



Sun'Agri

PC 4 – NOTICE EXPLICATIVE DU PROJET

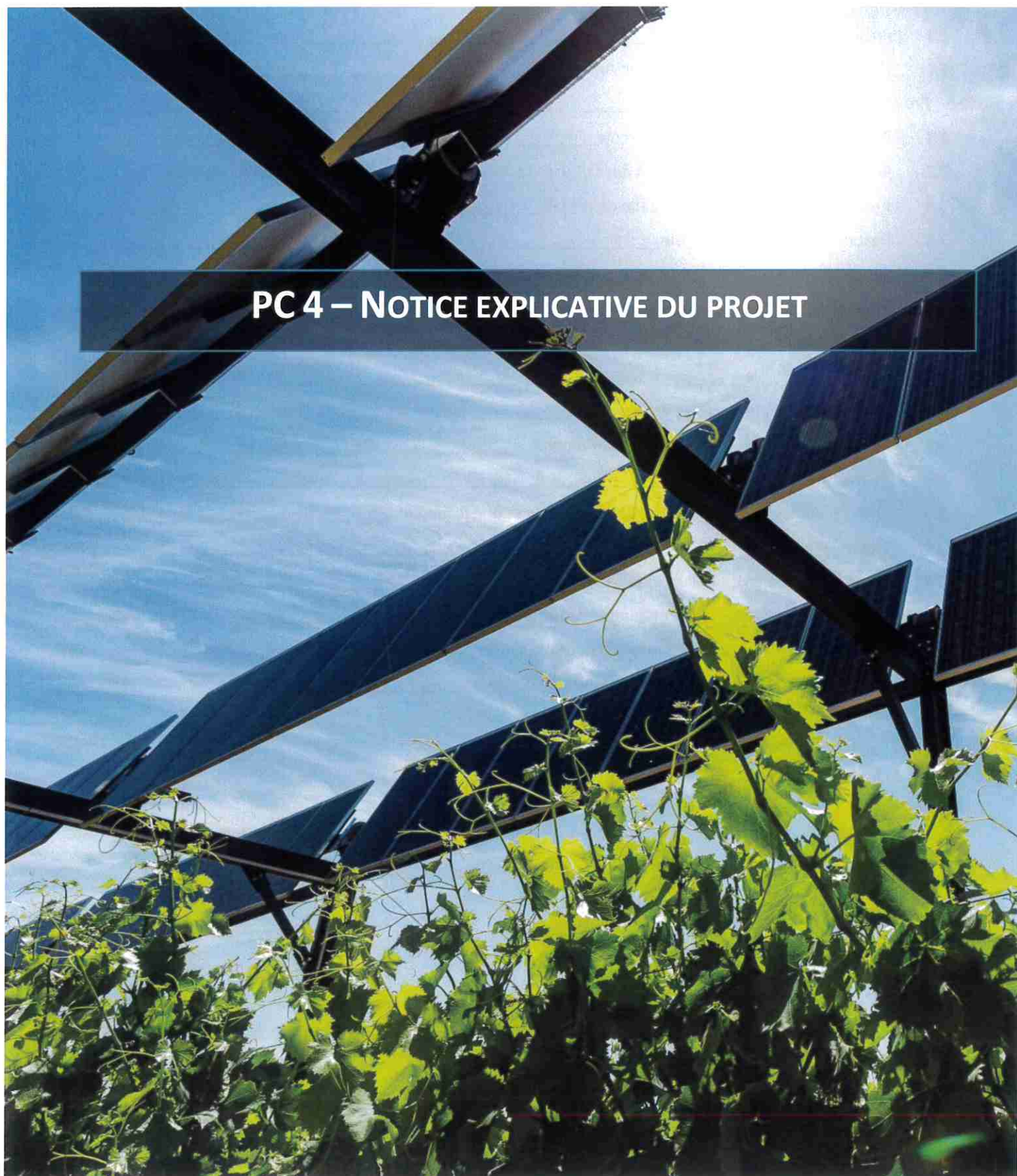


Table des matières

Contexte du projet	2
1 L'agrivoltaïsme : outil agricole d'adaptation au changement climatique	3
1.1 Présentation Sun'Agri	3
1.2 L'agrivoltaïsme dynamique par Sun'Agri	3
2 Projet agricole	8
2.1 Présentation de l'exploitation agricole	8
2.2 Réponse au besoin de protection des cultures face aux aléas climatiques et objectifs du projet	8
2.3 Justification du choix de la parcelle de projet	9
2.4 Description du projet agricole	10
2.5 Synergie entre système agrivoltaïque et production agricole du projet	10
2.6 Intérêt économique du projet pour l'exploitation	13
3 Description technique du projet	16
3.1 Situation du projet	16
3.2 Caractéristiques techniques du projet	16
3.3 Intégration du projet dans son environnement	20
3.4 Analyse des effets cumulés	23
3.5 Prise en compte des mesures de prévention du risque incendie	24
3.6 Alimentation en eau	24
3.7 Compatibilité avec les documents d'urbanisme	25
Annexe 1 : Programme de recherche et résultats expérimentaux	26
I. Dix ans de R&D pour adapter le microclimat des plantes au changement climatique	26
II. Les dispositifs expérimentaux agrivoltaïques de Sun'Agri	28
Annexe 2 : Notice Agricole	30
Annexe 3 : Analyse paysagère	31

Contexte du projet

L'agrivoltaïsme est né il y a une décennie d'un triple constat posé par Sun'R et l'INRA :

1. Une urgence alimentaire : produire 56% de calories en plus entre 2010 et 2050 pour alimenter la population mondiale alors que l'agriculture intensive est une industrie mature sans espérance de gains de productivité à la hauteur de l'enjeu. Poursuivre l'exploitation des terres agricoles sans perdre de rendement est une nécessité absolue.
2. La menace des changements climatiques qui affectent les rendements de nombreuses cultures, les derniers événements en France en attestent : gel début mai, grêle début juin et canicule début juillet ont eu des effets désastreux sur les cultures.
3. Les terres agricoles sont menacées d'artificialisation face à la concurrence photovoltaïque.

L'agrivoltaïsme dynamique est un outil de protection des cultures et d'adaptation au changement climatique. La vente de l'électricité produite par l'installation permet de financer entièrement le développement, la construction et l'exploitation du projet agrivoltaïque. Cette conjoncture permet de proposer aux agriculteurs, gratuitement, un outil dynamique de protection des cultures.

Le projet agrivoltaïque de Terrats 1 s'inscrit pleinement dans cet objectif de protection des cultures et son fonctionnement se base sur un ensemble tripartite :

- Un **exploitant agricole** qui exploite les cultures et bénéficie de l'installation du système, ici la SCEA « Nos Terroirs Solaires Exploitation SOLASPRES » ;
- Un **producteur photovoltaïque** qui assure le financement et est rémunéré par les bénéfices liés à la vente d'électricité, ici le fonds d'investissement Râcines, par RGREEN ;
- Un **pilote du système agrivoltaïque** indépendant qui décide de l'orientation en temps réel des panneaux et maximise la valeur de la production agricole, ici Sun'Agri.

1 L'agrivoltaïsme : outil agricole d'adaptation au changement climatique

1.1 Présentation Sun'Agri

Fondé en 2007, le groupe Sun'R par Antoine Nogier est constitué de trois pôles d'activité centrés sur le développement des énergies renouvelables et engagés dans la transition énergétique :

- **Sun'R Power** : producteur indépendant d'énergie, acteur historique du photovoltaïque en France, Sun'R Power développe, construit et exploite des projets innovants ou à fort impact pour accompagner les territoires dans la transition énergétique ;
- **Volterres** : Volterres commercialise une offre innovante de fourniture d'électricité verte qui donne la possibilité aux entreprises et collectivités de s'approvisionner avec de l'électricité renouvelable produite sur leur territoire, grâce à la blockchain ;
- **Sun'Agri** : pionnier de l'agrivoltaïsme, Sun'Agri répond à l'urgence du changement climatique en apportant aux agriculteurs une innovation de rupture qui améliore durablement leur production tout en générant de l'énergie solaire. La société a été fondée en 2018 à la suite de 10 ans de recherche et développement du groupe Sun'R en collaboration avec l'INRAe pour fonder l'agrivoltaïsme dynamique.

Le siège du groupe est basé à Paris mais l'essentiel des activités de développement est localisé dans les bureaux de l'agence de Lyon, avec des antennes locales à Nantes, Montpellier et Toulouse.

Le groupe compte aujourd'hui une cinquantaine de collaborateurs.

Sun'Agri intègre une **équipe particulièrement multidisciplinaire** : ingénieurs agronomes, spécialistes en agriculture, ingénieurs en génie mécanique et électrique, mais aussi data scientist, spécialistes de machine learning. Toute l'équipe de Sun'Agri partage des convictions fortes et l'envie de proposer des solutions porteuses de sens pour le monde agricole.

Une présentation du programme de recherche Sun'Agri, des différents dispositifs expérimentaux, des cultures cibles et une synthèse des principaux résultats en viticulture et arboriculture est présentée en dernière partie de ce document.

1.2 L'agrivoltaïsme dynamique par Sun'Agri

1.2.1 Définition de l'agrivoltaïsme dynamique

Le concept d'agrivoltaïsme a été défini par l'INRAE et Sun'R dès 2010 :

« Nous avons développé le concept de « systèmes agrivoltaïques » définis comme des systèmes de production associant sur une même surface des cultures au sol (qui peuvent être des cultures de plein champ), et des panneaux solaires (maintenus en hauteur par une structure porteuse ouverte permettant la culture mécanisée) » (Publication Dupraz et al., 2010).

Le cahier de la charge de l'Appel d'Offre Innovation de la Commission de la Régulation de l'Energie définit en 2017 :

*« les installations agrivoltaïques sont des installations permettant de coupler une production photovoltaïque secondaire à une production agricole principale en permettant une **synergie** de fonctionnement démontrable »*

Le terme est utilisé depuis mais ne bénéficie pas d'une définition consensuelle. Néanmoins, la vocation agricole des différentes technologies dites « agrivoltaïques » doit être comparée en premier lieu.

1.2.2 Etat de l'art des techniques agrivoltaïques développées



Figure 1: Exemples de combinaisons entre l'agriculture ou l'élevage et la production photovoltaïque avec ou sans couplage

- Les centrales photovoltaïques au sol et sur bâtiments agricoles non destinées à la production agricole (fermes, hangars), avec « caution agricole » (élevage, ruches) participent à l'artificialisation de terres agricoles favoriser l'agriculture.
- Les centrales « Dual Use » fixes ne s'appuyant pas sur des solutions de pilotage agronomique, dégradent nécessairement les performances agronomiques et ne présentent pas d'innovation de rupture :
 - o L'ombrage est utile à certaines heures ou périodes de l'année mais **pas tout le temps**. Les solutions existantes indiquent des **pertes de production agricole**,
 - o Comme la course du soleil varie selon les saisons, il ne peut pas exister de disposition fixe des panneaux ou de tracking convenant tout au long de l'année.
- Les centrales « Dual Use » mobiles qui suivent le soleil, maximisent la production d'électricité. Sans pilotage agronomique assurant un effacement total de la production électrique (panneaux parallèles aux rayons du soleil) sur certaines périodes (année, mois ou journée) quelle que soit la hauteur d'implantation, elles dégradent nécessairement le rendement agricole et ne présentent pas d'innovation majeure.
- Les **serres agricoles** à panneaux solaires fixes intégrés. Ces solutions ont largement été déployées dans le sud de la France avec de nombreuses contre-références : l'excès d'ombrage est particulièrement visible pour les serres. La **culture hivernale est en conséquence presque impossible**.

1.2.3 Pilotage agronomique de l'installation

A contrario des approches décrites précédemment, les travaux de R&D menés par Sun'Agri ont permis de développer un système permettant d'améliorer les performances agricoles. La structure mobile de l'installation **permet un mouvement des panneaux suffisamment important** pour qu'ils puissent être mis parallèles aux rayons du soleil et qu'ils puissent guider l'eau de pluie.

La technologie Sun'Agri fonctionne sur 2 étages, **qu'il s'agisse d'un projet plein champ ou sous-abri (serre) :**

- Un étage bas est réservé à la **culture agricole (produit principal du système)**,
- Un étage haut est réservé à la **production électrique (sous-produit du système)**. Les panneaux photovoltaïques sont pilotables sur un axe Nord-Sud grâce un système de trackers.

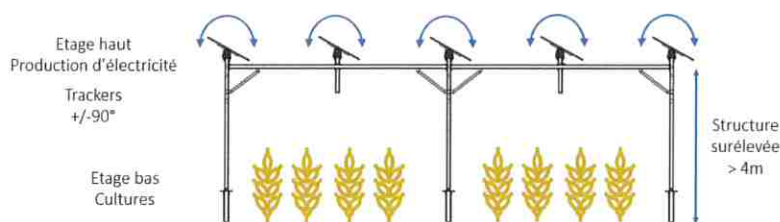


Figure 2 : illustration structure AVD

Le point clé de l'innovation tient au fait que les panneaux sont pilotés de façon à optimiser la croissance de la culture, et non la production électrique.

Ce pilotage nommé "tracking agronomique" se décompose en 3 configurations :

- Effacement (maximisation de la photosynthèse), avec une réactivité de l'ordre de 30 secondes,
- Tracking solaire (protection de la plante par de l'ombrage),
- Protection des cultures (préservation de la température pour éviter les gelées nocturnes).

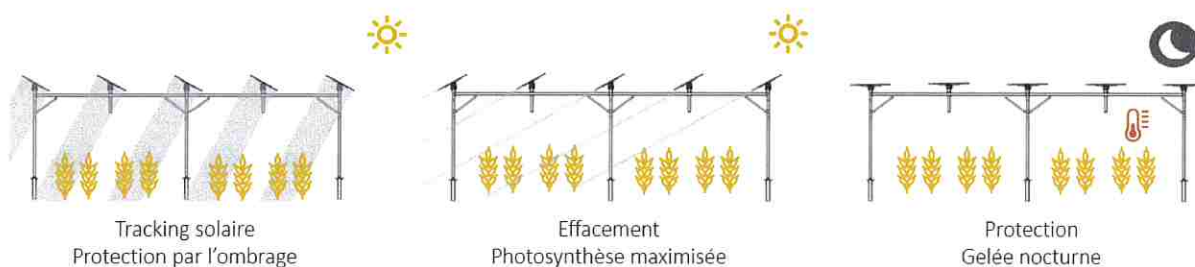


Figure 3 : Illustration des types de pilotages

Ce pilotage est réalisé grâce au logiciel AV Studio, développé depuis plus de 10 ans par la direction scientifique du groupe Sun'R. Véritable innovation technologique, ce software unique au monde utilise les modèles de croissance de chaque plante pour piloter de façon optimale l'orientation des panneaux photovoltaïques.

L'architecture de la suite logicielle s'articule selon différents modèles :

- Modèles agronomiques permettant de décrire l'assimilation photosynthétique des plantes sous ombrage fluctuant ;
- Modèles de comportement hydrique :
 - o Décivant l'eau de la racine à l'évapotranspiration sous ombrage fluctuant
 - o Modélisant l'écoulement de la pluie sur les panneaux et dans le sol
- Prévisions météorologiques et capteurs in situ développés pour la prévision de température / ensoleillement / hygrométrie ;
- Modèle d'optimisation du positionnement des panneaux permettant de calculer la trajectoire optimale des panneaux au cours de l'heure et de la journée.

1.2.4 Une structure adaptée aux exploitations viticoles

1.2.4.1 Une durée d'exploitation calée sur la durée de vie des cultures

La durée de vie prévisionnelle d'un vignoble est d'environ **30 ans**.

Elle correspond parfaitement à la durée contractuelle de l'implantation de la structure agrivoltaïque.

1.2.4.2 Une structure adaptée aux exigences du monde agricole et de l'agriculteur partenaire

La conception de la structure agrivoltaïque dynamique a été pensée selon les **exigences propres au monde agricole** :



Figure 4 : Adaptation de la structure à l'exploitation agricole

L'association d'une structure et d'un système de trackers optimisé offre de nombreux avantages pour l'agriculteur :

- En hauteur : 4 à 5 mètres pour permettre le **passage d'engins agricoles** ;
- En largeur (orientation est-ouest) : écartement des poteaux pensés de manière à conserver les **écartements « standards »** des rangs de plantation et utiliser la structure pour palisser les arbres ou les vignes.

De plus, le système d'inclinaison des panneaux (« tracker ») a été conçu pour permettre une **quasi-verticalité des panneaux** ce qui évite les dégâts sur la culture et les sols qui pourraient être causés par le ruissellement de la pluie sur les panneaux. Grâce à ce système, l'ombrage journalier peut être inférieur à 5% lorsque les besoins physiologiques de la plante le réclament.

Pendant la conception du projet, **l'implantation de la structure agrivoltaïque est réfléchi conjointement avec l'exploitant agricole** de manière à :

- Conserver une densité de plants à l'hectare similaire à un vignoble classique ;
- Permettre la mécanisation de l'ensemble des travaux.

1.2.5 Qualification agronomique des projets Sun'Agri

Outre les aspects liés à la configuration de la parcelle et la compatibilité avec les documents d'urbanisme, les projets retenus par Sun'Agri doivent avant tout respecter des critères n'opérant pas de compromis avec la production agricole.

Les projets Sun'Agri doivent **répondre à un réel besoin d'adaptation des cultures aux conséquences du dérèglement climatique** (stress hydrique et hydrique élevé et croissant, vulnérabilité aux épisodes de gel et de grêle, etc.).

Les parcelles de projet concernent des plantations nouvelles ou à renouveler (fin de vie des plants actuels) afin de garantir une possibilité d'accès lors de la phase travaux sans dégrader la production agricole.

Aucun loyer n'est versé à l'agriculteur : la structure agrivoltaïque est un outil au bénéfice de l'exploitation agricole.

Le référent agronomique du projet se rend sur place pour rencontrer l'exploitant et prendre connaissance du projet agrivoltaïque. Lors de cet entretien, une qualification complète est faite sur le projet, abordant tous les éléments nécessaires à la constitution du dossier de l'appel d'offres et pour le montage du projet dans son ensemble. On retrouve les différents thèmes abordés :

- Caractéristiques générales du projet : dimensions, cultures, motivations pour le projet
- Besoins agronomiques : protection climatique, besoin en ombre/lumière des cultures concernées
- Budget partiel de l'exploitation : coûts d'implantation, d'arrachage, des travaux mécanisés/manuels, charges d'irrigation, d'assurance, emprunt
- Projet commercial : débouchés, valorisation (SIQO, label, appellation)

Ces informations permettent par la suite de proposer un projet complet à l'exploitant agricole : une stratégie de pilotage adaptée à ses cultures et besoins, une structure sur mesure pour répondre aux problématiques (avec d'éventuels produits complémentaires intégrés : filets, bâches, systèmes d'irrigation), un business plan économiquement viable sur les 30 ans du projet.

2 Projet agricole

2.1 Présentation de l'exploitation agricole

La société d'exploitation agricole « Nos Terroirs Solaires Exploitation SOLASPRES » a été créée dans le but d'acquérir du foncier agricole, le restructurer et le valoriser en installant des jeunes agriculteurs sur ces terres. L'exploitation Solaspres actuellement composé de 27 ha, possède à ce jour 17 ha plantés en vignes en AOC Côtes du Roussillon, Côtes-du-Roussillon – Les Aspres, IGP Côtes Catalanes et IGP Pays d'Oc.

Le projet de Terrats 1 s'inscrit dans un projet global de la société NTS Exploitation Solaspres sur la commune de Terrats, comprenant deux sites de vignes sous structures agrivoltaïques :

- Terrats 1, situé à Vigne de Deilla : 3,7 ha de vignes sous dispositif
- Terrats 2, situé à Las Cassagnes : 2,6 ha de vignes sous dispositif

Sur ces deux sites, un jeune agriculteur effectuera en sous-traitance les travaux agricoles pour le compte de NTS Exploitation Solaspres.

2.2 Réponse au besoin de protection des cultures face aux aléas climatiques et objectifs du projet

2.2.1 Un projet répondant à des problématiques agro-climatiques

Sur les vignes des Aspres actuellement cultivées par NTS Exploitation Solaspres, les périodes de sécheresse entraînent de fortes **contraintes hydriques** aux plants de vigne. Aujourd'hui, Nos Terroirs Solaires est contraint de trouver des solutions alternatives pour protéger ses vignes d'un **ensoleillement excessif**. En apportant de l'ombrage de manière intelligente via un système agrivoltaïque dynamique, le taux d'évapotranspiration de ses vignes est susceptible de diminuer, comme les travaux de Sun'Agri l'ont démontré. En baissant l'état de stress hydrique de son vignoble, cette solution permettra au viticulteur d'obtenir des rendements plus élevés, tout en homogénéisant le volume de production d'une année sur l'autre.

Les **brûlures** ont également des effets plus délétères, à l'instar des dégâts catastrophiques qui ont eu lieu fin juin et début juillet 2019 au cours d'épisodes caniculaires : des vignes ont littéralement grillé en seulement une après-midi « comme brûlées au chalumeau »¹. La canicule faisait en effet suite à un mois de juin relativement frais, et la différence de température (la température à l'ombre a atteint à certains endroits 45°, et la température foliaire a dépassé 55° localement) a été fatale pour les vignobles².



Figure 5 : Des vignes brûlées par le soleil (canicule de juillet 2019)

¹ France TV Info, 29/06/2019, « Canicules : des vignes comme brûlées au chalumeau dans le Gard et l'Hérault »

² France Bleu, 01/07/2019, « Canicule dans les vignes : comment expliquer l'ampleur des dégâts ? »

Par ailleurs, du fait de **vendanges de plus en plus précoces** (à partir du 15 août), la composition des baies n'est parfois pas suffisamment complexe pour garantir des vins équilibrés et une palette aromatique intéressante répondant aux attentes du marché vinicole. Apporter de l'ombrage aux vignes permet de retarder la période des vendanges tout en conservant des taux de sucre raisonnables. Afin d'illustrer la valeur qualitative qu'apporte un système agrivoltaïque dynamique, la vinification de la parcelle agrivoltaïque sera réalisée de manière à proposer rapidement une cuvée spécifique « agrivoltaïque ».

Les **gelées printanières**, qui cette année ont détruit une grande partie du vignoble du sud de la France, pourront également être maîtrisées grâce à l'inertie thermique du système agrivoltaïque. En positionnant les panneaux photovoltaïques horizontalement, les travaux de Sun'Agri ont montré que la température nocturne sous le dispositif est en moyenne supérieure de 3°C par rapport à la température hors panneaux. Cette différence de température suffirait pour protéger le vignoble. Notre solution agrivoltaïque se substituerait ainsi aux systèmes actuels (bougies, aspersion, hélicoptères, etc.) coûteux, polluants, chronophages et souvent peu efficaces.

2.2.2 Objectifs du projet pour l'exploitation

Nos Terroirs Solaires a manifesté un vif intérêt pour la solution agrivoltaïque Sun'Agri en vue de résoudre l'ensemble de ces problématiques sur les parcelles prochainement plantées, et d'y associer une démarche tournée vers i) l'innovation et ii) l'agriculture biologique.

Les objectifs de ce projet sont :

- d'assurer une **sécurité** des revenus agricoles de l'exploitation en régulant les rendements d'une année sur l'autre par la diminution des pertes de production liées aux aléas climatiques (brûlures, gel, canicules) ;
- d'adapter le mode de culture de l'exploitant dans un contexte de changements climatiques en harmonisant et **maîtrisant le microclimat** de la vigne ;
- d'installer un jeune agriculteur sur une exploitation résiliente grâce aux parcelles protégées par les dispositifs agrivoltaïques.

Dans ce contexte, un système agrivoltaïque dynamique pourra apporter une solution à ces différentes problématiques :

- ✓ Il permettra de contrôler l'ensoleillement reçu (conversion photosynthétique) dans l'optique principalement de protéger les cultures contre les excès de soleil.
- ✓ La structure permettra de protéger les cultures contre le vent par l'effet de confinement de la structure.
- ✓ Par conséquent cela permettrait au producteur de mieux valoriser sa production et d'entrer dans une dynamique qualitative tout en limitant les pertes.

2.3 Justification du choix de la parcelle de projet

Les parcelles sur laquelle sera implanté la structure agrivoltaïque était occupée par des vignes en fin de vie, qui ont été arrachées dans un objectif de renouvellement et sont actuellement soit en repos soit cultivées avec de la luzerne. Une parcelle est encore actuellement cultivée en vigne, également en fin de vie, qui sera arrachée au cours de l'année 2021. Pour valoriser ces parcelles, NTS Exploitation SOLASPRES souhaite de nouveau y planter des vignes, sous système agrivoltaïque dynamique.

Ces parcelles répondent aux critères de sélection auxquels se tient Sun'Agri :

- Culture nouvelle ou à renouveler, ce qui permettra l'accès au terrain en phase chantier sans dégrader la production agricole ;
- Projet de culture ayant un besoin de protection suffisamment élevé pour justifier d'un réel intérêt agronomique et économique.

2.4 Description du projet agricole

Espèces et variétés agricoles :

Le projet de Terrats 1 sera une structure agrivoltaïque **ouverte en plein champ** sur des parcelles qui seront nouvellement plantée en vignes. Les cépages sélectionnés par NTS Exploitation Solaspres sont la Syrah Noir, le Grenache Noir et le Mourvèdre, cépages rouges traditionnels des Côtes du Roussillon et plus généralement du bassin méditerranéen.

Production annuelle estimée :

A ce jour, les rendements des vignes conduites en IGP sur les parcelles de l'exploitation Solaspres varient autour de 50hL/ha. En installant un système agrivoltaïque dynamique, on peut espérer obtenir un rendement « lissé » avoisinant **61 hL/ha/an** sous le système. L'objectif est d'homogénéiser les rendements d'une année sur l'autre, en réduisant l'impact délétère des épisodes climatiques qui peuvent diminuer le volume de production de 30%, comme pour cette année 2017. Les parcelles de 3,7 ha produiraient donc annuellement 213 hL sous panneaux photovoltaïques, et 263 hL en comptant la production de la zone témoin.

Valorisation de la production :

Les vignes de cette parcelle agrivoltaïque produiront des **raisins de cuve**, destinés à la vinification. NTS Exploitation envisage de réaliser une **cuvée spécifique** à cette parcelle afin d'étudier précisément les caractéristiques œnologiques de ce vin rouge « agrivoltaïque ». Capitalisant sur le retour d'expérience de plusieurs millésimes (5-10 ans), NTS Exploitation souhaite combiner les gains qualitatifs qu'apporte la technologie Sun'Agri au passage de sa production en agriculture biologique pour proposer un nouveau produit à un meilleur prix dans le cadre de nouvelles opportunités de marché.

Certifications :

Tout comme l'ensemble du domaine viticole, la production de la parcelle agrivoltaïque sera certifiée en « **Agriculture Biologique** », selon un cahier des charges précis. Celui-ci interdit entre autres l'usage de pesticides et fertilisants d'origine chimique de synthèse. L'exploitant mettra donc en place un itinéraire technique viticole basé sur :

- L'apport d'intrants d'origine organique (engrais verts, compost...)
- L'utilisation de pièges à phéromones pour lutter contre certains ravageurs (Vers de la grappe Cochylis et Eudémis notamment)
- La mise en place du couvert végétal dans le but d'augmenter la biodiversité du vignoble.

Par ailleurs, afin de mieux valoriser commercialement son vin agrivoltaïque, l'exploitant agricole a la volonté de conserver l'IGP (**Indication Géographique Protégée**) « **Côtes du Roussillon** ».

2.5 Synergie entre système agrivoltaïque et production agricole du projet

2.5.1 Synergie validée par l'Appel d'offre innovation du Ministère de la transition écologique

Ce projet agrivoltaïque a été lauréat à l'Appel d'Offres Innovation 4.3 de la CRE en décembre 2020, qui permet de confirmer le caractère agricole principal, en synergie avec une production photovoltaïque secondaire.

La définition donnée par l'ADEME pour qualifier les projets à cet Appel d'Offre est :

« les installations agrivoltaïques sont des installations permettant de coupler une production photovoltaïque secondaire à une production agricole principale en permettant une synergie de fonctionnement démontrable. Dans ce cas, les innovations concerneront des systèmes photovoltaïques équipés d'outils et de services de pilotage permettant d'optimiser les productions agricole et électrique. »

Ainsi, les critères de sélection des projets lauréats se basent sur deux critères que sont l'innovation et la synergie avec la production agricole. Le dossier de candidature, examiné et noté par l'ADEME, doit comprendre entre autres les éléments suivants :

- Un mémoire technique sur la synergie avec l'usage agricole (Pièce n°5) ;
- Un rapport de contribution à l'innovation (Pièce n°4) – Présentation de l'innovation Sun'Agri ;

La Pièce 5 présente notamment :

- Les problématiques agro-climatiques auxquels l'exploitation est confrontée ;
- Les objectifs attendus du projet agrivoltaïque (agronomiques et économiques) ;
- Le projet agricole défini en concertation entre l'agriculteur et les agronomes de Sun'Agri : cultures, mode de culture envisagé ;
- Une note d'expert reconnu (laboratoire de recherche, expert agronome, etc.) justifiant de façon précise et argumentée que le projet présente une vocation de production agricole viable et pérenne ;
- La convention de suivi agronomique.

En désignant lauréats les projets agrivoltaïques portés par Sun'Agri, le Ministère de la Transition écologique, à travers la CRE et l'ADEME, a non seulement approuvé la synergie agricole de ces projets avec priorisation de la culture, mais affiche son souhait clair de développer les projets lauréats, et de promouvoir cette filière d'excellence dans laquelle la France est leader mondial.

2.5.2 Acteurs et rôles respectifs

Le projet est porté par trois acteurs indépendants motivés à promouvoir et développer l'agrivoltaïsme dynamique.



2.5.3 Exploitant agricole : implication dans le projet et prise en compte des intérêts

Les spécificités agronomiques du projet agrivoltaïque de Terrats 1 ont justifié son intégration dans les objectifs de développement de Sun'Agri. Cette intégration est d'autant plus justifiée que sont développés dans le programme de recherche Sun'Agri 3 les modèles de croissance et algorithmes de pilotage pour de multiples cépages.

L'exploitant agricole **NTS Exploitation Solaspres** cultivera les terres sur lesquelles sera implanté la structure tout au long de sa durée de vie.

L'exploitation agricole est la première intéressée au projet dans toutes ses composantes, elle est au cœur de la conception du projet : son itinéraire technique, ses objectifs et ses priorités sont prises en compte dans la conception de la géométrie du projet. Son actionnariat dans le projet est systématiquement encouragé et facilité.

2.5.4 Producteur d'électricité

Sun'Agri développe, fait construire et pilote le projet pour le compte d'un tiers investisseur qui sera le producteur d'électricité. Sun'Agri ne se positionne pas comme investisseur et producteur d'électricité afin de garantir l'absence de conflit d'intérêt et assurer la priorité et la performance de la production agricole sur la production électrique.

En l'espèce, l'investisseur principal sera une nouvelle plateforme d'investissement créée par RGREEN Invest, société française fondée en 2010 afin de permettre aux investisseurs institutionnels d'orienter leurs capitaux vers le financement de projets liés à la transition énergétique, gérant à ce jour 1600 MW d'actifs et ayant soutenu plus de 500 projets en Europe.

Cette nouvelle plateforme entièrement dédiée au financement de projets agrivoltaïques a pour ambition de devenir la première plateforme d'investissement dans des projets d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques. Elle fédérera à ses côtés des banques et investisseurs en capital (tels que BPI France, le Crédit Agricole, la Banque Européenne d'Investissement) qui rejoindront d'autres investisseurs déjà identifiés par Sun'Agri (tels que l'Agence Régionale Energie Climat (AREC) Occitanie avec laquelle Sun'Agri a signé en octobre 2019 un accord de co-investissement dans les projets occitans).

Précisons qu'il est également proposé à l'agriculteur d'investir dans la société de projet, la plateforme apportant le complément de financement sous forme de capital et/ou de dette.

Les producteurs d'électricité s'engagent à suivre la charte Sun'Agri qui est la suivante :

- L'agriculteur ne touche pas de loyer : le système agrivoltaïque lui permet d'augmenter le revenu de son exploitation à travers une augmentation qualitative et/ou quantitative de sa production agricole.
- Priorisation du pilotage des panneaux en fonction des besoins des cultures. Il est convenu avec le producteur électrique via un contrat de service avec Sun'Agri que le pilotage des panneaux est fait en fonction des besoins des plantes.
- Validation des cultures : Sun'Agri valide uniquement les cultures qui sont adaptées au système agrivoltaïque. Certaines cultures ne sont pas compatibles (besoin de lumière trop important, ...)
- Proposer à l'agriculteur d'investir dans l'outil agrivoltaïque. Dans la mesure du possible, le producteur électrique propose à l'agriculteur d'investir dans le système afin qu'il puisse bénéficier également des revenus de la vente d'électricité.

2.5.5 Pilotage de la centrale AVD

Sun'Agri sera sur toute la durée d'exploitation du projet (soit environ 30 ans) le pilote indépendant du système agrivoltaïque et particulièrement de l'inclinaison des panneaux, à travers les algorithmes propriétaires développés dans le programme Sun'Agri 3.

Sun'Agri est également l'interlocuteur principal de l'exploitant agricole afin de co-construire ensemble le projet et d'actualiser régulièrement avec lui ses besoins et les problématiques rencontrées.

2.5.6 Suivi scientifique et agronomique

Comme pour l'ensemble des projets agrivoltaïques Sun'Agri, le projet « Terrats 1 » s'inscrit dans un contexte scientifique majeur rassemblant des organismes professionnels et scientifiques aux compétences agronomiques et agricoles, qui interviendront dans le suivi expérimental de ce projet.

Tout d'abord, la **Chambre d'Agriculture CA66** sera responsable du suivi expérimental du projet selon un protocole de suivi expérimental précis, d'une durée de 3 ans. Sa contribution sera essentielle :

- a) au suivi agronomique des projets grâce à l'expertise terrain des techniciens et des conseillers :
 - i. Observations des dates d'apparition des stades clés de développement des plantes

- ii. Mesures régulières : stress hydrique, stress thermique, stress radiatif
- iii. Suivi quantitatif et qualitatif des récoltes
- b) à l'ancrage territorial des systèmes agrivoltaïques dans les filières de production visées,
- c) à la diffusion de la technologie par le biais d'un acteur phare du secteur agricole.

Différents partenaires du programme Sun'Agri 3 interviendront également, en parallèle des travaux réalisés sur les dispositifs expérimentaux, dans le suivi du système AVD conjointement au suivi de la CA66.

Sun'Agri :

- Définit le cahier des charges du suivi agronomique, en partenariat avec les partenaires agronomes de Sun'Agri 3 (INRAE, iTK) et l'organisme sous-traitant ;
- Coordonne le suivi agronomique et récupère / stocke les données de la parcelle ;
- Réalise un suivi socio-économique précis pour chaque exploitation. A partir des modèles d'affaires existants, le travail consiste à mesurer la valeur ajoutée d'un système AVD pour les productions agricoles des démonstrateurs. Ce suivi sera réalisé sur des productions différentes (viticulture, arboriculture et maraîchage sous abris) et selon des profils d'exploitation distincts. En intégrant les bénéfices additionnels identifiés dans ce contexte nouveau, les modèles d'affaires de ces projets pourront être optimisés ;
- Transpose les stratégies de croissance dans le pilotage du système agrivoltaïque dynamique en implantant dans le système d'information du démonstrateur des codes développés, en intégrant la gestion des aléas et en tenant compte des résultats du suivi agronomique afin d'adapter la performance du pilotage.

L'INRAE (UE Pech Rouge ; UMR G-Eau) contribuent au suivi expérimental exécuté par la CA66 en comparant les résultats à ceux du dispositif expérimental AVD viticole de Piolenc. Leurs compétences agronomiques permettront de comparer les meilleures consignes de pilotage des panneaux en fonction des pratiques testées au cours du projet.

L'UMR MISTEA (INRAE) est en charge de mettre en place et d'organiser le stockage des données (à l'échelle du téraoctet) sur les références technico-économiques agrivoltaïques de l'ensemble des dispositifs expérimentaux, des démonstrateurs du programme Sun'Agri 3 et des projets agrivoltaïques dont fait partie le projet Terrats 1, et de s'assurer du bon accès aux données auprès des différents partenaires.

La société iTK est chargée des activités de modélisation agronomique du consortium Sun'Agri 3. Elle accompagne de près le suivi agronomique pratiqué par les chambres d'agriculture et les laboratoires de recherche du programme Sun'Agri 3, afin d'alimenter en retour ses modèles agronomiques par les données issues des cultures sous le système agrivoltaïque. Ils seront ainsi améliorés de façon continue et seront testés en conditions réelles.

2.6 Intérêt économique du projet pour l'exploitation

Afin d'estimer les effets économiques du projet sur l'exploitation, plusieurs hypothèses ont été formulées, appliquées au **contexte de production agricole de l'exploitation NTS Exploitation Solaspres**, et notamment au mode de production biologique. Les hypothèses suivantes ont été préalablement définies et justifiées :

- **Surface de vignes plantée sous dispositif agrivoltaïque dynamique = 3,7 ha**
- **Augmentation des coûts de travaux mécanisés** : liés à la présence de la structure au vignoble, variable selon les travaux à mener (et donc selon les années) et dégressif sur les 10 premières années d'exploitation : une augmentation moyenne estimée à +15%.
- **Limitation des pertes sur la récolte lors de canicule** : simulation de six épisodes caniculaires sur 30 ans. Cet évènement est ordinairement à l'origine de 40% de pertes sur la totalité de la production ces années-là par brûlures, échaudage voire mort des plants. Grâce à la protection agrivoltaïque, les pertes sont limitées à 10%.

- **Limitation des pertes sur la récolte lors de grêle :** simulation de 4 épisodes grêle sur 30 ans, tous les 7 ans. Cet évènement est ordinairement à l'origine de 10% de pertes sur la totalité de la production ces années-là par blessures et cassures. Grâce à la protection agrivoltaïque, les pertes sont limitées à 5%.
- **Limitation des pertes sur la récolte lors de gel :** simulation de 4 épisodes de gels violents sur 30 ans. Cet évènement est ordinairement à l'origine de 50% de pertes sur la totalité de la production. Grâce à la protection agrivoltaïque, les pertes sont évitées.
- **Meilleure valorisation de la commercialisation du produit :** le pilotage de l'ombre sur les vignes permet la création d'un microclimat plus frais. Celui-ci permet d'obtenir des vins moins alcoolisés et plus frais (plus acides).

Lors de la mise en place d'un système agrivoltaïque sur le vignoble du Domaine de Nos Terroirs Solaires nous supposons une légère augmentation des charges dues à des temps de travaux plus longs sous vignoble agrivoltaïque. Cependant, ces pertes sont compensées par une forte augmentation des produits. La principale source de gain correspond :

- à une meilleure valorisation commerciale du vin grâce à un gain de qualité avéré, soit plus de 81% de l'augmentation du chiffre d'affaires total sur 30 ans ;
- au maintien des rendements lors d'épisodes de gel printanier et de sécheresse (limitation des pertes), et à une densification des plants.

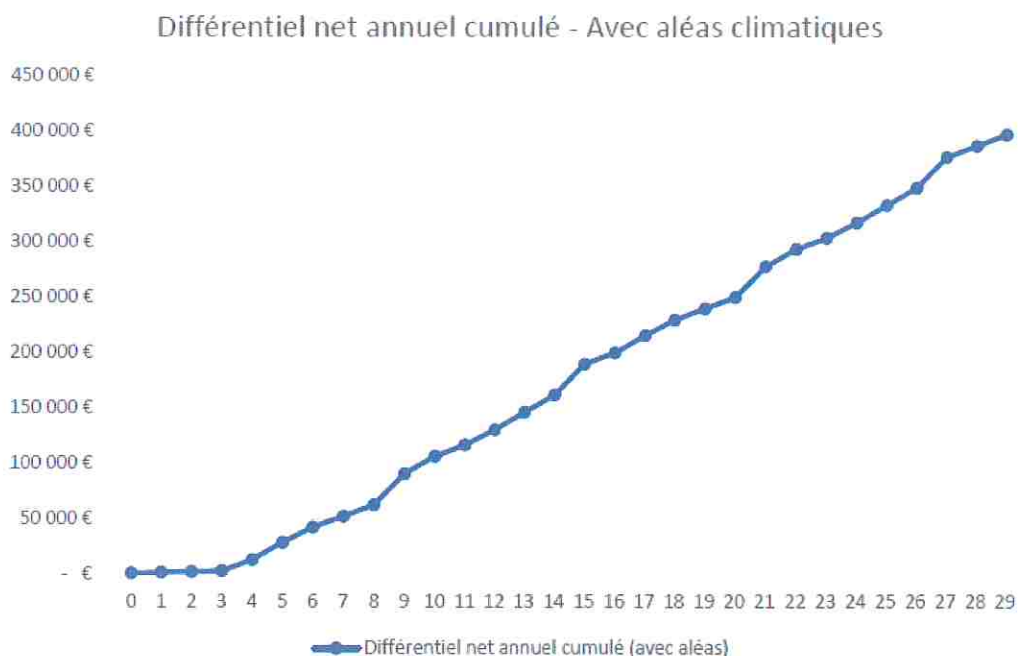


Figure 6 : Evolution du gain net cumulé sur 30 ans en situation agrivoltaïque dynamique pour TERRATS 1

Selon ce modèle, le système agrivoltaïque dynamique apporte **un gain net total sur 30 ans de 397 000 €**, soit un **gain annuel moyen de 13 000 €** pour l'exploitation agricole Solaspres (par rapport à une culture de vignes classique).

SYNTHESE DU PROJET AGRICOLE :

- **Une logique de renouvellement de vignes** en fin de vie ;
- L'installation d'un **jeune agriculteur** sur des parcelles résilientes ;
- Une recherche de solution d'adaptation au changement climatique pour la **culture de vignes** ;
- Une géométrie de la structure et des cultures définies **selon les exigences et contraintes agricoles** de la SCEA NTS Exploitation Solaspres ;
- Un **suivi agronomique opéré par la Chambre d'Agriculture des Pyrénées-Orientales**, qui permettra d'assurer un pilotage adapté aux besoins de la plante dans le temps.

3 Description technique du projet

3.1 Situation du projet

Le projet envisagé est **situé dans une zone agricole** sur la commune de Terrats (cf. PC1 – Plan de situation), au sud-ouest du centre-bourg, en limite de la commune de Fourques. Les parcelles s'inscrivent dans un environnement marqué par l'agriculture et plus précisément la viticulture.

3.2 Caractéristiques techniques du projet

3.2.1 Implantation du projet

Les parcelles concernées par le projet sont les parcelles 000/ OB / 426, 762 et 763 sur la commune de Terrats, ainsi qu'une partie de la parcelle 000/OB/52 sur la commune de Fourques pour la zone témoin, et sont constitués des éléments suivants :

- **Une structure agrivoltaïque de 3,7 ha**, représentant une puissance de 2,8 MWc ;
- **Une zone témoin de 1,75 ha** sans structure agrivoltaïque, nécessaire au suivi expérimental pour comparaison et évaluation des résultats sous ombrage piloté ;
- **Un local technique** de 23,52 m² combinant poste de livraison et poste de transformation.

Cf PC 2 – Plan de masse



Figure 7 : Description de l'installation technique de la zone de projet

3.2.2 Description de l'installation technique

Le **local technique**, combinant un poste de livraison et un poste de transformation, aura une surface de plancher de 26 m² et sera surélevé de 70 cm par rapport au terrain naturel. Il s'intègre dans le milieu paysager du fait de sa position en retrait par rapport au chemin communal et derrière la haie qui sera implantée au sud. Le local sera accessible via l'accès au site qui sera aménagé au sud de la parcelle.

La teinte du local est définie sur une teinte proche de la végétation environnante et ayant un impact visuel réduit (RAL 7030 dit *Gris pierre*). Il s'agit ainsi de réduire tout risque d'arrosche visuelle de ces constructions, au cœur du projet, en marge des surfaces sombres des alignements de panneaux photovoltaïques.



La structure agrivoltaïque comprendra :

- **Une structure métallique** supportant les panneaux, composée de poteaux type pieux battus d'une hauteur de 4,20 m et de largeur 20 cm par 20 cm. Cette hauteur est compatible avec le passage d'engins agricoles. Les poteaux seront espacés de 10,75 m sur l'axe est-ouest et de 8,9 m sur l'axe nord-sud. Cette configuration a été définie en concertation avec l'exploitation agricole, en fonction de ses besoins d'exploitation ;
 - **Des rangées panneaux photovoltaïques positionnés sur trackers**, qui pivotent en fonction de la course du soleil. Les trackers sont positionnée sur un axe placé à 40 cm au-dessus de la structure métallique, soit à une hauteur de 4,60 m. Les panneaux peuvent pivoter sur un angle de 0 à 90° et la dimension de la structure permet leur effacement total ;
- La surface totale des panneaux installés sera de 13 697 m²** (6312 panneaux d'une surface de 2,17 m²)
Le revêtement des panneaux est en verre anti-réfléchissant de teinte bleu foncé.

Il n'y aura pas de clôture sur le site.

→ Cf PC2 – Plans de masse

3.2.3 Architecture

L'implantation a été étudiée par le maître de l'ouvrage en regard de son activité actuelle et mis au point en dernier ressort avec l'architecte Philippe Regnier pour la réalisation du présent dossier.

Le plan de coupe de la PC3 permet de se rendre compte des proportions en adéquation avec les besoins en outillage de l'exploitant (passage des engins).

L'intégration du projet dans le paysage est perceptible dans la PC6 – Insertions paysagères.

3.2.4 Emprise au sol et impact sur la pluie

3.2.4.1 Occupation du sol

L'occupation au sol du système est minimisée afin de gêner le moins possible le passage des engins agricoles.

Les fondations retenues pour la structure sont de type pieux battus « en H » de 20 cm de large. Au total, il y aura 476 pieux battus, chacun espacés de 10,75 m (est-ouest) et de 8,9 m (nord-sud).

La surface d'occupation au sol du projet est donc de : $(0,2 \times 0,2) \times 476 = 19 \text{ m}^2$.

Soit un pourcentage d'occupation du sol de : $((0,2 \times 0,2) / (10,75 \times 8,9)) \times 100 = 0,04 \%$

L'occupation du sol du projet est de 19 m², soit 0,04%.

3.2.4.2 Emprise au sol

- Structure agrivoltaïque : correspond à la surface des panneaux projetée au sol et de la surface occupées par les poteaux (19 m²). L'emprise au sol des panneaux photovoltaïques est la suivante :

$$\text{Emprise panneaux} = \text{'nombre de panneaux'} \times \text{'surface de chaque panneau'} = 6312 \times 2,17 = 13\,697 \text{ m}^2$$

- Local technique : l'emprise au sol du local technique correspond à sa surface plancher.

$$\text{Emprise local technique} = 23,52 \text{ m}^2$$

- Emprise au sol totale : elle correspond à la somme de l'emprise au sol de la structure AVD et celle du local technique.

$$\text{Emprise au sol totale} = 13\,697 + 19 + 23,52 = 13\,739,5 \text{ m}^2$$

L'emprise au sol totale du projet est donc de 13 739,5 m².

3.2.4.3 Imperméabilisation des sols

La surface d'occupation de la structure AVD (et donc d'imperméabilisation) est très minime et n'entraîne pas d'impact particulier sur les écoulements des eaux de pluie.

La structure est composée de rangées de panneaux mobiles espacées de 3,3 m (distance entre les bords de deux rangées) et seule la surface des panneaux intercepte la pluie. La solution ne possède pas de système de récupération de l'eau de pluie. Ainsi, la pluie tombant sur les panneaux (largeur de 2,10 m) ruissèlera et tombera ensuite au sol entre deux rangs de vignes.

La quantité d'eau au sol sous le dispositif agrivoltaïque est similaire à une surface sans dispositif. L'impact des panneaux sur l'homogénéité de la redistribution de pluie sur la parcelle est donc marginal.

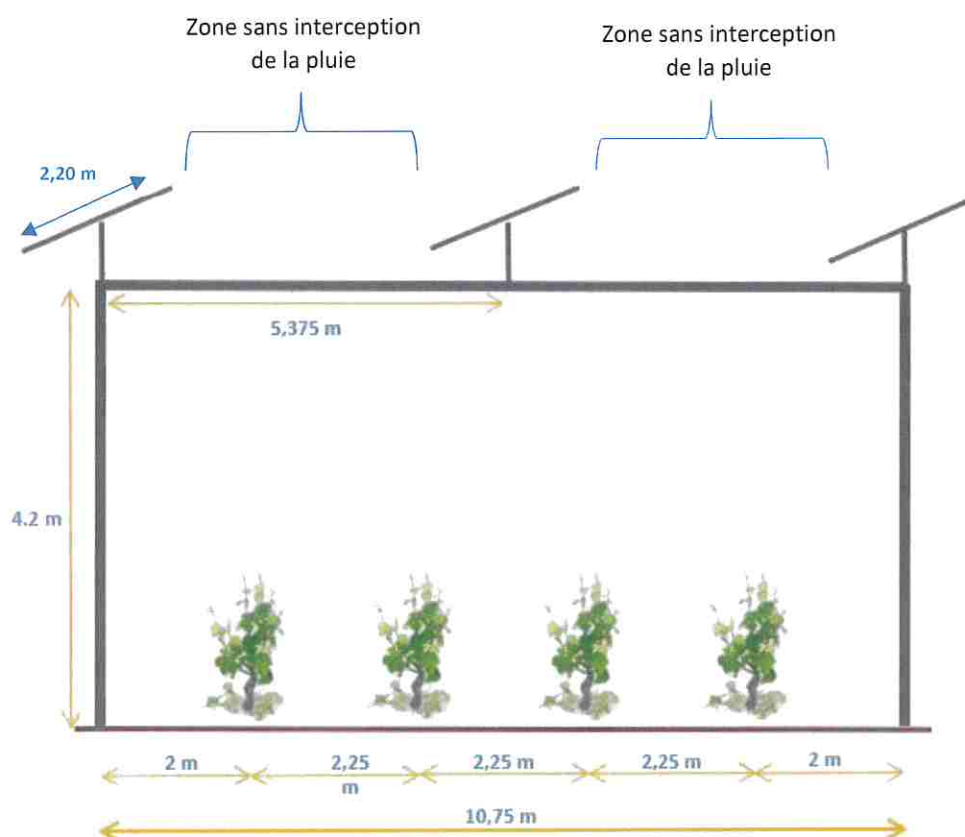


Figure 8 : Configuration de la structure agrivoltaïque

3.2.4.4 Stratégie de pilotage des panneaux en cas de pluie

Les panneaux photovoltaïques sont pilotables selon un axe est-ouest grâce un système de trackers. Le pilotage « intelligent » est défini selon les besoins physiologiques de la culture. Il est donc possible de contrôler à chaque instant l'ombrage apporté aux plantes, dans l'optique d'une amélioration systématique de la production agricole par rapport à des conditions de plein champ.

Les travaux de recherche de Sun'Agri visent également à mettre en œuvre un pilotage en temps réel des panneaux pour réduire l'interception des pluies par la structure et ainsi limiter les sources d'hétérogénéités : Effet rideaux d'eau (notamment dans la redistribution de la pluie) par rapport à des systèmes non pilotés (à panneaux fixes).

Les modèles temps-réel développés s'intéressent à l'impact soudain d'un événement climatique comme la pluie et permettent de piloter les panneaux de manière à répartir de manière optimale l'eau de pluie sur les cultures.

Le système de pilotage permet une amplitude de rotation des panneaux suffisamment importante pour qu'ils puissent être mis parallèles à l'inclinaison de la pluie et ainsi interceptent le moins possible cette dernière.

Cet algorithme de pilotage lors d'évènement pluvieux a fait l'objet d'une publication scientifique (**Rain concentration and sheltering effect of solar panels on cultivated plots** ; Yassin Elamri, Bruno Cheviron, Annabelle Mange, Cyril Dejean, François Liron, Gilles Belaud).

3.2.5 Etude des accès

Pendant la phase de travaux, l'accès au chantier se fera par la route départementale de Fourques puis par le chemin communal situé au sud de la zone de projet, à la frontière entre Terrats et Fourques.

L'entrée du site se fera par le sud de la parcelle 000/B/0426 par le chemin qui sera aménagé pour permettre la circulation des engins de chantier (camions), et le passage d'un tracteur d'entretien de la vigne. Une fois sur la parcelle, il s'agit ensuite d'utiliser les chemins d'exploitations agricoles (existants ou à créer).

Les bandes enherbées le long des chemins d'exploitation de la parcelle seront préservées afin de favoriser les éventuelles espèces susceptibles d'être présentes.

3.2.6 Stationnement et chemins

Le stationnement des véhicules nécessaires à l'exploitation de la centrale agrivoltaïque se fera en dehors des voies publiques.

Au sein de la zone de projet, des chemins agricoles d'exploitation, d'une largeur minimale de 4 m entoureront la structure et permettront d'accéder facilement à la structure pour des interventions techniques. Ces chemins serviront majoritairement à l'activité agricole.

3.2.7 Raccordement électrique et alimentation en électricité

Le projet ne nécessitera pas de nouveau raccordement électrique en soutirage.

L'électricité produite par les panneaux ayant vocation à être injectée sur le réseau national, une demande de raccordement pour une puissance de 2,8 MWc a déjà été réalisée auprès d'Enedis directement par le maître d'ouvrage.

Le tracé prévisionnel du raccordement a été établi par Enedis et se présente sous la forme ci-dessous.

Le poste d'injection retenu est le poste source de Trouillas.

Ces travaux de raccordement seront réalisés par Enedis **le long des routes publiques** et les câbles seront enterrés.

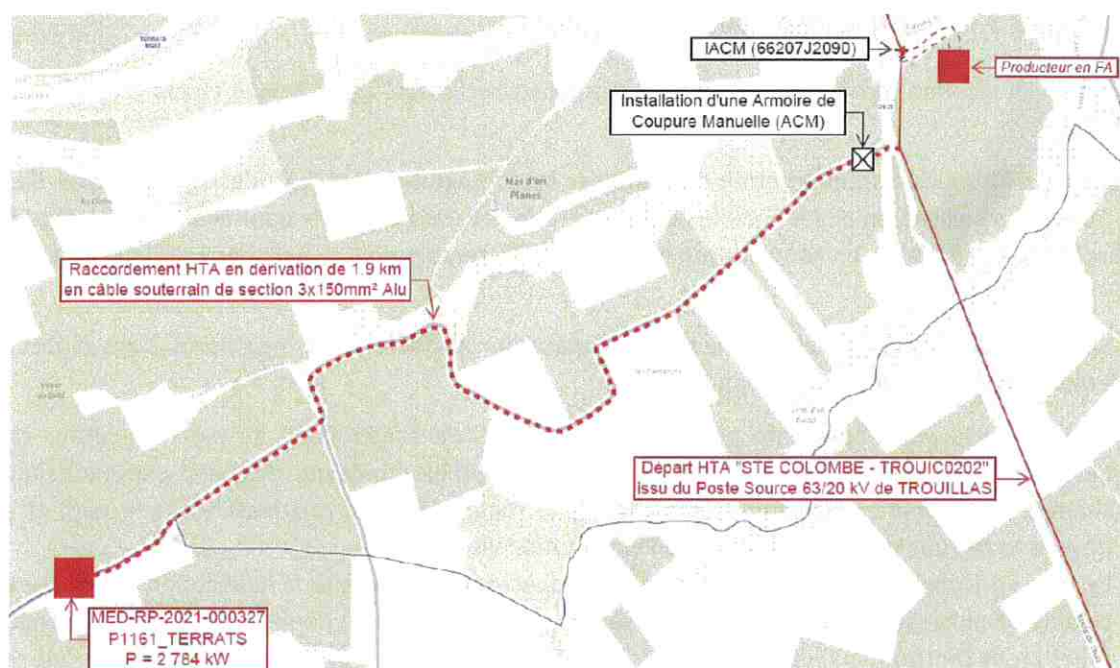


Figure 9 : Plan prévisionnel du raccordement

3.2.8 Démantèlement – Réversibilité de l'installation

Le producteur d'électricité s'engage à démanteler à ses frais l'installation (coût provisionné dans le cout initial du projet) **au bout des 30 ans d'exploitation**. Le site sera remis en état sans aucune dégradation. L'exploitant agricole a la possibilité, s'il le souhaite, de garder la structure.

Le système est conçu pour que :

- La structure soit **entièrement démontable et facilement recyclée** (composée à 95% d'acier) ;
- Les panneaux soient recyclables (via l'association PV Cycle – coût du recyclage inclut dans le prix des panneaux) ;
- Les ancrages de la structure en pieux battus (en acier) puissent être entièrement retirés.

Le système est implanté grâce à une **technologie de pieux battus en acier**, qui présente plusieurs avantages :

- Absence de béton donc d'imperméabilisation des sols ;
- Démantèlement facile en fin d'exploitation ;
- Aucune pollution des sols.

3.3 Intégration du projet dans son environnement

3.3.1 Demande d'examen au cas par cas

Le projet agrivoltaïque « Terrats 1 » a fait l'objet d'une demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation éventuelle d'une évaluation environnementale auprès de la DREAL Occitanie.

Sun'Agri a notamment missionné pour le dossier des bureaux d'études spécialisés pour la réalisation :

- D'un diagnostic écologique de la zone d'étude
- D'une étude paysagère de la zone d'étude

Après l'examen du dossier et des caractéristiques du projet, la Mission Régionale de l'Autorité Environnementale a conclu à la dispense d'étude d'impact environnementale (cf. PC11 – Décision dispense).

3.3.2 Intégration du projet dans le milieu naturel

3.3.2.1 Premier retour d'expérience – Inventaire naturaliste sur le parc agrivoltaïque en exploitation de Tresserre (66)

Dans l'optique d'obtenir un premier retour d'expérience sur l'intégration des centrales agrivoltaïques dans le milieu naturel, Sun'Agri a sollicité en juillet 2020 le bureau d'étude naturaliste Artifex pour évaluer le cortège faune/flore sur la parcelle sous panneaux en comparaison avec la parcelle témoin pour le parc agrivoltaïque en exploitation de Tresserre (66).

L'étude va se poursuivre sur plusieurs années afin d'opérer un véritable recul, mais après 2 ans d'observation, les premiers résultats suivants sont observés :

- Si la phase la plus impactante pour la biodiversité est la construction du parc, un retour rapide de la biodiversité locale a été observé après la mise en service (plus rapide que des parcs photovoltaïques de plein champ). La diversité faunistique témoigne d'une réappropriation progressive sur le parc et ses abords (favorisée par une gestion raisonnée de l'exploitation viticole) ;
- La zone agrivoltaïque est utilisée par plusieurs espèces d'oiseaux pour la nidification et l'alimentation. Une colonie de plusieurs dizaines d'Etourneau sansonnet et de Moineau domestique niche assurément dans les tubes creux (horizontaux) de la structure supportant les panneaux photovoltaïques, tandis que des espèces telles que l'Alouette lulu et la Bergeronnette grise se nourrissent au sol, aussi bien sous les ombrières que sur la parcelle non aménagée (parcelle témoin)
- Les espèces d'oiseaux chassant habituellement en vol (rapaces par exemple) ont été observé se nourrissant dans les vignes à proximité mais pas sous la structure.
- La faune terrestre (insectes, reptiles, mammifères) fréquente les vignes sous structure agrivoltaïque.
- Le mode de culture raisonné des vignes (fauche tardive de la végétation, couvert végétal entre les rangs) permet le retour d'une diversité floristique entre les rangs. Cependant les communautés végétales se sont adaptées aux conditions ombragées et la proportion d'espèces héliophiles et thermophiles a progressivement diminué au profit d'espèces plus sciaphiles (affectionnant les milieux ombragés).

3.3.2.2 CEMATER (Occitanie)

Sun'Agri est signataire de la Charte de bonnes pratiques pour la préservation de la biodiversité du réseau Cemater (cluster fédérant les entreprises des secteurs des énergies renouvelables et de la construction durable en région Occitanie) et s'engage donc à suivre les recommandations nationales et régionales pour éviter, réduire et compenser les impacts sur la biodiversité à chaque étape de la vie du projet : <https://cemater.com/wp-content/uploads/2019/12/Charte-de-bonnes-pratiques-ENR-et-biodiversit%C3%A9-V-22112019.pdf>.

3.3.2.3 Conclusions du diagnostic écologique

Sun'Agri a fait appel au bureau d'étude Altifaune basé à Montpellier, pour la réalisation d'un diagnostic écologique. Le bureau d'étude a réalisé un état initial de la zone lors de sorties terrain en août 2020 et mars 2021 et a analysé les effets potentiels du projet sur la biodiversité. Ces deux passages d'observation et d'inventaires, couplés aux données bibliographiques, ont permis d'identifier les principaux enjeux environnementaux et les impacts qu'un projet agrivoltaïque pourrait induire.

D'anciens zonages de protections PNA « Pie-grièche à tête rousse » et « Pie-grièche méridionale » recouvrait la zone de projet mais n'ont pas été reconduits. La parcelle n'est pas incluse dans d'autres zonages de protections et ayant été cultivées en vignes depuis de nombreuses années, ne présente pas de potentialités écologiques importantes.

L'étude conclut à des enjeux écologiques globalement faibles sur la parcelle concernée par le projet agrivoltaïque, du fait de son caractère cultivé, et l'implantation de la structure n'apporte pas d'impacts significatif sur son

environnement : « De par sa nature, sa conception, ses modalités de construction et les mesures émises pour réduire ses impacts, le projet de centrale agrivoltaïque de Terrats 1 présente un impact non significatif sur la faune, la flore et les habitats naturels. »

Le projet agrivoltaïque n'entraînera pas d'impact significatif sur l'environnement, du fait du caractère ouvert de la structure et de son positionnement en hauteur qui maintient les possibilités d'utilisation du site par la faune et la flore.

Dans l'optique d'améliorer l'intégration du projet dans le milieu naturel et de favoriser la biodiversité, le bureau d'étude a préconisé des mesures lors des phases de chantier et d'exploitation.

3.3.2.4 Mesures favorisant la biodiversité

Comme préconisé en conclusion du diagnostic écologique, des mesures en faveur de la biodiversité seront mises en place :

- Limitation adaptée et balisage des emprises des travaux
- Adaptation de la période des travaux en dehors des périodes de nidifications notamment
- Mesures préventives de lutte contre la pollution
- Aménagement d'abris pour la faune terrestre en amont des travaux
- Mise en place de haies, favorisant la biodiversité
- Installation de gîtes et de nichoirs pour la faune volante
- Suivi des aménagements pour la faune terrestre et volante
- Suivi de l'avifaune nicheuse et de la faune terrestre en phase exploitation

3.3.3 Intégration paysagère du projet

3.3.3.1 Conclusion de l'analyse paysagère

Sun'Agri a fait appel au bureau d'étude **CRB Environnement** pour la réalisation d'une étude paysagère. Celle-ci présente les résultats de l'analyse de l'état actuel de l'environnement du site choisi pour le projet. Elle détaille ensuite la démarche de conception du projet dans une logique de moindre impact et présente ensuite les effets de l'implantation retenue sur le paysage. Cette analyse paysagère est par ailleurs intégrée à cette PC4, en Annexe 3.

Le projet est situé sur le plateau viticole des Aspres, et la parcelle est plutôt exposée à la vue des espaces et villages au nord, ainsi que depuis le chemin de randonnée au sud. Une trame arborée renforcée le long des correchs et de certains cheminements, joue le rôle de filtre, et peu d'infrastructures routières sont exposées à la vue du site. De plus, la structure agrivoltaïque sera en retrait de 15 m par rapport au chemin communal, limitant l'effet visuel. L'étude conclue sur une incidence visuelle du projet qui sera faible à modérée au vu de sa localisation.

« En conclusion, suite à l'analyse de l'état initial du site, la présente étude met en lumière différentes sensibilités paysagères liées au cadre de vie, aux activités de loisirs et au patrimoine. Ces sensibilités se concentrent sur la frange Nord et la Frange Sud du site (cristallisant les enjeux de visibilité du projet). Il est donc préconisé la mise en place de haies écran concordant avec les dynamiques du lieu et son usage futur. Des préconisations pour les bâtiments techniques sont aussi prescrites. L'ensemble de ces mesures permettra ainsi d'intégrer au mieux le projet agrivoltaïque au sein de la plaine cultivée de Terrats. »

3.3.3.2 Mesures paysagères

Dans l'optique d'améliorer l'intégration du projet dans le paysage, le bureau d'étude a préconisé une mesure d'intégration par la mise en place d'une haie champêtre au sud de la structure agrivoltaïque et la densification de la

végétation existante au nord, afin de créer un masque végétal depuis le chemin communal en limite sud et viendra renforcer la végétation du correc en limite Nord, afin de limiter au maximum les visibilités depuis les points de vue avoisinants.

Cf. PC 6 – Intégrations paysagères

Concernant la mise en place des haies, afin que les essences correspondent et s'intègrent à l'environnement local, un travail a été initié avec l'association Arbres & Paysages 66, plus précisément avec M. Jeanne-Brou, afin de commencer avec eux l'étude du projet de plantation. Les haies sont prévues d'être plantées au cours de l'hiver 2022/2023. Au total, ce sont 600 mètres linéaires de haies paysagères et de biodiversité qui seront mis en place autour des parcelles du projet agrivoltaïque. Une étude des essences d'arbres à utiliser sera réalisée par l'association Arbres & Paysages en mai/juin 2022, avec passage sur site pour analyser le sol et l'environnement et ainsi choisir les essences les plus adaptées aux besoins paysagers et écologiques.

Nous ne pouvons donc pas préciser dès maintenant les essences utilisées et plantées autour de la structure, cependant à titre d'exemple, des essences d'arbres telles que les lauriers (noble, sauce, rose...), les troènes ou les cannes de Provence pourraient potentiellement être utilisées.

Des propositions ont également été faites par le bureau d'étude CRBE dans l'analyse paysagère. Les haies pourront être composées en alternance d'espèces arborées (Peuplier noir, Chêne pubescent, Erable de Montpellier et Prunier myrobolan) et d'espèce arbustives (Aubépine, Cornouiller sanguin et Genévrier).

3.3.3.3 Documents photographiques

Conformément aux prescriptions de l'article R421.2 du code de l'urbanisme est joint au dossier une série de photos du terrain existant et de son environnement ainsi qu'une vue panoramique permettant d'apprécier l'état du site (cf. PC7 et 8).

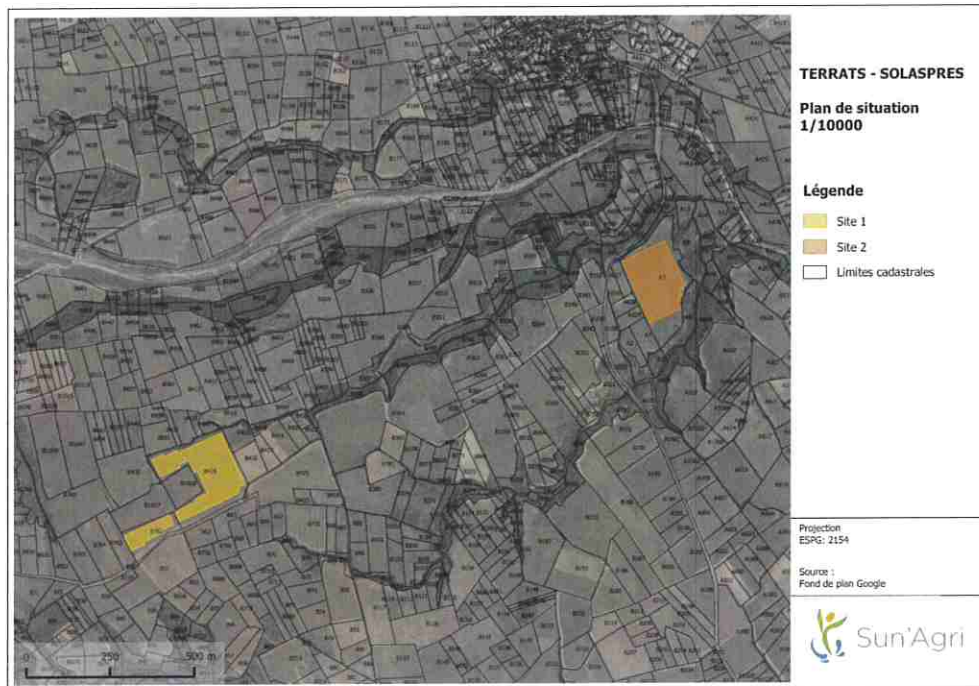
3.4 Analyse des effets cumulés

Les effets cumulés sont les changements subis par l'environnement en raison d'une action combinée avec d'autres « projets existants ou approuvés ». Cela signifie que l'effet de l'ensemble des structures pourrait avoir un effet global plus important que la somme des effets individuels.

Le projet Terrats s'inscrit dans un projet global comprenant deux sites agrivoltaïques sur vignes au sein de la commune de Terrats. Ces sites sont localisés au niveau des lieux dits suivants :

- Vigne de Deilla (Terrats 1) : 3,7 ha de vignes
- Las Cassagnes (Terrats 2) : 2,6 ha de vignes

Ces deux sites étant localisés à 1,3 km l'un de l'autre, les effets cumulés en termes d'impacts sur la biodiversité sont donc faibles voire inexistantes.



L'analyse paysagère conclut à des effets cumulés non significatifs :

« Bien que présents sur la même commune et le même environnement élargi, ces deux sites ne présentent pas de co-visibilité entre eux, du fait de leur éloignement respectif. Les zones de passage et autres éléments paysagers marquants diffèrent selon les deux sites. Ainsi ils ne cristallisent pas des enjeux similaires géographiquement. Par ailleurs, les mesures paysagères prises renforcent l'absence d'enjeux entre ces deux sites.

« Du fait des facteurs conjugués d'éloignement et d'enjeux paysagers localisés différemment, les effets cumulés paysagers pour le projet Terrats global ne présentent aucune incidence. »

3.5 Prise en compte des mesures de prévention du risque incendie

Toutes les prescriptions du SDIS66 seront respectées (préconisations du guide UTE C15-712, en matière de sécurité incendie notamment).

Les accès au terrain et les voies de circulation autour de l'installation seront compatibles avec des véhicules de secours (4m de large). La parcelle agricole ainsi que les voies de circulation seront entretenues et débroussaillées régulièrement afin de prévenir les départs d'incendie.

3.6 Alimentation en eau

L'exploitation agricole Solaspres cultivera les vignes du projet agrivoltaïque de Terrats sans irrigation, la consommation en eau sera donc nulle et le projet n'entraînera donc pas de prélèvement d'eau.

3.7 Compatibilité avec les documents d'urbanisme

3.7.1 PLU de la commune de Terrats

Les parcelles concernées par le projet sont classées en zone Agricole du PLU de la commune de Terrats. Le PLU indique qu'en zone A, sont autorisés :

« - Les installations (classées protection de l'environnement ou non) liées à l'activité agricole devront obligatoirement intégrer des préoccupations liées à l'environnement agricole et paysager.

- Les constructions et installations nécessaires à l'exploitation des services publics ou d'intérêt collectif. »

3.7.2 Plan de Prévention des Risques Naturels

La parcelle 426 est en petite partie concernée par le PPRN Inondation et Mouvement de terrain de la commune de Terrats, cependant la zone d'implantation de la structure agrivoltaïque et du local technique est localisée en dehors de ces zonages.

Signature architecte

Le 27/10/2021, à Bethoncourt

ATELIER d'URBANISME
et d'ARCHITECTURE
Philippe REGNIER
1 bis rue de Champvaillon
25200 BETHONCOURT
Tel. 03 81 98 57 35 - Fax 03 81 98 41 77

Annexe 1 : Programme de recherche et résultats expérimentaux

I. Dix ans de R&D pour adapter le microclimat des plantes au changement climatique

a. Programme Sun'Agri 3

Sun'Agri trouve ses origines en 2009 de la rencontre de 2 hommes : **Christian Dupraz** chercheur en Agroforesterie à INRAE et **Antoine Nogier**, président et fondateur du groupe Sun'R. L'objectif d'alors est de savoir sous quelles conditions le photovoltaïque peut améliorer l'agriculture sans entrer en concurrence avec elle.

3 programmes de recherche d'ampleur croissante, ont successivement été menés pendant une dizaine d'années, sous l'égide de Sun'R avec la **participation de l'INRAE, rejoints au cours du temps par iTK et Photowatt**. Initialement axés sur la recherche fondamentale, les **programmes ont validé l'intérêt de l'agrivoltaïsme dynamique étape par étape et se concentrent désormais, pour le programme en cours, vers l'élaboration des modèles et algorithmes opérationnels de pilotage optimal des panneaux, ainsi que la démonstration grandeur nature des solutions**.

Sun'Agri est devenue en 2019 une filiale dédiée au développement de projets agrivoltaïques dynamiques, et surtout à l'élaboration des outils et modèles de pilotage optimal (pour les plantes) des panneaux. Sun'Agri est le pionnier et le leader mondial de la technologie agrivoltaïque dynamique.

- **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 projet Sun'Agri 3 s'inscrit dans le prolongement direct des projets Sun'Agri 1 et Sun'Agri 2 et vise à préparer le déploiement commercial de systèmes agrivoltaïques.

Ce programme bénéficie du soutien de l'Etat puisqu'il a été lauréat du Programme d'Investissement d'Avenir de l'ADEME (subvention obtenue : 7 millions d'euros).

Les axes principaux de Sun'Agri 3 sont :

- La construction de démonstrateurs à échelle commerciale de la technologie
- L'élargissement des protocoles de pilotage à différentes espèces cultivées
- La mise en place d'une unité de recherche agronomique dédiée à l'agrivoltaïsme
- L'établissement des normes relatives à cette discipline entièrement nouvelle
- Des approfondissements du développement des produits (structure, panneaux, etc...).



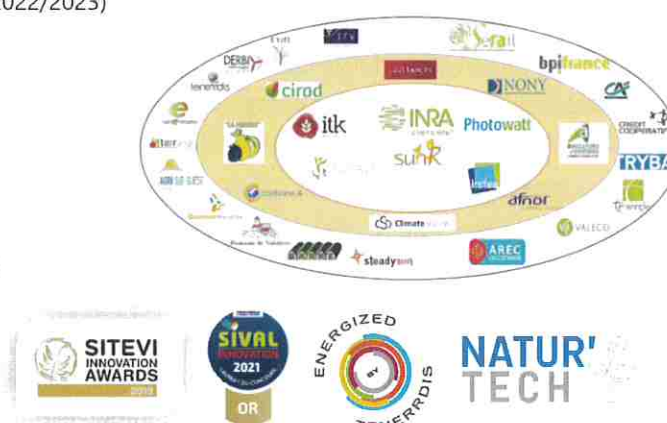
Chronologie du programme de recherche Sun'Agri

 3 thèses soutenues
4 en cours (soutenances en 2022/2023)

 3 brevets

 7 laboratoires INRAE
14 chercheurs à temps plein

 Des récompenses et une reconnaissance par la profession



b. Cultures cibles

Devant le choix de Sun'Agri de ne pas opérer de compromis avec la production agricole, et devant son corollaire, à savoir la nécessité de piloter l'ombrage de façon dynamique, Sun'Agri a souhaité privilégier :

- les zones géographiques pour lesquelles les stress thermiques et hydriques sont élevés et croissants, où les changements climatiques provoquent des impacts et une vulnérabilité importante : Sud de la France, pourtour méditerranéen, États-Unis, Caraïbes, Australie, Afrique subsaharienne...
- les cultures de cette zone géographique dont le besoin de protection est suffisamment élevé pour justifier d'un réel intérêt économique,
- enfin, les cultures pour lesquelles il n'existe pas de solution d'adaptation existante ou du moins satisfaisante. C'est ce que l'on appelle l'urgence climatique.

Cultures visées	Besoin des cultures
Viticulture (Pour le vin, tous types de cépages)	- Adaptation des vignes menacées durablement par les changements climatiques (cf. Hannah et al, 2013), en particulier par les fortes chaleurs, la sécheresse et les brûlures des baies par le soleil. Concerne la plupart des vins mondiaux spécialement les vins méditerranéens, californiens, australiens... - Diminution / optimisation de la consommation d'eau et des pertes erratiques liées au gel et à la grêle. - Limitation du taux de sucre.

Arboriculture (Abricot, cerisier, pêches, pommes)	- Cultures sensibles aux fortes chaleurs, déficits hydriques, grêle, pluies fortes, gel printanier. - Pertes erratiques et croissante de rendement croissantes liées à ces aléas climatiques. - Synergies avec les usages déjà en vigueur dans ce secteur : utilisation de poteaux avec filets de protection.
Maraîchage sous abri (Concombres, salades, tomates)	- Grand consommateur d'eau, également très sensible aux changements climatiques. - Dans les assiettes de tous les consommateurs, 365 jours par an : extension des périodes de récolte. - Meilleure LER que sur des serres verres photovoltaïques (PV) classiques. - Évite le blanchiment des serres ou des abris.

II. Les dispositifs expérimentaux agrivoltaïques de Sun'Agri

a. Localisation et cultures

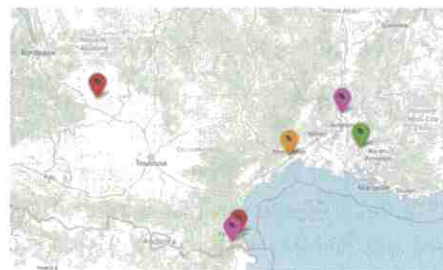
Sun'Agri dispose aujourd'hui de 7 dispositifs avec lesquels sont étudiés l'impact d'un ombrage spécifique sur culture, dont :

- 3 sur vigne, 1 sur pommier, 2 sur maraichage et 1 sur grandes cultures
- 6 dispositifs expérimentaux (< 1000m²) et 1 démonstrateur (plusieurs ha)
- 6 dispositifs intégrant la technologie d'agrivoltaïsme dynamique (AVD), et 1 avec un ombrage fixe

DE viti @Piolenc	DE arbo « LaPugère » @Mallemort	Mar. @Alénça	Grandes Cult. @Lavalette	DE Mar. @Clairac	Viti @LaGailarde
					
> 7 Avr.2019	> Mar.2019	A partir de Q1.2021	> 2009, et v2 en Fev.2019	> Eté 2020	> Mar.2018
AVD plein champ: 680m ² 2 zones témoins 340m ²	AVD plein champ: 720m ² (30m*24m) Zone témoin: 300m ²	Sous toile (été 2020) Puls AVD sur serre (Q1.2021)	PV fixe plein champ 820m ² , ZT 400m ²	AVD sur serre: 5000m ²	Panneaux d'ombrage 230 bois + Témoin = ombrière
Grenache Noir (2000), sol plat exposé à contraintes h _h	Golden 972 de 2010, 4m inter-rang, 1,3m entre-pied = 23*7 = 161 arbres	Tomates	Culture de Maïs	Tomates, poivrons aubergines, ...	Syrah, clone 747 (2015)
Test de 2 stratégies AVD, validation des modèles Cropsim vigne et AV-studio	Test de 3 stratégies d'ombrage + Calibration du modèle QualiTree	Impact ombrage, et calibration modèle de croissance	4 modalités d'ombrage allant de 20 % à 50 %	Comparaison rendement, modèle de croissance	11 modalités, calibration et la validation des modèles Cropsim vigne et AV-studio
CAB4 = proprio et presta suivi cultural	Station expérimentale SEFRA	INRAE – Alénça	Sup Agro, INRAE G-EAU (IRSTEA)	Brinkhoff	INRAE LEPSE

Vue globale des 6 dispositifs expérimentaux pour l'étude de l'ombrage intermittent sur culture

Ces dispositifs ainsi que la mise à disposition d'un programme de travail encadré par des experts et scientifiques, ont généré une moisson de données très importante depuis leur mise en service, complétée par un historique d'expérimentations issu de l'INRAE à Pech Rouge sur un dispositif fixe depuis 2016.



Un projet AVD grande échelle a été installé en 2018 sur 4,5ha sur une nouvelle exploitation viticole, au Domaine de Nidolères à Tresserre (66). Trois cépages ont été plantés : Grenache Blanc, Chardonnay et Marselan, également sur la parcelle témoin adjacente de 3ha. La 1^{ère} récolte est prévue en 2021. Le suivi agronomique est réalisé par la CA66.



Projet agrivoltaïque du domaine de Nidolères – Tresserre (66)

b. Résultats des dispositifs expérimentaux

Les systèmes agrivoltaïques dynamiques (AVD) installés au-dessus des cultures, et fournissant un ombrage transitoire, sont un outil de protection et d'adaptation aux changements climatiques de la vigne, qui optimise la production viticole **dans sa qualité, tout en préservant de hauts rendements** :

- **Limitant les excès de rayonnement solaire et de fortes chaleurs** : L'ombrage piloté peut diminuer la température des vignes sous AVD jusqu'à -5°C en période caniculaire ; Le feuillage se trouve un meilleur état azoté, traduit par une canopée plus dense.
- **Diminuant le risque de gel** : avec un écart de température moyen de +2°C lorsque le 0°C approche au printemps, la couverture thermique AVD permet d'éviter des épisodes de gel délétères au débourrement.
- **Améliorant le confort hydrique tout en limitant l'irrigation** : mesuré par un temps de croissance de la plante jusque +14 jours plus long que la zone témoin, et une évapotranspiration potentielle (ETP) diminuée de 40%. Le calendrier d'irrigation s'adapte également en diminuant la quantité d'eau délivrée jusque -34%.
- **Menant à un meilleur équilibre aromatique du vin produit** : Les baies des modalités sous AVD contiennent plus d'anthocyanes (de +10% à +15%), et présente un degré Brix inférieur de 2 à 3° à jour donné grâce à une maturation dans une période plus fraîche, et sont jusque 15% plus acides que celles de contrôle.
- **Mutualisant des solutions de protection supplémentaires** : par exemple contre la pluie et la grêle avec l'installation de filets à moindres coûts.
- **Permettant d'optimiser les rendements** : En évitant les conséquences délétères de certains épisodes climatiques.

Ces données expérimentales sont issues de **trois programmes de recherche et développement en collaboration avec l'INRAE** (fusion de l'INRA et IRSTEA) depuis 2009 : de Sun'Agri 1 (TRL 4) à Sun'Agri 3 (TRL 8) et la phase actuelle d'industrialisation et de démonstration à grande échelle.

La viticulture est la première filière agricole qui bénéficie de notre solution d'agrivoltaïsme dynamique (AVD) en termes de surface : Des données expérimentales sur vignes sous panneaux de différentes tailles ont été réalisées en 2018 et 2019 sur le campus de Montpellier SupAgro, complétées par un historique d'expérimentations issus de l'INRAE à Pech Rouge sur dispositif fixe depuis 2016. En 2018, de jeunes plants de vigne ont été plantés dans le domaine des Nidolères (Tresserre) sur 7,5ha, au-dessus desquels est construit le 1^{er} démonstrateur AVD sur 4,5ha suivi agronomiquement par la CA66. En parallèle, la mise en service d'un dispositif expérimental en 2019 à Piolenc (cépage Grenache plantés en 2000) fournit de nombreux résultats analysés par la CA84 et l'INRAE (unités LEPSE, PECH ROUGE, SYSTEM et G-EAU ex-IRSTEA).

Les dispositifs AVD sont prêts à être déployés sur la filière vigne à plus grande échelle, et ainsi entrer en phase pilote de commercialisation.