



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

PROJET
CELLule technologique de LA VIE

"CELAVIE"

Activité : 4.1.1.

PROJET EXÉCUTIF

RAPPORT SUR LE SYSTÈME D'ÉLECTRICITÉ ET D'EAU

PARTENAIRE : GREEN FUTURE S.R.





Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

Rev.00 - 29/03/2021

Résumé

Résumé 2

1. SYSTÈME ÉLECTRIQUE	3
1.1.AVANT-PROPOS	3
1.2.NORMES DE RÉFÉRENCE	4
1.3.DESCRPTION DE LA CELLULE VIVANTE	6
1.4.CLASSIFICATION DES LOCAUX	7
1.5.ALIMENTATION DES INSTALLATIONS	8
1.6.ANALYSE DE LA CHARGE	10
1.8.DIMENSIONNEMENT DU CÂBLE	11
1.9.PROTECTION CONTRE LES SURCHARGES ET LES COURTS-CIRCUITS	12
1.10.PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS	14
1.11.PROTECTION CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS	15
1.12.INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE	15
1.13.PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES	22
1.14.CONTRÔLES D'USINE	22
2. WATERWORKS	24
2.1.AVANT-PROPOS	24
2.2.POMPES	25
2.3.LA DYNAMIQUE DE L'ÉCOULEMENT DE L'EAU	30
2.4.L'IRRIGATION DES LITS DE CROISSANCE	31
2.5.FILTRATION	32
2.6.Système de tuyauterie	32



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

1. SYSTÈME ÉLECTRIQUE

1.1. AVANT-PROPOS

Ce rapport de projet concerne les travaux pour la réalisation du système électrique d'un système de production de germoplasme végétal et animal comme source primaire à utiliser pour les cycles classiques de production agricole et aquacole et pour les processus de repeuplement, c'est-à-dire une Life Cell technologique.

Ce projet ELECTRIQUE a été développé en tenant compte des exigences spécifiques liées à la fonctionnalité de la cellule vitale.

Les paragraphes suivants décrivent les exigences de conception des systèmes établis en fonction des caractéristiques d'utilisation.

Enfin, la conception a été réalisée en tenant compte du système des structures porteuses et des murs intérieurs. Une attention particulière a été accordée au choix de la qualité ainsi qu'à la fonctionnalité des composants.

Une installation rationnelle et une déconnexion facile du système ont été prévues afin d'obtenir une fiabilité acceptable en cas de défaillances dues à des surcharges ou à des courts-circuits locaux, ainsi que pour pouvoir limiter les inefficacités qui en découlent. Ce qui précède garantit également la facilité d'entretien et l'économie de gestion.

Tous les matériaux et équipements proposés, en plus d'être conformes aux règlements du C.E.I., correspondent également aux tables d'unification CEI-UNEL existantes, ainsi qu'à la DM 37/08. La conformité des matériaux aux prescriptions ci-dessus sera certifiée par la présence de la marque IMQ.



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

La conception des principaux réseaux de distribution a été pensée de manière à pouvoir offrir des systèmes complets et fonctionnels depuis le point de fourniture de l'énergie jusqu'aux points d'utilisation.

1.2. NORMES DE RÉFÉRENCE

Les lois et normes techniques suivantes (CEI) ont été utilisées pour concevoir le système :

-Loi 186 du 1er mars 1968.

"Dispositions concernant la production de matériaux, d'équipements, de machines, d'installations et de systèmes électriques et électroniques".

Arrêté ministériel n° 37 du 22 janvier 2008.

"Règlement d'application de l'article 11- quaterdecies, alinéa 13, lettre a) de la loi n° 248 du 2 décembre 2005, concernant la réorganisation des dispositions relatives à l'installation de systèmes à l'intérieur des bâtiments".

-Standard CEI 11-1 Fasc. 1003

" Installations de production, de transport et de distribution d'électricité. Règles générales".

-Standard CEI 11-11 Fasc. 147

"Installations électriques dans les bâtiments civils".

-Standard CEI 16-1 Fasc. 478

"Identification des conducteurs isolés et nus par les couleurs".

-Standard CEI 17-5 Fasc. 1433

"Équipement basse tension. Partie 2 : Disjoncteurs".

Norme CEI 20-20

"Câbles isolés au chlorure de polyvinyle."

-Standard CEI 20-22



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

"Test des câbles ignifuges".

-Standard CEI 20-27

"Système harmonisé de désignation des câbles".

-Standard CEI 23-51

"Exigences pour la construction, la vérification et l'essai des tableaux de distribution pour les installations fixes à usage domestique et similaire".

Normes de l' ICE 23-9 , 23-11

"Appareils de commande non automatiques à installation fixe, interrupteurs et régulateurs à usage domestique et similaire.

-Norme CEI 23-3

"Disjoncteurs pour usages domestiques et similaires".

-Standard CEI 23-18

"Disjoncteurs à courant résiduel pour usages domestiques et similaires".

-Standard CEI 23-5

"Prises de courant pour usage domestique et similaire".

-Normes CEI 23-8, 23-14, 23-17, 23-25, 23-26, 23-28

"Tuyaux pour installations électriques".

-Norme CEI 64-8

"Installations électriques grand public dont la tension nominale ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif et 1 500 V en courant continu."

-Norme CEI 64-12

"Guide pour la mise en œuvre des prises de terre dans les bâtiments à usage résidentiel et tertiaire".

-Guide CEI 0-2

"Guide pour la définition de la documentation de conception des installations électriques".



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

-Guide CEI 64-12

"Guide pour la réalisation de la prise de terre dans les bâtiments à usage d'habitation et tertiaire".

-Norme CEI-UNEL 35024/1 dossier 3516 de 1997

"Câbles électriques isolés avec un matériau élastomère ou thermoplastique pour des tensions nominales ne dépassant pas 1000 V en courant alternatif et 1500 V en courant continu - Capacités de transport de courant en régime permanent pour la pose dans l'air".

-Normes UNI et UNEL pour les matériaux unifiés.

1.3. DESCRIPTION DE LA CELLULE VIVANTE

L'activité, qui fait l'objet de ce rapport de projet, est située dans une structure constituée d'une container double monobloc à l'intérieur duquel sera installé un système d'aquaponie. Schématiquement, le système aquaponique utilise les eaux usées des bassins, où sont élevés par exemple les poissons, pour irriguer les lits de croissance spéciaux, exempts de terre et d'engrais, où sont placées 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 sont responsables de la transformation des déchets du métabolisme animaux en éléments de croissance importants 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 se fera au moyen d'une seule pompe de refoulement et d'un retour par chute dans le réservoir.

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



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

Les étagères inférieures de la ferme verticale abritent les bassins de reproduction des poissons, qui sont également éclairés par des lampes adaptées au développement des poissons.

Grâce à un système de capteurs, installés dans le circuit d'aquaponie, les paramètres chimiques et physiques seront contrôlés à distance. De même, un deuxième système de capteurs surveillera les éventuelles défaillances et/ou accidents (par exemple, une fuite d'eau des réservoirs).

L'alimentation des installations de services est assurée par l'énergie produite par un système photovoltaïque autonome qui prévoit le positionnement de modules photovoltaïques sur le toit de l'abri monobloc double. L'énergie autoproduite et non utilisée sera stockée par un système de stockage avec des batteries lithium-ion, afin de fournir de l'électricité même la nuit.

À l'intérieur de l'abri, il y aura un compartiment technique abritant l'onduleur, le régulateur de charge, l'unité de stockage, le panneau électrique, l'enregistreur de données, le routeur, l'unité de contrôle de la station météorologique et l'unité de contrôle du système de surveillance. De même, dans une position reflétant la précédente, il y aura une zone dans laquelle seront logés un semoir et une unité de germination.

La climatisation interne sera assurée non seulement par l'isolation du bouchage de l'abri mais aussi par une pompe à chaleur. Enfin, la cellule sera équipée d'une station météorologique.

La cellule vitale sera assemblée à Palerme, au siège de Green Future, Via Umberto Maddalena 92, sur une zone agricole identifiée sur la feuille de carte n° 143, particule 252.

1.4. CLASSIFICATION DES LOCAUX

En ce qui concerne la classification de l'environnement de la cellule vitale, celle-ci ne doit pas être considérée comme un "Environnement à plus haut risque en cas d'incendie en raison d'une forte densité d'occupation ou d'un temps d'évacuation élevé en cas d'incendie ou de dommages élevés aux animaux et aux biens" (art.751.03.2 CEI 64-8) ou comme "Environnement présentant un risque accru en cas d'incendie en raison de la présence de matériaux inflammables ou combustibles dans



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

le traitement, le transport, la manutention ou le stockage de ces matériaux" (art.751.03.4 CEI 64-8)
(classe de compartimentage incendie inférieure à 30).

Au sein de la cellule, les installations électriques sont donc classées comme ordinaires.

1.5. ALIMENTATION DES INSTALLATIONS

Le système électrique en question sera alimenté directement par une alimentation basse tension monophasée générée par un système photovoltaïque autonome (déconnecté du réseau) avec un système de stockage par batterie au lithium d'une puissance nominale de 8,1 kW.

1.6.

1.6.1. Système électrique

En aval du générateur photovoltaïque, il y a un tableau électrique QF "Quadro Fornitura", de type mural en résine, installé près du local technique prévu dans l'un des deux monoblocs.

À l'intérieur du QF se trouvera un disjoncteur magnétothermique différentiel, équipé d'une bobine d'ouverture commandée par un bouton lumineux. L'interrupteur protégera la ligne d'alimentation du panneau électrique "QG - Tableau général". Cette ligne est équipée d'un câble multiconducteur du type FG7OR de section appropriée posé dans une canalisation apparente. Le QG est prévu dans un tableau mural en résine avec un indice de protection IP55 installé à l'intérieur du local technique. Le QG contiendra les disjoncteurs pour le contrôle et la protection des lignes d'alimentation électrique des services publics à l'intérieur de la cellule.

Les lignes d'alimentation des utilités présentes seront réalisées avec des câbles multipolaires du type FG7OR posés en tuyauterie apparente.



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

Les composants électriques prévus du système et la méthode d'installation prévue conviennent à tous les lieux d'installation.

1.6.2. **Système de mise à la terre**

Le système de mise à la terre sera réalisé avec une électrode de terre à pointe en acier galvanisé 50x50x5 mm h=1,5 m, située dans la zone extérieure. Le conducteur de terre sera séparé du système de dispersion, avec un câble en cuivre N07V-K de section appropriée à connecter au collecteur principal de terre (CP), prévu dans une barre de cuivre placée à l'intérieur du tableau électrique général.

Des conducteurs équipotentiels (EQ) et supplémentaires (EQS) de différentes sections sont fixés aux collecteurs.

1.6.3. **Exigences communes**

Le choix de la section du câble est conforme aux dispositions de la norme CEI-UNEL 35024/1 "Câbles électriques isolés avec un matériau élastomère ou thermoplastique pour des tensions nominales ne dépassant pas 1000 V en courant alternatif et 1500 V en courant continu". Courants nominaux permanents pour installation dans l'air", imposant un courant nominal permanent IZ supérieur au courant du fonctionnement Ib.

Veillez noter que la section minimale des dérivations vers les appareils d'éclairage est de 1,5 mm², tandis que les dérivations vers les prises domestiques ont une section minimale de 2,5 mm².

Les connexions, réalisées uniquement à l'intérieur des boîtes de jonction, se font uniquement au moyen de bornes spéciales et/ou des cosses de câbles.

La couleur des conducteurs, conformément aux dispositions de la norme CEI 64-8 et de la norme CEI 16-4, est la suivante :

jaune-vert pour les conducteurs de protection et d'équipotentialité ;



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

-bleu pour les conducteurs neutres ;

toute autre couleur, de préférence marron, noir et gris, pour les conducteurs de phase.

Tous les luminaires, s'ils ne sont pas de classe II, doivent être munis d'un conducteur de protection appropriée.

1.7.ANALYSE DE LA CHARGE

Le courant de service I_b , paramètre fondamental pour le dimensionnement correct des conducteurs, est fonction de la puissance installée P_a , de la tension nominale V et du coefficient $g = K_u \times K_c$ pour les circuits monophasés :

Où le coefficient g est le rapport entre le courant de fonctionnement I_B et le courant théorique I_t qui se produirait si toute la puissance installée était pleinement utilisée et résumant les facteurs K_u (coefficient d'utilisation) et K_c (coefficient de contemporanéité).

En effectuant l'analyse de la charge, les cas suivants ont été évalués :

- les utilisateurs dont la charge est parfaitement connue en termes de puissance, de courant, de facteur de puissance et de vitesse de fonctionnement.
- les utilisateurs de prises dont la charge ne sont pas connus.

Les utilisateurs dont la charge est connue sont les équipements d'éclairage, les pompes de recirculation d'eau, le système de climatisation, le système de contrôle et de vidéosurveillance, le compresseur du semoir et du propagateur.

Pour les autres utilisateurs, des valeurs modèles ont été envisagées, en fonction de l'utilisation prévue.



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

1.8. DIMENSIONNEMENT DU CÂBLE

Le débit I_z d'une canalisation est la valeur maximale du courant qui peut circuler en permanence dans la canalisation sans dépasser une température prédéterminée. Le débit dépend de facteurs tels que la section et le type de câble, la température ambiante et le type de pose, à travers la relation :

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2$$

où il se trouve :

I_z = capacité du câble ;

I_0 = débit relatif au câble ou aux câbles constituant le circuit examiné, dans les conditions de pose prévues et à une température ambiante de 30°C ;

K_1 = facteur de correction pour une température ambiante différente de 30°C ;

K_2 = facteur de correction pour les câbles installés en faisceau ou en état, dépendant du nombre de circuits dans le faisceau.

La capacité I_0 dépend de la section du câble, du matériau du conducteur, du type d'isolation, du type de pose et du nombre de conducteurs de la canalisation traversés par des courants importants. Pour un ensemble donné de conditions, la capacité I_0 est déterminée à partir des tableaux CEI-UNEL 35024/1. En appliquant les facteurs de correction appropriés K_1 et K_2 , on obtient le débit effectif I_z .

Pour chaque canalisation du réseau, I_b I_z est nécessaire pour qu'elle soit utilisable dans des conditions normales d'exploitation.

La section du câble est également déterminée en tenant compte de la chute de tension maximale admissible en pourcentage, $V\%$. Celle-ci ne doit pas dépasser 4% de la tension d'alimentation nominale entre le compteur et tout point de l'installation.



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

En particulier, la ligne qui alimente le tableau de distribution de QG garantit une chute de tension maximale ne dépassant pas 1 %, tandis que les autres parties du système présentent un pourcentage de chute de tension inférieur à 3 %.

1.9. PROTECTION CONTRE LES SURCHARGES ET LES COURTS-CIRCUITS

La protection contre les surcharges est assurée par des disjoncteurs thermomagnétiques, calibrés pour répondre aux rapports :

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$S_i \geq 1.45 I_z$$

où il se trouve :

I_b = courant de fonctionnement du circuit ;

I_n = courant nominal de l'interrupteur ;

I_z = capacité de charge permanente du câble ;

S_i = courant de fonctionnement sûr du disjoncteur ;

Cette deuxième relation est automatiquement satisfaite par l'utilisation de disjoncteurs thermomagnétiques aux normes CEI 23-3 ou CEI 17-5.

La protection contre les courts-circuits est assurée si l'énergie spécifique, ou énergie passante, laissée passer par le disjoncteur, avant qu'il n'interrompe le courant de court-circuit, ne dépasse pas celle que peut supporter le câble.

Par conséquent, la relation doit être satisfaite :



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

I2t K2S2

où il se trouve :

I^2t Énergie spécifique laissée passer par le disjoncteur avant qu'il n'interrompe le courant de court-circuit.

le temps de déclenchement du disjoncteur, qui est supposé être de 5 secondes.

Le coefficient K_{co} dépend du type de conducteur et de son isolation.

Section du conducteur à protéger

Pour un circuit court d'une durée de 5 secondes, vous avez :

- $K = 115$ pour les câbles Cu à isolation PVC
- $K = 143$ pour les câbles en cuivre isolés avec du caoutchouc éthylpropylène (EPR) et du propylène réticulé (XLPE).

La relation de l'énergie spécifique traversée doit être satisfaite quel que soit le point du circuit concerné par le court-circuit. Dans la pratique, il suffit de vérifier immédiatement en aval des dispositifs de protection, où se produit le courant de court-circuit ICC maximum, et au point terminal du circuit où se produit le courant de court-circuit minimum. Cette deuxième vérification est nécessaire pour s'assurer que la longueur du conducteur permet l'établissement d'un courant de court-circuit de nature à déclencher le déclencheur électromagnétique du disjoncteur.

Ce courant de court-circuit minimum peut être calculé à l'aide de la formule simplifiée :

En fixant I_{cc} égal à la valeur de réglage I_m du déclencheur magnétique et en obtenant L , on obtient la longueur maximale de câble protégée par l'interrupteur choisi :



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

où il se trouve :

U_0 tension de phase de la puissance en volts ;

Facteur de 0,8 qui prend en compte la chute de V pendant le court-circuit ;

Section du conducteur en mm^2 ;

1,5 facteur d'augmentation de la résistance du conduit à 20°C due à l'augmentation de la température pendant le court-circuit ;

résistivité du conducteur à la température moyenne de court-circuit, supposée être de $0,018$ [mm^2/m] pour le cuivre ;

en tenant compte du fait que le courant de court-circuit affecte le conducteur sur une longueur de $2L$;

Courant de court-circuit minimum qui provoque l'ouverture du disjoncteur.

Les normes prévoient une tolérance de 20% sur la valeur réelle de I_m .

1.10. PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS

Par contact direct, on entend le contact avec une partie normalement sous tension de l'installation, y compris le conducteur neutre.

La protection contre les contacts directs est assurée par les mesures de protection totale suivantes :

- isolation des parties actives qui ne peut être enlevée qu'en la détruisant, réalisée en matériau adapté à la tension nominale et à la terre et résistant aux contraintes mécaniques, aux contraintes électrodynamiques et thermiques et aux altérations chimiques auxquelles elle peut être soumise pendant le fonctionnement ;



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

- adoption d'enveloppes avec un degré de protection minimum égal à IPX2 pour les parois verticales et non inférieur à IPX4 pour les surfaces horizontales supérieures, étant donné la plus grande facilité avec laquelle les agents externes peuvent entrer en contact avec les parties internes actives ;
- utilisation supplémentaire de disjoncteurs différentiels à très haute sensibilité (I_{n30mA}).

1.11. PROTECTION CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS

Le contact indirect est défini comme le contact de personnes avec un sol, ou avec une partie conductrice en contact avec le sol, mis sous tension par un défaut d'isolement.

Les masses métalliques des appareils utilisateurs doivent être reliées au conducteur de protection (PE) avec une section S_p .

Les masses étrangères, telles que les conduites d'eau, les appareils métalliques et tout autre corps métallique ne faisant pas partie de l'installation électrique, qui peuvent introduire le potentiel de terre, sont reliées à un conducteur de cuivre équipotentiel de section égale à la moitié de celle du conducteur de protection de plus grande section de l'installation avec un minimum de $S_{eq} = 6 \text{ mm}^2$ et un maximum de $S_{eq} = 25 \text{ mm}^2$, séparé du conducteur de protection et appartenant au collecteur de terre.

1.12. INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

La cellule vitale sera totalement indépendante d'un point de vue énergétique. L'alimentation des systèmes de service est assurée par l'énergie produite par un système photovoltaïque autonome qui prévoit le positionnement de modules photovoltaïques sur le toit du container double monobloc.



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

L'énergie autoproduite et non utilisée sera stockée par un système de stockage avec des batteries lithium-ion, afin de fournir de l'électricité même la nuit.

1.12.1. Analyse de la consommation d'énergie

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

La cellule sera en effet équipée de systèmes technologiques permettant d'assurer un cycle de production adéquate des plantes et des poissons ainsi qu'une climatisation adéquate à l'intérieur, en particulier elle sera également équipée de circulateurs pour permettre un échange d'air adéquat. Les climatiseurs seront du type "biocooler" pour garantir une relation correcte entre l'humidité et la température.

Le système de la ferme verticale sera équipé d'un système d'éclairage à Led avec une longueur d'onde de 630 à 680 nm pour la Led rouge et de 460 nm pour la Led bleue. Les réservoirs seront dotés d'un système d'éclairage dédié avec un éclairage adéquat pour les poissons.

Les systèmes de surveillance des paramètres chimiques/physiques et de détection des défaillances/incidents et le système de surveillance vidéo fonctionneront en continu 24 heures sur 24.

Le semoir sera exploité à l'heure actuelle, il est estimé une exploitation de 5 h / mois, tandis que pour le germe de 120 / mois.

UTILITAIRES	Quantité (n)	P_électrique (kW)	Durée (h)	Énergie_jour (kWh)	Période	Année_énergétique (kWh)	Puissance totale
ÉCLAIRAGE VERTICAL DE LA FERME	36	0,026	10	9,36	10 h/jour	3416,4	0,936
ÉCLAIRAGE À LED DES BASSINS 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



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

SYSTÈME DE CLIMATISATION	2	0,4	13	10,4	13 h/jour	3796	0,8
SYSTÈME DE CONTRÔLE + SURVEILLANCE VIDÉO	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
COMPRESSEUR	1	1,5	0,16	0,24	5 heures/mois	87,6	1,5
GERMINATOIRE	1	0,15	2,4	0,36	72 h/mois	131,4	0,15
Total Énergie_jour (kWh)				27,04			
Total Energie_Année (kWh)						9869,6	
Puissance électrique du service public kW							3 , 9 3 6

1.12.2. Dimensionnement de l'usine

La configuration de l'usine comprend :

- N. 18 modules de 450 W pour un total de 8,1 kW
- N. 2 onduleurs autonomes de 5.000 W
- N. 1 Système de stockage avec batteries lithium-ion de 9,6 kWh

La centrale permettra une production annuelle de 13,93 MWh/an.

Suivi d'une simulation de rendement avec le logiciel PvSyst.



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

PVSYST V6.70		30/03/21	Pagina 1/4
Sistema isolato: Parametri di simulazione			
Progetto : Celavie			
Luogo geografico	Palermo	Paese	Italia
Ubicazione	Latitudine 38.09° N	Longitudine	13.30° E
Ora definita come	Ora legale Fuso orario TU+1	Altitudine	6 m
Dati meteo:	Palermo	Meteonorm 7.1 (1991-2009), Sat=100% - Sintetico	
Variante di simulazione : Nuova variante di simulazione			
	Data di simulazione	29/03/21 19h09	
Parametri di simulazione	Tipo di sistema	Stand-alone system	
Orientamento piano collettori	Inclinazione	5°	Azimut 0°
Modelli utilizzati	Trasposizione	Perez	Diffuso Perez, Meteonorm
Caratteristiche campo FV			
Modulo FV	Si-mono	Modello	LR4-72-HPH-450
Original PVsyst database		Costruttore	Longi Solar
Numero di moduli FV		In serie	3 moduli
Numero totale di moduli FV		N. di moduli	18
Potenza globale campo		Nominale (STC)	8.10 kWp
Caratt. di funzionamento campo FV (50°C)		U mpp	113 V
Superficie totale		Superficie modulo	40.0 m²
		In parallelo	6 stringhe
		Potenza nom. unit.	450 Wp
		In cond. di funz.	7.68 kWp (50°C)
		I mpp	68 A
		Superficie cella	39.1 m ²
Fattori di perdita campo FV			
Fatt. di perdita termica	Uc (cost)	29.0 W/m ² K	Uv (vento) 0.0 W/m ² K / m/s
Perdita ohmica di cablaggio	Res. globale campo	27 mOhm	Fraz. perdite 1.5 % a STC
Perdita diodo di serie	Caduta di tensione	0.7 V	Fraz. perdite 0.6 % a STC
Perdita di qualità moduli			Fraz. perdite -0.8 %
Perdite per "mismatch" moduli			Fraz. perdite 1.0 % a MPP
Strings Mismatch loss			Fraz. perdite 0.10 %
Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290			
	0°	30°	50°
	1.000	0.999	0.987
		60°	70°
		0.962	0.892
			75°
			0.816
			80°
			0.681
			85°
			0.440
			90°
			0.000
Parametri sistema	Tipo di sistema	Sistema isolato	
Batteria	Modello	US2000B_50Ah	
	Costruttore	Pylontech	
Caratteristiche gruppo di batterie	Tensione	48 V	Capacità nominale 253 Ah
	Numero di unità	5 in parallelo	
	Temperatura	Fissa (25°C)	
Regolatore	Modello	Universal controller with MPPT converter	
	Tecnologia	MPPT converter	Coeff. di temp. -5.0 mV/°C/elem.
Convertitore	Efficienza max. e EURO	97.0 / 95.0 %	
Soglia di regolazione batteria	Threshold commands as	SOC calculation	
	Carica	SOC = 0.90 / 0.75	
	Scarica	SOC = 0.20 / 0.45	
Bisogni dell'utente : Apparecchi con consumo giornaliero media			
	Costante sull'anno	27.0 kWh/Giorno	



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

PVSYST V6.70

30/03/21

Pagina 2/4

Sistema isolato: Bisogni dettagliati dell'utente

Progetto : Celavie

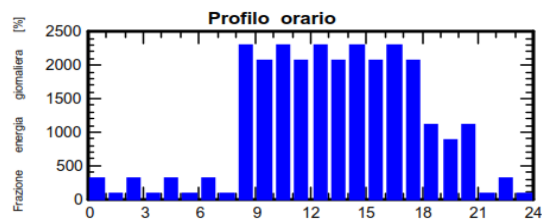
Variante di simulazione : Clevie - 8,1 kWp

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Isolato		
Orientamento campo FV	inclinazione	5°	azimut	0°
Moduli FV	Modello	LR4-72-HPH-450	Pnom	450 Wp
Campo FV	Numero di moduli	18	Pnom totale	8.10 kWp
Batteria	Modello	US2000B_50Ah	Tecnologia	Lithium-ion, LFP
Gruppo di batterie	Numero di unità	5	Tensione / Capacità	48 V / 253 Ah
Bisogni dell'utente	Apparecchi con consumo giornaliero	Costante sull'anno	Globale	9870 kWh/anno

Apparecchi con consumo giornaliero, Costante sull'anno, media = 27.0 kWh/g

Valori annuali

	Numero	Potenza	Utilizzo	Energia
Lamp farm	36	26 W/lampada	10 h/giorno	9360 Wh/giorno
Video sorv + sensori	2	25 W/app	24 h/giorno	1200 Wh/giorno
Sistema di pompaggio	2	120 W/app	12 h/giorno	2880 Wh/giorno
Seminatrice e geminatoio	1		24 Wh/giorno	600 Wh/giorno
Ventilatore aria	2		10 Wh/giorno	500 Wh/giorno
Lamp vasche	14	15 W tot	10 h/giorno	2100 Wh/giorno
Clima	2	400 W tot	13 h/giorno	10400 Wh/giorno
Energia giornaliera totale				27040 Wh/giorno





Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

PVSYST V6.70	30/03/21	Pagina 3/4
--------------	----------	------------

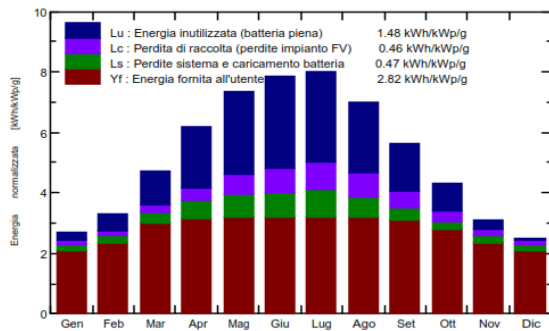
Sistema isolato: Risultati principali

Progetto : Celavie
Variante di simulazione : Celavie - 8,1 kWp

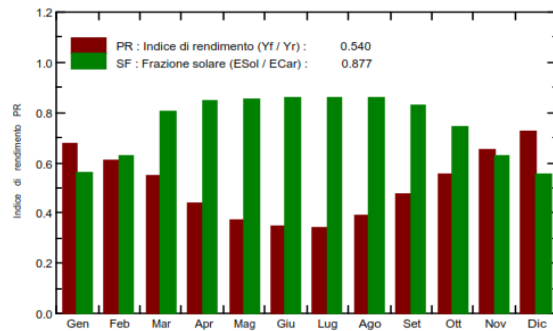
Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Isolato		
Orientamento campo FV	inclinazione	5°	azimut	0°
Moduli FV	Modello	LR4-72-HPH-450	Pnom	450 Wp
Campo FV	Numero di moduli	18	Pnom totale	8.10 kWp
Batteria	Modello	US2000B_50Ah	Tecnologia	Lithium-ion, LFP
Gruppo di batterie	Numero di unità	5	Tensione / Capacità	48 V / 253 Ah
Bisogni dell'utente	Apparecchi con consumo giornaliero	Costante sull'anno	Globale	9870 kWh/anno

Risultati principali di simulazione				
Produzione sistema	Energia disponibile	13.93 MWh/anno	Prod. spec.	1659 kWh/kWp/anno
	Energia utilizzata	8.65 MWh/anno	Excesso (inutilizzato)	4.54 MWh/anno
	Indice di rendimento PR	53.96 %	Frazione solare SF	87.65 %

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 8.40 kWp



Indice di rendimento PR e Frazione solare SF



Nuova variante di simulazione
Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E Avail MWh	EUused MWh	E Miss MWh	E User MWh	E Load MWh	SolFrac
Gennaio	74.3	79.0	0.618	0.057	0.288	0.550	0.838	0.656
Febbraio	86.0	89.4	0.702	0.128	0.203	0.555	0.757	0.732
Marzo	138.4	140.7	1.092	0.278	0.056	0.783	0.838	0.934
Aprile	179.3	179.7	1.379	0.501	0.012	0.799	0.811	0.986
Maggio	224.7	221.7	1.667	0.704	0.008	0.830	0.838	0.990
Giugno	234.7	229.4	1.706	0.767	0.000	0.811	0.811	1.000
Luglio	246.2	242.5	1.770	0.776	0.000	0.838	0.838	1.000
Agosto	212.0	211.5	1.550	0.612	0.002	0.836	0.838	0.997
Settembre	161.2	163.8	1.220	0.397	0.028	0.783	0.811	0.965
Ottobre	123.5	128.3	0.972	0.226	0.113	0.725	0.838	0.865
Novembre	84.2	89.5	0.689	0.078	0.215	0.596	0.811	0.735
Dicembre	68.4	73.1	0.568	0.011	0.294	0.545	0.838	0.650
Anno	1832.9	1848.7	13.935	4.535	1.218	8.651	9.870	0.877

Legende: GlobHor Irraggiamento orizz. globale
 GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre
 E Avail Energia solare disponibile
 EUused Energia inutilizzata (batteria piena)
 E Miss Energia mancante
 E User Energia fornita all'utente
 E Load Bisogno energetico dell'utente
 SolFrac Frazione solare (Eutilizzata / Ecarica)



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

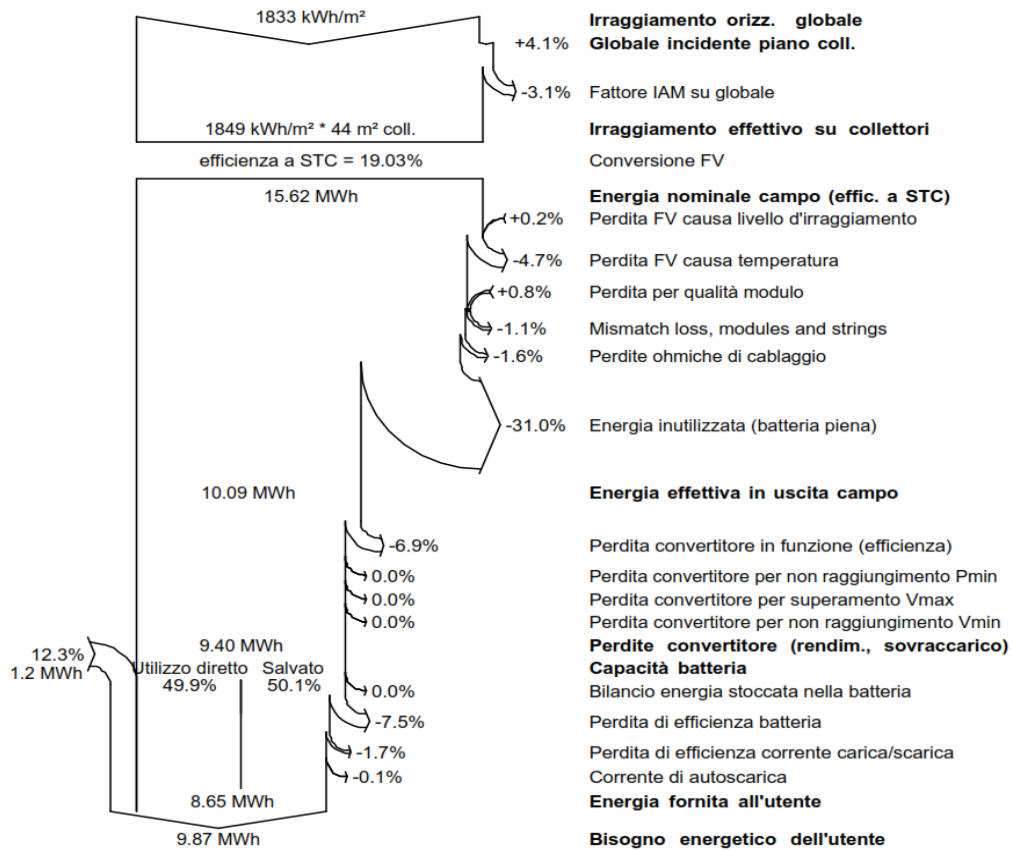
PVSYST V6.70	30/03/21	Pagina 4/4
--------------	----------	------------

Sistema isolato: Diagramma perdite

Progetto : Celavie
Variante di simulazione : Celavie - 8,1 kWp

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Isolato		
Orientamento campo FV	inclinazione	5°	azimut	0°
Moduli FV	Modello	LR4-72-HPH-450	Pnom	450 Wp
Campo FV	Numero di moduli	18	Pnom totale	8.10 kWp
Batteria	Modello	US2000B_50Ah	Tecnologia	Lithium-ion, LFP
Gruppo di batterie	Numero di unità	5	Tensione / Capacità	48 V / 253 Ah
Bisogni dell'utente	Apparecchi con consumo giornaliero	Costante sull'anno	Globale	9870 kWh/anno

Diagramma perdite sull'anno intero





Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

1.13. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

Tous les matériaux, équipements, machines, installations, systèmes électriques ou électroniques doivent être fabriqués et construits conformément aux normes en vigueur. Tous les matériaux à installer doivent en effet être conformes aux normes CEI et aux tables d'unification CEI-UNEL pertinentes, conformément aux dispositions contenues dans la circulaire n° 85 du 8 novembre 1966 "Vigilance en matière de prévention chez les fabricants et les revendeurs de matériel électrique" du ministère du Travail et de la Sécurité sociale.

Tous les systèmes doivent être installés conformément aux normes techniques en vigueur et aux exigences particulières des autorités. Les sections des conducteurs, les équipements et les systèmes de protection généraux et spéciaux des systèmes doivent être conformes aux normes susmentionnées.

Les matériaux à utiliser dans l'exécution des systèmes électriques doivent être d'excellente qualité et solidité et aussi de nature à résister aux actions mécaniques, corrosives et thermiques, marqués CE et, pour certains d'entre eux, certifiés par I.M.Q.

1.14. CONTRÔLES D'USINE

À la fin des travaux et avant la mise en service, on effectuera les contrôles suivants, qui sont également indiqués au chapitre 61 de la norme CEI 64-8 :

- inspection visuelle ;
- des tests fonctionnels ;
- la continuité des conducteurs de protection ;
- la résistance de l'isolation de l'installation ;
- vérification de la séparation des circuits ;



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

- vérification de l'exécution de l'égalisation des potentiels (avec mesure de la résistance des conducteurs concernés) ;
- vérification de la protection par interruption automatique de l'alimentation électrique et mesure de la résistance de terre.



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

2. WATERWORKS

2.1. AVANT-PROPOS

Le système d'eau qui fait l'objet de ce rapport est un **système fermé dans la mesure** où le fluide qui soutient la culture, c'est-à-dire l'eau, n'est pas échangé avec des ressources hydriques externes mais est continuellement recyclé dans les environnements d'élevage/de culture (réservoirs et lits de croissance) au moyen de pompes ; toute prise ou échange d'eau avec l'extérieur n'a lieu qu'occasionnellement en liaison avec des exigences techniques spécifiques (par exemple, pertes d'eau dues à l'évaporation, correction des paramètres chimiques, chargement ou vidange du système).

Le mouvement de l'eau est essentiel pour maintenir tous les organismes en vie dans le système aquaponique présent dans la cellule vitale. L'eau s'écoule des réservoirs à poissons, passe par le séparateur mécanique et le biofiltre pour arriver enfin aux plantes dans leurs lits de croissance qui recueillent les nutriments dissous.

Si le mouvement de l'eau s'arrête, l'effet le plus immédiat sera une réduction de l'oxygène dissous et l'accumulation de déchets dans l'aquarium.

Une directive couramment fournie pour les systèmes aquaponiques à forte densité de population consiste à effectuer deux changements d'eau par heure. Par exemple, si une unité aquaponique a un volume d'eau total de 1 000 litres, le débit d'eau doit être de 2 000 litres/h, de sorte que l'eau soit renouvelée deux fois par heure. Dans ce cas, étant donné que le système aura un volume total de 2 500 litres et qu'il n'est pas densément peuplé, le débit établi sera de 3 600 litres / h.



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

2.2.POMPES

D'un point de vue physique, les pompes peuvent être définies comme des dispositifs mécaniques visant à appliquer de l'énergie aux fluides ; en effet, le mouvement de l'eau se produit, comme pour tous les fluides, selon un gradient d'énergie.

Dans les installations aquaponiques il y a souvent la nécessité de déplacer l'eau en opposition à un gradient énergétique existant ; une des nécessités les plus fréquentes consiste, comme dans l'installation en projet, dans le transport de l'eau des niveaux inférieurs (réservoirs) aux niveaux supérieurs (dernier niveau de la Ferme Verticale), en opposition au gradient gravitationnel.

2.2.1.Principes de fonctionnement

En référence aux définitions de l'hydraulique appliquée, on rappelle que par surface libre, on entend le plan de la surface d'une masse fluide soumise exclusivement à la pression atmosphérique. La hauteur d'aspiration positive nette (NPSH) est la pression à laquelle le liquide est soumis au point d'aspiration de la pompe ; elle peut avoir une valeur positive ou négative selon que le point d'aspiration de la pompe se trouve, respectivement, au-dessous ou au-dessus de la surface libre du fluide à pomper, à condition que celui-ci soit soumis uniquement à la pression atmosphérique.

$$NPPA = hb - hv - ha \pm hh$$

hb = pression atmosphérique ou barométrique (Pa) ;

hv = pression de vapeur du liquide, par rapport à sa température (Pa) ;

ha = pertes dues au frottement et à la viscosité du liquide dans la conduite d'aspiration (Pa) ;

hh = hauteur géodésique au point d'aspiration (Pa).



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

La pression totale ou pression manométrique d'une pompe est la pression totale que la pompe doit surmonter par rapport à un débit spécifique.

$$HT = \gamma \times h + P_2 + V^2/2g + h_a \pm PNPA$$

HT = pression totale ou pression manométrique ;

γ = densité du liquide ;

h = différence de hauteur entre l'axe central de la pompe et le point le plus haut du système hydraulique ;

P_2 = pression statique au point le plus haut du système hydraulique ;

$V^2/2g$ = pression cinétique ou charge dynamique au point de décharge ;

h_a = perte de pression de friction dans le système hydraulique ;

PNPA = pression nette positive d'aspiration.

Dans tout système hydraulique, la hauteur de chute totale varie en fonction du débit, puisque la charge dynamique, les pertes par frottement et la hauteur d'aspiration nette positive varient également.

Pour exprimer la hauteur de chute totale dans les systèmes hydrauliques, le système international utilise le pascal (Pa), une unité de mesure dérivée, égale à 1 N/m², et le bar comme multiple du pascal ; dans le passé, la hauteur de chute totale était exprimée, pour plus de simplicité, en mètres de colonne d'eau pesant sur la surface de 1 cm² (10,33 mca = 1 bar = 100 kPa).

Il faut rappeler que dans les canalisations de transport d'eau, les pertes, pour un même débit, varient avec le cube du diamètre de la canalisation elle-même ; plus le diamètre de la canalisation est grand, plus la perte de charge est faible.



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

La puissance hydraulique P_I ou puissance de refoulement de la pompe peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$P_I = \gamma \times Q \times H_T$$

P_I = puissance hydraulique (W) ;

γ = densité du liquide (N/m³) ;

Q = débit (m³/s) ;

H_T = hauteur de chute totale ou manométrique (m) ;

Le rendement (η) ou l'efficacité d'une pompe est calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$\eta = P_I / P_T$$

où P_T . la puissance totale ou la puissance appliquée à la pompe par le moteur à travers le système de transmission, exprimée en watts (W).

Les relations existant entre la puissance appliquée, le débit, le poids volumique du liquide, le rendement et la hauteur de chute peuvent être exprimées mathématiquement au moyen de la formule suivante :

$$P_T = \frac{\gamma \times Q \times H_T}{\eta}$$

En exprimant la hauteur de chute H_T en termes de pression $p_t = H_T \times \gamma$ (Pa), l'équation précédente se transforme en la suivante :

$$P_T = \frac{Q \times p_t}{\eta}$$

Il existe une large gamme de pompes sur le marché, chacune d'entre elles étant conçue pour des utilisations spécifiques ou pour certaines catégories d'utilisation.

Selon le principe de fonctionnement, les pompes qui peuvent être utilisées pour ce type de système sont classées dans les catégories suivantes :



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

- les centrifugeuses ;
- presses rotatives ;
- mouvement alternatif ;
- air.

2.2.2. Sélection de la pompe

Une pompe centrifuge à entraînement magnétique a été choisie pour le système projeté : une paire d'aimants contrôle le fonctionnement de la pompe ; l'aimant externe placé sur l'arbre du moteur transmet le mouvement à l'aimant interne intégré à la roue hermétiquement isolée.

La roue de la pompe n'est pas reliée physiquement à l'arbre du moteur, ce qui élimine les joints et, par conséquent, les pertes de liquide pompé dues à l'usure. Le matériau utilisé pour le modèle choisi est le polypropylène (PP) chargé.

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES :

- le corps de la pompe est moulé dans des matériaux plastiques présentant une excellente résistance chimique et mécanique ;
- l'étanchéité hydraulique est assurée par un joint O-Ring en EPDM et les températures de travail vont de 0 à 80 °C ;
- l'entraînement magnétique exclut l'utilisation de tout dispositif d'étanchéité mécanique ;
- le groupe de pompage est construit avec un nombre réduit de composants, ce qui le rend extrêmement facile à entretenir ;
- Les raccords sont du type cannelé et fileté.



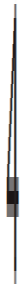
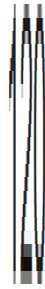
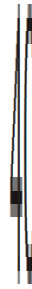
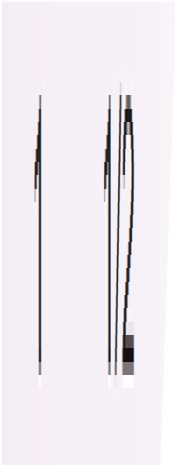
Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

DATI TECNICI

Attacchi (pollici) C D	Lunghezza (millimetri)	Portata con prevalenza 0 (litri/minuto)	Prevalenza fine curva (metri)	Portate intermedie (litri/minuto)	Prevalenze (metri)	Consumo (Watt)	Peso (kg)
------------------------------	---------------------------	---	-------------------------------------	---	-----------------------	-------------------	--------------





Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE

PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE"

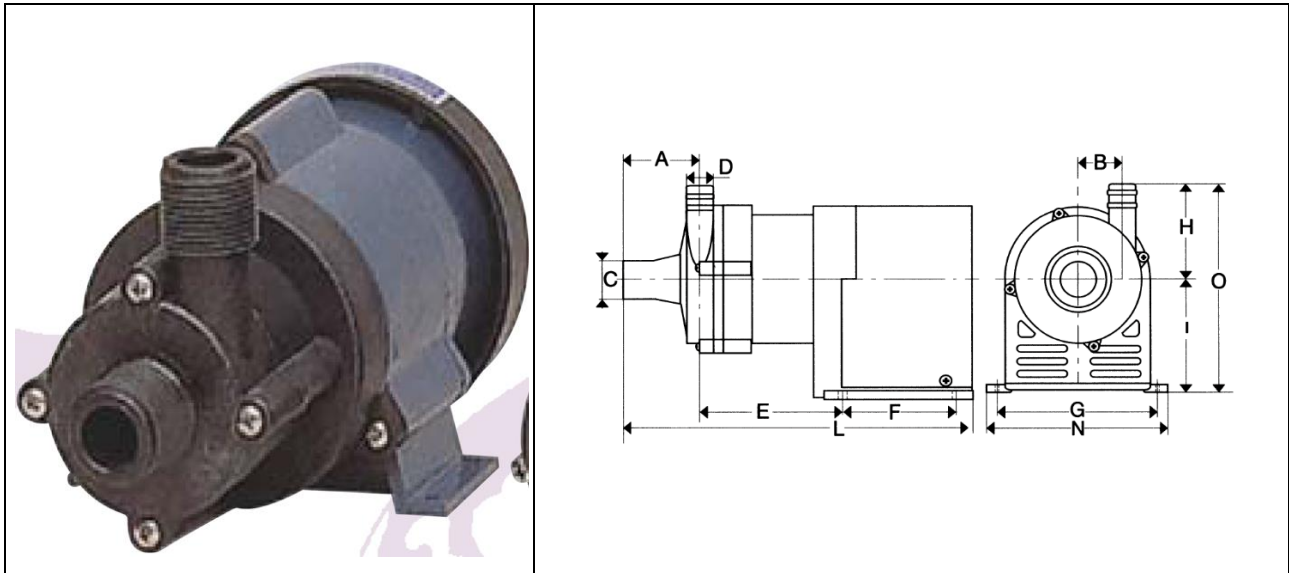


Figure 1: Type de pompe utilisé et section

2.3.LA DYNAMIQUE DE L'ÉCOULEMENT DE L'EAU

Schématiquement, le système aquaponique utilise l'eau de décharge des bassins, où les poissons sont élevés, pour irriguer les lits de culture spéciales, sans terres ni engrais, où sont placées les plantes.

L'eau est riche en éléments nutritifs qui sont utilisés par les plantes pour leur développement, grâce à la richesse des populations bactériennes des lits de croissance qui sont chargés de transformer les déchets du métabolisme animal en éléments de croissance importants absorbés par les racines des plantes. Les lits abritent la colonie de bactéries nitrifiantes et fournissent un endroit propice à la croissance des plantes. À La sortie des lits de croissance, l'eau continue vers le système de filtration, toujours par gravité. À ce stade, l'eau est relativement exempte de déchets solides et de solutions et est pompée dans l'aquarium, d'où elle poursuit son cycle vers les lits de croissance. La recirculation de l'eau se fera par le biais d'une seule pompe de refoulement et d'un retour par gravité vers le système de filtration et enfin vers le réservoir.



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

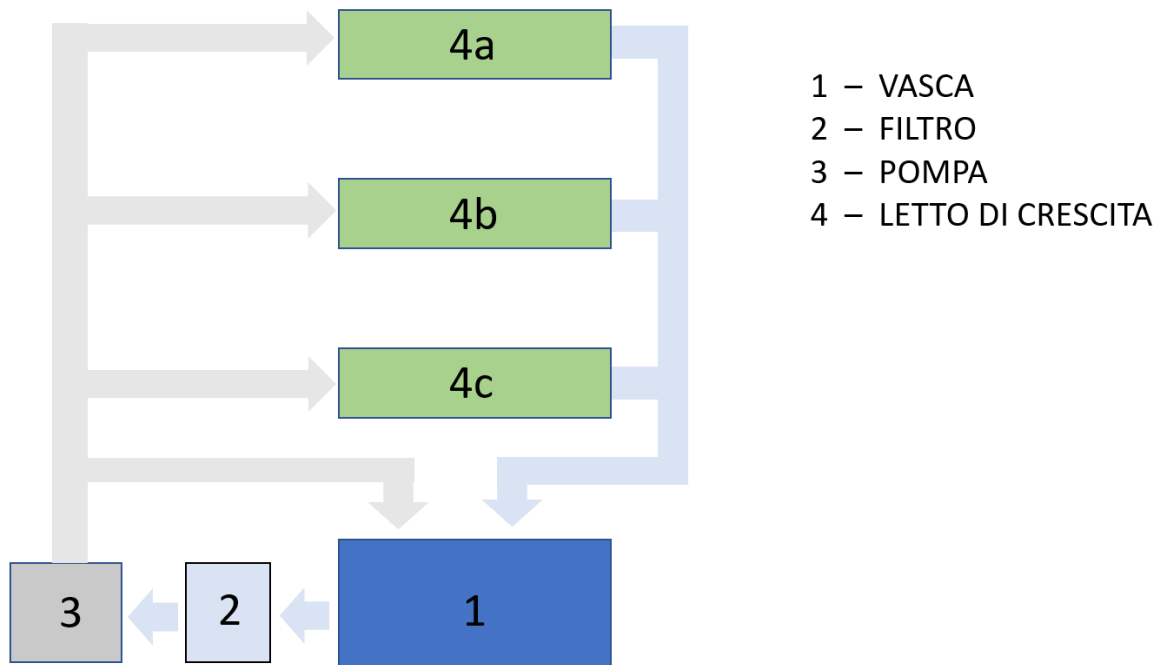


Figure 2: Schéma de principe de la dynamique de l'écoulement de l'eau

2.4.L'IRRIGATION DES LITS DE CROISSANCE

Il existe plusieurs techniques pour alimenter en eau les lits de croissance en milieu inerte.

Pour la plantation prévue, on a opté pour la méthode d'*inondation et de drainage*, également connue sous le nom de *flow-and-drain*, où un système de tuyaux et un siphon en forme de cloche (autosiphon) ou un système temporisé inonde d'abord le milieu inerte et, une fois une certaine quantité d'eau atteinte, le vidant complètement. Cette alternance entre inondation et drainage garantit que les plantes disposent toujours de substances fraîches et d'un flux d'air adéquat dans la zone des racines. Cela permet également de maintenir un niveau d'oxygène élevé pour les plantes et les bactéries. Enfin, on veille à ce qu'il y ait toujours suffisamment d'humidité dans le lit pour que les bactéries puissent se développer dans des conditions optimales.

Habituellement, ces systèmes effectuent un cycle complet 1 à 2 fois par heure, dans le système en question, un cycle complet 1,5 fois par heure a été choisi.



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE


2.5.FILTRATION

L'eau s'écoule par gravité depuis les réservoirs à poissons, à travers un filtre mécanique et un biofiltre qui fait également office de carter. Depuis le puisard, l'eau est pompée dans deux directions à travers un raccord en "Y" équipé de 2 vannes : une partie de l'eau retourne directement dans l'aquarium et l'autre partie de l'eau va vers trois collecteurs qui la distribuent aux trois niveaux de la ferme verticale (4e-4b-4c). L'eau s'écoule par gravité à travers les drains des lits de croissance, jusqu'aux viviers situés en dessous.

Le système de filtrage se compose d'un filtre mécanique à vortex pour piéger les déchets particulaires, avec une décharge périodique des solides capturés. À la sortie du filtre à tourbillon, l'eau passe par un autre filtre à mailles pour retenir les déchets solides, puis atteint le biofiltre. Le biofiltre est bien oxygéné grâce à des pierres qui diffusent de l'air et contient un milieu adapté à la biofiltration, généralement des Bioballs®, d'autres milieux plastiques ou des bouchons de bouteilles, qui aident les bactéries nitrifiantes à transformer les déchets dissous.

2.6.Système de tuyauterie

Le tableau suivant présente les principaux composants du système de tuyauterie :

	MANCHON D'ACCOUPEMENT PP Ø 32MM
---	--



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE


 <p>rowrilla Hydroponics</p>	<p>RACCORD COUDÉ 90° PP Ø 32MM AVEC DOUBLE MANCHON</p>
 <p>rilla Hydroponics</p>	<p>RACCORD DE DÉRIVATION À EMBOÎTER 45° PP Ø 32MM</p>
 <p>rilla Hydroponics</p>	<p>JONCTION 87° EN PP AVEC BOUCHON Ø 32MM</p>
 <p>Growrilla Hydroponics</p>	<p>CONNECTEUR PP À 90° Ø 32MM AVEC PRISE TRIPLE</p>



Programme financé par
l'UNION EUROPÉENNE



PROJET : Cellule technologique de LA VIE "CELAVIE

	<p>TUBE PP AVEC PLUG Ø 32MM LONGUEUR q.b.</p>
---	---