

# NOTICE DESCRIPTIVE AGRIVOLTAÏQUE

## Plan d'Orgon

### 1 Contexte du Projet

Le projet « Plan d'Orgon » concerne **la SCEA Agrifer liée à la société Ferrier**, géré par Alain Ferrier. Ferrier est expéditeur, importateur, conditionneur mais également producteur pour sécuriser son approvisionnement, par sa filiale Agrifer qui possède 40 ha de terres pour une récolte de melons charentais l'été et une rotation de salades en début d'hiver. La société est dynamique d'innovation forte, dotée de matériels et d'outils de production performants en capacité de prendre des risques sur des systèmes en rupture avec les usages traditionnels. C'est pourquoi la société souhaite participer à des projets innovants, en développant deux systèmes maraîchers du futur sous dispositif agrivoltaïque.

**Le projet agrivoltaïque de la SCEA Agrifer consiste en une activité de maraîchage sous serre plastique agrivoltaïque et sous structure agrivoltaïque plein champ. Le programme Sun'Agri3 est soutenu entre autres par Perpignan Méditerranée, la chambre d'agriculture des Pyrénées Orientales, de la Drôme et du Vaucluse ainsi que par les Etablissements BARRE.**

Le choix d'une expérimentation autour d'une activité de maraîchage sous-abris et plein champ a été retenu en raison de problématiques liées au changement climatique (voir ci-dessous).

### 2 Objectifs pour l'exploitant

#### 2.1 Historique de la parcelle

La parcelle sur laquelle sera implanté le démonstrateur agrivoltaïque « Plan d'Orgon » est une parcelle agricole, précédemment cultivée et en jachère depuis quelques années. Elle se situe au Mas André à Plan d'Orgon et a été acquise par Agrifer courant 2017 dans le cadre d'un projet de réhabilitation du mas.

#### 2.2 Les problématiques agro-climatiques auxquelles le projet répond

La culture de salade plein champ, historiquement produite par la société Ferrier, est confrontée à des contraintes climatiques fortes dans le sud de la France et en particulier dans la zone concernée par le projet « Plan d'Orgon » porté et voulu M. Ferrier dans les Bouches-du-Rhône. Ces contraintes, rencontrées chaque jour par le responsable technique, sont aggravées par les changements climatiques :

- Problème de brûlures sur les salades : les rayons directs brûlent les feuilles et entraînent une perte de production localisée, notamment sur les jeunes plants ;

- Difficulté à maîtriser le microclimat à l'intérieur d'une serre plastique traditionnelle en période de forte chaleur. Le blanchiment des serres permet certes de faire baisser la température interne mais entraîne un rayonnement plus faible sur une longue période, ce qui est néfaste pour certaines cultures et pour certaines conditions météorologiques (par exemple en cas de longues périodes nuageuses peu après un blanchiment) ;
- Aléas climatiques de plus en plus violents et impactant : le vent, les fortes pluies, le gel et les épisodes caniculaires sont responsables d'une forte diminution des rendements (jusqu'à -40% certaines années). Les charges opérationnelles et de mécanisation ont par conséquent augmenté pour gérer au mieux ces intempéries.

### 2.3 La solution agrivoltaïque

Pour toutes ces raisons, la SCEA Agrifer souhaite installer deux systèmes agrivoltaïques dynamiques en raisonnant selon 4 zones climatiques :

- Une **serre multichapelle plastique** pour des cultures hivernales (à dominante salade, puis blette, céleri, radis), puis printanières précoces (légumes fruits : courgette, tomate) et engrais verts l'été afin de stimuler l'activité biologique tout en apportant des éléments fertilisants pour le sol
- Une **structure agrivoltaïque dynamique plein champ** supportant des filets de protection (abris climatique) pour des cultures printanières tardives (salade, légumes fruits), puis automnales précoces (chou, navet).

Les productions maraîchères seront susceptibles d'être changées pour les années suivantes, selon les rotations mises en place en lien avec les besoins du sol et les opportunités de marché.

Les deux systèmes agrivoltaïques envisagés au Mas André permettront de gérer les facteurs limitants de production : le manque d'eau, le développement de nuisibles (insectes), l'ensoleillement et les températures excessives. Pour toutes ces raisons, la société Ferrier souhaite installer deux systèmes agrivoltaïques dynamiques complémentaires (serre plastique et structure plein champ) dans le but :

- **D'étudier l'effet positif d'un système agrivoltaïque dynamique sur les brûlures** pouvant apparaître sur les salades pendant les périodes d'ensoleillement excessif ;
- De **limiter les besoins en eau** de la plante ;
- **D'étendre la période de production** en ayant tous les outils pour produire 12 mois sur 12 et en bénéficiant d'une **protection contre les insectes** (présence de filets sur la structure plein champ) ;
- De **gérer le microclimat à l'intérieur de la serre** en optimisant la lumière et la température tout en **s'affranchissant des aléas climatiques** néfastes aux cultures (vent violent, gel, canicule) afin de **sécuriser les périodes de production**.

### 3 Caractéristiques du projet

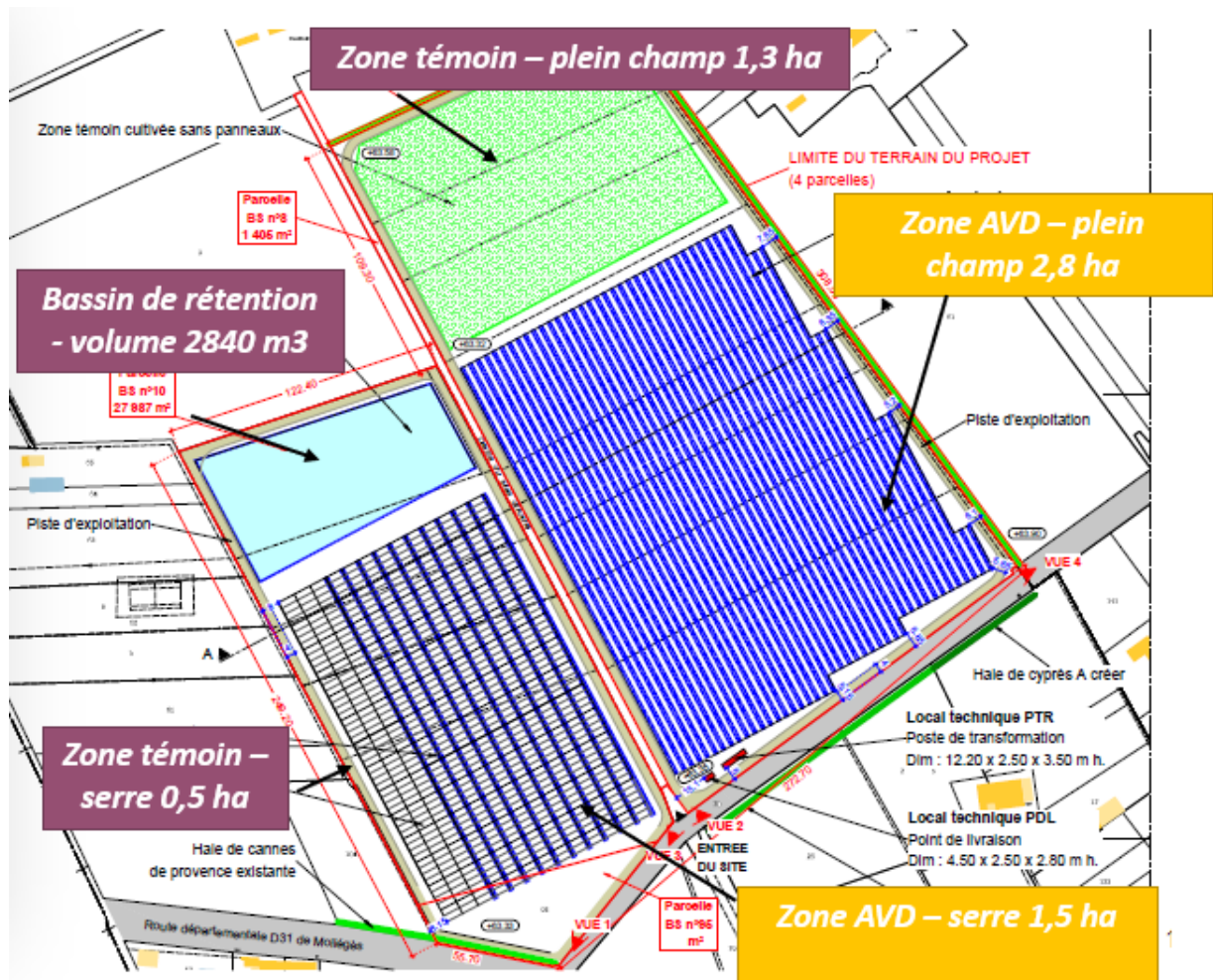
#### 3.1 Implantation du projet :

La surface agrivoltaïque du projet « Plan d'Orgon » sera constituée :

- d'une **serre agrivoltaïque** de **1,5 ha** sous panneaux photovoltaïques (zone AVD à l'ouest)
- d'une **structure agrivoltaïque plein champ** de **2,8 ha** équipée de filets anti-insectes semblable à un abri climatique (zone AVD à l'est)

Chaque système possède une **zone témoin** nécessaire au **suivi expérimental** pour comparaison et évaluation des résultats sous ombrage piloté :

- une serre multichapelle plastique identique sans panneaux photovoltaïques de **0,5 ha** (zone témoin à l'ouest),
- une surface plein champ sans panneaux photovoltaïques de **1,3 ha** (zone témoin au nord est).



### 3.2 Emprise et occupation au sol

#### Emprise au sol:

L'emprise au sol comprend les différentes structures du projet:

Pour la partie serre:

L'emprise au sol du système est exactement la même qu'une serre multichapelle plastique « classique ». En effet, comme la structure AVD se fixe directement sur la structure de la serre, l'emprise au sol n'est pas modifiée.

→ Emprise = Surface de la serre = 17 500 m<sup>2</sup> (serre AVD + serre témoin).

Pour la structure AVD plein champ :

L'emprise au sol correspond à la surface des panneaux (les poteaux étant situés sous les panneaux).

→ Emprise = nb panneaux x surface panneau = 6416 \* 1.82 = 11 678 m<sup>2</sup>

Les locaux techniques:

L'emprise au sol correspond à la surface au sol des locaux techniques, soit :

→ Emprise = 11.25 m<sup>2</sup> + 29.3m<sup>2</sup> = 50.5 m<sup>2</sup>

L'emprise au sol totale est donc de : 17500 + 11680 + 50 = **29 230 m<sup>2</sup>**

#### Occupation au sol :

L'occupation au sol du système est exactement la même qu'une serre multichapelle plastique « classique ». En effet, comme la structure AVD se fixe directement sur la structure de la serre, l'occupation au sol n'est pas modifiée.

Pour la structure plein champ, l'occupation au sol du système est minimisée afin de ne pas gêner les engins agricoles. C'est une fondation (pieu battu « en H ») de 20 cm de large.

L'occupation au sol est donc de : 432 pieux x 0.04 m<sup>2</sup> = **18 m<sup>2</sup>**

→ Soit un pourcentage d'occupation de 0.065% (par rapport à la zone AVD de 2.8ha)

### 3.3 Impact visuel du projet :

Le projet envisagé est situé dans une zone agricole située sur la commune de Plan d'Orgon, Chapelle-Ouest.

Des haies sont déjà existantes en bordure de parcelle, côté route départementale D31 au Sud-ouest, et le long du chemin d'accès au Sud, et à l'est de la parcelle. (voir Annexe 4 plan du projet).

Afin de minimiser l'impact visuel, il est prévu de prolonger la haie de cyprès au sud , afin de masquer la structure depuis les habitations au Sud de la route (voir Annexe 4).

L'essence d'arbre préconisée sera de croissance rapide, avec peu d'entretien, et endémique à la zone du projet : de type cyprès.

La densité de plantation estimée sera de 2m, pour une forte densité de feuillage, et les arbres pourront atteindre au moins 8m-10m de hauteur.

**Les bénéfices secondaires de la haie sont:** haie brise vent, limite l'érosion des sols, favorise la faune, les espèces de végétaux endémiques sont riches en insectes qui luttent naturellement contre les parasites...

### 3.4 Irrigation et consommation en eau:

#### Réseau d'irrigation :

Les deux systèmes (serre et plein champ) seront équipés en irrigation, via la structure AVD :

- de type **micro-aspersion pendulaire**, couramment utilisée et adaptée aux serres agricoles ;
- de type **goutte-à-goutte** pour les cultures de plein champ positionnées en planche.

Les parcelles sont déjà irriguées, d'une part par le réseau des canaux ASA de Plan d'Orgon, (Associations Syndicales Autorisées d'irrigation) et par un forage mis en place en 2018.

Comme décrit ci-dessous, la consommation d'eau sera réduite par rapport à une culture maraichère classique.

A noter que conformément au Dossier Loi sur L'eau, un bassin de rétention sera créé pour permettre l'écoulement de la surface imperméabilisée par la partie Serre, selon la réglementation en vigueur (voir Dossier Loi sur l'Eau en Annexe).

#### Consommation en eau :

La structure agrivoltaïque permettra à la culture maraichère de consommer significativement moins d'eau qu'une culture sans système agrivoltaïque (entre 20% et 25% de consommation en moins).

En effet une réduction du rayonnement par l'effet d'ombrage des panneaux agrivoltaïques, réduira dans ces conditions la transpiration des plantes et permettra *in fine* une **économie d'eau**, économie d'autant plus intéressante dans le cadre des changements globaux. En particulier, en zone méditerranéenne, les projections indiquent une amplification de la durée et de l'intensité des vagues de chaleur et des sécheresses estivales.

A titre indicatif, les besoins en eau d'une culture en maraichage se situent entre 3000 et 5000m<sup>3</sup> / ha /an.

Le projet consistant en la culture de 4,3 ha de zone AVD et 1,8 ha de zone témoin, nous estimons une consommation annuelle de :

$$\rightarrow 4,3 \times 4000 \times 0,8 \text{ (zone AVD)} + 1,8 \times 4000 = 13\,370 + 7200 = \mathbf{20\,570\ m^3 / an.}$$

### 3.5 Démantèlement et réversibilité du système AVD :

En fin d'exploitation, le site sera remis en l'état sans aucune dégradation.

La structure et les pieux battus seront entièrement démontés et recyclés (acier), sans aucune artificialisation des terres.

Le recyclage des modules photovoltaïques sera réalisé par l'association PV Cycle spécialisée dans ce domaine. Les autres déchets de fin d'exploitation feront l'objet d'un tri sélectif et d'un traitement adapté afin de remettre le site en l'état d'origine.

#### 4 Le système agrivoltaïque dynamique

Au-delà du simple fait de les faire cohabiter sur un même terrain, **notre système agrivoltaïque crée une réelle symbiose entre agriculture et production d'énergie**. La solution innovante que nous proposons repose d'une part sur une **structure porteuse** minimisant l'emprise au sol et permettant le passage d'engins agricoles, d'autre part sur un **système de pilotage** de l'inclinaison des panneaux à la manière d'une persienne. Le pilotage automatisé est basé sur une **modélisation de la croissance des cultures** dans l'environnement agrivoltaïque et sur un modèle d'optimisation visant à **créer les meilleures conditions microclimatiques** pour la culture.



Figure 1: Dispositif expérimental structure AVD plein champ Sun'Agri en vignes (Domaine Expérimental de Piolenc CA84)



Figure 2 : Photomontage de notre système AVD sur serre multichapelle plastique

Le système de serre agrivoltaïque conçu par les partenaires du programme de R&D Sun'Agri avec l'appui d'un serriste (établissements BARRE) apporte à l'agriculture **une véritable solution d'adaptation au changement climatique**, par la création d'un microclimat contrôlé et une économie substantielle des flux intrants. Grâce à l'ombrage apporté par les panneaux, pilotés en temps-réel pour les besoins de la plante, le système agrivoltaïque permet de réduire les ressources en eau employées pour l'agriculture et de réduire l'amplitude thermique sous la structure.

Le système, qui offre une modularité que les serres photovoltaïques n'apportent pas, a vocation à être déployé sur des cultures à forte valeur ajoutée comme c'est le cas ici avec des cultures maraîchères, et à produire une électricité photovoltaïque compétitive. **Le potentiel de l'agrivoltaïsme s'exprime pleinement dans les zones de forts stress hydrique et thermique**, et dans lesquelles les changements climatiques et/ou les épisodes climatiques extrêmes (vent, grêle, gel) ont un effet important, comme c'est le cas dans les Orientales, comme nous le verrons plus loin.

## 5 Illustrations



Photo 1 : Priorité accordé à la plante



Photo 2 : structure permettant le passage d'engins agricoles



Photo 3 : Insertion dans le grand paysage



Photo 4 : Modalités d'effacement au profit de la plante



## ANNEXE à la note descriptive

### 1 Le concept de l'Agrivoltaïsme

L'agrivoltaïsme est un double système combinant sur une même surface une culture et une structure photovoltaïque. Positionnés en hauteur et contrôlés en fonction des besoins physiologiques de la plante, les panneaux permettent d'apporter une protection aux plantes en modifiant le climat au-dessus des plantes et de produire de l'électricité propre, renouvelable et compétitive.

### 2 Le programme de recherche Sun'Agri

**Discipline de recherche développée depuis 2009 par le groupe Sun'R, en collaboration avec l'Inra**, l'agrivoltaïsme s'adresse aux cultures à forte valeur ajoutée souffrant du réchauffement climatique.

Le développement de la solution Sun'Agri a fait l'objet de plusieurs programmes de R&D depuis plus de 10 ans.

- **2009 – 2012 : Sun'Agri 1.** Les principaux résultats obtenus ont démontré qu'en pleine densité des panneaux, les rendements sont fortement réduits (de l'ordre de 40%). En condition de semi-densité (30% d'ombrage), certaines cultures ont maintenu un rendement agricole équivalent, voire supérieure à des cultures témoin (sans panneaux).
- 
- **2013 – 2017 : Sun'Agri 2.** Développement du socle logiciel et hardware, et mise en place du premier modèle agrivoltaïque sur la laitue et la vigne. Les panneaux sont mobiles. Deux thèses : une première présentant une modélisation du développement écophysologique de la laitue. Et une présentant un modèle de bilan hydrique sous-système agrivoltaïque dynamique.
- **2017 – 2022 : Sun'Agri 3.** Le programme a été lauréat aux Investissements d'Avenir « Agriculture & Industrie éco-efficientes » pilotés par l'Ademe, d'un montant plusieurs millions d'euros. C'est la phase de démonstration. L'agrivoltaïsme est déployé à grande échelle et dans les conditions réelles.

### 3 La technologie Sun'Agri

Afin d'améliorer la production agricole, l'ombre apportée aux plantes peut être contrôlée en temps réel par le pilotage des panneaux photovoltaïques dynamiques.

En position d'ombrage maximum, les plantes sont protégées d'un excès de soleil et ne souffrent pas de stress hydrique. Les panneaux s'effacent pour apporter un ensoleillement maximum aux plantes. Enfin lors des gelées printanières, les panneaux passionnés à l'horizontale permettent de préserver la température au sol (+1 à 3°C).

Les panneaux sont mobiles à + ou - 90° (seconde génération), et la dimension de la structure permet un effacement total.

Ces évolutions permettent, en **modifiant le microclimat** reçu par la plante (température, ensoleillement, hygrométrie), de :

1. Garantir une **amélioration nette de la production agricole**
2. Tout en **produisant massivement une énergie renouvelable compétitive,**
3. Et en **apportant des réponses aux impacts des changements climatiques.**

On parle alors de systèmes « agrivoltaïques responsables » ou « agrivoltaïques dynamiques ».

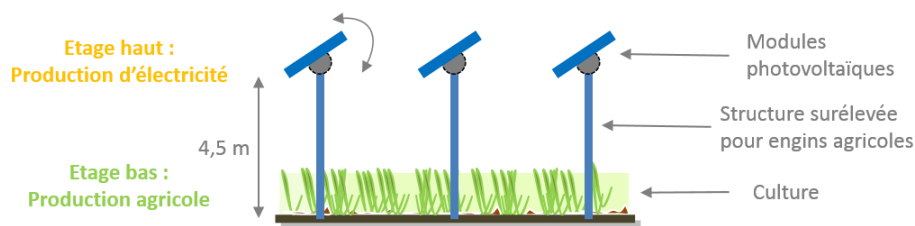


Figure 2 : Schéma système agrivoltaïque dynamique

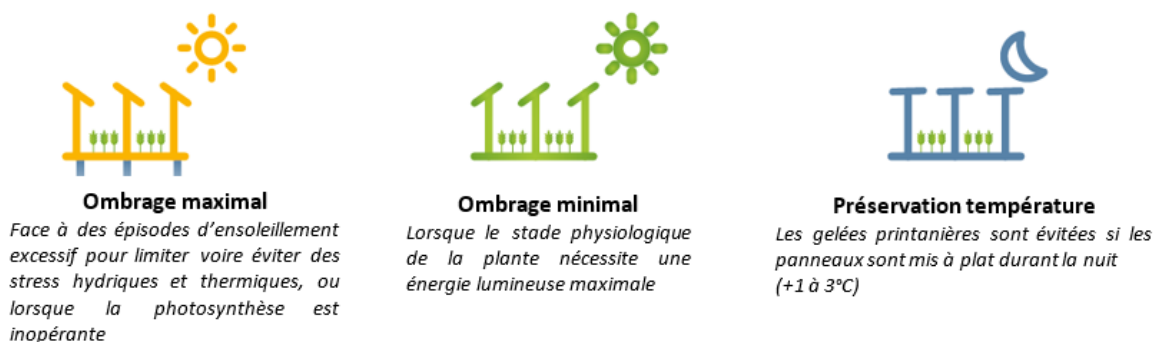


Figure : Principe de fonctionnement d'un système agrivoltaïque dynamique

## 4 Objectifs généraux de Sun'Agri 3 (2017 – 2022)

Après 7 ans de recherche et développement, Sun'Agri 3 est la dernière étape sur le chemin menant à une large mise sur le marché de la solution agrivoltaïque dynamique de Sun'R. Elle implique de diversifier le spectre des espèces bénéficiaires, et rendre les systèmes agrivoltaïques plus rapidement rentables, ce qui suppose de lever les derniers verrous et ainsi d'atteindre une maturité technologique satisfaisante.

Les objectifs généraux du projet sont les suivants :

1. Promotion et reconnaissance de cette discipline aussi bien sur le plan de la recherche fondamentale que sur le plan de la mise en œuvre effective de projets, auprès de toutes les parties prenantes : en priorité les agriculteurs, premiers bénéficiaires, mais aussi la communauté scientifique, les décideurs, opérateurs d'énergie, etc. ;
2. Encadrement et protection des futurs projets pour un développement harmonieux et maîtrisé.

Les objectifs spécifiques permettant de répondre à ces objectifs généraux sont :

1. Réaliser et accompagner des démonstrateurs sur des exploitations agricoles représentatives couvrant les différentes typologies d'activités agricoles immédiatement visées (arboriculture, viticulture, maraîchage sous serre, maraîchage en plein champ) et ceci sous différents climats
2. Élargir les protocoles de pilotages à différentes espèces cultivées en particulier à celles qui le seront sous les démonstrateurs
3. Plus largement mettre en place un cadre pérenne de recherche autour de l'agrivoltaïsme associant :
  - a. Des acteurs privés et publics
  - b. Des industriels et laboratoires
  - c. De l'interdisciplinarité : agronomie, hydrologie, sociologie, économie, approches normatives et réglementaires, etc.

## 5 Partenaires

- Partenaires :
  - Laboratoires : INRAE (fusion de l'INRA et L'IRSTEA), IFV
  - Industriels : Sun'R, ITK, Photowatt
  - Chambres d'agriculture, stations expérimentales (La Pugère, Sefra etc..)
- Monde agricole :
  - Agriculteurs/coopératives