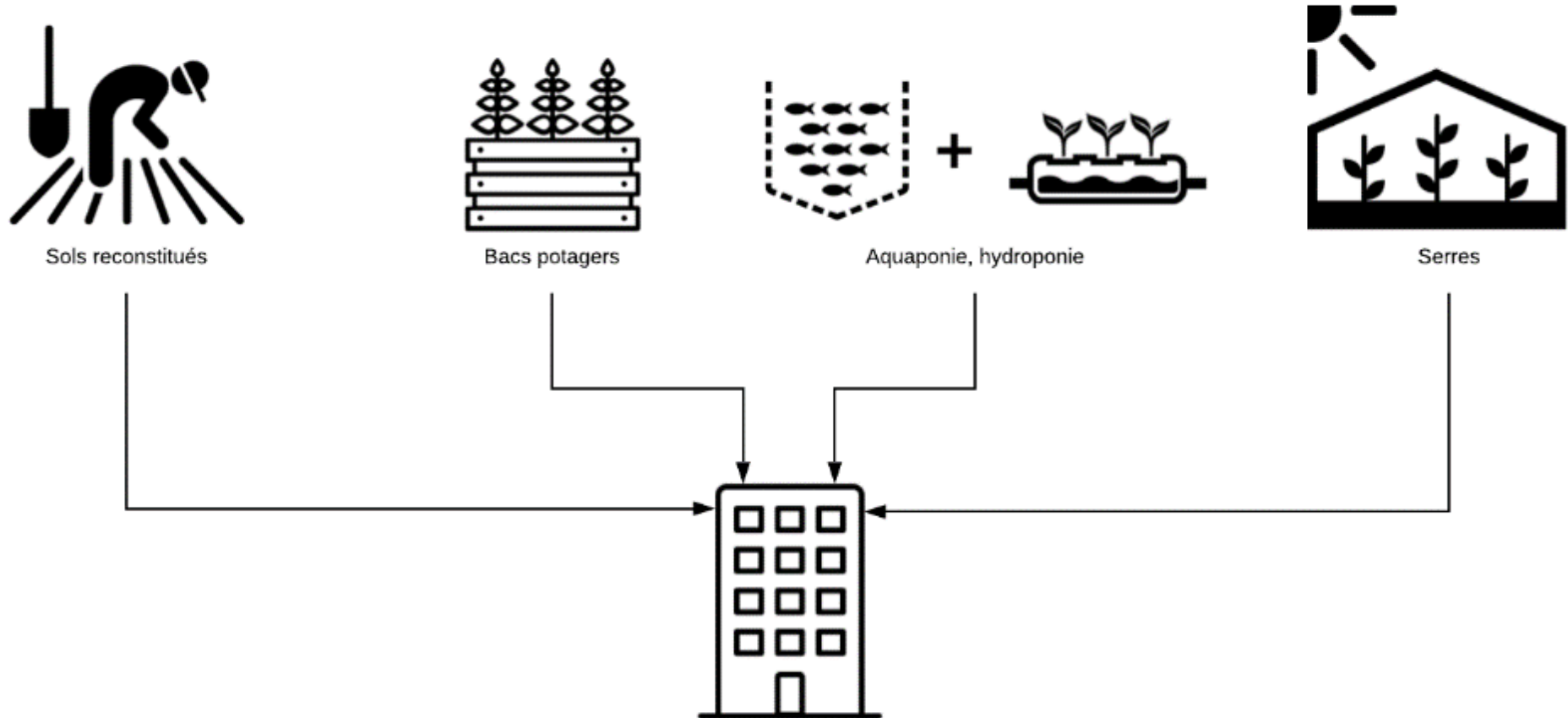




(Guillaume Morel-Chevillet)



QUELS DISPOSITIFS POUR CULTIVER EN TOITURE



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ **Caractéristiques transversales**
- ▶ Aspects techniques
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ Toitures sans substrat terreux
 - ⇒ Toitures avec serres
- ▶ Aspects réglementaires
- ▶ Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA

ELÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX



Point d'attention 1 : Portance de la toiture

- **Bacs potagers** : de 150 kg/m² à 400 kg/m² en fonction de l'état de saturation en eau et de l'épaisseur de substrat
- **Toiture potagère** : ~ poids des bacs potagers.
- **Hydroponie** : poids relatif à la technique utilisée. Pour une technique type NFT (Nutrient Film Technique), le poids sera inférieur à 150 kg/m².
- **Aquaponie** : 1.000 kg/m² pour un bassin d'eau de 1 mètre de hauteur contenant les poissons. Pour les plantes, voir charge de l'hydroponie.
- **Serres** : en fonction des matériaux de construction.



Point d'attention 2 : Etanchéité de la toiture

Les étapes :

Etape 1 - Calculer les descentes de charges

Etape 2 – Analyser la répercussion sur l'étanchéité et sur l'isolation

Etape 3 – Analyser les forces de pincements.

Etape 4 – Si poids trop important → renforcer via des longrines pour répartir le poids ; recouvrir les longrines pour l'étanchéité

Plus de détails dans 'Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA'



Point d'attention 3 : Etude de potentiel du site

- Exposition au vent
 - Ensoleillement
 - Impact sur le voisinage
 - Accessibilité au site de production (avant/pendant/après l'aménagement)
- + analyse du public cible (ex : toitures potagères peu adaptées aux PMR)



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

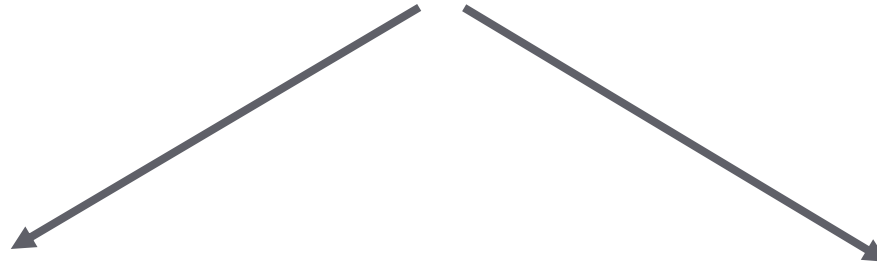
CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ **Aspects techniques**
 - ⇒ **Toitures avec substrat terreux**
 - ⇒ **Toitures sans substrat terreux**
 - ⇒ **Toitures avec serres**
- ▶ Aspects réglementaires

ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX



TOITURES AVEC SUBSTRATS TERREUX



Toitures potagères (technosols)



© Groot Eiland

Bacs potagers



Quartier Durable Sainte-Anne
© X. Claes



Toitures potagères (technosols)

- Différent des bacs potagers
- Substrat placé sur la membrane de protection
- Substrat recouvre une grande partie de la toiture, (impression de culture pleine terre en hauteur)
- Dérivé des toitures vertes intensives (autres : toitures vertes semi-intensives et extensives → en fonction de l'épaisseur du substrat et des espèces qui s'y développent).



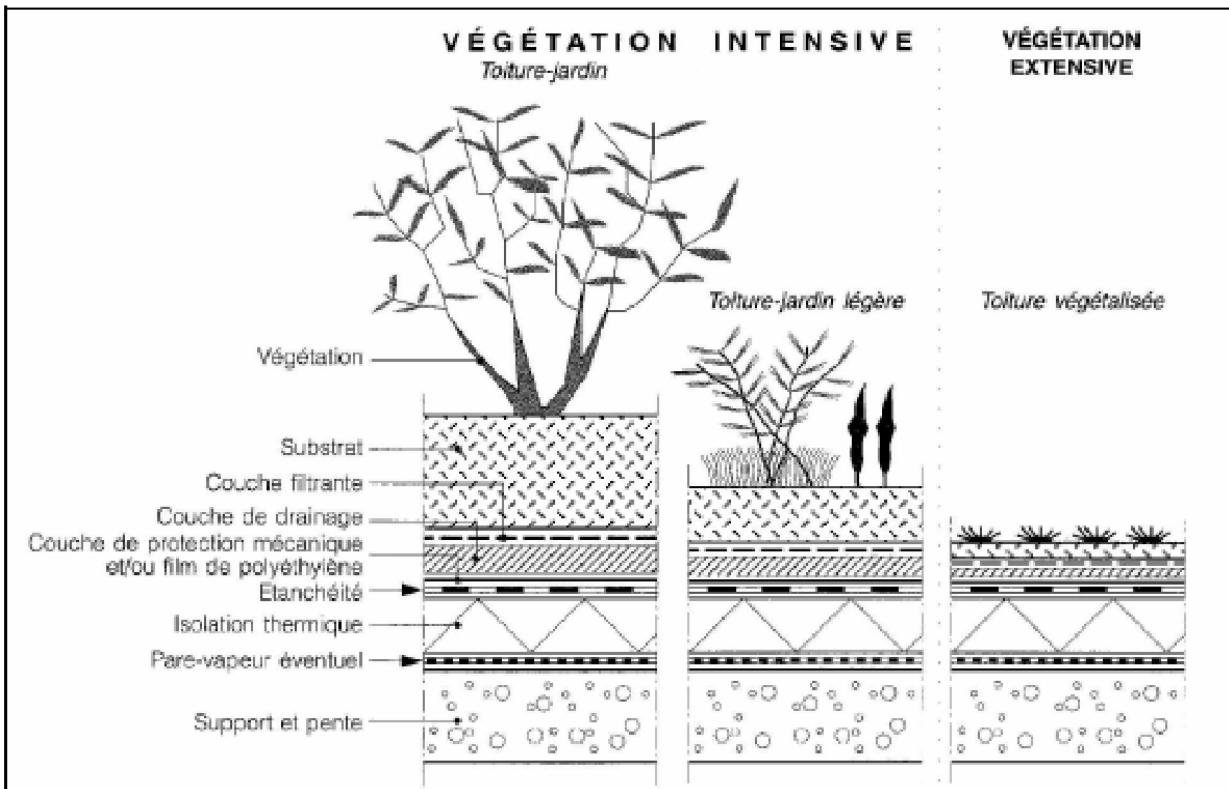
© Groot Eiland



- **Renforcement de la biodiversité en ville**
- **Contribution au maillage vert**
- **Isolation acoustique, qui s'accroît avec la masse de substrat**
- **Confort thermique et consommation énergétique faible : une toiture intensive permet de maintenir une température constante au niveau de la membrane d'étanchéité**
- **Allongement de la durée de vie de l'étanchéité et de la toiture**
- **Création d'un microclimat local**
- **Gestion de l'eau (temporisation des eaux de pluie)**
- **Favorable à une utilisation professionnelle**



Composition et étanchéité de la membrane



- membrane résistante à la pénétration des racines
- couche de drainage (réservoir d'eau pour les végétaux)
- membrane filtre (empêche les sédiments fins de s'infiltrer dans le système de drainage)
- couche de sédiments de matériaux et épaisseurs variables composée de matériaux inorganique mélangés à de la matière organique (en général < de 20%)

Les toitures vertes (CSTC, 2006)

+ Garantie décennale



Choix du substrat

- ▶ Epaisseur du substrat > 25 cm
- ▶ Charge permanente de la toiture (saturée) > 400 kg/m²

Caractéristiques du substrat choisi :

- Drainage
- Capacité de rétention d'eau élevée, qui augmente avec la présence de matière organique dans le substrat
- Légèreté (les substrats de type pleine terre ont le désavantage d'avoir un poids élevé)
- Perméabilité et porosité à l'air
- Dosage en éléments nutritifs suffisant
- Fertilité chimique, qui augmente lorsqu'une composante bois est ajoutée au substrat



Choix du substrat

ATTENTION : privilégier les éléments constitutifs du substrat qui soient durable (>< tourbe, roche volcanique)

Quelles alternatives ? Déchets de construction, éléments organiques (mélange de déchets verts, d'ordures ménagères, de résidus de champignons, etc.)

+ Maintien de la fertilité d'un sol déconnecté



Choix des espèces cultivées

Conditions en toiture spécifiques : températures élevées, exposition plein soleil, assèchement du substrat.

→ Choisir des variétés qui s'adaptent à ces conditions

Certaines brassicacées, légumineuses, solanacées, cucurbitacées répondent bien à ces conditions particulières.



Choix du système d'irrigation

Conditions extrêmes en toiture (température, exposition au vent) → choix d'un système d'irrigation adéquat (ex: goutte-à-goutte)

+ Mise en place de méthodes préventives :

- **Couverture du sol (paillage, bâches)**
- **Adaptation du système de tuyauterie + pompe adéquate (gravité)**



Protection de la membrane

Risque de détérioration sur les parcelles cultivées et au niveau des zones de passage.

- **Prévoir des cheminements (passerelles en bois, cheminements de billes d'argex, de copeaux de bois ou de gravier, dalles de béton, etc.)**
- **Adaptation de l'outillage utilisé**
- **Surdimensionnement des étanchéités**
- **Prévoir des zones où le contrôle de l'étanchéité est possible (chemins amovibles, espaces où le substrat est amovible)**
- **Travail de repérage au niveau des évacuations**
- **Protection mécanique de la membrane : panneaux en caoutchouc, géotextile à haute résistance au poinçonnement, asphalte coulé, plaques de PVC, plaques de fibres durables.**



Caractéristiques de la toiture

- **Portance : jusqu'à 400 kg/m²**
- **Accès à la toiture pour :**
 - Passage des équipes de maraîchers
 - Récolte et logistique de distribution de la production
 - Etc

L'utilisation d'une grue ou d'une soufflerie devra être envisagée pour acheminer le substrat sur le toit.



Risques d'incendies

Pour pallier aux risques d'incendies, plusieurs mesures sont à mettre en place :

- **Eviter la propagation en interne : via une couche de substrat d'une épaisseur suffisante, ou un taux de matière organique de maximum 20%**
- **Eviter la propagation en surface : via une compartimentation des zones de culture et une séparation en matériaux incombustibles (dalles de béton, gravier, etc.) entre ces zones.**
- **Eviter la propagation vers l'intérieur : via la mise en place de bandes de matériaux incombustibles à proximités des éléments de bâtiments (vitres, etc.) et une réduction de la hauteur des végétaux à proximité des éléments de bâtiment.**





Sacs géotextiles

Avantages	Inconvénients
- Faible coût - Léger - Modulable	- Longévité : à renouveler tous les 5 à 10 ans



Bacs en bois

Avantages	Inconvénients
- Coût moyen - Modulable	- Faire attention au pourrissement du bois - Faire attention à la provenance du bois



Bacs en plastique

Avantages	Inconvénients
- Longévité	- Vérifier la provenance du plastic (est-il recyclé ?)



Bacs à réserve d'eau

Avantages	Inconvénients
- Autonomie en eau - Conservation de l'humidité en été - Durabilité dans le temps	- Poids important si mal conçu - Vérifier la provenance du plastic (est-il recyclé ?)



Autres:

- Matériaux de récupération (bouteilles, tonneaux,...)
- Pots (plastique, céramique)
- Bacs en métal, en pierre



Ateliers cultiver en ville



	Avantages	Inconvénients	Prix
Pot en terre cuite	- bonne régulation de l'humidité l'été - taille variable	- besoin d'arroser beaucoup - craint le gel en hiver - lourd et fragile	€€
Pot en plastique	- bonne conservation de l'humidité l'été - taille variable - léger	- non renouvelable - fragile (UV) - attention au pourrissement des racines si trop d'eau	€ - €€€
Pot en plastique à réserve d'eau	- autonomie en eau et bonne conservation de l'humidité l'été - taille variable	- non renouvelable - fragile (UV) - lourd	€ - €€€
Bac en bois	- taille variable - confort thermique - durable	- attention au pourrissement du bois - lourd	€€€
Bac en métal	- longévité - esthétique	- attention au pourrissement des racines si trop d'eau - attention aux chaleurs en été : mettre un isolant thermique	€€€
Sac en géotextile	- taille variable - léger - bonne aération - bon développement des racines	- non renouvelable - durée de vie 5 à 10 ans	€ - €€€
Jardisac	tout en un	- durée de vie courte - attention au pourrissement des racines si peu d'aération et de drainage	€ - €€€
Bac en pierre	- longévité - esthétique	- lourd - attention au pourrissement des racines si trop d'eau	€€€
Matériaux de récupération	- taille variable - esthétique - créatif	- qualité variable - attention au risque éventuel de contamination	gratuit
Panier suspendu	- verticalité - matériaux variés - adéquat pour plantes	- sécurité - arrosage	€€

76 BACS POTAGERS – POINTS D'ATTENTION

- **Dimensionnement des bacs de culture**
- **Fertilisation**
- **Types de contenants utilisés (cf slide précédente)**
- **Portance de la toiture**
- **Choix du substrat**
- **Système d'irrigation**



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ **Aspects techniques**
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ **Toitures sans substrat terreux**
 - ⇒ Toitures avec serres
- ▶ Aspects réglementaires
- ▶ Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA

ELÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX



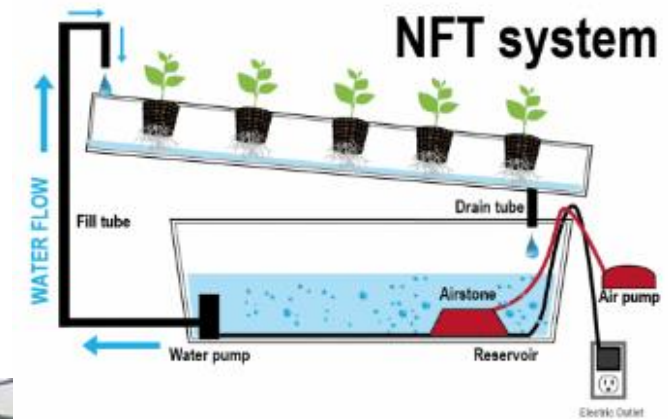
CULTURES HYDROPONIQUES

- **Cultures de légumes, fruits et plantes ornementales**
- **Cultures avec de l'eau**
(provenant éventuellement des toits)
- **Possibilité apport température et lumière artificielle**
- **Combinaison de haut rendement et poids léger** (beaucoup de constructions à partir des années 30 peuvent supporter ce type de culture)
- **Recyclage des eaux usées et donc plus besoins d'intrants extérieurs (éléments nutritifs)**
- **Besoin de système d'irrigation**
(consommation en eau plus faible si récupération des pluies)
- **Portance : 120 kg/m²**



Points d'attention

- Robustesse des systèmes
- Demande de l'énergie
- Surveillance nécessaire



CULTURES AQUAPONIQUES

- Cultures alliant légumes et poissons
- Recyclage des déchets des deux types de cultures
- Les intrants pour cultures de plantes viennent des poissons
- L'eau des plantes est recyclée via des bactéries pour servir aux poissons
- Possibilité apport température et lumière artificielle
- Systèmes flexibles (sur les toits, dans les caves, sur le sol)
- Portance : 1.000 kg/m²



Points d'attention

- **Apprentissage nécessaire**
- **Vérifier le coût énergétique**
- **Entretien et surveillance régulière**



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ **Aspects techniques**
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ Toitures sans substrat terreux
 - ⇒ **Toitures avec serres**
- ▶ Aspects réglementaires
- ▶ Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA

ELÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX



Comparaison du coût énergétique d'une serre intégrée ou non à un bâtiment



350 kWh/m²/an

Coût énergétique pour
une production de tomates
à partir d'une serre de
plein pied



100 kWh/m²/an

Coût énergétique théorique pour une
production de tomates à partir d'une
serre intégrée à la toiture d'un
bâtiment – chauffage du bâtiment
recyclé vers la serre



1. TYPES DE SERRES

Serres chapelles

- ▶ Serres monochapelles, serres doubles, serres multichapelles
- ▶ Répétition de modules (chapelles) dans le cas de serres multichapelles
- ▶ Largeur variable des modules : de 4 à 8 m
- ▶ Aération par ouvrants en toiture
- ▶ Utilisation pour production à moyenne ou grande échelle

- ▶ Convient à un système chauffé
- ▶ Coût élevé de la structure
- ▶ Durabilité élevée de la structure
- ▶ Poids élevé, charpentes et fondations lourdes
- ▶ Peut être installée sur toiture (attention aux contraintes de poids) ou au sol
- ▶ Importance de l'énergie grise liée aux matériaux et à la construction



© Groot Eiland



1. TYPES DE SERRES

Serres tunnels

- ▶ Forme **cylindrique** avec armature métallique (arceaux) et couverture plastique ;
- ▶ idéales pour pratiquer le maraîchage à **petite ou moyenne échelle** ;
- ▶ **coût peu élevé** et installation aisée ;
- ▶ **microclimat intérieur** difficilement maîtrisé ;
- ▶ **couverture** à changer régulièrement (tous les 1 à 4 ans) ;
- ▶ ne conviennent pas pour des cultures chauffées.



© Bruxelles Environnement



1. TYPES DE SERRES

Serres châssis

- ▶ généralement en demi-chapelle ;
- ▶ couverture mobile, souvent issue de châssis récupérés ;
- ▶ parois latérales opaques, constituées de briques, bois, etc. ;



© X. Claes



© Nature et découvertes



2. TAILLE DES SERRES

Mini serres

- ▶ utilisation localisée, pour les semis ou pour des espèces végétales dont la taille reste faible ;
- ▶ application avec toutes formes de serres (serres châssis, tunnel, en cloche, etc.) ;

Serres individuelles

- ▶ serres de petite taille, dans lesquelles, néanmoins, on peut rentrer ;
- ▶ forme de serres : généralement serres chapelles ;
- ▶ pour des maisons unifamiliales ayant un jardin en pleine terre ;

Serres collectives

- ▶ serres de moyenne à grande taille ;
- ▶ forme de serres : chapelles et tunnels ;
- ▶ installation en pleine terre et parfois en toiture ;

Serres commerciales

- ▶ Intégrant éventuellement des systèmes complexes de chauffage, flux d'énergie/CO₂, etc. ;
- ▶ forme de serres : chapelles et tunnels ;



3. MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION DE LA STRUCTURE

Matériaux de construction de la structure de la serre

	Acier	Aluminium	Bois	PVC
Application	Grandes serres	Petites à grandes serres	Petites à moyennes serres	Mini et petites serres
Poids	Elevé	Moyen	Moyen	Faible
Résistance mécanique aux charges	Elevée	Elevée	Moyenne	Faible
Durée de vie	Importante si entretenu ou si pièces galvanisées à chaud	Importante	Relativement importante si entretenu et si isolé du sol. Privilégier les essences de Pin sylvestre et Douglas	Peu élevée
Entretien	Peintures antirouille ou riche en Zinc	Peu d'entretien	Peintures bois extérieur	Peu d'entretien



4. MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION DE LA COUVERTURE

Matériaux de construction de la couverture

	Plastique souple	Plastique rigide	Verre
Résistance aux intempéries	Résistance moyenne	Résistance élevée	Résistance élevée aux pluies, vents, mais faible dans le cas de chocs mécaniques et thermiques
Poids	Léger (< 1 kg/m ²)	Moyennement léger (1,5 à 5 kg/m ²)	Lourd (10 à 20 kg/m ²)
Longévité	<10 ans), PVC biorienté, PC, PMMA	martelé, horticole à faible émissivité, double vitrage, trempé, etc.	



4. MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION DE LA COUVERTURE

Matériaux de construction de la couverture

	Plastique souple	Plastique rigide	Verre
Transmission lumineuse	70 à 80%	80 à 85% mais opacification avec le temps	80 à 90%
Entretien	Aucun (changement standard en fonction de la longévité)	Peu d'entretien (limitation des mousses uniquement)	Peu d'entretien (limitation des mousses uniquement)
Autres caractéristiques	Polyéthylène (PE), teflon	Polyester armé de fibres de verre (PRV), PVC biorienté, PC, PMMA	martelé, horticoles, à faible émissivité, double vitrage, trempé, etc.



Synergies serres-bâtiments

Intégration au bâtiment → Valorisation des pertes énergétiques des bâtiments:

- Rejets CO₂
- Chaleurs résiduelles
- Réduction pertes de chaleur à travers les toits



Maintenance

- **Laver les surfaces transparentes intérieures et extérieures pour éliminer les dépôts et favoriser le passage de la lumière. Pour cela se servir de produits compatibles avec les cultures ;**
- **Nettoyer les gouttières ;**
- **Entretenir le système de ventilation et de chauffage, le cas échéant ;**
- **Vérifier et remplacer les éléments endommagés :**
 - de la structure (rouille, vis, boulons, etc.) ;
 - de la couverture (vitrage, châssis, etc.).



Poids des équipements

Les serres doivent être capables de supporter les différentes charges suivantes :

- charges climatiques (neige, vent, grêle, etc.) ;
- charges d'exploitation (cultures suspendues, personnel, etc.) ;
- charges liées à la structure-même (charges permanentes).



Orientation des serres

L'efficacité des serres est conditionnée par leur orientation, qui doit être choisie sur base d'un compromis entre les paramètres suivants :

- **Type de serre** : l'orientation des serres chapelles est à choisir pour limiter l'ombrage des unes par rapport aux autres
- **Direction des vents dominants** : l'orientation de la serre dans la direction des vents dominants permet de diminuer la pression mécanique sur la structure
- **Luminosité** : l'orientation permet de maximiser l'apport de lumière en hiver. Par exemple, une serre monochapelle ou un tunnel sont orientés Est-Ouest pour assurer un ensoleillement optimal entre octobre et mars.
- **Spécificités de la parcelle** : relief, présence de bâtiments, ombrage, etc.



Aération des serres

- Aération naturelle
- Ventilation mécanique



Alimentation électrique/chauffage

Systèmes de chauffage

- Aérotherme
- Tubes à ailettes

+ Echange double flux → récupération chaleur du bâtiment

Possibilité de pré-chauffage de l'eau de la chaudière grâce à la chaleur résiduelle du bâtiment (ex: frigos, fours, etc.)



Besoins en eau

Des besoins variables en fonction de la technique de production choisie.

Hydroponie : diminution de la consommation en eau par rapport à un mode d'arrosage traditionnel de 75 à 90% en fonction des cultures.

Exemples :

Pleine terre

- Tomates : 55 à 90 litres/kg produit
- Laitues : 30 à 60 litres/pièce produite
- Concombres : 20 à 45 litres/kg produit

Hydroponie

- Diminution de la consommation en eau par rapport à un mode d'arrosage traditionnel de 75 à 90% en fonction des cultures
Ex: Tomates → ~15 litres d'eau/kg produit



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ Aspects techniques
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ Toitures sans substrat terreux
 - ⇒ Toitures avec serres
- ▶ **Aspects réglementaires**
- ▶ Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA

ELÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX



Aspects réglementaires

- Pas de permis d'urbanisme si situées en zone de cours et jardins et que les dimensions ne dépassent pas une certaine superficie et hauteur
- Prévoir une assurance pour la serre
- Respect du ROI (sécurité, propreté, tranquillité)



Point d'attention 2 : Aspects réglementaires

Conformité de la toiture aux réglementations de sécurité, normes incendies et règlements urbanistiques.

- Accès sécurisé à l'espace de production
- Mise en place de structures sécurisantes au niveau de la zone de production (balustrades)
- Respect des normes incendies
- Stabilité du bâtiment
- Respect des servitudes de jour et de vue (ex : hauteur des jours réglementée à minimum 1,9 m aux étages)



Guide et état des lieux – Principales réglementations urbanistiques et territoriales applicables aux projets d'agriculture urbaine (février 2019)

- https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/be_guideagri_fr_def.pdf

Guide bâtiment durable

- **Dispositif | Serres**
<https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/serres.html?IDC=10675>



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ Aspects techniques
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ Toitures sans substrat terreux
 - ⇒ Toitures avec serres
- ▶ Aspects réglementaires
- ▶ **Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA**

ELÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX



CAS D'ÉTUDE : SERRE SUR LA TOITURE DU BÂTIMENT TERRA



**Une approche innovante et multidisciplinaire
pour réduire les émissions de CO₂ dans les secteurs
de la construction et de l'agriculture
en combinant l'échange d'énergie et la production agricole locale**

CAS D'ÉTUDE : SERRE SUR LA TOITURE DU BÂTIMENT TERRA



11

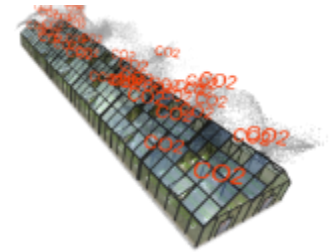
Partenaires de France, Belgique,
Allemagne, Espagne et
Luxembourg

4,9

Million euros de
budget

4

Sites pilotes de démonstration



- **Réduire les émissions de CO2** dans les secteurs de la construction et de l'agriculture
- **Identifier** et réduire les freins économiques et réglementaires
- **Aider** les premiers porteurs de projets dans l'implantation d'une serre en toiture
- **Expérimenter** et démontrer l'intérêt des serres en toiture pour différents modèles économiques et sociaux



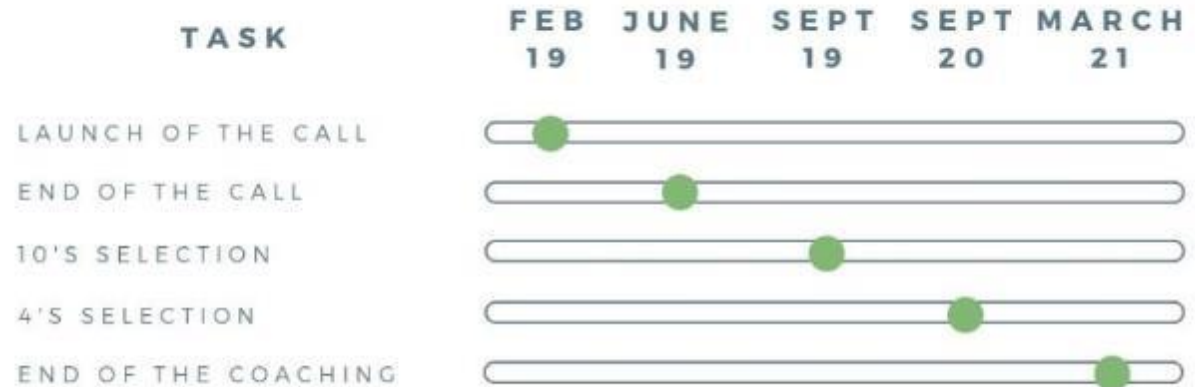
Les serres sur toits comme équipement utile pour:

- réutiliser la chaleur produite et non consommée par le bâtiment
- collecter le CO₂ produit par les personnes et les activités du bâtiment pour “nourrir les plantes
- réduire les émissions de CO₂ provenant des transports en produisant des plantes localement



CAS D'ÉTUDE : SERRE SUR LA TOITURE DU BÂTIMENT TERRA

TIMING

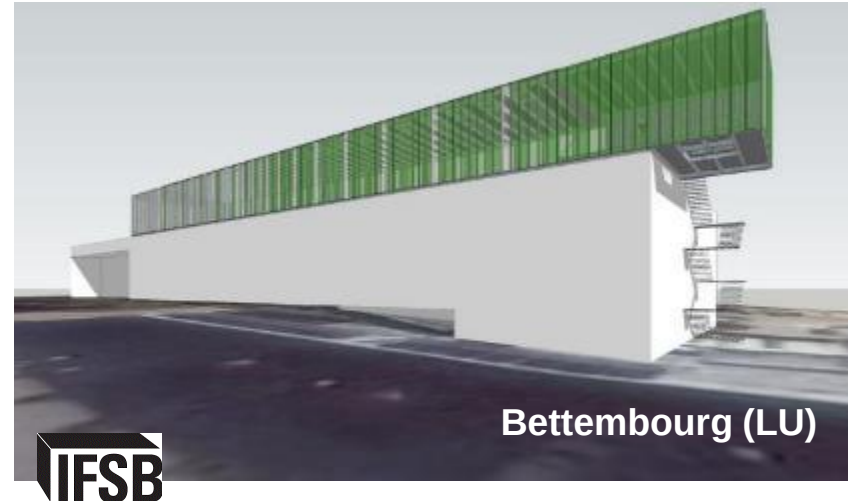


GROOF
Open Call

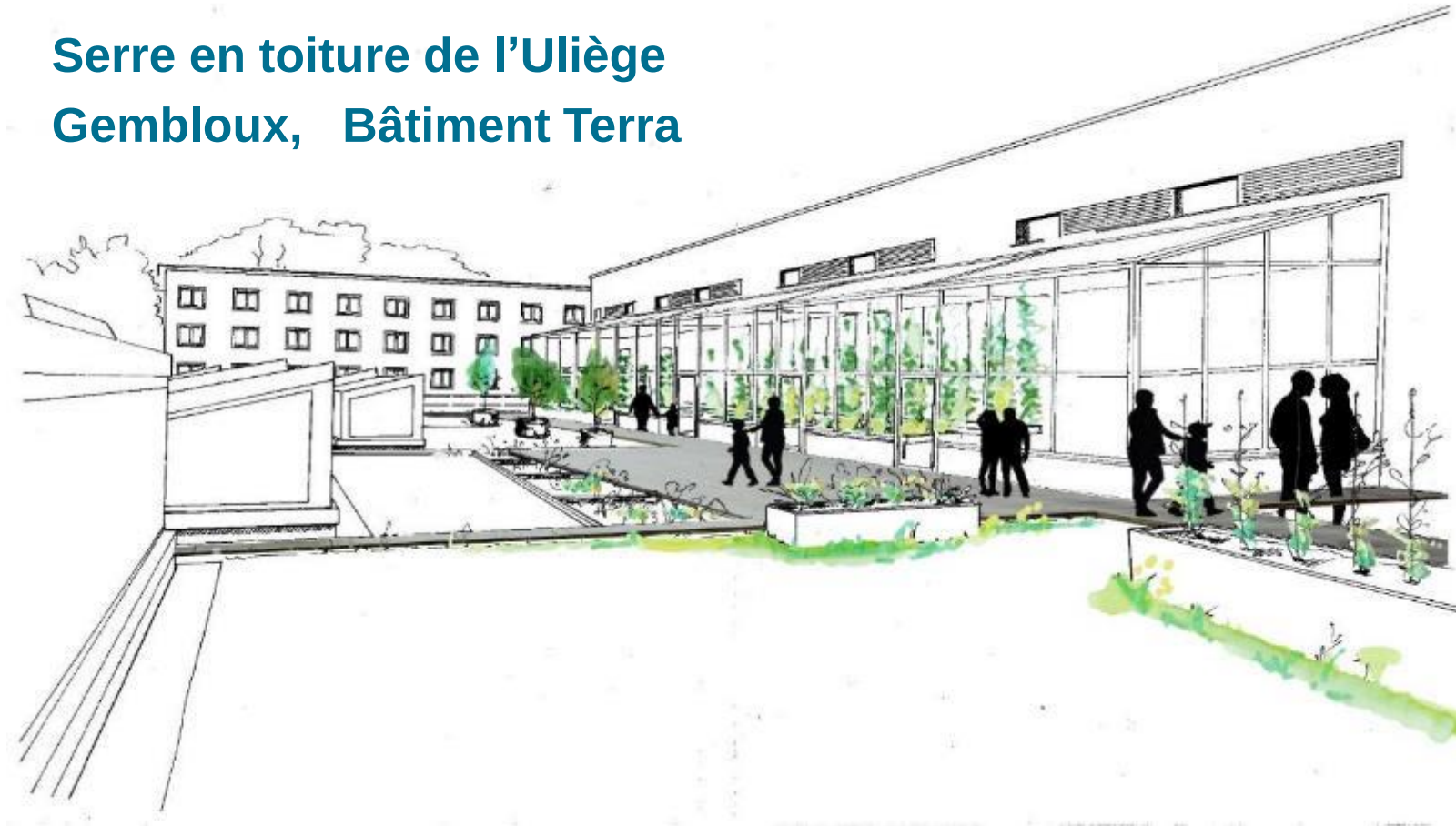
DEAD LINE: JUNE
30, 2019



4 sites pilotes



Serre en toiture de l'Uliège Gembloux, Bâtiment Terra

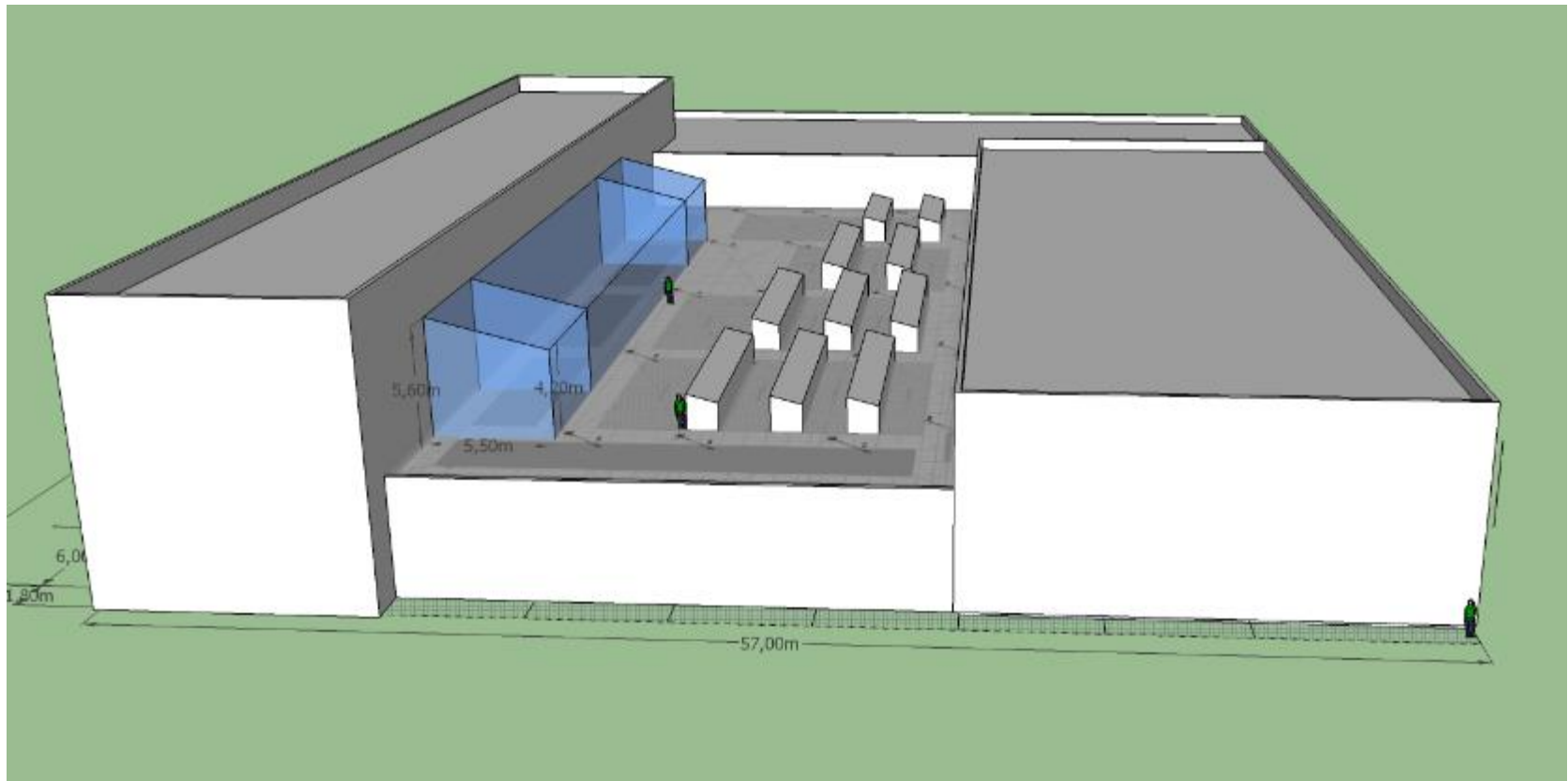


Calendrier



BUILDING TERRA**500 chercheurs****7 500 m²**

Vue d'ensemble



Acteurs

- Architecture
 - Dans notre cas :
 - avenant n°1 au marché CSC UL.GABT./AORE/S1106/AP.2 BAT..
- Gros oeuvre
 - Entrepreneur à définir via marché public
- Serre
 - Entrepreneur à définir via marché public
 - Contacts et offres avec différents serristes



Fonctionnalités

- Objectifs
 - Lieu de recherches, d'enseignements et de démonstration Culture tempérées



Laitues
15C° -> 23 C°



légumes fruits
18C° -> 27C°



Fonctionnalités

- Température

		Températures externes		
		$T < -5C^{\circ}$	$-5C^{\circ} < T < 30C^{\circ}$	$T > 30C^{\circ}$
Température interne de la serre	T minimale	$5C^{\circ}$	$15C^{\circ}$	
	T maximale		$25C^{\circ}$	$T - 5 C^{\circ}$

- Humidité

- RH: 70% -> 90%

- Eau

- Réseau
- Pluie
- Déminéralisé

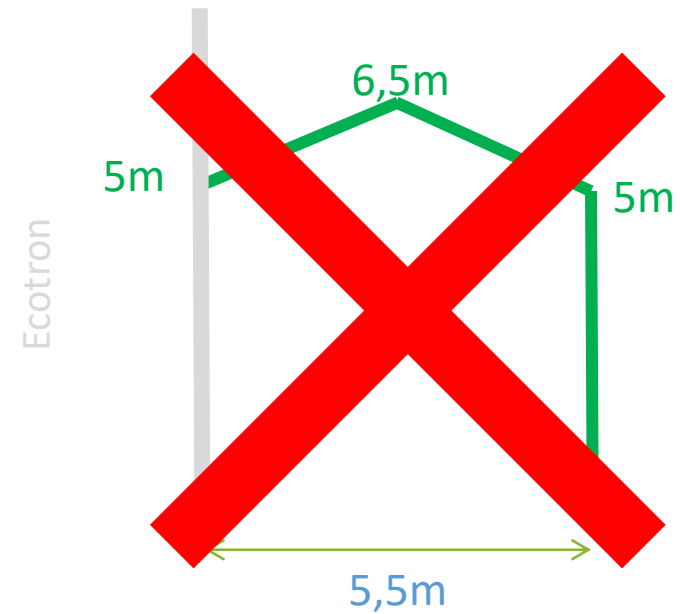
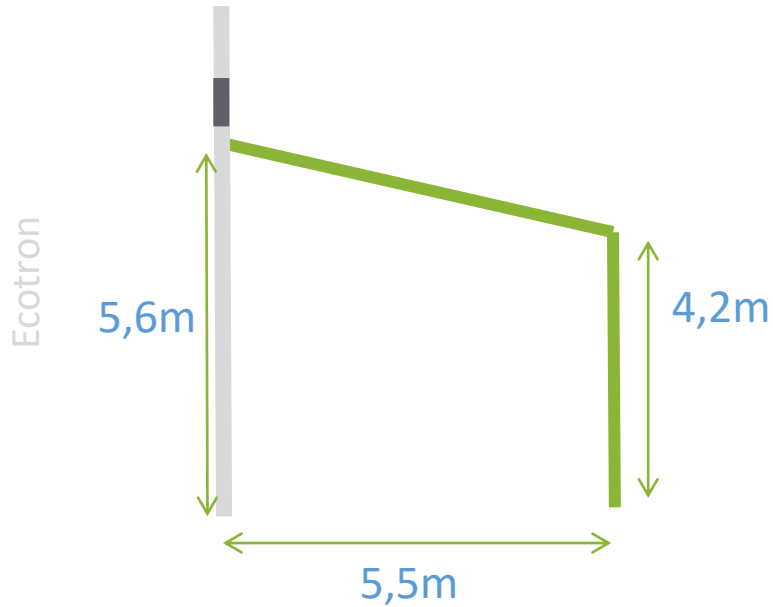


Fonctionnalités

- Système de brumisation (fog)
- Chauffage aérotherme
- Ecrans d'ombrages
 - Vertical
 - Horizontal
- Ordinateur contrôle



Structure



	Demi-chapelle	Chapelle
ETFE Double Layer	155 kWh/(m²a)	178 kWh/(m²a)
Double Glazing	169 kWh/(m²a)	194 kWh/(m²a)



Energie

Echangeur de chaleur sur système de refroidissement du bâtiment

- Bâtiment terra dispose de 2 systèmes de refroidissement de 500 KW
- Echangeur récupère 15% , soit 75 kW
- Besoins de la serre: 30 kW



Matériel et structure

Deux solutions :

Verre, solution lourde

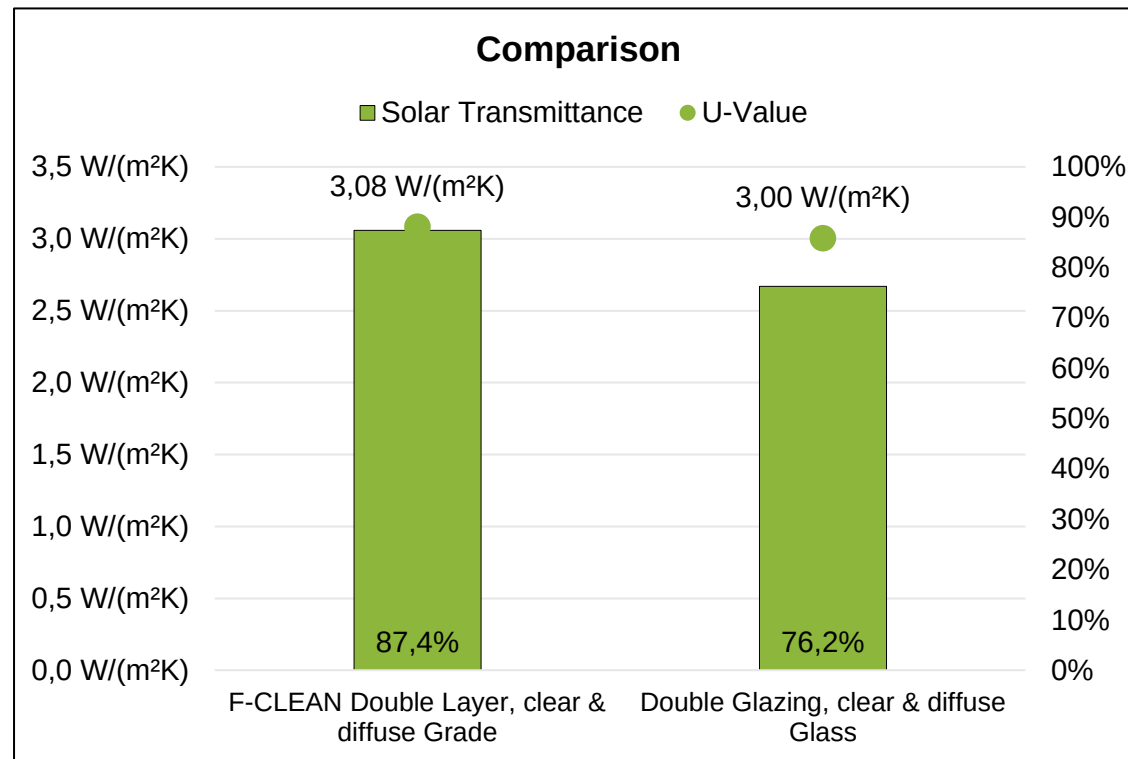


ETFE, solution légère



Matériel et structure

Deux solutions :



ETFE, solution légère

Verre, solution lourde



Matériels et structure

Solution lourde : avantages

- Faisabilité technique
 - Longrine
- Etude de stabilité déjà réalisée



Matériel et structure

Solution lourde : inconvénients

- Percer la couche d'étanchéité et isolation
 - Problèmes de garanties décennales
- ->refus de l'architecte de travailler sur cette solution
- Estimations insertion longrine (23.000€) ne comprend pas aspects étanchéité
- Problèmes de poinçonnement/stabilité si montage mécanisé
 - Montage manuel
 - 40.000 € supplémentaires
 - Question de management de la sécurité
- L'étude de stabilité ne porte pas sur l'éventuelle atteinte à l'étanchéité
 - Risque de poinçonnement de l'isolant et de l'étanchéité.



Matériel et structure



Solution légère : avantages

- Pas de problème de stabilité
- Problèmes de poinçonnement limité
- Possibilité de limité l'insertion dans la couche d'étanchéité/isolation
- Solution mobile prenant en compte la fin de vie éventuelle de la serre



Matériel et structure

- Solution légère



- Faire étude stabilité accompagné des études étanchéité et poinçonnement
- Accès à la technologie sur le marché limitée
- Installation avec surcoût:
 - maximum 20 %
 - 167 000 € -> 200 000€



Budgets

	Solution Lourde	Solution Légère
Insertion physique (Longrine ou autre solution similaire)	23 000 €	23 000 €
Insertion longrine avec préservation étanchéité	?	?
Insertion énergétique (HVAC)	24 000 €	24 000 €
Serre (montage manuel)	207 500 €	200 000€
Contrôle du climat	90 500 €	90 500 €
<u>Total commande</u> HTVA	345 000 €	337 500 €
Révision (5%)	17 250 €	16 875 €
Imprévus de chantier (7,5%)	25 875 €	25 312,5 €
<u>Total travaux</u> HTVA	388 125 €	379 687,5 €
<u>Total travaux</u> TVAC	469 631 €	459 422 €
Honoraires auteur de projet (10,81%) TVAC	50 077 €	49 663 €
Honoraire coordinateur de sécurité (0,45%) TVAC	2 013 €	2 067 €
Divers (Cadastre, Urbanisme, ...) TVAC	5000 €	5000 €
<u>Budget total</u> : TVAC	526 721 €	516 152 €



INTRODUCTION

- ▶ Retour sur les notions générales d'agriculture urbaine

MURS VÉGÉTAUX COMESTIBLES

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES INDOOR

- ▶ Introduction
- ▶ Aspects techniques
- ▶ Aspects réglementaires

CULTURES EN TOITURE

- ▶ Introduction
- ▶ Dimensions transversales
- ▶ Aspects techniques
 - ⇒ Toitures avec substrat terreux
 - ⇒ Toitures sans substrat terreux
 - ⇒ Toitures avec serres
- ▶ Aspects réglementaires
- ▶ Cas d'étude : Serre sur la toiture du bâtiment TERRA

ELÉMENTS DE RÉFLEXION TRANSVERSAUX



Conditions de réussite d'un projet d'agriculture urbaine?



Co-crédation du projet

- Avec les différentes parties prenantes
- Avec les experts adéquats



Gestion long-terme du projet

Gestionnaire externe, implication des habitants du bâtiment/du quartier, etc. ?



Analyse de potentiel du site

Accessibilité, ensoleillement, irrigation, etc.

Et ce, **en amont** du projet.





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ Thème développement de la nature – Agriculture urbaine
Dossier I [Intégrer l'agriculture urbaine](#)
Dispositif I Cultures en pleine terre
Dispositif I Serres



Sites internet

- ▶ www.goodfood.brussels
FAQ Facilitateur Agriculture urbaine
Guide pratique d'analyse de sols
Fiches "Cultiver en ville"
- ▶ www.environnement.brussels
Permis d'urbanisme (guide)
Facilitateur sol

Documents techniques:

- ▶ Fiche éco-construction - toiture verte
- ▶ Fiche potager – alternatives au potagers en pleine terre



Haïssam JIJAKLI

☎ +32 499 261350

✉ mh.jijakli@uliege.be



Centre de Recherches
en Agriculture Urbaine

www.agriculture-urbaine.be



Green Solutions for
Urban & Rural Farming

www.green-surf.com



MERCI POUR VOTRE ATTENTION



[https://www.goodfood.brussels/fr/contributions/
facilitateur-en-agriculture-urbaine](https://www.goodfood.brussels/fr/contributions/facilitateur-en-agriculture-urbaine)

