

### III. RETOURS D'EXPERIENCES

#### B. Pilotes développés dans le cadre du projet GROOF

Auteur Pierre RAULIER (ULg, BE), Nicolas Ancion (ULg, BE)

ULg, GEMBOUX, Belgique



#### Carte d'identité pilote

Le Centre de Recherche en Agriculture Urbaine de l'Université de Liège développe une serre sur le toit de 198 m<sup>2</sup> (5,5 m et 36 m) dans le centre de Gembloux, en Belgique. La serre sera insérée sur le toit d'un bâtiment moderne de la faculté d'agriculture de l'Université de Liège, la faculté Gembloux Agro-Bio Tech.

Le centre de recherche en agriculture urbaine est dédié au développement de recherches et d'outils pour l'agriculture adaptés à l'environnement urbain. Cela comprend des approches de faible technologie et de haute technologie, telles que spin, agroforesterie, aquaponie, culture sur le toit et culture intérieure. Par conséquent, la serre sur le toit intégrera/complètera un écosystème d'infrastructures de recherche, y compris des champs expérimentaux, des systèmes d'aquaponie et des conteneurs.

La serre sur le toit sera dédiée à la recherche associée aux systèmes de production adaptés à l'agriculture sur les toits. En outre, la serre accueillera également quelques activités éducatives et les démonstrations de systèmes de production de plantes innovants.

#### Entreprise – Création de valeur

L'objectif de la serre est de renforcer les infrastructures de recherche du Centre de Recherche en Agriculture Urbaine de l'Université de Liège.

Le modèle économique d'un centre de recherche est généralement basé sur le financement public qui supporte les projets. Les bailleurs de fonds publics évaluent généralement la demande du projet en fonction de l'expérience du centre de recherche et de sa capacité à effectuer des recherches. Les serres de recherche permettront au centre de recherche d'accumuler plus d'expérience et d'accueillir de futurs nouveaux projets. En fin de compte, cela facilitera l'accès à de nouveaux types de financement pour le centre de recherche.

### III. FEEDBACKS

#### B. Pilots developed within the framework of the GROOF project

By Pierre RAULIER (ULg, BE), Nicolas Ancion (ULg, BE)

ULg, GEMBOUX, Belgium



#### Pilot Id

The Research Centre in Urban farming of Liège University is developing a 198-m<sup>2</sup> (5.5 \* 36 m) RTG in its Gembloux centre (Belgium). The greenhouse will be inserted on the rooftop of a modern building of the agriculture faculty of Liège University – Gembloux Agro-Bio Tech faculty.

The research centre in Urban Agriculture is dedicated to the development of research and tools for farming adapted to urban environments. This includes both low-tech and high-tech approaches, such as SPIN, agroforestry, aquaponics, rooftop farming and indoor cultivation. Therefore, the RTG will complete an ecosystem of research infrastructures, including experimental fields, aquaponics systems and container systems.

The RTG will be dedicated to research associated with the production systems adapted to rooftop farming. Besides, the greenhouse will also host educational activities and demonstrations of innovative plant production systems.

#### Business – value creation

The aim of the greenhouse is to reinforce the research infrastructures of the Research Centre in Urban Farming of Liège University.

The economic model of a research centre is generally based on public funding. Public financiers generally evaluate the project based on the experience of the research centre and its ability to carry out research. Research greenhouses will enable the research centre to gather more experience and to host future experiments. *In fine*, this will open onto new types of funding for the research centre.

Le Centre de recherche en agriculture urbaine vendra son expertise à des entreprises privées. La serre aidera à réaliser des expérimentations pour des entreprises externes, telles que l'évaluation des systèmes de production, des engrais ou d'autres types de produits.

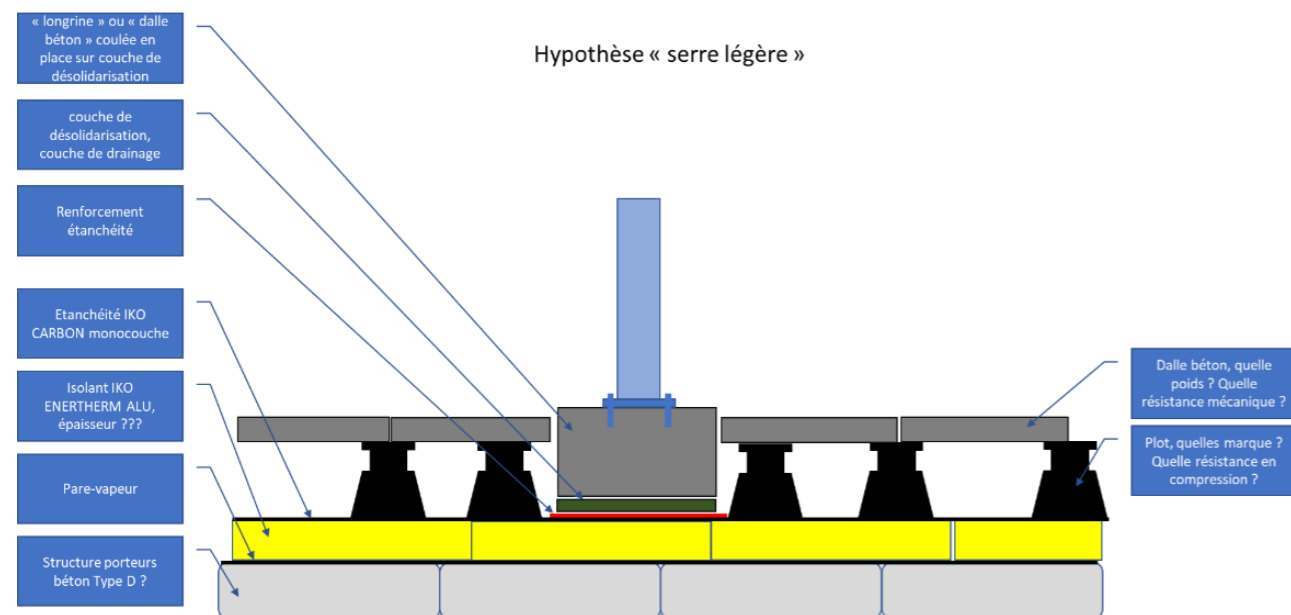
### Construction

Le bâtiment TERRA a été conçu pour accueillir des activités agricoles urbaines. Le toit a une grande capacité portante (4,5 KN/m<sup>2</sup>). Néanmoins, si le bâtiment peut accepter des charges élevées, il ne peut pas gérer les forces de levage, telles que les forces exercées par le vent sur la serre. Par conséquent, la structure de la serre doit être assez lourde afin d'éviter tout risque d'arrachement. Cela implique que même avec le matériau de serre le plus lourd présent sur le marché (verre de sécurité), la serre doit être lestée.

Le toit est recouvert d'une couche d'isolation de 20cm en mousse polyisocyanurate et d'une couche imperméable à l'eau faite de bitume plastomer (APP). Ces matériaux peuvent supporter une pression relativement élevée. Ainsi, une pression stable de 60 KN/m<sup>2</sup> peut entraîner une déformation de 1 mm de la couche d'isolation. La résistance à l'isolation et à l'imperméabilisation ne sont pas des facteurs limitants dans la construction de la serre. Par ailleurs, l'ancrage de la serre dans le bâtiment nécessiterait de percer l'isolation et la couche d'étanchéité. C'est assez coûteux et soulève des questions d'assurance. Par conséquent, la serre ne sera pas arrimée au bâtiment mais simplement posée sur le toit.

La structure de serre sera basée sur des piliers en aluminium profilé, placés tous les 6 m, ce qui correspond à l'espacement standard dans la construction de serres. Ces piliers seront insérés dans une structure en béton qui sera posée sur le toit. Les forces maximales exercées par les piliers de la structure en béton vont de -6 à 24 KN.

La construction elle-même est un défi majeur du projet. La machine nécessaire pour construire la serre et soulever la structure et le matériau de couverture est trop lourde pour le toit. Par conséquent, le constructeur de serre devra travailler sans machines de levage et monter la serre avec échafaudage et manuellement. Cela augmentera le coût de construction. Dans ce contexte, le revêtement léger peut avoir un avantage pour faciliter le montage de la serre.



### Gestion de l'énergie

Le bâtiment TERRA est un bâtiment récent avec une gestion moderne de l'énergie. Cela comprend des systèmes efficaces d'isolation, de chauffage, de ventilation et de refroidissement. En outre, le bâtiment dispose d'une salle technique dédiée à la recherche sur les systèmes industriels de transformation des aliments tels que les boulangeries, les raffineries. Tout cet équipement produit de la chaleur de sorte que cette salle doit être activement refroidie et ventilée toute l'année.

The Research Centre in Urban Farming will sell its expertise to private companies. The greenhouse will be used to carry out experiments for external companies, e.g. evaluating production systems, fertilisers, or other types of products.

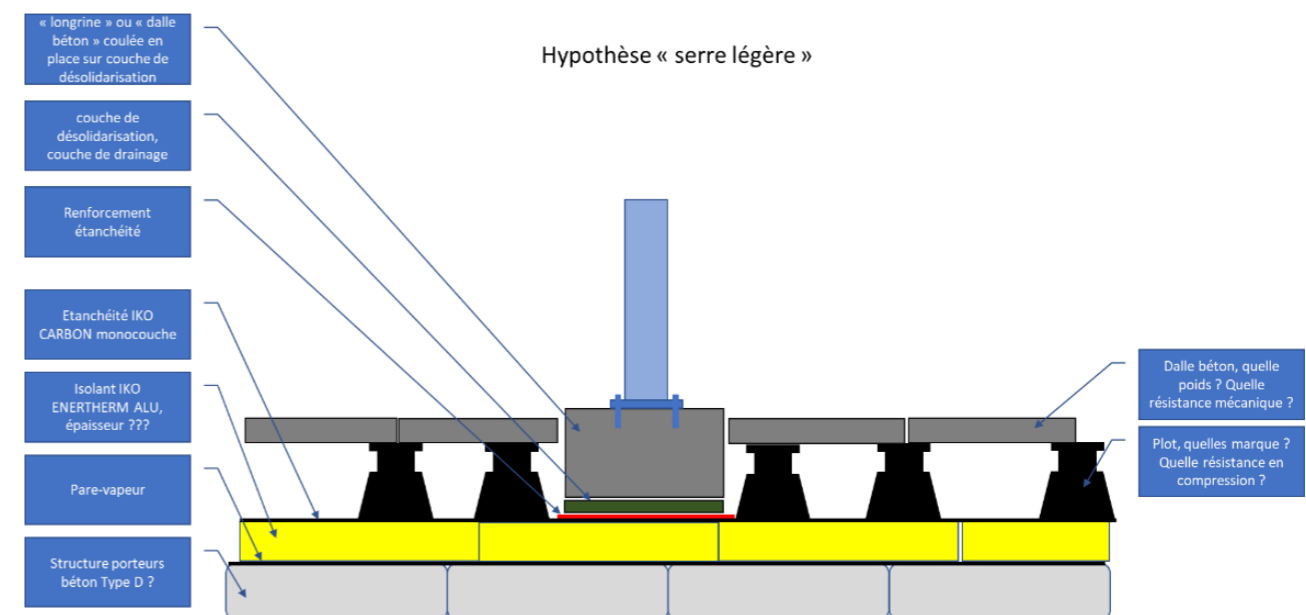
### Construction

The TERRA building was designed to host urban farming activities. The roof has a high bearing capacity (4.5 KN/m<sup>2</sup>). Nevertheless, although the building can accept high loads, it cannot withstand lifting forces, such as the forces exerted by the wind on the greenhouse. Therefore, the greenhouse structure needs to be heavy enough to avoid any lifting force. This implies that even with the heaviest greenhouse material present on the market (safety glass), the greenhouse needs to be loaded.

The roof is covered by a 20 cm insulation layer made of polyisocyanurate foam and a waterproofing layer made of plastomer (APP) bitumen. These materials can handle relatively high pressures: a long-term pressure of 60 KN/m<sup>2</sup> results in a 1 mm deformation of the insulation layer. Insulation and waterproofing resistance are not a limiting factor in the construction of the greenhouse. Besides, the anchoring of the greenhouse in the building would require drilling through the insulation and waterproofing layer. This is quite expensive and raises questions as to insurance. Therefore, the greenhouse will not be anchored in the building, but simply laid down on the roof.

The greenhouse structure will be based on pillars with aluminium profiles spaced out every 6 m, which is the standard distance in greenhouse construction. These pillars will be inserted into a concrete structure laid down on the roof. The maximum forces exerted by the pillars on the concrete structure will range from -6 to 24 KN.

Construction itself is a major challenge of the project. The machine required to build the greenhouse, lift the structure and covering material is too heavy for the roof. Therefore, the greenhouse builder cannot work with standard lifting machines and will assemble the greenhouse manually with scaffolding. This will increase the cost of the greenhouse.



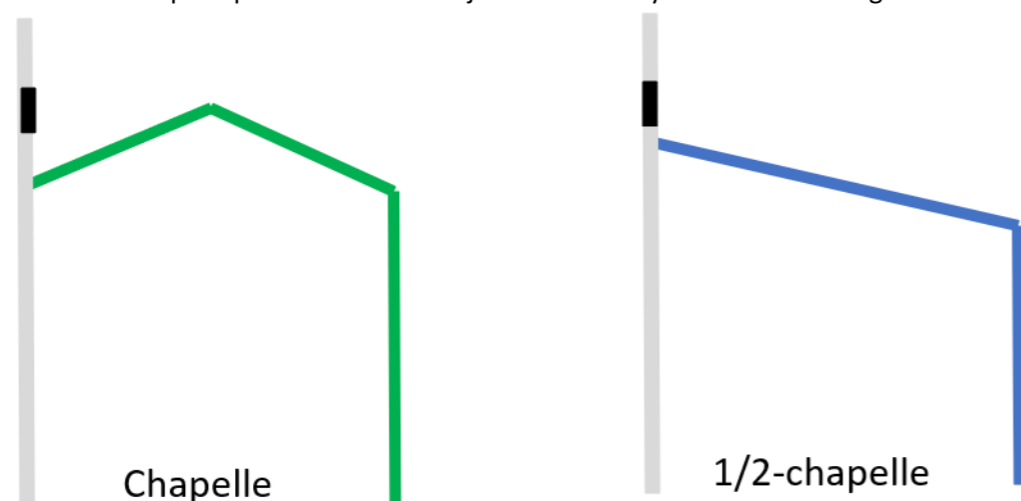
### Energy management

The TERRA building is a recent building with modern energy management. This includes efficient insulation, ventilation, heating, and cooling systems. Moreover, the building has a technical hall dedicated to research on industrial food processing systems such as bakeries and refineries. All these devices produce heat, so that the hall needs to be actively cooled and ventilated all year long.

Due to the good insulation of the building, the greenhouse will not provide additive insulation to it. Therefore, the greenhouse will not recover heat from the building through the walls. The most obvious way to recover heat from

En raison de la bonne isolation du bâtiment, la serre ne fournira pas d'isolation supplémentaire au bâtiment. Par conséquent, la serre ne récupérera pas la chaleur du bâtiment à travers la toiture. La façon la plus évidente de récupérer la chaleur du bâtiment aurait été d'utiliser l'air évacué par le système de ventilation. Néanmoins, la sortie d'air du bâtiment est trop éloignée de la serre. Transporter cet air depuis la sortie jusqu'à la serre n'aurait pas de sens d'un point de vue énergétique. La question de la proximité aurait été facilement corrigée si elle avait été mise en évidence avant la conception du bâtiment.

Ce projet augmentera l'efficacité énergétique du bâtiment et de la serre en utilisant la chaleur du système de refroidissement du bâtiment pour préchauffer l'eau injectée dans le système de chauffage du bâtiment.



La forme de la serre a également été adaptée au bâtiment afin d'accroître son efficacité énergétique. La conception la plus populaire de serre chaude est la serre en chapelle (schéma). Cette conception est très efficace pour les grandes serres. Néanmoins, dans le cas d'une serre se dressant contre un mur entièrement exposé au sud, une conception en demi-chapelle augmente la captation énergétique de la serre. Dans le cas de la serre TERRA, une serre en demi-chapelle permettra d'économiser 13 % de l'énergie de chauffage par rapport à une serre en chapelle.

#### Production

Le compartiment principal de la serre sera de 24 m de long et 5,5 m de large. Il sera consacré à la recherche sur les systèmes de production adaptés à l'agriculture sur les toits dans la région du Nord-Ouest de l'Europe. La serre est conçue pour réaliser des expériences sur les légumes traditionnellement cultivés dans cette zone. Cela comprend les légumes à feuilles (laitues, blette à carde, poireaux...), aromatiques (basilic, coriandre, menthe...) ou les légumes fruits (tomates, poivrons, aubergines, ...) et les plantes médicinales telles que le chanvre ou l'euphorbe.

L'objectif de la serre influence sa conception de deux manières. Tout d'abord, la serre doit produire un climat adapté à toutes ces espèces toute l'année (frais en été pour cultiver des légumes à feuilles, chaud et lumineux en hiver pour cultiver des légumes fruits). Deuxièmement, pour bien se prêter à la recherche, le climat (température, lumière) doit être le même dans toutes les parties de la serre.

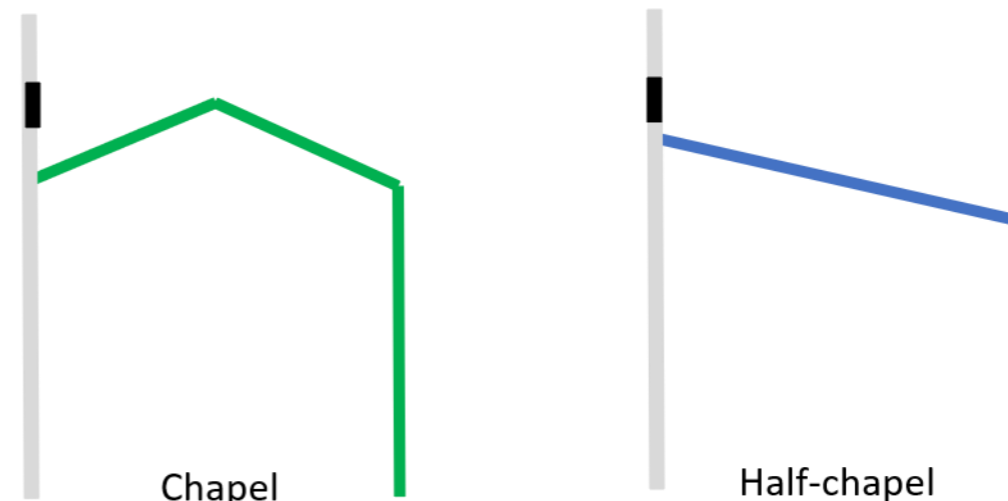
Les besoins de modularité, de précision et de régularité du contrôle climatique dans cette serre de recherche se traduiront par un équipement qui n'est généralement pas nécessaire dans une serre de production. La serre chaude sera recouverte d'un double verre pour une isolation efficace, équipée d'écrans d'énergie, de systèmes de chauffage, de systèmes de refroidissement (brumisation) et de lumière artificielle.

La recherche effectuée dans la serre sera associée à l'utilisation d'engrais biosédiments. L'équipement permettra de tester différents engrais simultanément. Par conséquent, la serre sera équipée d'un ensemble de 10 tables NFT. Chaque table NFT sera composée de cinq gouttières utilisant la même fertilisation.

La serre comprendra également un compartiment de démonstration de 5,5 m de large et de 6 m de long. Ce compartiment accueillera des systèmes de production novateurs tels que les tours hydroponiques afin de redonner une visibilité aux fabricants, de former des étudiants universitaires et de présenter ces systèmes au public.

the building would have been to use the air evacuated by the ventilation system, but the air outlet of the building is too far from the greenhouse. Carrying this air from the outlet to the greenhouse would not make sense from an energy point of view. The issue of proximity would have been easily corrected if it had been pointed out before the building was designed.

This project will increase the energy efficiency of the building and greenhouse by using the heat from the cooling system of the building to pre-heat the water going into the heating system of the building.



The shape of the greenhouse was also adapted to the building to increase its energy efficiency. The most popular greenhouse design is the chapel (see picture). This design is very efficient for large greenhouses. Nevertheless, in the case of a greenhouse standing against a wall fully exposed south, a half-chapel design increases energy capture by the greenhouse. In the case of the TERRA greenhouse, a half-chapel greenhouse will save 13% of heating energy compared to a chapel greenhouse.

#### Production

The main compartment of the greenhouse will be 24 m long and 5.5 m wide. It will be dedicated to research on production systems adapted to rooftop farming in NWE. The greenhouse is designed to carry out experiments on the vegetables traditionally grown in the region and on plants producing medicinal molecules. This includes leafy greens (lettuce, chard, leek, etc.), herbs (basil, coriander, mint, etc.), fruit vegetables (tomato, pepper, eggplant, etc.) and medicinal plants such as hemp or euphorbia.

The objective of the greenhouse influences its design in two ways. Firstly, the greenhouse needs to produce a climate adapted to all these species all year long (cool in summer to grow leafy greens, hot and luminous in winter to grow fruit vegetables). Secondly, the climate (temperature, light) should be the same in all parts of the greenhouse to comply with the requirements of research.

The needs for modularity, accuracy, and an even climate control in this research greenhouse will result in devices that are generally not required in a production greenhouse. The greenhouse will be coated in double glazing for efficient insulation, equipped with energy screens, heating systems, cooling systems (fog) and artificial lighting.

The research carried out in the greenhouse will be associated with the use of bio-sourced fertilisers. The facilities will allow for the testing of different fertilisers simultaneously. Therefore, the RTG will be equipped with a set of 10 NFT tables. Each NFT table will consist of five gutters providing the same fertiliser solution.

The greenhouse will also include a 5.5 m wide and 6 m long demonstration compartment. This compartment will host innovative production systems such as hydroponics towers to give a feedback to the manufacturers, train university students and present these systems to the public.