



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »

**PROJET**  
CELLule technologique de LA VIE

« **CELAVIE** »

**Activités : 4.1.1.**

**PROJET EXÉCUTIF**

**RAPPORT TECHNIQUE**

**PARTENAIRES : GREEN FUTURE S.R.L.**



Rev.00 — 29/03/2021



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



## PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »

### Table des matières

1. FONDÉ.....	3
2. INTRODUCTION .....	4
3. DESCRIPTION DE CELLULE .....	5
4. ENCADREMENT TERRITORIAL.....	8
5. COMPOSANTS DU SYSTÈME .....	9
6. ACCLIMATATION SERRE ET ESSAIS EXPÉRIMENTAUX .....	28
7. DRAINS D'EAU.....	31
8. SERVICES PUBLICS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU ET EN ÉLECTRICITÉ .....	31



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



## PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »

### 1. FONDÉ

Green Future S.r.l. en tant que partenaire bénéficiaire du projet « CELLLE technologique de LA VIE - CELAVIE » est responsable de la conception technique d'un système de production de germoplasme végétal et animal comme source primaire à allouer aux cycles classiques de production agricole et aquacole et au repeuplement processus, ou une Cellule de Vie technologique. Ce projet fait partie des 18 projets financés par le Programme de coopération transfrontalière (CT) Italie-Tunisie 2014-2020, par la décision C (2015) 9131, a été adopté par la Commission européenne le 17 décembre 2015.

Le programme 2014-2020 Italie-Tunisie s'inscrit dans le cadre des initiatives de coopération transfrontalière (CT) de l'Union européenne dans le cadre de l'Instrument européen de voisinage (IEV). La zone de coopération comprend les 5 provinces siciliennes d'Agrigente, Trapani, Caltanissetta, Raguse et Syracuse, ainsi que les 9 gouvernorats tunisiens de Bizerte, Ariana, Tunis, Ben Arous, Nabeul, Sousir, Monastir, Mahdia et Sfax. En outre, les trois provinces siciliennes de Catane, Enna et Palerme et les 6 gouverneurs tunisiens de Beja, Manouba, Zaghouan, Kairouan, Sidi Bouzid et Gabes ont été considérés comme des territoires voisins. Avec un financement communautaire de 33 354 820 euros, le programme vise à promouvoir un développement économique, social et territorial équitable, équitable et durable, afin de promouvoir l'intégration transfrontalière et de valoriser les territoires et les ressources des deux pays participants.

Le projet CELAVIE a été financé par le décret n° 460/SV-DRP de la Présidence de la Région Sicile — Département de la Programmation — Service V — Coopération territoriale Joint PO ENI Italie-Tunisie.

Les partenaires du projet sont les suivants :

- CORERAS ;
- CNR — IAS ;



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### **PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »**

- Green Future Srl
- Université De Sfax;
- Association de la Continuité des générations ONG;
- Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche - UTAP.

Green Future Srl est le point de jonction entre les différents partenaires et surtout le fabricant de matériaux de la cellule. Grâce à la conception de la cellule de vie par Green Future et à l'expertise scientifique du CNR et de CORERAS, il a été possible de proposer le projet CELAVIE avec l'intention de créer un système innovant capable de fournir une production végétale et animale de qualité, avec certaines normes sanitaires, destinées à l'alimentation production aussi de qualité et de service d'une agriculture et d'une aquaculture moderne et dynamique.

## **2. INTRODUCTION**

Les pressions croissantes exercées par les changements climatiques, l'urbanisation, l'industrialisation et la croissance démographique posent de nouveaux défis majeurs pour le secteur agricole. En effet, l'agriculture devra répondre aux besoins alimentaires d'une population qui atteindra 9 milliards d'ici 2050, en pouvant compter sur une disponibilité de sols fertiles qui sera réduite de 50%. Pour faire face à cette urgence, nous devons passer des systèmes de production intensifs, nécessitant un apport élevé de ressources, à des techniques conservatrices qui permettent de réduire leur utilisation et d'améliorer l'utilisation de l'utilisation, en vue d'une plus grande durabilité de l'ensemble du processus de production. Du point de vue de la consommation d'eau, une grande quantité d'eau utilisée en agriculture est perdue de façon non productive, par évaporation, ruissellement superficiel et percolation au-delà de la zone racinaire (Howell et Evett, 2005). Pour réduire ces pertes et optimiser l'utilisation de l'eau, la recherche expérimente des systèmes de production alternatifs, y compris l'aquaponique, s'avèrent être l'un des plus prometteurs.



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### **PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »**

Aquaponics est un système de production circulaire qui combine la pisciculture avec la production de cultures agricoles terrestres hors-sol. L'élément qui agit comme un crochet entre les deux systèmes est l'eau qui, après avoir été utilisée pour l'élevage de poissons, est recyclée comme solution nutritive pour la culture d'espèces horticoles en hydroponie. La transition de l'unité aquacole à celle de l'hydroponique, cependant, n'est pas directe, puisque l'eau doit d'abord être filtrée dans un sédimentaire, où les solides en suspension sont enlevés, puis soumis à l'action d'un biofiltre, où l'ammoniac est converti en nitrates. L'ammoniac est un sous-produit du métabolisme des poissons, dont l'accumulation compromettrait la survie des poissons. Dans le biofiltre, il y a deux classes de bactéries aérobies, les bactéries nitrifiantes (*Nitrosomonas* spp.), qui oxydent l'ammoniac en nitrates, et les nitrosants (*Nitrobacter* spp.), qui oxydent les nitrites en nitrates. Enfin, les plantes exercent une action filtrante supplémentaire sur la solution circulante, absorbant ces nitrates à travers les racines et en les utilisant comme source d'azote. Le principal avantage apporté par l'aquaponique, par conséquent, est la possibilité d'obtenir deux produits, poissons et plantes, avec l'utilisation de la même quantité d'eau. Si dans une usine aquacole traditionnelle, en fait, une certaine quantité d'eau doit être rejetée quotidiennement et remplacée par de l'eau propre pour réduire la charge des contaminants, l'action de filtrage exercée par les plantes permet de réduire cet approvisionnement au seul remplacement des pertes par évaporation. La symbiose entre les deux systèmes apporte également un avantage en termes environnementaux, car la quantité d'eaux usées est réduite et l'utilisation de produits chimiques pour la nutrition des plantes.

## **3. DESCRIPTION DE CELLULE**

The Cell est un système composé d'une conteneur double monobloc à l'intérieur duquel un système aquaponique sera installé. Schématiquement l'usine aquaponique utilise les eaux usées des



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### **PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »**

bassins, où les poissons sont élevés, par exemple, pour irriguer les lits de croissance spéciaux, exempts de sol et d'engrais, où ils sont placés les plantes.

L'eau est riche en nutriments qui sont utilisés par les plantes pour leur développement, grâce aux riches populations bactériennes présentes dans les lits de croissance qui traitent de la transformation des substances de refus du métabolisme animal en éléments importants de croissance absorbés par les racines des plantes. L'eau ainsi traitée de manière naturelle retourne purifiée dans les réservoirs pour un nouveau cycle.

La recirculation de l'eau aura lieu à travers une seule pompe d'alimentation et un retour pour chute dans le réservoir.

Les plantes sont cultivées dans une structure verticale (ferme verticale) éclairée par une lumière LED artificielle à la longueur d'onde adaptée à la photopériode (680nm, 700nm).

Dans les étagères inférieures de la ferme verticale sont logés les bassins d'élevage de poissons également éclairés par des lampes adaptées au développement des poissons.

Grâce à un système de capteurs installé dans le circuit aquaponique, les paramètres chimico-physiques seront surveillés à distance. De même, un deuxième système de détection surveillera les défauts et/ou accidents (p. ex. fuite d'eau des réservoirs).

La fourniture des installations de service se fait par l'énergie produite par un système photovoltaïque autonome qui permet le positionnement des modules photovoltaïques sur le toit de container double monobloc. L'énergie autoproduite et inutilisée sera stockée au moyen d'un système de stockage avec batteries lithium-ion, afin de fournir de l'électricité même la nuit.

À l'intérieur du shelter sera préparé un compartiment technique dans lequel sont logés l'inverter, le contrôleur de charge, l'unité de stockage, le panneau électrique, le datalogger, le routeur, l'unité de commande de la station météorologique, l'unité de contrôle du système de surveillance. Aussi dans une position spéculaire à la précédente sera préparée une zone où une machine à semer et une machine à germer peuvent être logés.



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### **PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »**

La climatisation interne sera assurée ainsi que par l'isolation des coussins de shelter également par une pompe à chaleur. Enfin, la cellule sera équipée d'une station météorologique.

La cellule Vitale sera assemblée à Palerme au siège de l'Avenir Vert en via Umberto Maddalena 92 sur une zone agricole identifiée cadastrale à la feuille de carte n. 143 particules 252. La préparation du site impliquera le nettoyage en taillant le terrain afin d'obtenir une surface plane d'environ 100 mètres carrés. Dans le même temps, une serre d'environ 70 mètres carrés sera installée qui aura pour fonction de stocker temporairement les composants abiotiques et biotiques en attente d'être insérés dans le système des cellules vitales.

La période de rassemblement de la cellule durera **quatre mois**, au terme desquels elle sera transférée à d'autres structures des partenaires du projet.

**Il convient de souligner que la cellule ne représente pas un travail permanent et ne sera connecté ni au réseau électrique ni à l'alimentation en eau. Aussi à l'intérieur de celui-ci ne sera effectué aucun travail et/ou activité de production, mais exclusivement expérimentale pour une courte période après l'assemblage d'environ 2/4 mois.**

**Cette activité n'entraînera pas de rejets d'eau ou d'émissions dans l'atmosphère, puisque le système installé à l'intérieur, ou le système aquaponique, représente un circuit fermé où l'eau où elle stabulera le poisson circulera des réservoirs aux *ferme vertical* revenant à nouveau aux baignoires.**

### PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »

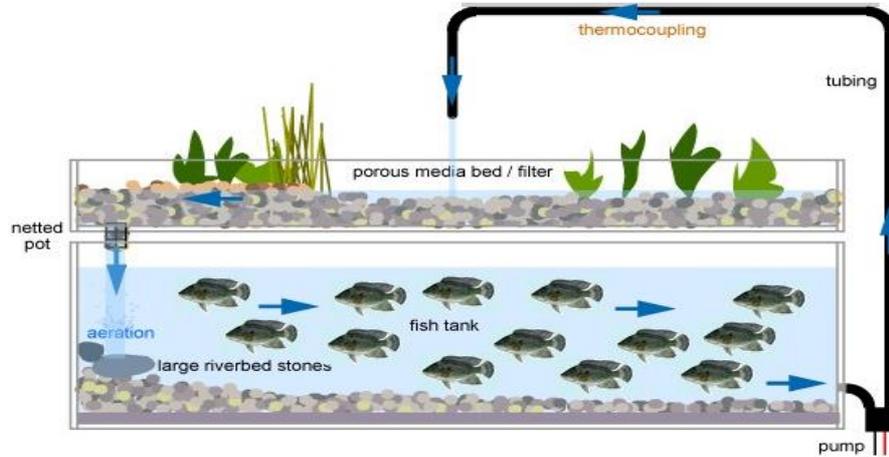


Figure 1 : Schématisation simple d'une plante aquaponique

## 4. ENCADREMENT TERRITORIAL

La cellule Vitale sera assemblée à Palerme au siège de l'Avenir Vert en via Umberto Maddalena 92 sur une zone agricole identifiée cadastrale à la feuille de carte n. 143 particule 252, IN Zone Territoriale homogène « E2 — Agricole verte ».

Le cadre cartographique de référence comprend :

- les tablettes « TORRETTA » (FEUILLE 249 QUADRANT II ORIENTATION NO) de la Carta d'Italia (échelle 1:25 .000) de l'Institut Géographique Militaire ;
- le numéro de la tablette 594120 de la Charte technique régionale à l'échelle 1 : 10.000.



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE

## PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »



Figure 2 : Encadrement territorial sur les photos satellite

## 5. COMPOSANTS DU SYSTÈME

Les composants de la cellule sont :

- 1) Conteneur monobloc double
- 2) Réservoirs de 200 litres
- 3) Réservoirs de 150 litres
- 4) Ferme verticale composée de structures d'étagères avec des plateaux de croissance des plantes
- 5) Système d'éclairage, lits de croissance et réservoirs



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### **PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »**

- 6) Système photovoltaïque autonome avec système de stockage
- 7) Système de climatisation
- 8) Systèmes de surveillance des paramètres chimico-physiques et de détection des pannes et des accidents
- 9) Machine à semer
- 10) Machine à germer
- 11) Système de surveillance vidéo
- 12) Station météorologique
- 13) Système électrique et eau

#### **5.1. Conteneur monobloc double**

Le container monobloc double représente le corps de la cellule, composé de deux unités préfabriquées côte à côte et reliées d'un point de vue électrique.

#### **TAILLES**

Largeur : 2,46 m

Longueur : 6,06 m

Hauteur : 3,1 m

Poids : 1.200 kg

**STRUCTURE DE SUPPORT** : Structure en acier galvanisé constitué de profilés pliés soudés et boulonnés, 10 cm d'épaisseur. Les éléments apparents de la structure sont peints avec de l'émail acrylique gris RAL 9002.

**TOITURE** : plat fait avec des panneaux isolés « Sandwich » composé des deux côtés par un support en tôle galvanisée, pré-peint, poids 10,1 kg/m<sup>2</sup> et épaisseur totale de 50 mm, qui fournit une isolation thermique de 0,44 W/m<sup>2</sup>K, 0,38k kcal/m<sup>2</sup>h°C. Le toit a un cadre de périmètre de finition en tôle galvanisée à chaud, peint, avec canal de gouttière inséré.



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »

**PAROIS LATÉRALES** : en panneaux isolés « Sandwich » composé des deux côtés par un support en tôle galvanisée, pré-peint microlamelle, poids 10,1 kg/m<sup>2</sup> et épaisseur totale de 50 mm, qui fournissent une isolation thermique de 0,44 W/m<sup>2</sup>K, 0,38k kcal/m<sup>2</sup>h°C.

Les murs sont équipés d'un système anti-infiltration grâce auquel l'eau de pluie est coulée sous le sol à une distance de 10 cm, évitant ainsi une éventuelle infiltration.

**PLANCHER** : cadre périmétrique en profilés métalliques galvanisés mm d'épaisseur. 2 joints par soudure. Côtés extérieurs (visibles) couleurs claires peintes. Poutres de rupture transversales avec profilés galvanisés type « Omega » épais. 2 mm, soudé au cadre périmétrique. Sous-plancher en plaques de particules hydrofuges d'épaisseur de 18 mm et terrasse en feuilles de PVC classe 1 de réaction au feu. Sous la base sont soudés profilés galvanisés en forme de U 25/10 h 60 mm d'épaisseur en tôle galvanisée pour permettre la manipulation par chariot élévateur et/ou d'autres moyens appropriés. Isolation sous-jacente composée de plaques de polystyrène de 80 mm d'épaisseur.

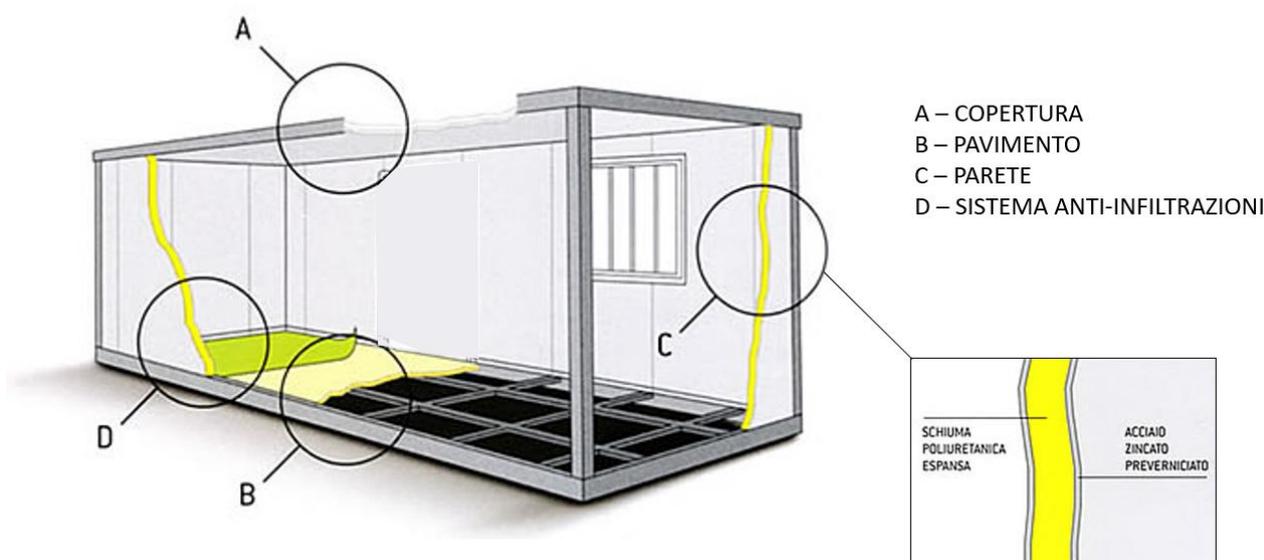


Figure 3 : Schéma structurel conteneur double monobloc

**COLONNES D'ANGLE** : Fabriqué avec des profilés galvanisés pliés 20/10 épaisseur ; ils relient la base au cadre de toiture et assurent la fixation des extrémités des panneaux muraux. Ils sont fixés



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



**PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »**

aux coins de la base et couvrent au moyen de boulons galvanisés. Côtés extérieurs (visibles) couleurs claires peintes.

**PORTE** : n. 1 porte demi-verre de 4 mm d'épaisseur avec barres de protection (trou 970 × 2060H mm), passage utile 890 x 2000 mm

**FENETRES**: Cadre en aluminium ou PVC couleur RAL 9010, équipé de verre isolant opaque



Figure 4 : Container monobloc double

Grâce aux dimensions ISO 20' et à la modularité, grâce à la subdivision en deux monobloc, la cellule de sauvetage peut être facilement transportée sur des véhicules caoutchoutés ou même en transport.



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE

### PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »



Figure 5 : Exemple d'opérations de transport et de déchargement de container monobloc double

Les deux unités indépendantes peuvent être positionnées avec différentes configurations en fonction des besoins logistiques.

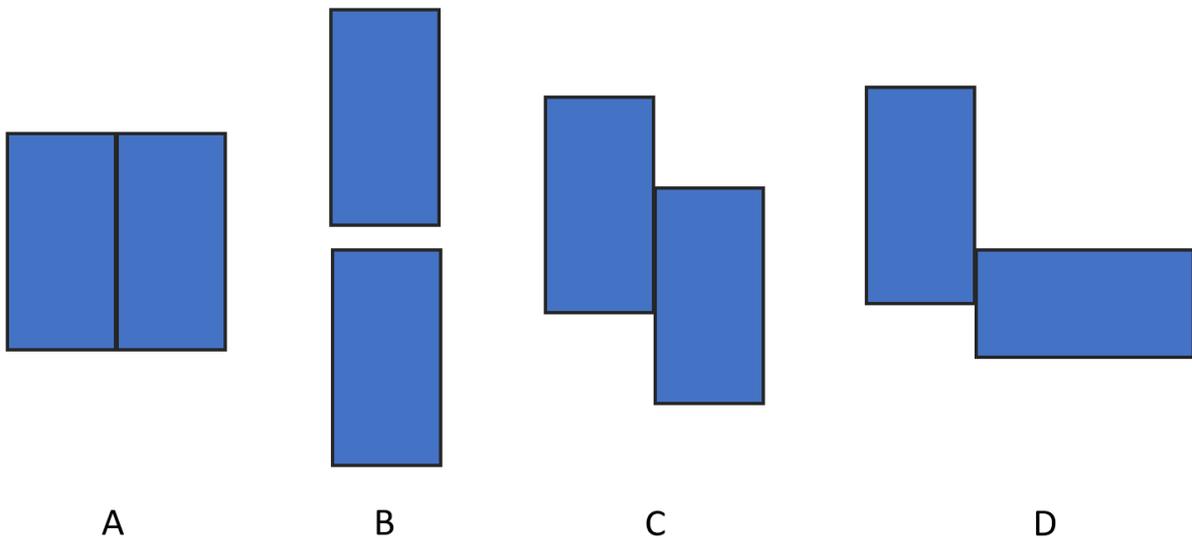


Figure 6 : Exemple de configurations possibles

## 5.2. Réservoirs d'élevage



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »

Les réservoirs sont en fibres de verre gris RAL7004 avec revêtement thermique et acoustique, équipé d'un système de trop-plein, d'aspiration d'eau de la surface et du fond et de vidange pour vidange.

Leur forme et leurs murs intérieurs, parfaitement lisses, garantissent un bon effet autonettoyant. Les opérations de nettoyage et de désinfection sont très simples et le besoin d'eau de rechange est réduit.

Le niveau d'eau dans le réservoir est réglable au moyen d'un drain inclinable. Ils ont une résistance à la charge de 400 kg/m<sup>2</sup> et résistent à des températures allant de -40 ° C à 80° C.

Ils sont fournis :

- n. 8 réservoirs d'un volume égal à 200 l et dimensions cm 60 (A) x70 (B) x50 (H)
- n. 6 réservoirs d'un volume égal à 150 l et dimensions 50 cm (A) x100 (B) x30 (H)

Les réservoirs sont reliés les uns aux autres via un raccord de tube en PVC d'un diamètre de 50mm, fixé sur les parois latérales (10 cm du fond du réservoir), centralement, au moyen de raccords de mamelons et joints uniseal.

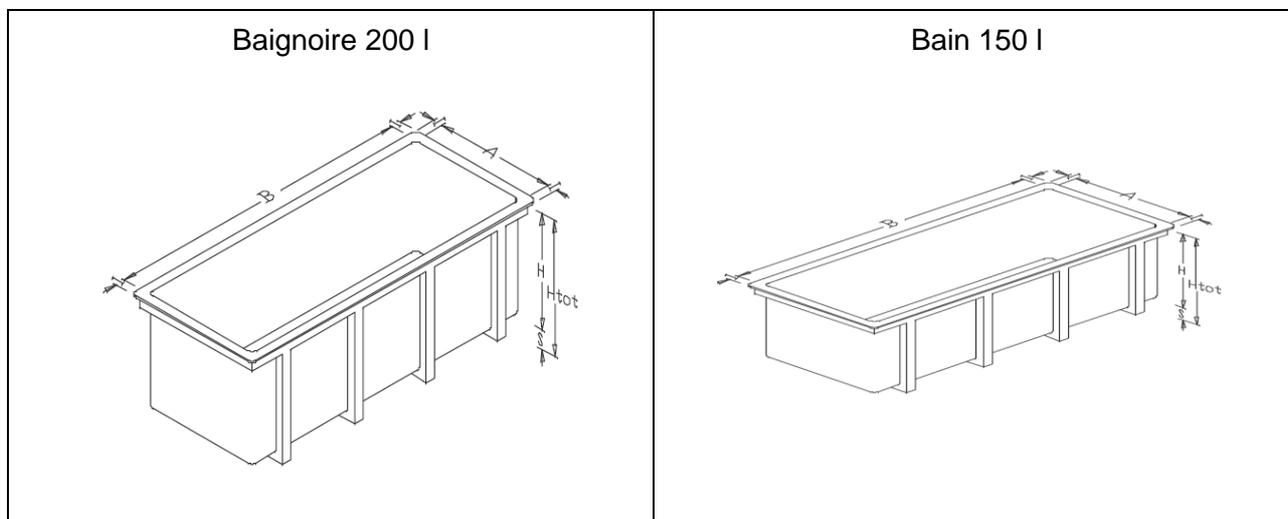


Figure 7 : Vues en perspective de bassins d'élevage de poissons

### 5.3. Fermes verticales



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »

Pour la culture des plantes, un système multivel situé au-dessus de chaque réservoir sera fait. Ce système, appelé ferme vertical, se compose d'une étagère avec des étagères composées d'épaulés, de courants, de planètes, pour héberger des lits de croissance, où des pots rectangulaires remplis d'argile expansée dans laquelle les semis à cultiver sont plantés.

Chaque étagère est divisée en trois niveaux qui abritent les plates-formes de culture en aluminium coextrudé qui permet une durée de vie très longue, une hygiène et un nettoyage, ainsi qu'un très faible entretien et facilité d'assemblage.

Chaque étage est équipé de vannes de vidange pour créer l'effet d'écoulement de manière verticale, grâce à laquelle l'eau pompée des réservoirs est versée au plus haut niveau et par cascade passe aux étages inférieurs pour retourner aux réservoirs.

Ils sont fournis :

- n. 12 ferme verticale avec trois niveaux et dimensions cm 40 (A) x120 (B) x215 (H)

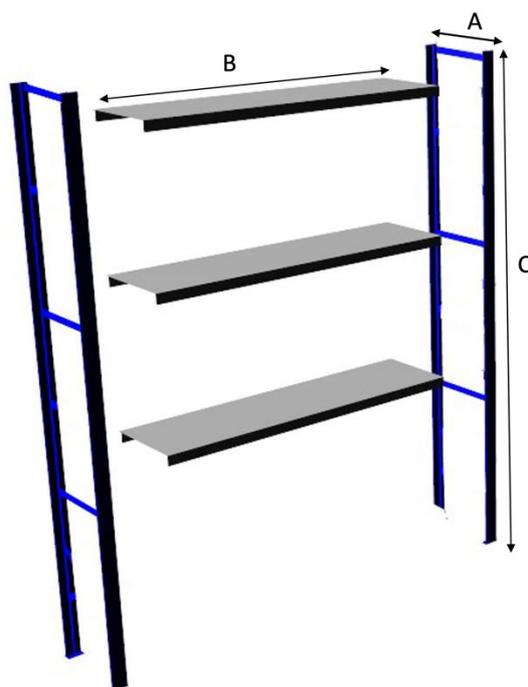


Figure 8 : Système à plusieurs niveaux de batterie verticale

- n.72 pots en PVC pour lit de croissance avec dimensions cm 18 (A) x103 (B) x10,5 (H)



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »

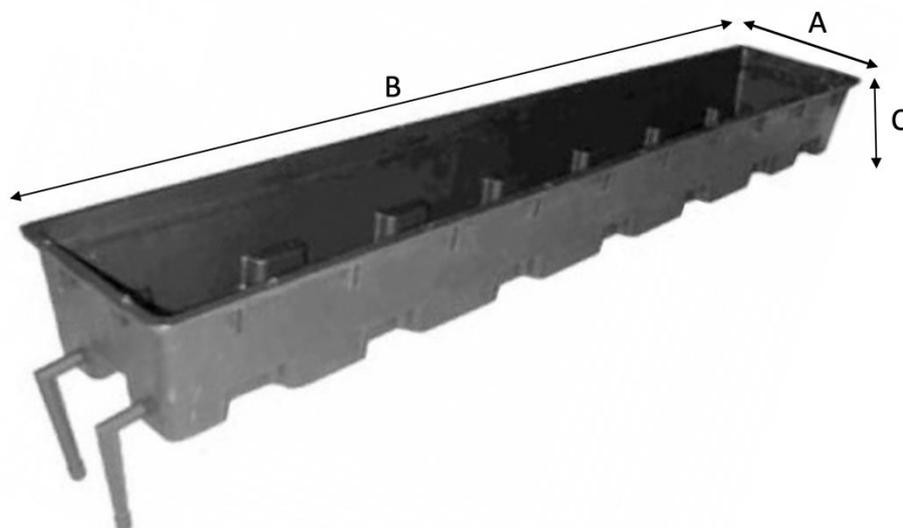


Figure 9 : pot pour lit de croissance

Le lit de croissance est constitué de substrat inerte ou MFG (Media Filled Growbed), où l'objectif n'est pas la productivité, mais permet la culture d'un large éventail d'espèces végétales. Ce système prévoit donc qu'un substrat neutre et inerte est placé dans les pots tels que des sphères d'argile expansée ou de gravier, qui sert à la fois de support pour les plantes et de milieu de culture. Les plantes sont alimentées par l'eau provenant de l'aquarium avec un écoulement continu et discontinu avec la méthode de marée, avec inondation et drainage subséquent grâce à un siphon de cloche. Ils sont prévus :

- mc 1,2 argile expansée

#### 5.4. Système d'éclairage

La culture en ferme verticale est entièrement gérée, au niveau de la lumière, par une plante LED dans une rangée de photons de couleur principalement rouge et bleu.



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »

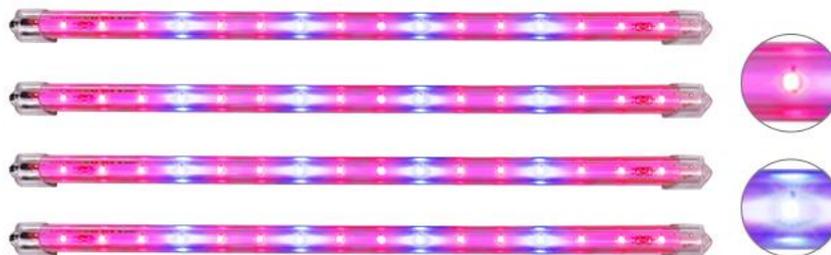


Figure 10 : Lampes tubulaires LED avec photons rouges et bleus

Chaque rangée d'éclairage est placée sous la base de la palette afin d'éclairer avec un cône uniforme la culture du sol en dessous et d'assurer le bon spectre lumineux à la plante de manière équilibrée, en fonction de sa croissance au cours du cycle. De même au-dessous de la base du premier riplé est insérée une rangée d'éclairage pour l'aquarium ci-dessous.

La lumière LED permet de donner des spectres d'émission adaptées aux plantes et aux poissons, avec des économies d'énergie significatives et une réalisation instantanée d'une luminosité maximale à faible émission de chaleur rayonnante. Ces aspects sont très intéressants et inconcevables avec les anciennes lampes HPS et HID. Tout est géré par un panneau de commande électrique.

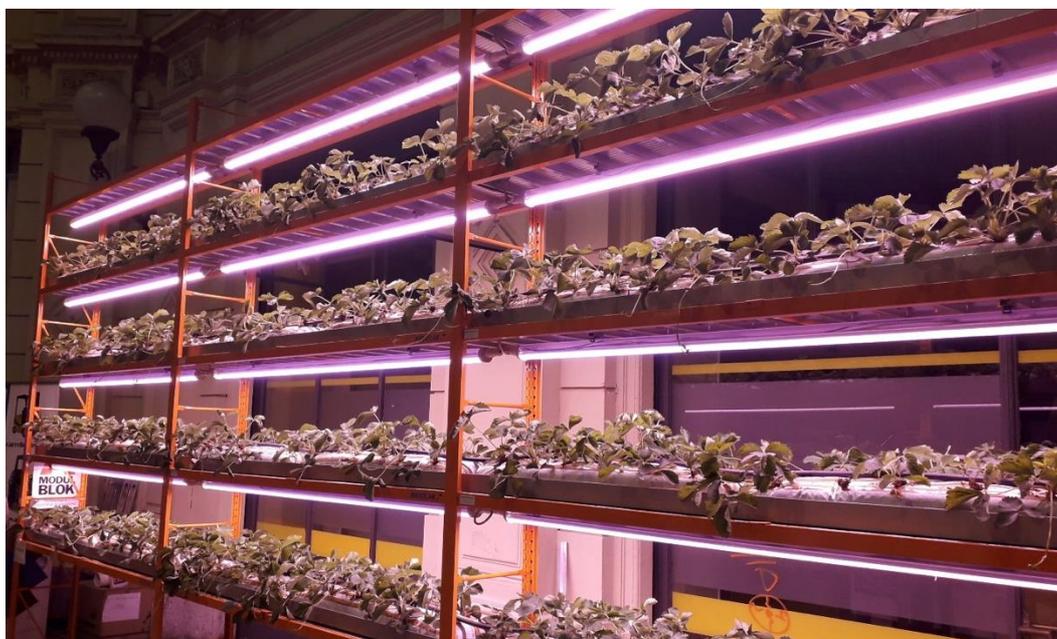


Figure 11 : Ferme verticale et système d'éclairage

Ils sont fournis :



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### **PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »**

- n. 36 lampes Led 26 W pour les lits de croissance (avec une longueur d'onde de 630 à 680 nm pour les LED rouges et 460 nm pour les LED bleues et 3Red:1Blue ratio)
- 12 lampes LED 15 W pour aquarium 920 Lumen

## **5.5. Système photovoltaïque**

La cellule de Vie sera totalement indépendante du point de vue énergétique. La fourniture des installations de service se fait par l'énergie produite par un système photovoltaïque autonome qui permet le positionnement des modules photovoltaïques sur le toit de shelter double monobloc. L'énergie autoproduite et inutilisée sera stockée au moyen d'un système de stockage avec batteries lithium-ion, afin de fournir de l'électricité même la nuit.

### **5.5.1. Analyse de la consommation d'énergie**

L'estimation de la taille du système photovoltaïque a été réalisée en fonction de la surface disponible et des services électriques de la cellule vitale.

La cellule sera en effet équipée de systèmes technologiques pour assurer un cycle de production correcte des plantes et des poissons ainsi qu'une climatisation adéquate à l'intérieur, en particulier elle sera également équipée de circulateurs pour permettre un bon échange d'air. Les climatiseurs seront du type « biocooler » pour assurer le bon rapport d'humidité et de température.

Le système Vertical Farm sera équipé d'un système d'éclairage LED d'une longueur d'onde de 630 à 680 nm pour les LED rouges et de 460 nm pour les LED bleues. Les réservoirs disposeront d'un système d'éclairage dédié avec un éclairage adéquat pour les poissons.

Les systèmes de surveillance des paramètres chimiques et physiques ainsi que le système de détection des défaillances et des accidents et de surveillance vidéo fonctionneront en continu 24h/jour.

Le machine à semer sera exploité pour le moment, il est estimé une opération de 5 h/mois, tandis que pour la germination de 120 /mois.



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



**PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »**

SERVICES PUBLICS D'ÉLECTRICITÉ	quantité (n)	P_Électrique (kW)	Durée (h)	Energia_day (kWh)	Période	Energia_ANNO (kWh)	Puissance totale
ÉCLAIRAGE VERTICAL DE LA FERME À LED	36	0,026	10	9,36	10 h/jour	3416,4	0,936
ÉCLAIRAGE LED RÉSERVOIRS D'AQUACULTURE	14	0,015	10	2,1	10 h/jour	766,5	0,21
POMPES	2	0,12	12	2,88	12 h/jour	1051	0,24
SYSTÈME DE CONTRÔLE DE LA CLIMATISATION	2	0,4	13	10,4	13 h/jour	3796	0,8
SYSTÈME DE SURVEILLANCE+VIDÉOSURVEILLANCE	2	0,025	24	1,2	24 h/jour	438	0,05
EXTRACTEUR D'AIR	2	0,025	10	0,5	10 h/jour	182,5	0,05
SUPERCHARGER	1	1,5	0,16	0,24	5 h/mois	87,6	1,5
GERMINATION	1	0,15	2,4	0,36	72 h/mois	131,4	0,15
Total				27,04			
Energia_day (kWh)							
Total						9869,6	
Energia_Anno (kWh)							
<b>Services publics d'électricité kW</b>							<b>3,936</b>

**5.5.2. Dimensionnement des plantes**

La configuration du système comprend :

- Modules n° 18 de 450 W pour un total de 8,1 kW
- Onduleurs autonomes n° 2 5 000 W
- N°1 Système de stockage avec batteries lithium-ion de 9,6 kWh

L'usine permettra une production annuelle de 13,93 MWh/an.

## PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »

### 5.6. Système de climatisation et de ventilation

Grâce à une pompe à chaleur, une température constante entre 24 et 28 °C est assurée, car des températures plus douces accélèrent la multiplication des bactéries dont la température de croissance optimale est placée dans cette plage. L'humidité relative est maintenue autour de 50/65%, afin de ne pas favoriser le développement de champignons.

Des fonctions telles que le contrôle de l'humidité et la télécommande via la carte de connexion au système de surveillance sont disponibles.

Un système d'aération mécanique contrôlé assurera l'échange d'air à l'intérieur de la cellule vitale, ainsi que les entrées de CO<sub>2</sub> à l'intérieur nécessaires aux processus de photosynthèse végétale.

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est essentiel pour activer la photosynthèse chlorophyllienne chez les plantes. C'est-à-dire la conversion de l'eau, du dioxyde de carbone atmosphérique et de la lumière en chloroplastes végétaux, en énergie alimentaire (glucides simples), avec de l'oxygène.

La photosynthèse s'arrête la nuit avec l'obscurité, de sorte que les plantes n'utilisent pas de CO<sub>2</sub> la nuit, ce qui signifie pour les cultures d'intérieur pendant la phase de lumière éteinte (lumières éteintes). Le système de ventilation peut être ajusté de sorte que lorsque les lumières s'éteignent, l'échange d'air vers et depuis l'extérieur s'arrête.

Les suppléments de CO<sub>2</sub> peuvent être utilisés pour accélérer la croissance des plantes. Pour comprendre la quantité de dioxyde de carbone à intégrer dans la cellule vitale, il faut penser que l'air au niveau de la mer contient environ 350 à 500 ppm (particules par million) de CO<sub>2</sub>, des altitudes plus élevées et que les zones rurales ont généralement une présence plus faible de CO<sub>2</sub>, tandis que les zones urbaines ont une présence plus élevée. L'enrichissement du CO<sub>2</sub> conduit à une augmentation de la concentration jusqu'à 4 à 5 fois les niveaux atmosphériques normaux, entre 1200 et 1500 ppm.

En culture intérieure, l'augmentation du CO<sub>2</sub> jusqu'à 1200 à 1500 ppm dans l'air de culture a montré une croissance remarquable plus rapide, avec des plantes plus fortes, des tiges plus grandes et une culture plus saine.

Il a été démontré que des concentrations supérieures à 2000 ppm retardent la croissance des plantes. De faibles concentrations de CO<sub>2</sub> (inférieures à 1000 ppm) peuvent diminuer la croissance



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### **PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »**

vigoureuse, même lorsque toutes les autres conditions sont idéales. Pour cette raison, un espace fermé nécessite le renouvellement du CO<sub>2</sub>, l'optimisation du système de ventilation et l'administration du nouveau CO<sub>2</sub>, pour avoir une recirculation parfaite.

Ils sont fournis :

- n. Pompe à chaleur de 2 2,1 kW équipée d'une télécommande
- n. 2 Extracteur d'air axial

Le bloc moteur de la pompe à chaleur sera placé sur l'une des parois latérales.



Figure 12 : positionnement du bloc moteur de pompe à chaleur

## **5.7. Systèmes de surveillance des paramètres chimico-physiques et de détection des pannes et des accidents**

La surveillance de l'eau comprend :

- la détection de la valeur du pH, de la température et de l'oxygène dissous à travers des sondes dans le réservoir de collecte, les valeurs mesurées sont envoyés à l'enregistreur de données et peuvent être enregistrés et stockés ;
- le contrôle du niveau d'eau en fonctionnement dans le réservoir de collecte et l'envoi du signal à l'électrovanne pour combler un cas de manque d'eau ;
- le contrôle du niveau minimal dans le réservoir de collecte comme protection des pompes et l'envoi du signal du bloc de pompe.



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »

La plante en boucle fermée de la cellule Vitale a été calculée de manière à résister à une charge organique résultant d'une population végétale égale à 20 kg/m<sup>3</sup> des poissons d'eau douce (par exemple nourri avec des aliments secs avec une teneur en protéines de 25 à 30 %).

#### 5.8. Semoir

Un semoir à semences à plusieurs niveaux (type SEMSF13 ou similaire) à fonctionnement pneumatique sera installé dans l'endroit approprié, adapté à tout type de semences et de semences, nues ou pilées. Complet avec dispositif de formulaire d'impression automatique.

#### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES :

- 1) Tête d'ensemencement avec buses avec forme d'empreinte.
- 2) Mouvement du plan d'ensemencement avec pas automatique.
- 3) Alimentation longitudinale pour semis.
- 4) Alimentation transversale pour semis.

DATI TECNICI	U.M.	SEMSF13
PRODUZIONE ORARIA (max)	file/ora	1700
DIMENSIONI SEMINIERE (max)	mm	600x400
ALTEZZA SEMINIERE (max)	mm	150
PESO	kg	80
POMPA VUOTO	modello	Sistema Venturi
CONSUMO ARIA (max)	l/min	190



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »

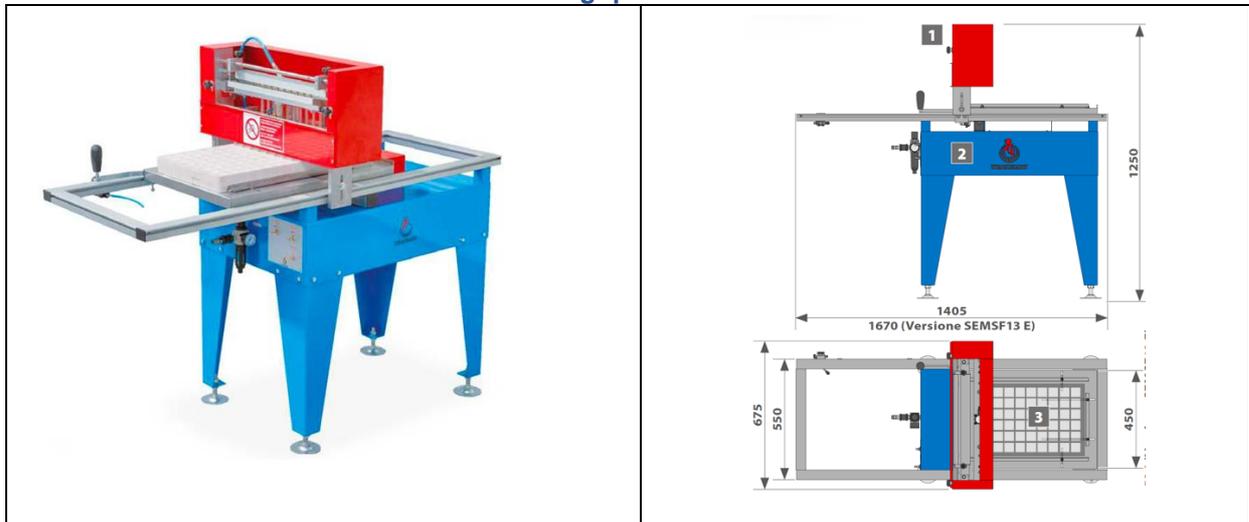


Figure 13 : Semoir à rangée actionné pneumatiquement

Le fonctionnement pneumatique sera assuré par un compresseur électrique de 50 l.

#### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES :

- 1) Moteur : 230v Électrique
- 2) Puissance : 1.5kW 2HP
- 3) Révolutions : 2850
- 4) Air d'admission : 190 l/m
- 5) Pression maximale : 8 barres
- 6) Réchaudière : 50 litres
- 7) Dimensions : 700x392x644 mm
- 8) Poids : 32 kg



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



## PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »



Figure 14 : compresseur électrique 50 l

### 5.9. Germination

Une machine à germer peut-être installée dans la même zone que le semoir, équipé d'une humidification par ultrasons avec réglage automatique sur hygromètre numérique.

#### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES :

- Cabine en panneaux isolés prépeints en acier avec couche intercalaire en polystyrène ;
- régulation de la température et lecture de l'humidité avec affichage ;
- thermomètre en °C pour le contrôle interne de la température
- lecture de l'humidité avec hygromètre à bulbe humide ;
- humidification assurée par un réservoir externe relié à un réservoir à niveau d'eau constant (ou automatique sur demande) ;
- éclairage phytostimulant programmable à intervalles ;
- étagères amovibles en acier inoxydable (le nombre d'étagères peut être évalué et adapté à l'utilisation réelle de la machine en fonction des besoins spécifiques).
- Calendrier de germination avec programme de gestion de 1 à 4 cycles



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »

Potenza Massima	150 W
Tensione Nominale	220-230 / 50-60 V/Hz
N. Cassetti	3
Dimensione Cassetto	480x480 mm
Dimensioni	530x600x510H mm
Peso	23 Kg

Les aspects de sécurité des pièces électriques sont en pleine conformité avec la réglementation CEE et le panneau de commande placé à l'extérieur de l'incubateur permet d'éviter des problèmes pour les parties éléments électriques résultant de l'humidité et de la condensation.



Figure 15 : germination

#### 5.10. Système de surveillance vidéo

Il est prévu d'installer un système de surveillance vidéo, composé de 4 caméras IP numériques connectées à un enregistreur vidéo NVR 4 canaux avec disque dur de 3 Tb.

Pour surveiller l'environnement externe de la cellule, deux caméras IP seront installées dans la structure extérieure de la cellule de vie (paroi avant et paroi latérale droite), spécifiques pour une utilisation en extérieur, dans un boîtier à joint étanche motorisé avec commandes PTZ. Les caméras ont un capteur de capture vidéo en haute résolution (HD), vidéo à double flux (double flux) avec compression H.265, détection de mouvement, LED infrarouge pour la vision nocturne (Nuit et jour). Les deux secteurs internes de la cellule Vital seront vidéo-surveillés à travers deux caméras motorisées, maniables même à distance pan/inclinaison (axe horizontal - axe vertical) à 360°.



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »

Ils sont équipés de vision ULTRA HD, capteur de mouvement intelligent, audio bidirectionnel, enregistrement d'événements locaux et cloud, très grand angle de couverture, vision nocturne ULTRA HD.

L'ensemble du système de surveillance vidéo vous permet de vous connecter à distance, à partir d'un smartphone PC ou d'une tablette.



Figure 16 : Caméra IP extérieure (gauche) et interne (droite)

### 5.11. Station météo

Sur la couverture de la cellule est prévu d'installer une station météo sans fil avec verrouillage de capteur intégré qui combine la température et l'humidité (dans l'écran solaire passif), pluviomètre et anémomètre. Dans la salle technique sera placée la console avec grand affichage multifonction avec baromètre intégré.

#### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES :

- 1) Réception sans fil jusqu'à 300m
- 2) Mise à jour des données 2.5 sec.
- 3) Anémomètre séparable avec câble de 12 m
- 4) Nouveau pluviomètre « Aerocone »
- 5) Support du capteur Agrometeo



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



## PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »



Figure 17 : Station météorologique sans fil

### 5.12. Système électrique

Le système électrique sera réalisé avec un panneau global de 220 V à 50 Hz et fourni avec un certificat de conformité électrique aux normes CEI conformément aux normes de sécurité en vigueur.

L'installation sera exposée, avec des tuyaux en PVC auto-extinguible et des câbles ignifuges et anti-fumée, montés sur le toit avec des descentes tombées, à fixer sur place.

Éclairage intérieur avec plafonniers n.4 18 W led, prises 10/16A, interrupteur 10/A, carré électrique avec différentiels, câble de terre.

Veillez vous référer au Rapport sur le système électrique et d'eau.

### 5.13. Plantes d'eau

Le système d'aqueduc se réfère exclusivement au système aquaponique, car il n'y a pas de services sanitaires dans la cellule Vitale. L'usine est faite avec des tuyaux exposés en propylène avec des joints thermoscellés et PVC.

Veillez vous référer au Rapport sur le système électrique et d'eau.



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



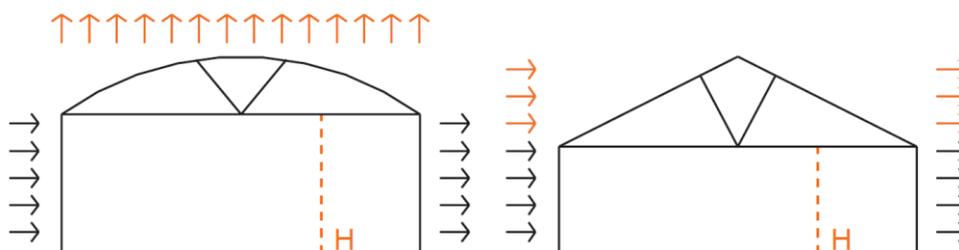
## PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »

### 6. ACCLIMATATION SERRE ET ESSAIS EXPÉRIMENTAUX

Avant l'assemblage de la cellule Vitale sera installée une serre d'environ 70 mètres carrés qui aura pour fonction de stocker temporairement les composants abiotiques et biotiques en attente d'être inséré dans le système Vital Cell. La serre permettra également d'acclimater le composant biotique (plantes et poissons) avant l'insertion dans la cellule, et avant son retrait de la cellule une fois le premier cycle de production terminé Expérimental. De plus, en même temps que le premier cycle de production expérimentale à l'intérieur de la cellule, un cycle de production parallèle sera effectué à l'intérieur de la serre afin de la comparer à différentes conditions avec celles de la cellule.

La structure de la serre a été conçue à l'aide de la voûte voûte monocentrée. Un tel choix, largement développé et testé au fil des ans, a mis en évidence les avantages suivants :

- Réponse du vent : soulèvement (levage vertical) et pas de poussée transversale
- Surface moins dispersée
- Hauteur utile plus élevée à la même hauteur maximale
- Meilleur gonflage des bâches
- Moins d'usure des bâches
- Décharge de neige cependant bonne.



profil de section avec profil de section de voûte voûtée monocentrée avec voûte à double pente

Figure 18 : Comparaison des profils de différents types de serre

Études réalisées sur les serres (T. Foulard et H. Fatnassi, INRA-unité URIH (France), « Les nouveaux modèles aident à optimiser la conception des serres », dans FlowerTech 2006, vol.



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### PROJET : CELLULE technologique de LA VIE « CELAVIE »

9/n.6) ont vérifié l'importance de la hauteur d'une serre et, même dans ce cas, la solution proposée répond le mieux aux paramètres requis.

Ces études ont montré que la température interne de l'air diminue à mesure que la hauteur augmente jusqu'à 4 mètres et qu'après cette altitude, les améliorations deviennent peu significatives comme le montre le graphique qui suit.

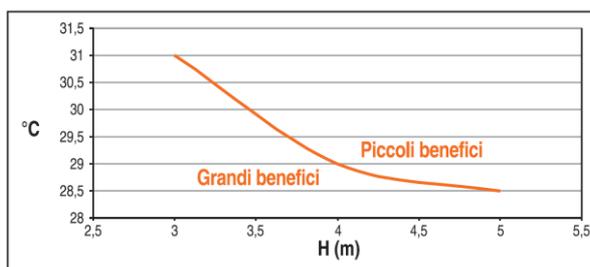


Figure 19 : changement de température en fonction de la hauteur interne de la serre

L'axe longitudinal sera orienté dans la direction est-ouest, afin de permettre une plus grande puissance thermique et une plus grande valeur d'éclairage.

La solution structurelle prévoit une plante 6 x 12 m avec une hauteur à l'avant-toit de 2,16 m + 0,5 m sous terre et à la crête de 3,5 m.

L'ancrage au sol aura lieu avec un périmètre de bordure en béton armé de 0,3 m de large.

Le système d'ancrage assure une plus grande résistance aux contraintes du vent.

La surface intérieure sera recouverte de substrat inerte.



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



### PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »



Figure 20 : État final de la serre

La structure de la sera donc composée de :

- Housse en nylon
- Arcs en tube galvanisé (diamètre 60 mm, épaisseur 1,5 mm, longueur 6 m)
- Piliers en tube galvanisé à chaud (diamètre 60 mm, épaisseur 2 mm, longueur 3 m)
- Hauteur à l'avant-toit m 2,16 + 0,5 souterrain
- Hauteur à la crête 3,5 m
- Pas modulaire de 2 m dans les altitudes longitudinales et variables le long des altitudes transversales, comme indiqué dans Tav. 03 A
- Tampons latéraux prédisposition sous rideau en plastique rigide ondulé
- Prédisposition des plaquettes avant avec plastique rigide ondulé
- N. 1 conduites d'eau souterraine, par travée
- Porte coulissante avant n° 1 avec deux portes déjà assemblées en fibre de verre ondulé (2,36 x 2,1 m)
- Contentement latéral et crête
- Gouttières latérales avec tuyaux de tirage et cliquets pour film de couverture
- Ouvertures latérales manuelles « rideau »



Programme financé par  
l'UNION EUROPÉENNE



#### **PROJET : CELLLE technologique de LA VIE « CELAVIE »**

- Boulons galvanisés assortis
- Pièces spéciales pour l'assemblage de la structure

## **7. DRAINS D'EAU**

Il n'y a pas de rejets d'eau parce que le circuit aquaponique étant en cycle fermé ne génère pas de rejets d'eau. En outre, étant donné qu'aucune activité de travail ne sera effectuée, il n'y a pas de toilettes.

## **8. SERVICES PUBLICS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU ET EN ÉLECTRICITÉ**

L'assemblage de la cellule ne nécessitera pas l'activation des services publics pour l'approvisionnement en eau et en électricité. L'eau nécessaire pour remplir les réservoirs, égale à 2 500 litres, sera fournie par le réservoir. La compensation de l'eau évaporée sera assurée par la récupération de l'eau condensée du système de climatisation.

Les phases d'assemblage de la cellule impliquent l'utilisation d'instruments alimentés par batterie (perceuses, tournevis, meuleuses) et/ou manuelles. Alors que le fonctionnement du système aquaponique et d'autres charges (climatisation, machine à semer, germination) exploitent l'énergie produite par les modules photovoltaïques installés sur le couvercle de la cellule.