

EARL LAVERLOCHERE – Ternay 69

Projet de construction d'une serre photovoltaïque

Notice agricole



Charles Souillot
charles.souillot@gmail.com
0662777232



La SASU Charles Souillot Formateur Conseiller indépendant est une entreprise de conseil créée en 2016. Ses compétences s'articulent autour de trois axes : 1) conseil individualisé auprès d'un réseau de producteurs maraîchers et pépiniéristes sur la région grand ouest. 2) Formation sur les stratégies de production et de commercialisation au niveau national et européen. 3) Expertise auprès des entreprises de l'amont et de l'aval de la filière agricole.

Elle s'appuie sur les compétences de son gérant Charles Souillot Ingénieur des travaux agricoles de Clermont Ferrand, riche d'une expérience de 19 ans dans l'accompagnement des fermes spécialisées. Avec plus de 500 fermes suivies, il a mis en œuvre des axes de travail innovants concernant les modes de commercialisation et le développement de cultures à forte valeur ajoutée. Son travail est axé sur la recherche des adéquations vertueuses entre la mise en œuvre d'un système complexe, l'optimisation du temps de travail, la pertinence économique des choix effectués et le déterminisme humain de chaque structure.

L'entreprise a développé ces dernières années une expertise sur les systèmes de productions sous serres innovants et respectueux de l'environnement.

Remarque :

Ce dossier a été établi à partir des données fournies par l'EARL Laverlochère, complétées par de la bibliographie et notre expertise. Il a été présenté, discuté et validé par l'exploitant agricole.

Sommaire

I L'exploitation agricole EARL Laverlochère	4
1.1 Historique	4
1.2 La situation géographique du projet :	5
1.3 La fiche d'identité du projet :	6
1.4 Les productions de l'EARL :	6
1.5 Chiffre d'affaire de l'EARL :	9
1.6 Les charges/intrants de production :	9
1.7 Les pertes de produits liés aux aléas climatiques importants	10
1.8 Les limites du fonctionnement actuel :	11
II Le Projet de serres photovoltaïques :	11
2.1 Le projet de l'exploitation : sécuriser la production et améliorer les conditions de travail :	
2.2 Le contexte local :	11
2.3 Description du projet des serres par Amarenco :	13
2.4 Caractéristiques et dimensions :	16
2.5 Prévisionnel de production d'électricité renouvelable :	16
2.6 Les bénéfices attendus de l'abri climatique :	17
2.7 Suivi de la production du projet :	17
III Un projet cohérent pour la durabilité de l'exploitation	20
3.1 Une fluidification du fonctionnement actuel :	20
3.2 Des investissements réduits permettant un fonctionnement optimal :	22
3.3 Une amélioration de la qualité de la production	23
3.4 Une amélioration des conditions de travail	24
3.5 Un outil durable et transmissible	24
IV Conclusion	25

I L'exploitation agricole EARL Laverlochère

1.1 Historique

1984 : **Installation sur la ferme familiale** de polycultures élevage de Patrice Laverlochère sous forme individuelle. Développement de la production de légumes et de céréales. Mise en place de 6 tunnels simples de 8m*60m. Développement de la vente sur les marchés locaux.

1991 : **Mise en place de 6 nouveaux tunnels de 8*60m.** La surface sous serre passe à 5760 m². Développement progressif de la vente sur les marchés.

2000 : **Remplacement des tunnels construits en 1984 par des bi-tunnels** plus résistants et améliorant le confort de travail. La surface sous serres reste inchangée.

2012 : **Reprise de la ferme par le fils de Patrice, Cédric,** sous statut individuel.

2014 : **Création avec d'autres producteurs locaux d'un magasin de producteurs** à Simandres (69360) appelé, 1001 fermes

2019 : **Création de l'EARL Laverlochère** par Anthony Laverlochère qui en est le gérant, Cédric Laverlochère (son frère) qui a le statut d'associé et Monique Laverlochère (leur mère) qui a le statut d'associé.

2022 : **L' EARL Laverlochère a une SAU de 18,6 ha dont 5760 m² d'abris** et 4 ha de légumes plein champ. Le reste de la surface est implantée en céréales et prairies pour faciliter les rotations. Le stockage est réalisé sous 100 m² de bâtiments familiaux. L'exploitation possède également un tunnel bâché opaque de 240 m² pour stocker son matériel et laver les légumes. La commercialisation est réalisée pour 40 % sur deux marchés par semaine sur la commune de Mions (69780), 50 % au magasin de producteur 1001 Fermes et pour 10 % à l'oncle d'Anthony et Cédric qui est revendeur de fruits et légumes.

La gamme de légumes produits est diversifiée. Néanmoins la gamme de légumes primeurs reste réduite par manque de surfaces sous abris. Les cultures de plein champ au printemps restent complexes sur la zone car sujettes aux intempéries.

La mise en place d'une serre multichapelles asymétriques Mécosun pour une surface de 4655 m² a donc plusieurs objectifs :

- 1) **Développement de la surface sous abris** pour répondre aux objectifs d'approvisionnements en légumes primeurs et en légumes feuilles d'automne fortement demandés par le consommateur,
- 2) **Amélioration de l'ergonomie de travail** avec la mise en place d'une surface couverte facilement mécanisable,
- 3) **Sécuriser la production des légumes des mois de mai et juin** qui sont actuellement produits en plein champ,
- 4) **Développement des légumes produits** permettant de répondre à une attente locale,

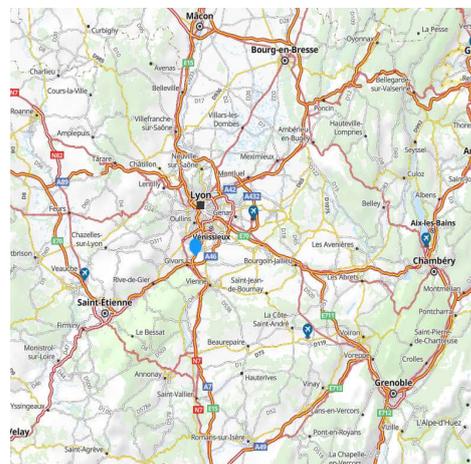
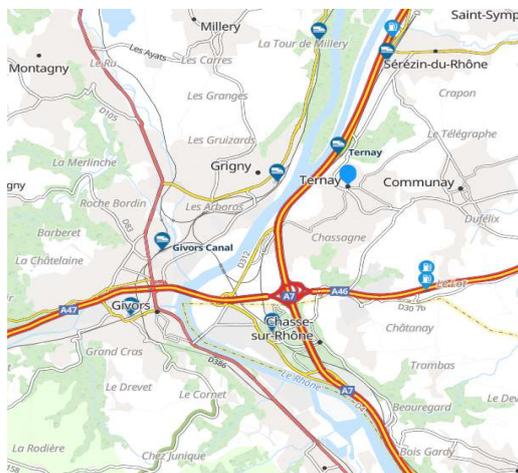
Document 1 : Productions de primeurs en plein champ



1.2 La situation géographique du projet :

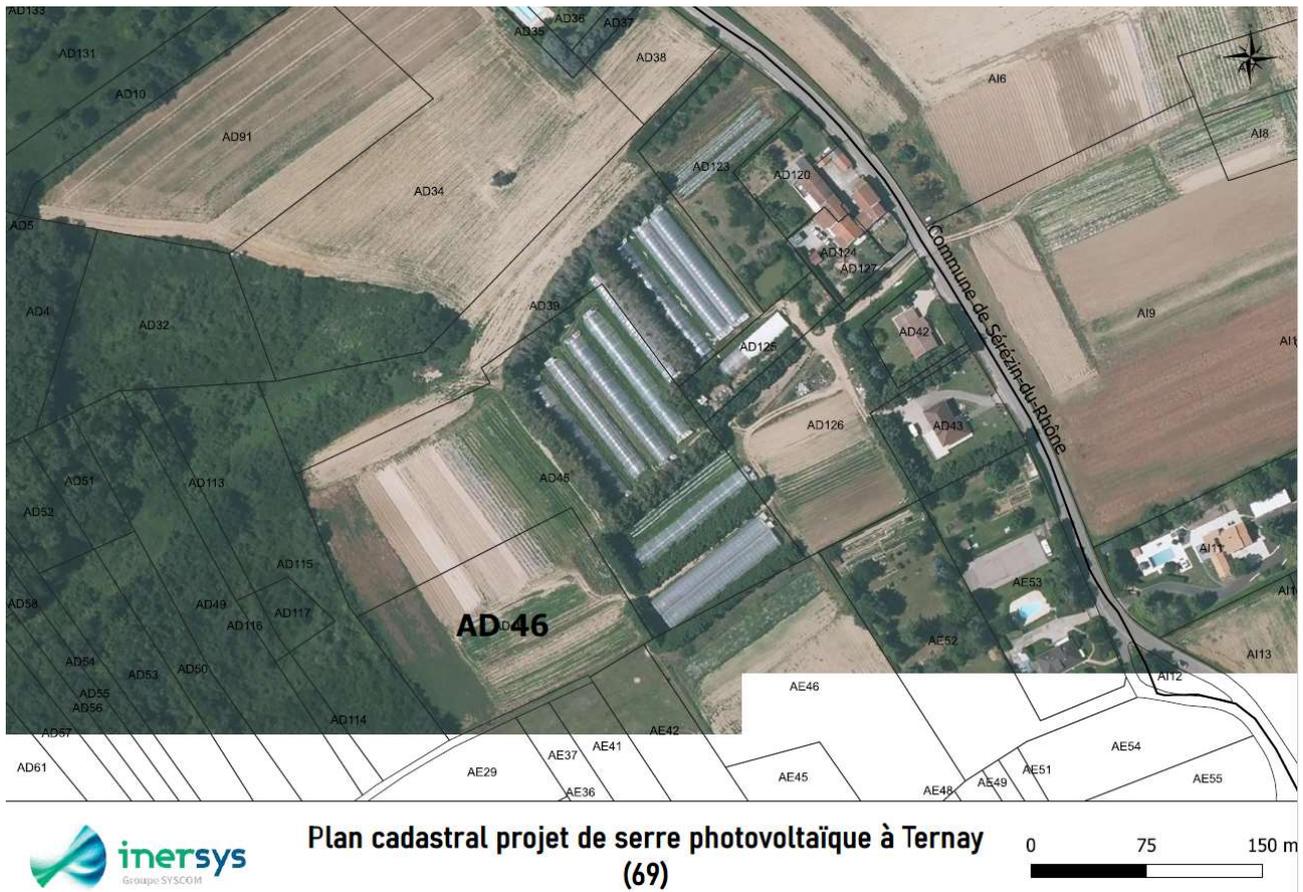
Le projet est situé sur la commune de Ternay, 5 575 habitants, qui appartient à la Communauté de Communes du pays de l'Ozon dans le département du Rhône.

Documents 2 et 3 : localisation géographique du projet



Le projet de serre PV est situé sur une seule parcelle dont la référence cadastrale est AD 46. Le propriétaire est Patrice Laverlochère.

Documents 4 : Localisation géographique de la parcelle



1.3 La fiche d'identité du projet :

Nom de l'exploitation agricole	EARL Laverlochère
Statut Juridique	EARL
SAU	18,6 ha
Orientation technico-économique	Maraîchage
Commune	Ternay (69 360)
Propriétaire de la parcelle	Patrice Laverlochère
Constructeur serres PV	MECOSUN
Exploitant du parc PV	AMARENCO
Distance siège d'exploitation – Serre PV	100 ml
Date de mise en service des panneaux	Fin 2024
Surface totale des serres PV	4 655 m ²

1.4 Les productions de l'EARL :

1.4.1 Les moyens de productions :

En 2023 :

1 UTH gérant : Anthony Laverlochère

2 UTH associés : Cédric Laverlochère, Monique Laverlochère

Surfaces mises en œuvre : la SAU est de 18,6 ha. 4 ha sont cultivés en légumes plein champ, 5 760 m² sont cultivés en légumes sous abris. Le reste de la surface est cultivé en céréales et prairies pour assurer les rotations.

1.4.2 Techniques de productions :

Depuis plusieurs années, l'EARL s'est dirigée vers une conduite plus respectueuse de l'environnement. Elle a recours de manière très limitée aux produits phytosanitaires et utilise le plus possible des produits de bio-contrôle et l'introduction d'auxiliaires.

L'irrigation est aujourd'hui réalisée en plein champ par aspersion à partir de l'eau « agricole » déservie par le SMHAR (Syndicat Mixte d'Hydraulique Agricole de Rhône) sur la période Avril Octobre. En hiver, l'irrigation est assurée par un bassin d'environ 500 m³ alimenté par un puits. Une pompe de reprise assure l'approvisionnement du réseau. L'irrigation des abris est réalisée en gouttes à gouttes et pendulaires à partir des mêmes sources d'eau. La serre PV pourra être alimentée par le même réseau, les sorties d'irrigation étant déjà présentes. Les débits et volumes potentiels sont jugés suffisants pour assurer l'irrigation cohérente de cette serre.

Le stockage des légumes se fait dans un bâtiment familial sur une surface de 100 m². Le lavage et le conditionnement des légumes sont réalisés sous un tunnel opacifié d'une surface de 240 m². Ces bâtiments sont distants l'un de l'autre occasionnant des pertes de temps en transport. De plus les bâtiments sont aujourd'hui devenus exiguës avec l'augmentation des volumes produits.

Pour améliorer l'efficacité du processus de production, l'implantation d'un bâtiment de 1784 m² photovoltaïque est envisagée. Ce bâtiment sera situé sur la zone de production. Il permettra une amélioration de l'ergonomie des chaînes de lavages et conditionnements, des temps de déplacements réduits et une meilleure gestion du temps de travail. Néanmoins, le bâtiment de stockage PV n'est pas porté par la société AMARENCO et ne fait pas parti de l'étude technico-économique relatée dans ce document. Nous tiendrons toutefois compte de son rôle dans le fonctionnement global de l'exploitation.

Le matériel de production est aujourd'hui pertinent compte tenu de la surface et des typologies de cultures mises en œuvre. Le stockage de ce matériel est aujourd'hui difficile. Le nouveau bâtiment a pour projet d'intégrer une zone de stockage matériel.

Documents 5 et 6 : Parcelle de plein champ et réserve d'eau pour l'irrigation hivernale.



Documents 7 : Projet de hangar PV destiné à la logistique



1.4.3 Les productions de l'exploitation :

L'EARL a développé une stratégie de diversification importante pour répondre à une demande locale de produits sur mesure.

La production de légumes est réalisée en plein champs et sous tunnel :

- Poireaux : 0,5 ha
- Pommes de terre : 0,4 ha
- Carottes : 0,5 ha
- Petits pois: 0,3 ha
- Haricots : 0,5 ha
- Courges : 0,5 ha
- Tunnels : 5 760 m²
- Légumes diversifiés : 1,3 ha

Sous les 5 760 m² de tunnels, les cultures mises en œuvre sont principalement, en été, tomate, aubergine, poivron, concombre et haricot rame. Au printemps, la surface est occupée par la pomme de terre primeur et les légumes feuilles et en hiver par des légumes feuilles.

Documents 8 et 9 : Des petites séries avec une grande diversification



1.4.4 Commercialisation :

La production est commercialisée localement, sur 2 marchés par semaine à Mions pour 40 % du chiffre d'affaires. 50 % du chiffre d'affaires est réalisé via un magasin de producteurs 1001 Fermes à Simandres. Les 10 % restants sont réalisés par la vente à l'oncle d'Anthony revendeur de fruit et légumes. Les récoltes et préparations de marchés sont donc quotidiennes et entraînent une logistique importante.

1.5 Chiffre d'affaires de L'EARL :

Année	2021	2022
Chiffre d'affaires	212 952,00 €	221 262,00 €

L'EARL s'appuie sur une base de clients solide et peut envisager l'avenir de la commercialisation sereinement. La diversité des produits proposés en fait un interlocuteur reconnu dont la clientèle est fidèle. Le chiffre d'affaires est aujourd'hui stabilisé et sécurisé. L'évolution de ce chiffre passe par un développement de la production de produits identitaires.

1.6 Les charges/intrants de production :

Les principaux postes de charges de la structure sont l'achat de marchandises pour revente, d'un montant en 2022 de 65 962 €, soit 31,7 % des charges et les charges salariales s'élevant à 66 181 € en 2022 soit 31,9 % des charges. Ces deux postes représentant 63,6 % des charges seront fortement impactés par la mise en place de la serre PV. Cette infrastructure permettra de diminuer la dépendance à l'achat revente en produisant des légumes à forte valeur ajoutée achetés à d'autres producteurs jusqu'à présent. D'autre part, l'objectif de cette serre PV couplé à la mise en place d'un hangar PV à proximité des serres et parcelles cultivées permettra de gagner du temps et par conséquent induira une meilleure efficacité de la main d'œuvre. Le poste achat revente diminuera donc de manière très importante laissant la création de valeur à la ferme. Le poste main d'œuvre lui augmentera avec la création d'emploi mais en proportion moins importante que le développement du chiffre d'affaires. Une projection technico-économique du potentiel de production de la serre PV est proposée en partie trois de cette notice.

1.7 Les pertes de produits liés aux aléas climatiques importants

La structure commercialise ses produits toute l'année. Elle est très sensible aux aléas climatiques pour plusieurs raisons.

Elle a nécessité de produire en grande majorité sous serre pour avoir des légumes feuilles d'hiver, et développer une gamme primeur plébiscitée au printemps. De plus, la situation géographique rend difficile la production de certains légumes d'été en plein champ comme la tomate, l'aubergine, le poivron et le concombre pour des raisons sanitaires ou de besoins thermiques.

Les tempêtes hivernales peuvent mettre à mal les abris légers dont est équipée la structure, occasionnant de gros dégâts sur les cultures en place. Au delà de ces cultures c'est l'ensemble de la saison suivante qui sera impactée.

Les surfaces sous abris sont insuffisantes aujourd'hui, la surface couverte ne permet pas de développer une gamme primeur cohérente avec les besoins commerciaux des mois de mars avril et mai. La marge de manœuvre est donc très réduite pour l'exploitation qui doit limiter sa diversité de printemps.

L'exploitation n'a pas subi de pertes importantes ces dernières années. Néanmoins, il est aujourd'hui fondamental de sécuriser la production avec la mise en place d'abris robustes dont l'infrastructure est ancrée au sol. Une part importante du chiffre d'affaires est produite sous les serres et doit être sécurisée pour envisager un fonctionnement serein.

Document 10 : les abris légers de l'exploitation



1.8 Les limites du fonctionnement actuel :

Aujourd'hui, le système est économiquement pertinent mais mérite d'être amélioré en terme de logistique et de sécurisation de la production. La demande en produits frais de printemps d'été et d'automne n'est pas couverte par l'EARL. L'exploitation face à la demande de ses débouchés doit envisager un changement d'échelle nécessaire pour garder son identité et optimiser les ressources humaines de l'exploitation.

Aujourd'hui la surface sous serre est trop limitante pour assurer les demandes commerciales de mars avril et mai. Un choix stratégique de cultures a été fait sur ces créneaux occasionnant une perte d'identité avec de nombreux produits d'image peu présents (radis, pommes de terre primeur ...) Ces produits à forte main d'œuvre doivent pouvoir être conduits dans des abris adaptés pour permettre une bonne ergonomie de travail et des cadences compatibles à la pertinence économique de ces produits.

L'EARL ne souhaite pas réinvestir dans des structures trop sensibles aux aléas climatiques. Un grand pôle de serres regroupé permettra une meilleure gestion du temps.

La mise en œuvre d'une multi-chapelle photovoltaïque et d'un hangar photovoltaïque sur la ferme a donc plusieurs enjeux :

- 1) Sécuriser la production rendue moins sensible aux aléas climatiques,
- 2) Développer une gamme primeur et des légumes feuilles d'automne,
- 3) Développer la production de légumes à forte valeur ajoutée,
- 4) Améliorer la maîtrise de la protection biologique intégrée,
- 5) Augmenter l'autonomie de l'EARL,
- 6) Améliorer l'ergonomie de travail et de l'efficacité de la main d'œuvre,
- 7) Diluer le chiffre d'affaires en augmentant les ventes de printemps et d'automne pour diminuer la pression sur l'été,
- 8) Améliorer la gestion du temps,
- 9) Développer le chiffre d'affaires,

II Le Projet de serres photovoltaïques :

2.1 Le projet de l'exploitation : sécuriser la production et améliorer les conditions de travail

L'exploitation souhaite sécuriser et développer sa production de légumes qui représente aujourd'hui 100 % de son chiffre d'affaires. Le potentiel de clientèle étant présent, le souhait est également de diversifier les produits mis en œuvre en proposant des produits identitaires permettant de démarquer l'EARL. De plus, la meilleure inertie thermique de la structure permettra d'avoir une qualité de produits intéressante de manière plus précoce par rapport au plein champ et par conséquent de diluer sensiblement les pics de ventes.

L'EARL s'est donc tournée vers l'investissement d'une serre agricole pour se donner les moyens de ses objectifs tout en améliorant fortement les conditions de travail. Compte tenu de la sensibilité aux intempéries des serres légères, il n'est plus envisageable pour l'exploitation d'investir dans ce type d'outils. L'infrastructure nécessaire doit être plus robuste et ancrée au sol.

Cependant, compte tenu des coûts d'investissements d'une serre multi-chapelle « classique », après plusieurs années de recherches et de discussions, l'EARL envisage une solution de type « serre photovoltaïque ».

Cet outil répond bien aux besoins de la ferme par plusieurs aspects : une serre de qualité, avec ancrage au sol béton, financée par la mise en place de panneaux photovoltaïques, tout en créant des conditions de température et de luminosité compatibles avec les productions envisagées.

L'EARL a donc cherché des développeurs de serres photovoltaïques qui acceptent de réaliser la construction de ces structures, d'une taille compatible avec les objectifs et capacités (humaines) de l'exploitation. En 2023, l'EARL s'est engagée avec AMARENCO. AMARENCO contracte avec l'EARL via un bail emphytéotique sur la parcelle sur laquelle sera construite la serre PV. La contrepartie pour l'exploitation agricole réside dans la construction d'une serre qui lui revient à l'issue du bail. Pendant la durée du bail, la serre est mise à disposition gratuitement de l'EARL pour son activité agricole.

Ce projet de construction de serre PV permettra à l'EARL de sécuriser la production, d'être évolutif en termes de typologie de produits proposés et surtout d'améliorer de manière considérable l'ergonomie de travail.

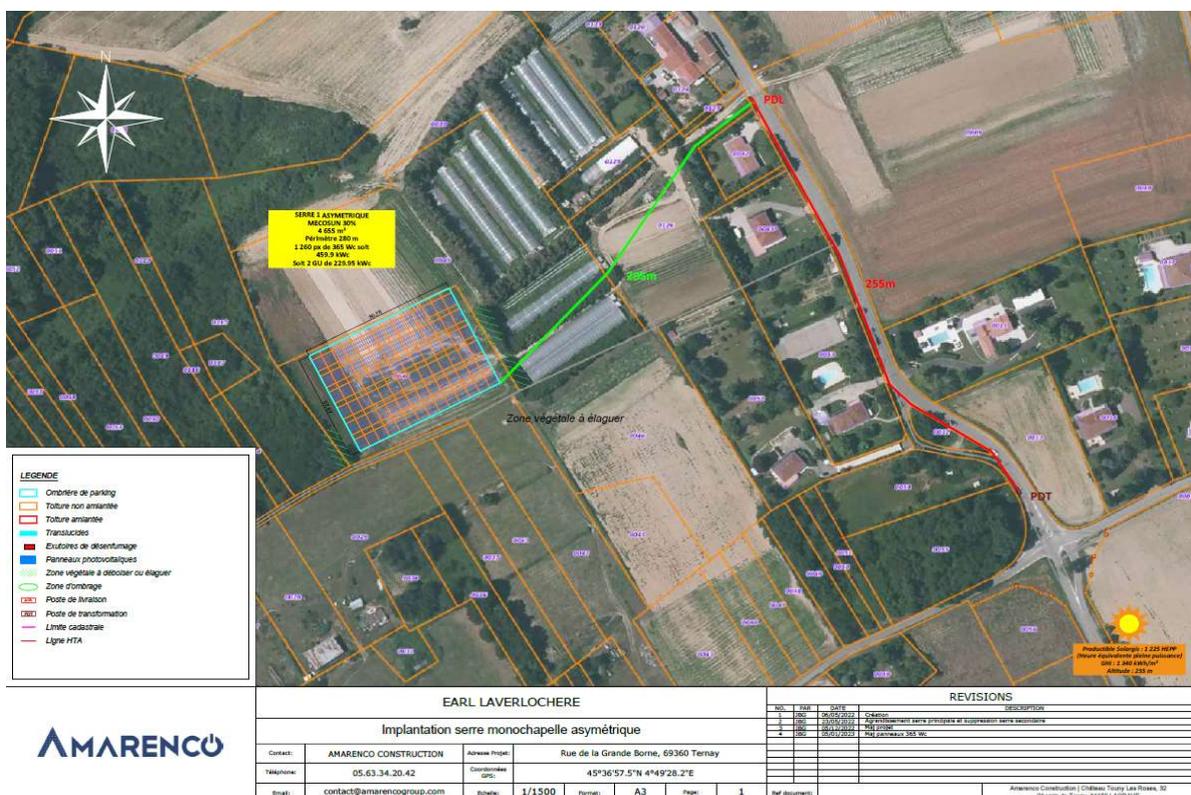
2.2 Le contexte local :

Les collectivités locales, Commune de Ternay et Communauté de Communes du Pays de l'Ozon, apportent un soutien fort au tissu agricole dans leurs différents documents cadres de leurs politiques locales.

2.3 Description du projet des serres proposé par Amarenco :

Ce projet est né de l'initiative d'Anthony Laverlochère gérant de l'EARL. Sa volonté est de fluidifier et de recentrer sa production sur des créneaux stratégiques (printemps et automne). Dans l'objectif de trouver une solution technique, Anthony Laverlochère a pris contact avec la société Amarenco. De ces échanges décrivant son besoin et ses contraintes ont abouti à ce projet de construction d'une serre photovoltaïque.

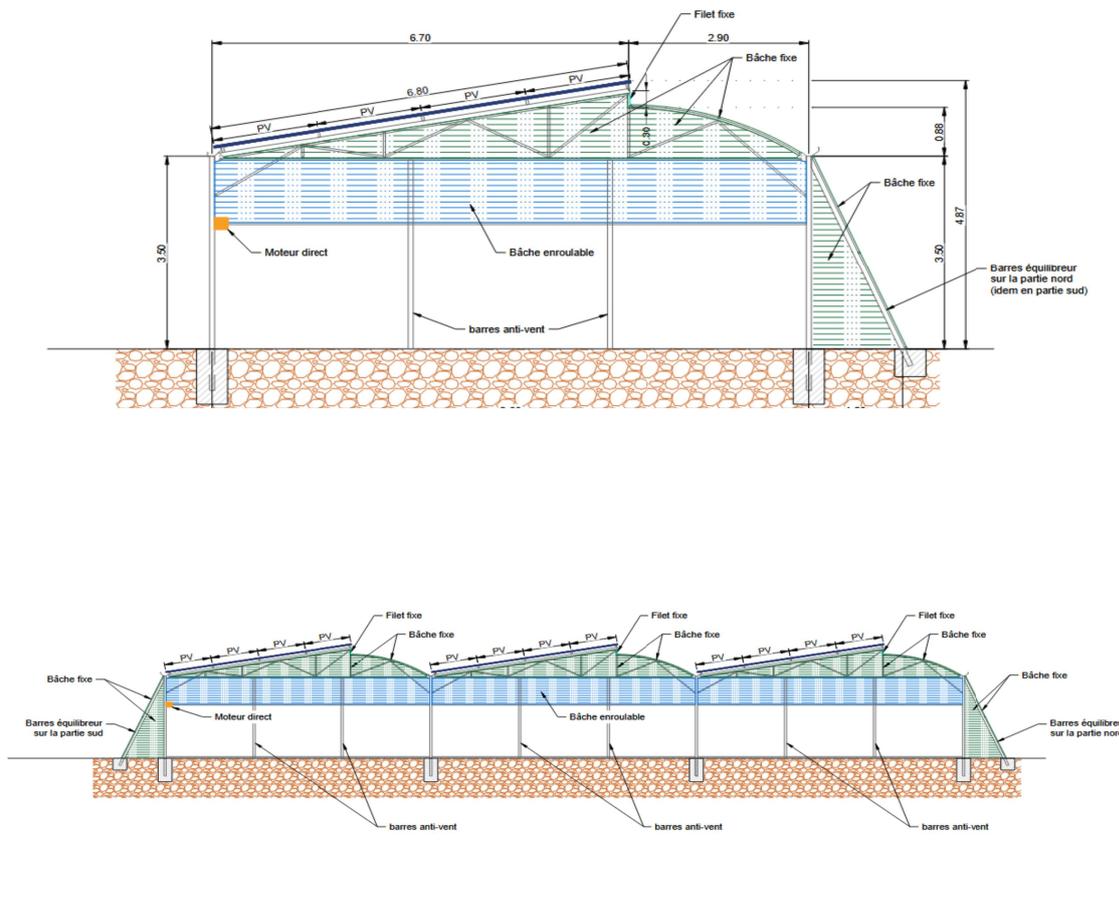
Document 11 : Plan de la serre PV envisagée



Document 12 : Projet de hangar PV



Documents 13 et 14 : Plans de coupe des travées



2.4 Caractéristiques et dimensions :

Le modèle envisagé est une serre chapelle asymétrique de marque Mecosun.

Document 15 : Caractéristiques techniques des serres Mecosun

Caractéristiques techniques générales	
Structure métallique	Structure en acier galvanisé et acier sendzimi Z275 Selon Eurocodes serres norme : NFen 13031-1
Dimensions	Hauteur à la gouttière : 3.5m Hauteur faîtage : 4.9m Largeur chapelle : 9.6m
Pentes	10° pan Sud 22° pan Nord
Ventilation	-Ventilation par ouverture complète des bardages Est et Ouest des chapelles
Structure toiture	-Panneaux photovoltaïques bi-verres semi transparent sur face Sud -Ondex transparent sur face Nord
Bardage	Plastique souple 280 microns

Document 16 : visuel de la typologie de serre



Document 17 : Caractéristiques des panneaux photovoltaïques utilisés

EXCELLENT GLASS/GLASS 255 | 260 | 265 M48
brilliant

Performances STC

Aux conditions STC:
1000 W/m², Spectre AM 1.5,
Température de cellules 25 °C
Tolérance de mesure STC:
Pmpp ±2%, Isc ±10%, Uoc ±10%

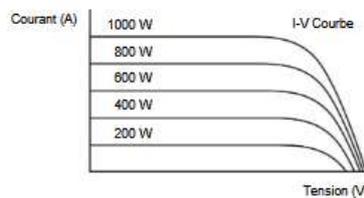
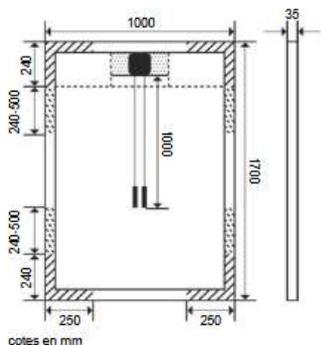
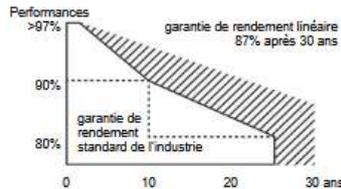
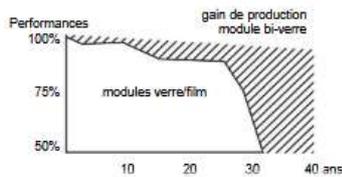
Puissance nominale Pmpp (Wc)	255	260	265
Tension circuit ouvert Uoc (V)	31,74	31,89	32,04
Tension Umpp (V)	26,05	27	27,35
Courant de court-circuit Isc (A)	10,30	10,45	10,6
Courant Imp (A)	9,57	9,63	9,69
Rendement η (%)	15,0	15,3	15,6

Réduction du rendement module sous faible éclairciment (200 W/m²): 4,1% ± 0,2%

Performances NMOT

Température nominale de fonctionnement du module
800 W/m², NMOT, AM 1.5

Puissance Nominale Pmpp (Wc)	197	201	204
Tension circuit ouvert Uoc (V)	29,68	29,82	29,96
Tension Umpp (V)	25,80	26,11	26,41
Courant de court-circuit Isc (A)	8,32	8,44	8,56
Courant Imp (A)	7,64	7,68	7,73



zone de fixation jusqu'à 2 400 Pa (tourbillon et pression) / jusqu'à 2 400 Pa (tourbillon) / 5 400 Pa (pression)
pas de contact entre la boîte de jonction et le Système de montage.

Autres Caractéristiques Techniques

Tension max. système	1000 V
Poids	ca. 22,0 kg
Courant Inverse admissible IR	15 A
Boîte de jonction	IP 67, 3 diodes de dérivation
Connecteurs	IP 67, MC4
Classement au feu	Classe C
Temp. de fonctionnement	-40°C ... +85°C
Pression: Neige	5.400 Pa *
Charge d'essai max.	8.100 Pa
Dépression: Vent	2.400 Pa *
Charge d'essai max.	3.600 Pa

* Coefficient de sécurité 1,5

Caractéristiques Thermiques

TC Pmpp	-0,39 %/K
TC Uoc	-0,28 %/K
TC Isc	0,040 %/K
NMOT	45 +/- 2 °C

Composants

Nbre de cellules	48 cellules
Type de cellules	monocristallin
Face avant	verre AR
Cadre	aluminium anodisé
Hauteur cadre	35 mm



CS Wismar GmbH · An der Westtangente 1 · 23066 Wismar · Germany · +49 38 413 049 300 · www.sonnenstromfabrik.com · release: 09/20 rev. 4.1

Les panneaux photovoltaïques utilisés permettent une diffusion de 35 % de la lumière. Implantés uniquement côté sud, l'ensemble du rayonnement traversera côté nord. De plus, le volume de la serre permettra une entrée de la lumière importante également sur les côtés. Le rayonnement lumineux entrant dans la serre semble compatible à la culture de légumes « bas » (non palissés) envisagés au printemps et à l'automne et la culture de légumes d'été implantés tardivement (à partir de mai).

Les serres Mécosun permettent une luminosité et une ventilation cohérentes pour les productions diversifiées maraîchères. Les serres prévues ne seront ni chauffées, ni éclairées.

Les apports de ce nouvel équipement seront significatifs pour l'EARL :

- gestion des systèmes d'irrigation plus optimale
- amélioration des conditions de travail

2.5 Prévisionnel de production d'électricité renouvelable :

La puissance prévisionnelle installée de la serre est de 459,9 kWc.

2.6 Les bénéfices attendus de l'abri climatique :

Le projet de cultures dans la serre PV tient compte de la diminution de la luminosité en fonction des saisons. Le nouveau type de serre photovoltaïque proposé par MECOSUN permet une meilleure luminosité dans la serre, comparativement à ce qui était proposé jusqu'à présent.

Les serres MECOSUN sont des serres plastiques multi-chapelles professionnelles bi-pente et asymétriques.

La présence de panneaux plus translucides et d'espaces vides entre les panneaux PV faisant entrer la luminosité permet d'envisager des productions avec peu de décalages entre la serre photovoltaïque et le plein champ. Il s'agit donc bien d'un « abri climatique » solide qui va permettre de mieux maîtriser les productions de printemps et d'automne et surtout de protéger les cultures contre les aléas climatiques dévastateurs.

La meilleure gestion du climat à l'intérieur de la serre, l'absence de vent, et l'absence d'épisodes type inondation et gel permettent ainsi sereinement d'estimer que, d'une part, une sécurisation de la production sera mise en œuvre et, d'autre part, qu'un gain de production sera rencontré.

Les techniques d'amélioration de la luminosité seront à mettre en place si des difficultés apparaissent sur la saison de printemps notamment la pose de paillages blancs. Ainsi, l'EARL pourrait envisager dans un second temps de mettre en place des paillages blancs par exemple à certaines périodes de l'année, bien que ce ne soit pas un souhait à ce stade de la conception du projet.

Beaucoup d'informations circulent à propos des productions agricoles sous serres photovoltaïques, dont certaines ont été qualifiées – à juste titre- de « serre alibi ». Il est clair qu'une serre multi-chapelle photovoltaïque est un moyen de production agricole au service du projet de l'exploitation agricole. A ce titre, comme tout nouvel outil, il doit être approprié aux besoins de ses futurs utilisateurs.

Du fait de l'expertise développée par la SASU Charles Souillot Formateur Conseiller Indépendant auprès de porteurs de projets sous serre PV sur une zone géographique relativement large, il est important de noter que la serre PV telle que proposée dans ce projet, c'est-à-dire une serre de type multi-chapelles bi-pente, asymétrique, permet des productions de qualité en quantité compatible avec les objectifs de l'EARL. Ceci a pu faire l'objet de constats sur des exploitations maraîchères, particulièrement sur des légumes réputés fragiles vis à-vis des aléas climatiques.

Cet outil serre PV joue un rôle d'abri climatique au service d'un projet agricole, mais pas seulement. Les conditions climatiques (luminosité, hygrométrie, température) étant spécifiques, les porteurs de projets agricoles doivent les prendre en compte afin de déployer des adaptations à la conduite des cultures. La compétence du porteur de projet est une des clés de réussite des productions. En effet, la gestion des conditions climatiques à l'intérieur de la serre implique des adaptations des itinéraires culturaux : densités de plantations, gestion de l'hygrométrie et pilotage de l'irrigation, amélioration de la luminosité, notamment par exemple au printemps par des techniques de paillages blancs. Ceci permet ainsi de produire en réduisant les intrants, en intégrant plus facilement des auxiliaires des cultures et de réduire les besoins en eau des productions.

Ainsi, l’outil serre photovoltaïque de qualité a une souplesse d’usage au service de projets d’agriculteurs variés. La réussite réside dans la cohérence et la technicité du porteur de projet agricole sous serre photovoltaïque. Ensuite, il faut commercialiser les productions.

Dans le cas présent de l'EARL, nous pouvons noter les éléments favorables à la réussite du projet :

1. Un très fort investissement du producteur dans la conduite de légumes diversifiés, avec une forte expérience de production (qui plus est à faibles intrants) ;
2. L’existence de circuits de commercialisation robustes avec une « clientèle » diversifiée ;
3. Une organisation du travail qui sera facilitée avec une réflexion de fond sur l'ergonomie de travail.

2.7 Suivi de la production du projet :

Pour que cet outil soit appréhendé le mieux possible et permette l'ajustement des itinéraires techniques, un suivi de la production sous la serre PV est bien évidemment envisagé. L’enjeu est d'adapter les conduites des plantes à cet outil, de permettre l’optimisation des processus productifs et la création de valeur de la structure.

Le suivi de la production se fera selon deux axes de travail.

2.7.1 La mise en place d'une analyse comparative

Elle consistera à comparer les performances observées ces dernières années et les performances qui seront observées sous l’abri PV selon des critères prédéterminés. Cette analyse peut être discutable si elle est faite sur une année tant l’impact des conditions climatiques peut être important. En revanche elle est tout à fait pertinente pour l'EARL si elle est faite sur plusieurs années. Elle permettra d'envisager de manière précise la plus value apportée par l’abri PV en terme d'homogénéité, de cycle de production et de pourcentage de réussite des séries.

Les critères observés seront les suivants : durée du cycle des plantes, homogénéité de la culture, rendement, pourcentage de destruction lié aux intempéries, temps de travail. Pour permettre la faisabilité de ce suivi, environ cinq cultures seront choisies.

La synthèse suivante pourra être proposée après trois ans de conduite de la serre PV.

Document 18 : Tableau comparatif de synthèse des performances de la serre PV vis à vis des performances historiques observées.

Plante	Durée de cycle d'élevage		Rendement		Homogénéité de la série		% destruction intempéries		Temps de travail	
	Références historiques	Sous serre PV	Références historiques	Sous serre PV	Références historiques	Sous serre PV	Références historiques	Sous serre PV	Références historiques	Sous serre PV

2.7.2 La mise en place d'une zone témoin

Une serre de 480 m² pourra faire l'objet de mise en place de certaines séries similaires, en terme de variétés et de date d'implantation, à la serre PV. Ces séries pourront être comparées sur plusieurs années pour observer l'impact de la serre PV sur la croissance des plantes et sur leurs performances économiques.

Compte tenu du changement de conduite tant structurel que géographique lié à l'implantation de la serre PV, cette étude ne pourra pas être réalisée sur l'ensemble des séries implantées sous la serre PV. Une analyse comparative de l'ensemble engendrerait une perte de place et un investissement temps trop important.

Les critères observés seront les suivants : durée du cycle des plantes, attaques parasitaires, rendement, pourcentage de destruction lié aux intempéries, temps de travail.

La synthèse suivante pourra être proposée après trois ans de conduite de la serre PV.

Document 19 : Tableau comparatif de synthèse des performances de la serre PV vis à vis des performances historiques observées.

Légume	Durée de cycle d'élevage		Rendement		Maladies et ravageurs		% destruction intempéries		Temps de travail	
	En serre	Sous serre PV	En serre	Sous serre PV	En serre	Sous serre PV	En serre	Sous serre PV	En serre	Sous serre PV

Ces deux analyses seront complétées par des observations régulières sur le terrain pour permettre la mise en place d'autres critères afin d'augmenter la pertinence des conduites sous serre PV.

III Un projet cohérent pour la durabilité de l'exploitation

3.1 Une fluidification du fonctionnement actuel :

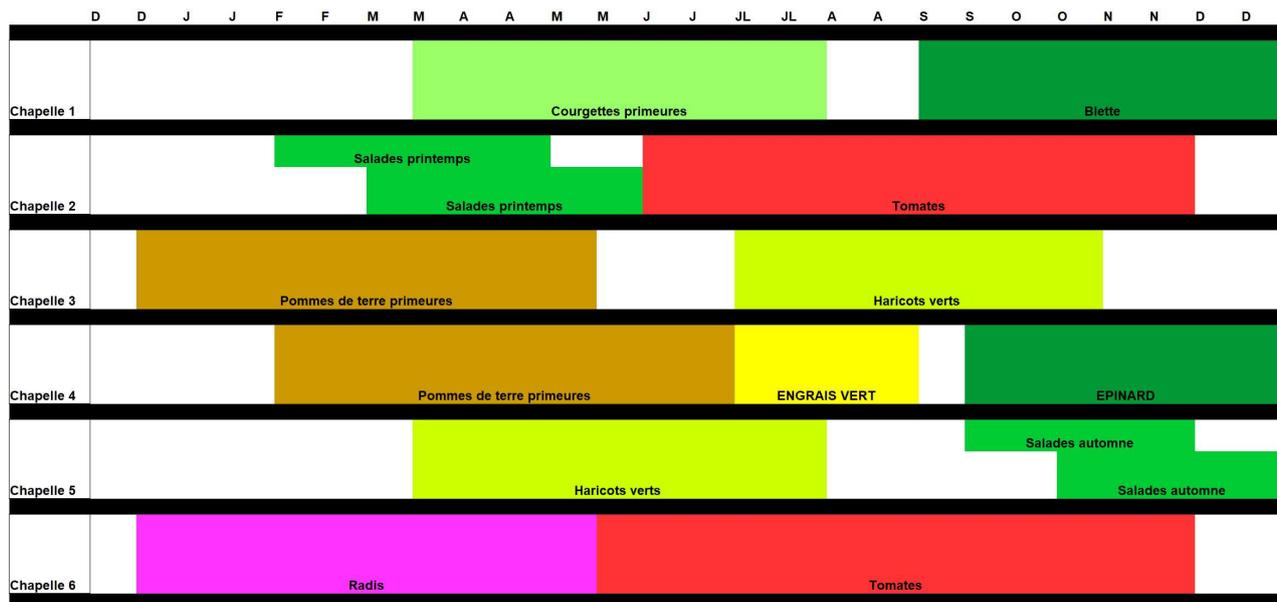
Le projet de cultures sous serre PV s'appuie principalement sur l'expérience de la famille Laverlochère, qui d'une part sécurisera ses productions de printemps précoces de plein champ vers des productions sous abri PV, et d'autre part développera sa production de printemps d'été et d'automne pour répondre à une demande forte des marchés à cette saison.

Cette stratégie leur permettra de faire face aux dégâts récurrents occasionnés par les excès de vent, de pluie et de gel et de développer leurs productions sur des créneaux stratégiques.

Document 20 : assolement de la serre photovoltaïque, estimation chiffre d'affaires et temps de travail.

Culture	Surface	Quantité	Période	Temps de travail en h	Chiffre d'affaire en €
Courgette primeur	500 m ²	2500 kg	Mai Juin	100	5 000,00 €
Radis	500 m ²	2500 bottes	mars à juin	100	3 750,00 €
Salade printemps	500 m ²	4000 pièces	Avril à Juin	100	3 200,00 €
Pomme de terre primeur	1000 m ²	2000 kg	Avril à Juin	200	6 000,00 €
Tomate fin été	1000 m ²	6000 kg	Aout à Octobre	400	15 000,00 €
Haricot rame	1000 m ²	4000 kg	Juin à Octobre	400	20 000,00 €
Epinard	500 m ²	750 kg	Septembre à Décembre	150	3 000,00 €
Salade Automne	500 m ²	4000 pièces	Octobre à Décembre	100	3 200,00 €
Blette	500 m ²	1500 kg	Octobre à mars	100	4 500,00 €
TOTAL				1650	63 650,00 €

Document 21 : assolement dans la serre PV



La production maraîchère de l'EARL sera établie à la fois sur les productions sous serre PV, pour les primeurs, cultures d'automne et hiver et sous les serres simples et bi-tunnels existants pour les primeurs et les légumes d'été. Une planification pluriannuelle en faisant des rotations types sur les deux typologies de serres a été étudiée, elle permettra ainsi, d'optimiser la surface disponible tout en permettant d'adapter les itinéraires culturaux aux dates de récoltes en lien avec la commercialisation.

Document 22 : Exemple de rotation sous la serre PV

Année 1	Légumes primeurs	Légumes d'été
Année 2	Légumes primeurs	Légume d'automne
Année 3	Haricot ou courgette	Légumes d'automne

La surface cultivée en plein champ restera la même, mais la diminution des primeurs en plein champ permettra de fluidifier la rotation déjà très cohérente. L'EARL tient à conserver ces deux modes de production complémentaires, qui permettent de fidéliser les clients sur l'année.

Document 23 : Estimation des volumes produits par mois sous la serre PV

Produits	J	F	M	A	M	J
Courgette primeur				100 kg	1200 kg	1200 kg
Radis			500 bottes	750 bottes	750 bottes	500 bottes
Salade printemps				1000 pièces	1500 pièces	1500 pièces
Pomme de terre primeur				500 kg	1000 kg	500 kg
Tomate fin été						
Haricot rame						1000 kg
Epinard						
Salade Automne						
Blette	200 kg	200 kg	200 kg			

Produits	JL	A	S	O	N	D	Total
Courgette primeur							2500 kg
Radis							2500 bottes
Salade printemps							4000 pièces
Pomme de terre primeur							2000 kg
Tomate fin été		2000 kg	2500 kg	1500 kg			6000 kg
Haricot rame	1000 kg		1000 kg	1000 kg			4000 kg
Epinard			100 kg	250 kg	200 kg	200 kg	750 kg
Salade Automne				1500 pièces	1500 pièces	1000 pièces	4000 pièces
Blette				300 kg	300 kg	300 kg	1500 kg

3.2 Des investissements réduits permettant un fonctionnement optimal :

L'EARL n'avait pas la possibilité d'investir elle-même dans une structure de serre dite classique. De plus, l'outil serre PV lui permettra de mieux optimiser la production et d'allonger les périodes de production sur le printemps et sur l'automne, qui sont deux axes stratégiques en vente directe.

Il n'y a donc pas d'investissement important de l'EARL dans les coûts de structure de la serre, les fondations étant à la charge du constructeur Amarenco, ainsi que l'évacuation des eaux pluviales. Les ouvertures sont également fournies par Amarenco, en lien avec les besoins de l'EARL en terme d'utilisation quotidienne. La surface et la disposition des ouvrants sont compatibles avec une régulation thermique et hygrométrique cohérente pour la production des légumes envisagés.

Des investissements liés au terrassement et à l'irrigation à l'intérieur de la serre devront être réalisés ainsi que l'automatisation de ce système. Ces investissements comprendront : le raccordement au réseau primaire, un réseau pendulaire et goutte à goutte et un système d'automatisation et de programmation qui pourra venir dans un second temps. Les outils de pilotage de l'irrigation devront permettre une utilisation très raisonnée de la ressource en eau.

A ce stade, le schéma d'irrigation n'a pas encore été réalisé, le chiffrage exact arrivera donc dans un second temps. Une estimation du coût d'un tel système a tout de même été envisagé dans la suite de la notice.

Ainsi, l'EARL va essentiellement consacrer son investissement dans l'aménagement du site et dans les outils de productions afin d'améliorer à la fois les conditions de travail sous la serre (paniers de transport, outils de levage, etc...) et l'efficacité du système d'irrigation.

Finalement, l'EARL prend à sa charge :

- Le matériel d'irrigation et de raccordement au réseau primaire : circuit primaire, matériels de distribution goutte-a-goutte et irrigation pendulaire, système d'automatisation, environ 19 5 k€ ;
- Le terrassement 30 k€ ;
- Alimentation électrique : estimation à 5 k€ (tranchées comprises).

Document 24 : récapitulatif des investissements prévisionnels de l'EARL spécifiques au projet de serre PV.

Nature des investissements	Montants estimatifs en € HT	Durée Amortissement	Charges annuelles en € HT
Raccordement au réseau primaire	3 000,00 €	7 ans	429,00 €
Matériel d'irrigation	14 000,00 €	5 ans	2800,00€
Automatisation de l'irrigation	2500,00€	5 ans	500,00 €
Tranchée pour l'alimentation électrique	5 000,00 €	20 ans	250,00 €
Matériel de serre, filets de protection chariot et manutention	5 000,00 €	5 ans	1 000,00 €
Nivellement	30 000,00 €	20 ans	1 500,00 €
Total investissements spécifiques	59 500,00 €		6 479,00 €

Le plan de financement de ces investissements devra faire l'objet d'études plus précises, en particulier avec les banques. De même, des demandes d'aides agricoles pour la production seront à effectuer et permettront d'atténuer le poids de ces investissements.

A titre prévisionnel, on peut estimer à un taux moyen de 3% les frais financiers liés à ces investissements spécifiques à 13,6 k€ au total, soit environ 1 000 € par an de frais financiers les 5 premières années (à ajuster selon les caractéristiques de l'emprunt).

Ainsi, les charges additionnelles de structure pour le développement de l'activité de maraîchage sont de l'ordre de 7 500 €HT /an.

3.3 Bilan prévisionnel économique sur les premières années d'exploitation :

Le bilan économique prévisionnel a été établi en croisant l'expérience d'Anthony Laverlochère ainsi que les références disponibles adaptables à ce type de production. Il est à noter qu'il n'existe pas de références documentées sur les cultures sous serre PV, bien que des témoignages de "retours d'expériences" existent, mais uniquement par voie orale. AMARENCO n'a pas encore de références en serre de ce type (bi-pente), et bien sur il n'est pas possible de communiquer les références de constructeurs concurrents.

3.3.1 Produits – chiffre d'affaires prévisionnel des serres PV

Il s'agit du chiffre d'affaires moyen sur les premières années. Ce chiffre d'affaires prend en compte une vision plutôt minimaliste des rendements et des prix unitaires. Les hypothèses retenues pour les rendements ont été plutôt des hypothèses basses. Pour les prix unitaires, ils retranscrivent un prix moyen bas observé sur les marchés de la zone.

Le chiffre d'affaires prévisionnel de la serre PV est estimé à près de 63 650,00 €HT soit 13,5 € du m². Pour des systèmes similaires, le chiffre d'affaires observé sous serre est le plus souvent situé entre 15 et 20 €/m², confirmant alors les hypothèses basses mises en œuvre pour ce prévisionnel.

Document 25 : estimation de chiffre d'affaire réalisé sous la serre PV

Estimation du chiffre d'affaire					
Culture	Surface	Rendement/m ²	Quantité	Prix de vente	Chiffre d'affaire en €
Courgette primeur	500 m ²	5kg/m ²	2500 kg	2 €/kg	5 000,00 €
Radis	500 m ²	5 bottes/m ²	2500 bottes	1,5 €/botte	3 750,00 €
Salade printemps	500 m ²	8 pièces/m ²	4000 pièces	0,8 €/pièce	3 200,00 €
Pomme de terre primeur	1000 m ²	2 kg/m ²	2000 kg	3 €/kg	6 000,00 €
Tomate fin été	1000 m ²	6 kg/m ²	6000 kg	2,5 €/kg	15 000,00 €
Haricot rame	1000 m ²	4 kg/m ²	4000 kg	5 €/kg	20 000,00 €
Epinard	500 m ²	1,5 kg/m ²	750 kg	4 €/kg	3 000,00 €
Salade Automne	500 m ²	8 pièces/m ²	4000 pièces	0,8 €/pièce	3 200,00 €
Blette	500 m ²	3 kg/m ²	1500 kg	3 €/kg	4 500,00 €
TOTAL					63 650,00 €

3.3.2 Charges liées à la serre PV :

Les pratiques culturales de production sous la serre PV ne seront pas fondamentalement différentes des pratiques mises en œuvre sous les serres existantes. Les charges opérationnelles peuvent être donc calculées sur les mêmes bases.

Document 26 : Estimation des charges opérationnelles liées à la serre PV

Intrants	Base du calcul	Montant estimé (en €/an)
Semences et plants	Tous les plants seront achetés	7 500,00 €
Paillage	PE noir 20 microns	400,00 €
Fertilisation	Compost et fertilisants	1000,00 €
Phytoprotecteur	Protection biologique intégrée et utilisation de produits de lutte au cas par cas.	3 000,00 €
Entretien irrigation	Renouvellement goutte-a-goutte et remplacement divers éléments usagés	1 000,00 €
Main d'œuvre salariale	1650 h par an soit 1 UTH	24 000,00 €
Total charges opérationnelles		36 900,00 €

Les charges de structure prises en compte sont celles relatives à l'amortissement des investissements spécifiques à l'activité maraîchage ainsi que, des frais financiers liés à la serre PV. Elles s'élèvent (cf. document 24) à environ **7 500 €HT/an**.

3.3.3 Bilan prévisionnel recettes - dépenses de la serre PV

Document 27 : Comparaison dépenses produits de la serre PV

Poste	Montant en €
Chiffre d'affaires	63 650,00 €
Charges Opérationnelles	36 900,00 €
Charges de structure	7 500,00 €
Total Charges	44 400,00 €
Différence recettes dépenses serre PV	19 250,00 €

Malgré un prévisionnel pessimiste on observe un bénéfice de l'ordre de 19 250 € lié à l'exploitation de la serre PV. Ce bénéfice peut être considérablement augmenté en développant des productions plus génératrices de valeurs et plus identitaires comme la fraise, le petit pois précoce ou encore la framboise. A ce gain viendra s'ajouter la diminution des charges d'achat revente puisque qu'une part importante de ce poste concerne aujourd'hui des légumes qui seront produits sous la serre PV.

L'ensemble de l'étude économique devra être réalisée une fois reçu l'ensemble des devis et connues les aides dont pourrait bénéficier l'EARL au titre des aides à l'investissement productif dans les exploitations agricoles.

De plus, cette serre, outre le développement du chiffre d'affaires, permettra de sécuriser la production de printemps très liée aux caprices de la météo des mois de mars, avril et mai. Enfin, cette structure permettra de créer un emploi fluidifiant ainsi la logistique de production et permettant de mieux assumer les pics de travaux sur l'ensemble de l'exploitation.

3.4 Optimisation de la ressource en eau :

L'irrigation est aujourd'hui réalisée à partir de l'eau « agricole » déservie par le SMHAR (Syndicat Mixte d'Hydraulique Agricole de Rhône) sur la période Avril Octobre. En hiver, l'irrigation est assurée par un bassin d'environ 500 m³ alimenté par un puits. Une pompe de reprise assure l'approvisionnement du réseau. La serre PV pourra être alimentée par le même réseau, les sorties d'irrigation étant déjà présentes. Les débits et volumes potentiels sont jugés suffisants pour assurer l'irrigation cohérente de cette serre. De plus, plusieurs études montrent la diminution de la consommation d'eau sous serre PV liée à la diminution du rayonnement et à une évaporation moindre. La mise en place d'un système de programmation complétera la stratégie de pilotage de l'eau pour faire de cette serre une unité de production performante économiquement et économe en eau.

3.5 La création d'emplois sur l'exploitation :

L'allongement de la période de production et l'augmentation des volumes de production vont permettre d'avoir une meilleure visibilité économique de l'atelier maraîchage. Les productions envisagées sous la serre PV nécessitent l'équivalent de 1 UTH avec de grosses disparités saisonnières. L'évolution du chiffre d'affaires permettra de créer au moins un équivalent temps plein supplémentaire sur la structure. Ce poste pourra dans un premier temps être saisonnier puis pérennisé sur l'année si l'EARL en ressent le besoin.

La présence de la serre permettra également de proposer des horaires de travail plus réguliers car indépendants de la météo et facilitera le recrutement à moyen terme par l'amélioration des conditions de travail vis-à-vis des conditions météorologiques. Le travail de production de légumes est relativement difficile et il est compliqué de pérenniser l'emploi. L'allongement de la production sur l'exploitation devrait également permettre de recruter peut être de manière plus pérenne que des emplois saisonniers estivaux.

Document 28 : Besoins en main d'œuvre par mois pour la serre PV

Légumes	J	F	M	A	M	J
Courgette primeur			10	10	35	35
Radis		5	5	40	40	10
Salade printemps		10	10	30	30	20
Pomme de terre primeur	10	10	30	50	50	50
Tomate fin été				10	50	40
Haricot rame				30	30	70
Epinard						
Salade Automne						
Blette	10	10	10			
Total mois en h	20	35	65	170	235	225
ETP	0,1	0,2	0,4	1,1	1,6	1,5

Légumes	JL	A	S	O	N	D	Total
Courgette primeur	10						100
Radis							100
Salade printemps							100
Pomme de terre primeur							200
Tomate fin été	70	70	70	50	40		400
Haricot rame	70	70	70	60			400
Epinard		10	20	40	40	40	150
Salade Automne			20	30	30	20	100
Blette			20	10	20	20	100
Total mois en h	150	150	200	190	130	80	1650
ETP	1,0	1,0	1,3	1,3	0,9	0,5	1,0

3.6 Une amélioration des conditions de travail

Une serre PV permet de travailler dans des conditions « tempérées par rapport à l'extérieur ». De plus, la hauteur au faîtage est un atout majeur par rapport à la production de légumes sous tunnels. La création de cet outil au sein de l'exploitation permettra ainsi une amélioration indéniable des conditions de travail. Cet atout sera mis en avant dans la recherche de saisonniers et facilitera la reconduction de ces derniers les années suivantes.

De plus, la mise en place d'un hangar logistique à proximité du bloc des serres améliorera considérablement la logistique d'exploitation avec des flux de légumes réduits et un gain de temps pour les déplacements.

3.5 Un outil durable et transmissible :

Il est important pour pérenniser l'exploitation d'avoir un outil robuste et évolutif. La mise en place de cette serre PV, permettra dans le cas d'une reprise de l'activité à moyen terme d'augmenter les volumes produits et de répondre à une stratégie d'entreprise différente. L'outil de production robuste et sécurisé rendra la ferme pérenne, évolutive et plus facilement transmissible.

IV Conclusion

Au vu de l'étude, le projet de l'EARL Laverlochère peut être qualifié d'Agrivoltaïque :

- 1) Il apporte un service à la production agricole en permettant l'acquisition d'un outil qui ne serait pas envisageable s'il devait être financé en totalité par l'exploitation agricole. Il va également permettre de s'adapter aux changements climatiques en limitant les pertes liées aux aléas climatiques de plus en plus importants sur les cultures de printemps et d'automne. Il permettra une gestion beaucoup plus fine et économe de l'eau sur l'ensemble des cultures.
- 2) Il va permettre une amélioration globale de la production agricole en permettant d'augmenter les volumes produits sur le printemps et l'automne trop aléatoires en plein champ pour répondre à une demande commerciale existante. Il permettra de diminuer la pression d'achat-revente réalisée sur la ferme.
- 3) Malgré des investissements importants sur l'irrigation et la main d'œuvre, le projet va permettre une amélioration du revenu de l'exploitation. La serre permettra de dégager une plus-value de l'ordre de 19 250€ permettant d'assumer une part importante des charges de la ferme et de participer activement au développement du résultat.
- 4) De plus, ce projet améliorera les conditions de travail de l'EARL avec la mise en place d'un outil fonctionnel et la possibilité de développer de manière durable la main d'œuvre sur l'exploitation.
- 5) Enfin, la mise en place de cet outil complémentaire du parc de serres existant permettra de répondre aux enjeux commerciaux à venir et de favoriser la reprise de la structure à l'intégration de nouveaux associés.

Le projet de serre PV de l'EARL Laverlochère est un projet structurant et réfléchi pour permettre un développement de la production, une amélioration des conditions de travail et rendre la ferme plus résiliente face aux évolutions de la demande du marché.

Le développement de ce projet, sans engendrer une transformation importante des méthodologies de travail, facilitera la conduite de la ferme sur plusieurs points :

Une sécurisation de la production

Une amélioration des conditions de travail et une augmentation de la main d'œuvre

Une augmentation des volumes produits au printemps et en fin d'automne

Une meilleure autonomie productive renforçant l'image du producteur en vente directe et demi-gros.

Face aux forts aléas climatiques et à une volonté de pérenniser et développer sur le long terme cet atelier, l'EARL est pleinement investie dans la réussite de ce projet, qui sans l'apport du PV, ne pourrait voir le jour compte tenu des investissements trop importants que constituent la construction de serres dites classiques.

De plus, l'avantage de la serre PV est de pouvoir continuer à privilégier des produits de saison pour une clientèle très majoritairement locale. Ainsi, la recherche d'une production de qualité, étalée dans le temps, dans des conditions de travail facilitées, sera l'objectif principal de l'EARL et en aucun cas une recherche de déssaisonnement.