

# PROJET DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE

Mise en culture de vignes avec installation d'une serre de type pergola photovoltaïque



Monsieur	[REDACTED]
Tél:	[REDACTED]



## Table des matières

Introduction et tableau de synthèse du projet à destination des membres de la CDPENAF

I.	CONTEXTE AGRICOLE .....	5
1.	VUE GLOBALE .....	5
2.	CONTEXTE NATIONAL .....	6
3.	CONTEXTE REGIONAL .....	8
II.	L'EXPLOITATION DE M. [REDACTED] .....	10
1.	LOCALISATION ET SURFACE .....	10
2.	FONCTIONNEMENT DE L'EXPLOITATION .....	10
III.	LA DESCRIPTION DE L'INSTALLATION AGRICOLE : UNE SERRE DE TYPE PERGOLA DONT PHOTOVOLTAIQUE POUR LA CULTURE DE LA VIGNE .....	13
1.	LE PROJET SUR-MESURE DE SERRE DE TYPE PERGOLA DE M. [REDACTED] .....	13
2.	LE PARTENARIAT ENTRE M. [REDACTED] ET TECHNIQUE SOLAIRE .....	14
a.	<i>Le financement des structures contre la revente d'électricité</i> .....	15
b.	<i>Un projet agrivoltaïque à impact positif</i> .....	15
IV.	DESCRIPTION DE LA SYNERGIE ENTRE LA PRODUCTION AGRICOLE ET LE SYSTEME PHOTOVOLTAIQUE .....	15
1.	LES BESOINS AGRICOLES IDENTIFIES .....	15
a.	<i>Les aléas climatiques en région PACA</i> .....	15
b.	<i>L'impact des aléas climatiques sur les rendements viticoles</i> .....	18
c.	<i>Les enjeux agricoles de l'exploitation</i> .....	20
2.	LES SERVICES APPORTES EN REPONSES AUX BESOINS AGRICOLES IDENTIFIES .....	21
a.	<i>Une synergie technique</i> .....	21
b.	<i>Une synergie économique</i> .....	22
3.	PARTAGE LUMINEUX ENTRE LA PRODUCTION ELECTRIQUE ET AGRICOLE .....	24
a.	<i>La réduction de lumière</i> .....	24
b.	<i>L'impact de la réduction de lumière</i> .....	25
c.	<i>Modélisation agronomique</i> .....	26
d.	<i>Retour d'expérience</i> .....	27
V.	SUIVI AGRONOMIQUE .....	28
VI.	LA PRESERVATION DU SOL AGRICOLE .....	28
1.	LE SOL AGRICOLE : DEFINITION .....	28
a.	<i>La composante physique</i> .....	28
b.	<i>La composante chimique</i> .....	29
c.	<i>La composante biologique</i> .....	29
2.	LES BONNES PRATIQUES MISES EN PLACE PAR TECHNIQUE SOLAIRE POUR LA PRESERVATION DES SOLS AGRICOLES 30	
3.	L'ACCOMPAGNEMENT DE BIO3G POUR REVITALISER LES SOLS .....	30
VII.	CONCLUSION .....	31
VIII.	ANNEXE 1 : MOYENS DE LUTTE PASSIVE ET ACTIVE .....	33
IX.	ANNEXE 2 : REFERENCES D'AVIS FAVORABLE DE CDPENAF ET PERMIS DE CONSTRUIRE DE SERRE DE TYPE PERGOLA PHOTOVOLTAIQUE DE CE TYPE DEJA ACCORDES .....	33
X.	CONTACTS .....	39
1.	PETITIONNAIRE DU PROJET .....	39
2.	MAITRE D'ŒUVRE .....	39



## INTRODUCTION

La France est un acteur majeur de la production agricole en Europe, positionnée au 1<sup>er</sup> rang européen en termes de productions végétales, animales et de services agricoles (soit 77 milliards d'euros par an en 2019)<sup>1</sup>, 46 % du territoire français est alloué à l'usage agricole. Or depuis quelques décennies, le secteur agricole traverse une profonde mutation socioéconomique, avec :

- une concentration des exploitations agricoles, soit une hausse des formes sociétaires et des grandes exploitations ;
- une baisse des aides aux productions agricoles passant à un budget total de 7,69 M€ en 2005 à 6,67 M€ en 2019 ;
- une baisse de l'emploi salarié et non salarié, accompagnée d'une baisse de la part des personnes de moins de 40 ans travaillant dans le secteur agricole<sup>2</sup>.

De plus, face au dérèglement climatique, la vulnérabilité des exploitations agricoles s'accroît avec une dégradation potentielle des débouchés agricoles (baisse des rendements, perte de qualité des produits) et une augmentation des coûts d'exploitation pour la mise en place de moyens de luttés contre les aléas météorologiques et biologiques délétères : sécheresse, gel « tardif », bioagresseurs, *Influenza* etc.

Dans un contexte de transition énergétique et écologique, l'agriculture est appelée à lutter contre le réchauffement climatique ou encore la surexploitation de l'eau. En effet, la Stratégie Nationale Bas Carbone préconise, d'ici 2050, une réduction de 50 % des émissions de gaz à effet de serre issues de l'agriculture, soit environ 40 Mt de CO<sub>2</sub> (10 % de la part totale nationale)<sup>3</sup>.

Cette transition agricole reste un défi important pour les propriétaires et les exploitants dont les principales problématiques concernent leur capacité d'investissement, le risque de perte de chiffre d'affaires ou encore le besoin de nouvelles solutions techniques.

Dans ce contexte, la recherche de solutions techniques et financières a mené à une réflexion vers une synergie entre l'agriculture et le développement de projets photovoltaïques : pan primordial de la transition écologique. Les développeurs photovoltaïques, en partenariat avec leurs partenaires agricoles, se sont intéressés au développement de projets couramment appelés « agrivoltaïques », pour venir répondre aux enjeux de la transition agricole et énergétique.

Chez Technique Solaire, l'investissement est porté par le groupe, permettant à l'agriculteur de développer son nouveau projet agricole tout en préservant sa capacité d'investissement propre. Ce modèle d'affaire assure le financement de la construction de l'installation agricole photovoltaïque ainsi que l'achat du matériel technique nécessaire à la mise en place et à la pérennité de l'activité agricole, ainsi que les éléments de protection supplémentaires pour garantir une prévention optimale face aux aléas climatiques, aux risques biologiques et sanitaires.

La conception des installations agricole photovoltaïques est menée en étroite collaboration entre l'Agriculteur et Technique Solaire, avec comme point de départ : l'identification des besoins agricoles pour répondre au mieux au développement de l'atelier agricole et finalement à travers le financement le développement du secteur agricole local *et extensio* régional.

---

<sup>1</sup> Eurostat - Comptes de l'agriculture (2019 provisoire)

<sup>2</sup> Mémento Statistique Agricole 2020 – L'agriculture, la forêt, la pêche et les industries agroalimentaires – Février 2020 - Agreste

<sup>3</sup> <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>



## Synthèse des chiffres clés, spécifications techniques et enjeux du projet de serres agricole photovoltaïques de monsieur [REDACTED] pour les membres de la CDPENAF :

Commune d'implantation	MONDRAGON (84430)
Type de centrale	Serre de type pergola photovoltaïque avec filets pour vignes
Technologie utilisée	Modules cristallins disposés sur pergola fixe
Puissance crete installée	Environ 2,033 MWc
Ressource solaire	1 500 kWh/m <sup>2</sup> /an
Production estimée	Environ 3 049 500 kWh soit la consommation annuelle d'environ 1 100 foyers (hors chauffage et eau chaude sanitaire)
Surface utile totale au projet	20 808 m <sup>2</sup>
Surface d'emprise au sol (surface projetée des panneaux au sol)	9 056 m <sup>2</sup>
Taux de couverture des structures	Environ 42%
Equipements connexes	Filets anti-greles et brise-vents, palissage pour les vignes, système de goutte à goutte 1 poche souple anti-incendie, 1 poste de transformation et poste de livraison



[REDACTED] et son père au milieu des vignes à remplacer. Derrière eux, les volières avec filets traditionnels qui doivent être remplacées par des vignes pour raison sanitaire.

ITEM		Diagnostic du projet de M [REDACTED]	Enjeu	Sensibilité du projet agrivoltaïque de M [REDACTED]
Contexte socio-économique	Contexte local (activités, voisinage...)	Contexte rural, campagne agricole Zone principalement dédiée à l'agriculture.	Faible	Très faible
	Occupation et utilisations du sol	Parcelles agricoles (vignes principalement) Des anciennes volières traditionnelles pour faisans et des vignes vieillissantes doivent être retirées pour des raisons sanitaires et doivent être remplacées par des vignes.	Modéré	Faible Les parcelles restent agricoles et restent exploitées pour de la vigne
	Urbanisation	Pas de voisinage direct avec co-visibilité. Le projet n'aura pas d'impact visuel pour des riverains	Faible	Faible Si préconisé dans un arrêté de PC, M [REDACTED] pourra installer des haies en pourtour pour limiter les co-visibilités
Infrastructures et servitudes	Infrastructures de transport	Présence de la D12 qui passe à l'Est et Nord du projet	Faible	Très faible Peu de passage sur cet axe routier Présence de deux hangars photovoltaïques des deux cotés de la D12 déjà sans gêne occasionnée
	Réseaux électriques	Pas de ligne basse tension et haute tension qui traversent les parcelles. Le raccordement sera réalisé au réseau Enedis (reste à déterminer l'emplacement précis)	Très faible	Très faible Aucun déplacement de ligne prévu
	Canalisations	Pas de canalisation qui traverse les parcelles	Très faible	Très faible Aucun déplacement de canalisation prévu
	Patrimoine	Pas de bâtiments classés dans le périmètre	Très faible	Très faible
Documents d'urbanisme	Documents locaux d'urbanisme	PLU applicable	Faible	Faible Aucune contre-indication trouvée dans le PLU
Risques technologiques		Pas de risques technologiques identifiés dans le périmètre. Ce projet ne représente pas de risque en lui-même	Très faible	Très faible
Sites et sols pollués		La volière traditionnelle avec filets pour faisans sera retirée pour raisons sanitaires (bio-sécurité) afin d'y installer des serres de type pergola pour vignes.	Faible	Très faible
Volet sanitaire	Bruit et pollution sonore	Environnement sonore globalement calme caractéristique d'une zone rurale. Seule la phase de travaux estimée à 3-4 mois pourrait faire du bruit. Les structures ne génèrent pas de bruit	Faible	Très faible
	Champs électromagnétiques	Néant	Très faible	Très faible
	Pollution lumineuse	Néant	Très faible	Très faible
	Gestion des déchets	Les éventuels déchets issus des travaux seront gérés et traités. En fin de vie les panneaux photovoltaïques sont recyclés.	Faible	Très faible
Volet agricole (compatibilité avec cultures classiques de M [REDACTED])	Choix du site et logique du projet	Les volières traditionnelles contaminées et vignes vieillissantes doivent être retirées par les [REDACTED] et être remplacées par des vignes. Il est donc logique de profiter de cette période pour entreprendre un projet de pergolas sur vignes	Modéré	Modéré M [REDACTED] devait déjà retirer ses volières traditionnelles pour y installer des vignes
	Maintien de l'activité agricole	L'activité agricole des [REDACTED] est maintenue sur ces parcelles et améliorée grâce à ces structures qui permettent de pérenniser l'exploitation et la production viticole - un diagnostic technico-économique figure dans le Dossier Agricole	Fort	Forte Le projet contribue au maintien de l'activité agricole sans lequel M [REDACTED] ne pourrait financer les vignes et équipements
	Maintien des rendements agricoles	La perte de rendement maximale est estimée à 10% Un suivi agronomique indépendant réalisé par un bureau d'étude externe sera réalisé sur plusieurs années pour rendre compte de ces résultats	Fort	Modéré M [REDACTED] a déjà un contrat de vente de production viticole avec une coopérative
	Maintien des marques de qualité	Les [REDACTED] ont des vignes destinées à une production de vin "IGP méditerranéenne" dont le Cahier des Charges sera respecté avec ce projet. La compatibilité de tels projets avec le maintien d'IGP a déjà été prouvée pour d'autres domaines viticoles	Modéré	Très faible
	Adaptabilité aux méthodes de cultures et aux machines agricoles	M [REDACTED] utilise une machine Gregoire pour ses rangées de vignes à 2,5 m d'inter-rang. Les distances sont maintenues comme telles avec les pergolas photovoltaïques, le passage de la machine agricole est assuré aussi. Aucun changement important de mode de culture n'est demandé par ces structures	Modéré	Très faible Les structures sont adaptées aux méthodes de cultures classiques de vignes des [REDACTED]

Légende	Enjeu	Nul	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Très fort
	Sensibilité	Nulle	Très faible	Faible	Modérée	Forte	Majeure



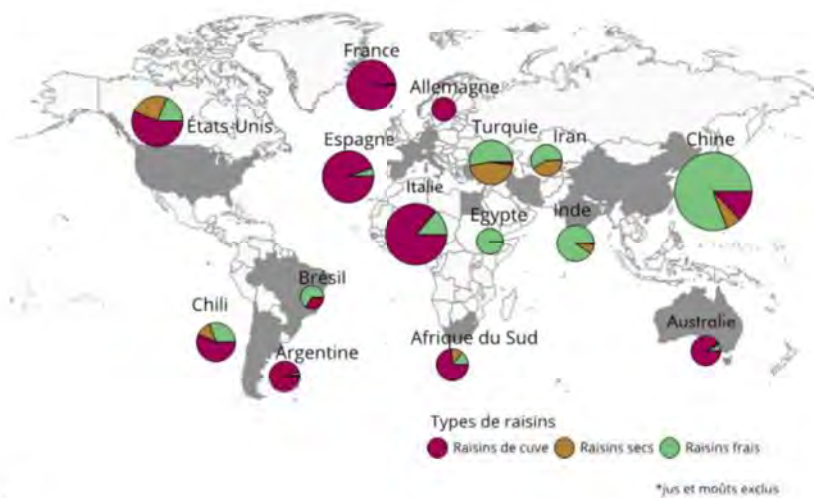
# I. CONTEXTE AGRICOLE

## 1. Vue globale

L'histoire de la vigne et du vin remonte à plusieurs millénaires. La vigne et le vin ont représenté un élément important des sociétés associés à leurs économies et cultures. La vigne domestique et l'ensemble des cépages traditionnels viennent de la vigne sauvage qui est une liane apparue en lisière de forêts bien avant l'humanité. L'essor de la production de vin a permis la domestication des vignes initialement dans le bassin méditerranéen.



Aujourd'hui, des 10 000 variétés de vigne connues dans le monde, 13 couvrent plus qu'un tiers de la superficie viticole mondiale et 33 variétés en couvrent 50 %. Certaines variétés de vignes sont plantées dans de nombreux pays et sont ainsi appelées « variétés internationales ». La superficie de vigne dans le monde (7,3 millions d'hectares) est depuis dix ans en légère baisse (-3 % depuis 2010). Néanmoins cette tendance est très hétérogène dans le monde, avec des pays qui enregistrent des baisses considérables et d'autres pays comme la Chine où la superficie viticole totale a augmenté de plus de 177 % depuis 2000. L'Europe conserve sa place de première zone de production viticole au monde. Pour la septième année consécutive, la surface de vigne s'y établit à 3,3 millions d'hectares. Les arrachages sont en équilibre avec les plantations.



© OIV

Figure 1. Superficie de vigne et destinations de la production de raisins

## 2. Contexte national

La France étant l'un des pays de l'héritage latin, le vin fait partie intégrante de sa culture. La façon dont la culture française s'est investie dans l'élaboration de ses vins lui a même valu la réputation internationale d'être « le pays du vin ». La France compte désormais 85 000 exploitations viticoles. L'agriculture couvre plus de la moitié de la surface du territoire métropolitain. La filière vitivinicole française est présente dans 66 départements. Avec près de 800 000 hectares, la France représente 11 % de la surface mondiale de vignes de cuve. Près de 500 000 emplois directs et indirects sont générés par la viticulture sur le territoire français.

Elle possède de nombreux vignobles, ayant chacun des sols, des pratiques culturales et une histoire différente. Ces caractéristiques définissent le terroir. Le nom du terroir dont le vin est issu est indiqué sur l'étiquette de la bouteille. Le terroir viticole est une notion qui permet de reconnaître à chaque vin une personnalité de par les cépages utilisés, de par les terrains sur lesquels les vignes poussent, de par les microclimats dont ils profitent, de par le savoir-faire des vignerons qui cultivent la vigne, vinifient et élèvent le vin. 57 % des volumes produits sont vinifiés par des caves particulières. Les 43 % restants sont vinifiés par les 1 500 négociants vinificateurs et coopératives.

Variété	Couleur	Superficie (ha)	% Superficie Totale	Tendance
Merlot	Noir	112 000	13,9%	→
Trebbiano Toscano / Ugni Blanc	Blanc	82 000	10,2%	→
Garnacha Tinta / Grenache Noir	Noir	81 000	10,0%	↘
Syrah	Noir	64 000	7,9%	↗
Chardonnay	Blanc	51 000	6,3%	↗
Cabernet Sauvignon	Noir	48 000	6,0%	→
Cabernet Franc	Noir	33 000	4,1%	→
Carignan Noir / Mazuela	Noir	33 000	4,1%	↓
Pinot Noir / Blauer Burgunder	Noir	32 000	4,0%	↑
Sauvignon Blanc	Blanc	30 000	3,7%	↗
Autres variétés		240 000	29,8%	
<b>Total</b>		<b>806 000</b>		<b>→</b>

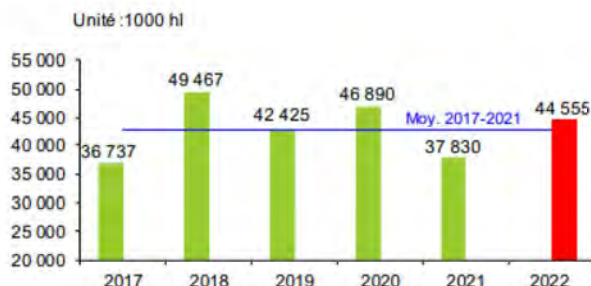


Classification commune à toutes les régions		Classification des crus
Quelques exemples ...		
AOP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bordeaux</b> : Médoc, Saint Emilion, Cotes de Bourg, Sauternes, etc ...</li> <li>• <b>Loire</b> : Vouvray, Chinon, Anjou, etc ...</li> <li>• <b>Rhône</b> : Condrieu, Châteauneuf du Pape, Tavel, etc ...</li> </ul>	Au sein de certaines AOP, il existe la notion de <b>Crus</b> . Par exemple, c'est le cas à <b>Bordeaux</b> , en <b>Bourgogne</b> , en <b>Alsace</b> , mais aussi en <b>Provence</b>
IGP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bordeaux</b> : pas d'IGP à Bordeaux</li> <li>• <b>Loire</b> : IGP Val de Loire</li> <li>• <b>Rhône</b> : IGP Collines Rhodaniennes, ...</li> </ul>	Pas de Crus dans les IGP !
VIN DE FRANCE	<b>Bordeaux / Loire / Rhône / ...</b> : une même mention « vin de France »	Pas de Crus dans les IGP !

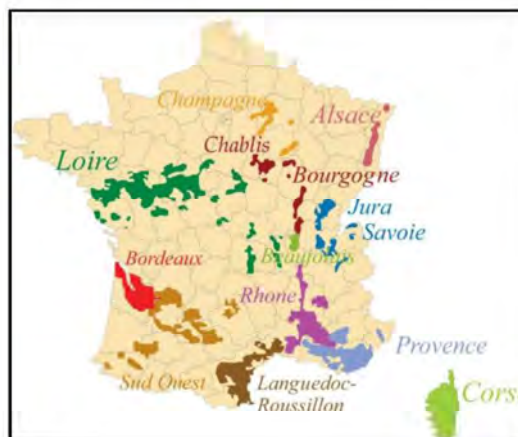


La production viticole s'élèverait en 2022 à 44,6 millions d'hectolitres (4,4 milliards de litres de vin soit 17 % de la production mondiale), soit un niveau comparable à la moyenne 2017-2021 avec cependant de grandes différences selon les régions en raison d'aléas climatiques différents :

### Production nationale viticole estimée au 1er octobre 2022



Sources : Agreste pour 2022, Agreste-Douanes pour années antérieures



### Estimation de récolte par vignoble au 1er octobre 2022 (\*)

Unité : 1000 hl

	Tous vins (**)					Récolte pour AOP hors vins pour eaux-de-vie				
	Moy (****)	2021	2022	2022/2021	2022/Moy	Moy (****)	2021	2022	2022/2021	2022/Moy
Champagne***	2 331	1 579	3 100	96 %	33 %	2 052	1 543	2 934	90 %	43 %
Bourgogne - Beaujolais	2 205	1 587	2 550	61 %	16 %	2 090	1 519	2 403	58 %	15 %
Alsace	1 019	819	907	11 %	-11 %	982	794	882	11 %	-10 %
Savoie	106	78	100	28 %	-5 %	92	68	78	14 %	-16 %
Jura	71	34	117	247 %	63 %	68	32	109	238 %	61 %
Val de Loire	2 497	1 828	2 408	32 %	-4 %	2 000	1 541	1 972	28 %	-1 %
Charentes	9 035	9 624	9 138	-5 %	1 %	ns	ns	ns	ns	ns
Sud-Ouest	3 318	2 844	2 621	-8 %	-21 %	990	851	925	9 %	-7 %
Bordelais	4 719	4 127	4 502	9 %	-5 %	4 442	3 844	4 228	10 %	-5 %
Languedoc-Roussillon	11 492	9 670	12 560	30 %	9 %	2 387	2 142	2 617	22 %	10 %
Corse	316	319	340	7 %	7 %	88	94	94	0 %	7 %
Sud-Est	4 946	4 790	5 539	16 %	12 %	3 249	3 153	3 648	16 %	12 %

(\*) voir en page 4 la liste des départements suivis pour chaque vignoble. Par exemple, la Corse est représentée par la Haute-Corse.

(\*\*) la catégorie « tous vins » inclut outre les vins avec ou sans IG, une estimation des dépassements de plafonds (distillation) et des lies

(\*\*\*) Pour la Champagne, le total des vins (« tous vins ») est constitué uniquement des AOP et des volumes en dépassement de plafond ou de lies

(\*\*\*\*) moyenne des années 2017 à 2021

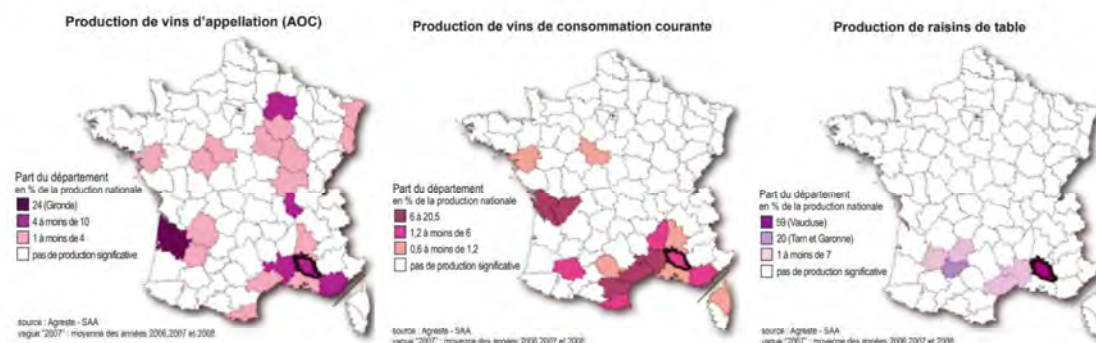
Sources : Agreste pour 2022, Agreste-Douanes pour années antérieures

Agreste Infos Rapides – Viticulture – Octobre 2022 – n°2022-124

Il s'agit du 2ème producteur mondial de vin derrière l'Italie en volume. La France est le 2ème pays consommateur de vin au monde derrière les Etats-Unis et devant l'Italie. Plus de 3,5 milliards de bouteilles y ont été consommées en 2019. Cette consommation française, en baisse depuis 30 ans, est passée de 100 litres par habitant et par an en 1975 à 40 litres aujourd'hui. 60 % des vins et des eaux-de-vie de vin produits en France y sont consommés. A l'export, les vins et spiritueux français sont les 2nd contributeurs à la balance commerciale, derrière l'aéronautique et devant les cosmétiques avec 12,7 milliards d'euros.

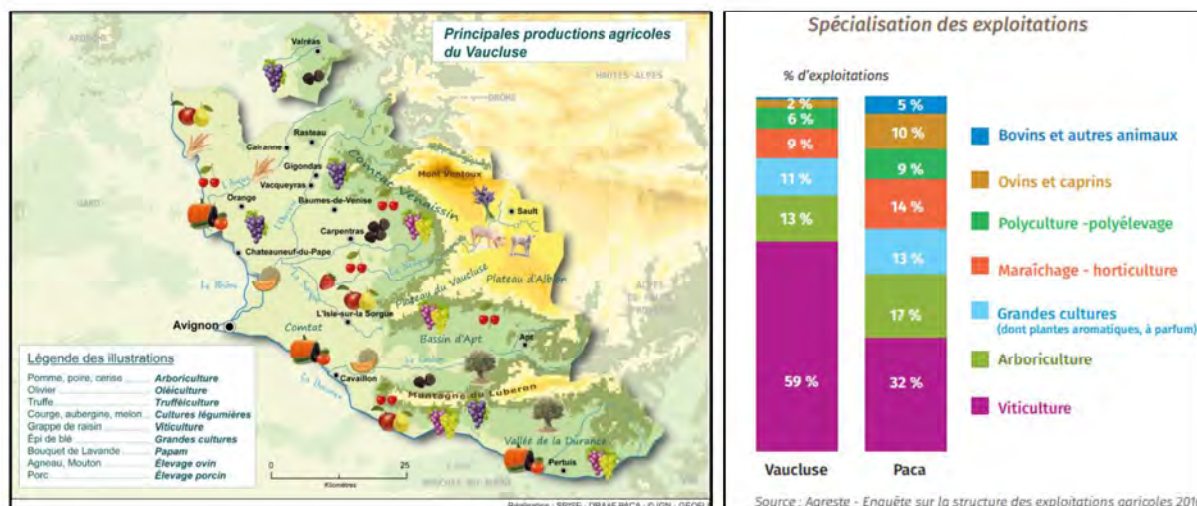
### 3. Contexte régional

La production de vins d'appellation place le Vaucluse en 3e position des départements après la Gironde et la Marne. Elle contribue pour 7 % du volume national environ.



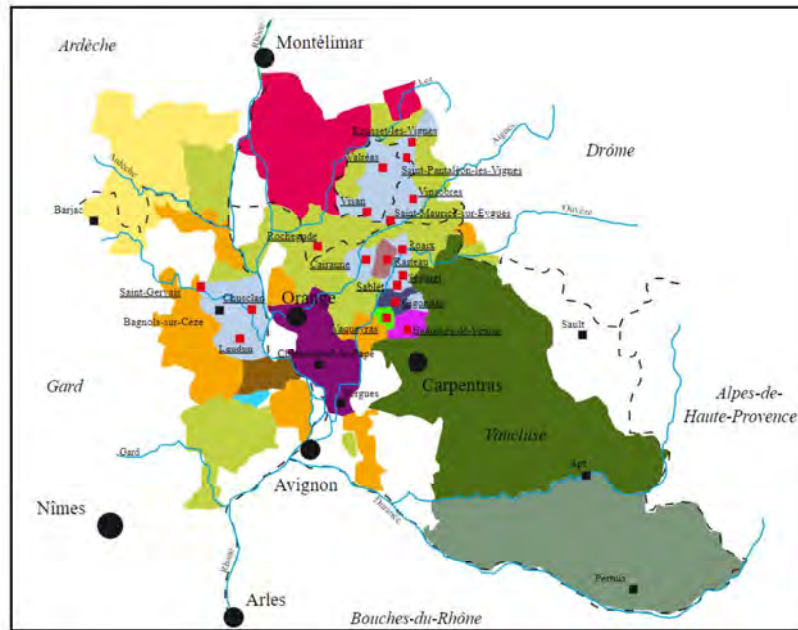
L'activité agricole du département du Vaucluse occupe la 1re place régionale avec 12 600 emplois équivalents temps plein et 1 100 millions d'euros de chiffre d'affaires annuel. Le tissu d'entreprises recouvre un large spectre de situations : de la petite exploitation agricole traditionnelle à la PME viticole exportatrice. Les surfaces agricoles recouvrent un tiers du territoire et sont particulièrement orientées vers la production viticole et la production de fruits, principales sources de richesse du département. Ainsi, le département du Vaucluse est le 2e producteur de vin AOP rouge en France. 59 % des exploitations agricoles du département ont une production de vignes contre 32% en PACA.

La viticulture est la 1re spécialisation du département (3 080 exploitations spécialisées). En 2019, 50 690 ha de vignes sont cultivés (46 % de la SAU), pour une production de 1,9 million hl de vins. Les vins constituent la 1re source de chiffre d'affaires agricole avec près de 44 % de la valeur agricole départementale.



En production, le Vaucluse réalise la moitié des vins rouges et rosés d'appellation de Provence-Alpes-Côte d'Azur avec notamment par ordre d'importance des surfaces : Côtes du Rhône générique, Côtes-du-Ventoux, Côtes-du-Luberon Châteauneuf-du-Pape, Côtes-du-Rhône village, Gigondas et Vacqueyras. Plus de 13 labels viticoles sont présents dans le Vaucluse dont 11 AOP et 2 IGP. L'IGP Vaucluse fait partie de l'IGP régionale Méditerranée, au périmètre de délimitation plus large.





Dans le Vaucluse les vendanges commencent fin Aout et se font de façon manuelles ou mécanisées. Les viticulteurs apportent alors leurs productions de raisins vers les caves de vinification (coopératives ou caves particulières) au plus vite pour récolter au meilleur moment afin que le taux de sucre du fruit soit optimal.

Grâce à son héritage viticole riche et à sa capacité à produire une variété de vins de qualité, le Vaucluse demeure une destination incontournable pour les amateurs de vin du monde entier. Ses vins sont appréciés pour leur caractère unique, leur élégance et leur authenticité, renforçant ainsi la réputation de la région en tant que l'une des principales régions viticoles de la France et du monde.

## II. L'EXPLOITATION DE M. [REDACTED]

### 1. Localisation et surface

M. [REDACTED] et sa famille sont implantés dans le département du Vaucluse. Ils exercent l'activité d'exploitant agricole sur la route d'Uchaux sur la commune de Mondragon 84430 depuis de nombreuses années.



[REDACTED] et son père sont à la tête d'une exploitation agricole diversifiée en étant éleveurs de gibiers à plumes (faisans et perdrix) et viticulteurs. Ils comptabilisent environ 14 hectares de SAU dont 8ha11ar de vignes IGP Méditerranée pour une production annuelle de 30 T de raisins environ. L'exploitation est dotée d'un bâtiment de stockage de matériels de 760 m<sup>2</sup> et de deux bâtiments d'élevage de gibiers de 650 m<sup>2</sup>. M Portalier est équipé de diverses machines dont un tracteur et pulvérisateur pour ses cultures de vignes.

Elle se situe des deux cotés de la route d'Uchaux et se divise en plusieurs sites de production autour de volières traditionnelles de gibiers à plumes vouées à être remplacées par des vignes (Figure 1). L'élevage de faisans sous volières traditionnelles est voué à disparaître pour raison sanitaire. Les volières et la production de 15 000 faisans ancienne sont voués à être remplacés par l'installation de vignes pour permettre la pérennité de l'exploitation faisant face à un problème sanitaire sur l'élevage.



Figure 1 : Photographies aérienne de l'exploitation.

### 2. Fonctionnement de l'exploitation

M. [REDACTED] exerce son activité d'éleveur et viticulteur avec son père et souhaite diversifier son activité via un projet viticole. Cette stratégie de diversification s'inscrit dans un objectif d'augmentation



et de stabilité de son chiffre d'affaire. La continuité de développement de l'exploitation passe par l'aménagement de nouvelles structures, le recours à un financeur extérieur est à privilégier. En effet, les conditions économiques d'exploitation, ne permettent plus aujourd'hui au monde agricole de supporter des programmes d'investissement très important.

Les serres de type pergolas pour vignes photovoltaïques avec filets de protection de Technique Solaire, dont les financements sont sécurisés par la revente d'électricité d'origine photovoltaïque permet d'enclencher un cercle vertueux dont les principales composantes sont les suivantes :

- Elargissement d'une production et stockage à faible empreinte carbone,
- Création d'emplois agricoles ou pérennisation d'emplois,
- Production d'électricité verte,
- Contribution fiscale importante à travers les futures taxes de substitution à la taxe professionnelle



**Figure 2** : Photographies prise depuis la route à l'Est de l'exploitation

La démarche que souhaite développer l'exploitant agricole et Technique solaire à travers ce projet agricole photovoltaïque est l'utilisation d'une solution technique innovante pour la culture pérenne de vignes dans le Vaucluse : une serre de type pergola avec filet et couverture photovoltaïque.



VUE 1 - ETAT INITIAL



VUE 1 - PROJETÉ  
sans mesure paysagère



VUE 1 - PROJETÉ  
avec mesure paysagère



VUE 2 - ETAT INITIAL



VUE 2 - PROJETÉ



VUE 3 - ETAT INITIAL - PROJETÉ





### III. LA DESCRIPTION DE L'INSTALLATION AGRICOLE: UNE SERRE DE TYPE PERGOLA PHOTOVOLTAÏQUE AVEC FILETS POUR LA CULTURE DE LA VIGNE

#### 1. Le projet sur-mesure de serre de type pergola de M

M. [REDACTED] et Technique Solaire ont pour souhait la mise en place d'une installation communément appelée « agrivoltaïque », dont la première vocation est de répondre aux besoins de l'agriculteur, soit la protection des vignes aux aléas climatiques (p.ex. grêles, gel, etc.) et aux bioagresseurs. Dans ce sens, il a été proposé à M. [REDACTED], la mise en place d'abris climatiques non mobiles sous la forme de panneaux solaires fixes, surélevés au-dessus des rangs de vigne.

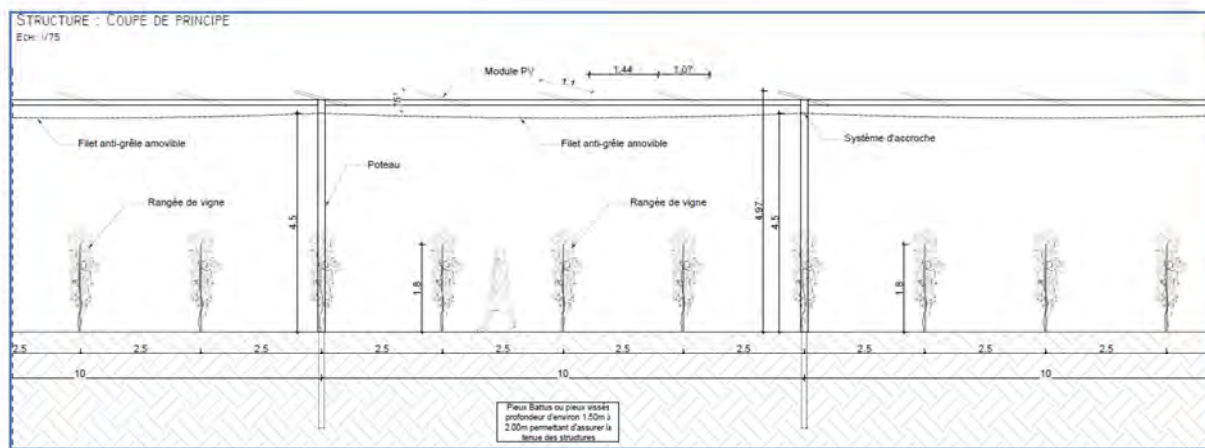
Dès la genèse du projet, Technique Solaire a développé et conçu cet pergola photovoltaïque selon tous les impératifs techniques et mécaniques de la production viticole, et a adapté la structure agricole photovoltaïque à l'usage agricole recherché, en optimisant l'espace exploitable sous la structure. La structure agricole photovoltaïque ne contraint ainsi pas les interventions techniques (implantation, entretien, interventions phytosanitaires, récolte, etc.) indispensables à la conduite de la culture.

Compte tenu de la configuration du site agricole et des pratiques culturales, le projet global s'étend sur une surface agricole utile de 20 808 m<sup>2</sup> avec une emprise au sol de l'installation agricole photovoltaïque de 9 056 m<sup>2</sup> (Figure 3). Le taux de couverture est donc d'environ 42%.



Figure 3. Plan de masse du projet agricole photovoltaïque

La structure proposée est celle de panneaux fixes, orientés NO-SE. Un espacement de 2,5 m entre chaque rangée de panneaux est respecté, en adéquation avec les méthodes de culture et les machines utilisées par l'exploitant (Figure 4). Les dimensions verticales seront au minimum de 4,5 m en partie basse et de 4,97 m en partie haute. La largeur d'un panneau projeté au sol sera au maximum de 1,07 m avec des tables d'un rampant de 1,1 m, inclinées à 15 °.



**Figure 4** Coupe longitudinale d'un rang de l'installation photovoltaïque (en m)

L'implantation de la future vigne prend à la fois compte du tracé des parcelles cadastrales et les contraintes d'exploitation : les rangs s'étendront sur la même longueur que les rangs des panneaux solaires. Le fait d'avoir des rangs plus ou moins égaux permet de faciliter l'entretien : dosage des traitements et pression du système d'irrigation identique.

Ce projet porte sur la réalisation d'une pergola agricole photovoltaïque dont les objectifs peuvent être résumés ainsi :

- Développement et pérennisation de l'activité de production
- Allongement de la période de production
- Amélioration des conditions de travail sous abris climatiques et augmentation des capacités de stockage
- Efficacité de l'organisation du travail avec des nouveaux espaces
- Sécurité de production contre les aléas climatiques (fortes chaleurs, grêle, et excès pluviométriques)

Il s'agit d'un investissement agricole réfléchi et important en termes de développement et pérennité de l'entreprise.



## 2. Le partenariat entre M. [REDACTED] et TECHNIQUE SOLAIRE

Le développement et la construction de pergolas photovoltaïques pour vignes au lieu-dit « L'étang » sur la commune de Mondragon (84430) est fait dans le cadre d'un bail à construction et d'un prêt à usage entre Monsieur [REDACTED] et TECHNIQUE SOLAIRE.



#### a. Le financement des structures contre la revente d'électricité

Le projet est financé intégralement par TECHNIQUE SOLAIRE avec des fonds propres et de la dette remboursée avec la revente de l'électricité produite par les panneaux pendant la durée du bail. L'exploitation de la famille [REDACTED] a la jouissance des pergolas pour vignes à titre gratuit pendant la durée du bail ainsi que le financement des plants de vignes. Les revenus issus de la revente de l'électricité servent à financer le projet et à assurer l'exploitation et la maintenance de l'installation photovoltaïque. Par ailleurs, l'exploitant pourra s'il le souhaite revendre l'énergie pour son propre compte à l'issue du bail.

#### b. Un projet agricole photovoltaïque à impact positif

L'option d'installation d'une unité de production photovoltaïque sur les abris climatiques est motivée par la volonté d'inscrire le projet dans une démarche de développement durable, en produisant de l'électricité au moyen d'une source d'énergie renouvelable et non polluante.

**La production moyenne annuelle de l'abris climatique serait d'environ  
3 049 500 kWh**

Le bilan environnemental d'une installation utilisant les énergies renouvelables se mesure en calculant les économies réalisées en ressources non renouvelables. En France, la quantité équivalente de CO<sub>2</sub> émis dans l'atmosphère par la production électrique s'élève à 0,089 kg/kWh (ratio européen : 0.360kg/kWh).

L'équipement du projet en abris climatiques photovoltaïques permettrait donc d'éviter l'émission d'environ **270 T/an** de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, soit **8 100 tonnes de CO<sub>2</sub>** sur 30 ans (ratio français).

À titre de comparaison, la production réalisée équivaldrait à la consommation annuelle en électricité (hors chauffage et eau chaude sanitaire) d'environ **1 100** foyers (à raison de 2750 kWh/an/foyer). Ces projets participeront à faire de Mondragon un territoire à énergie positive.

## IV. DESCRIPTION DE LA SYNERGIE ENTRE LA PRODUCTION AGRICOLE ET LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

### 1. Les besoins agricoles identifiés

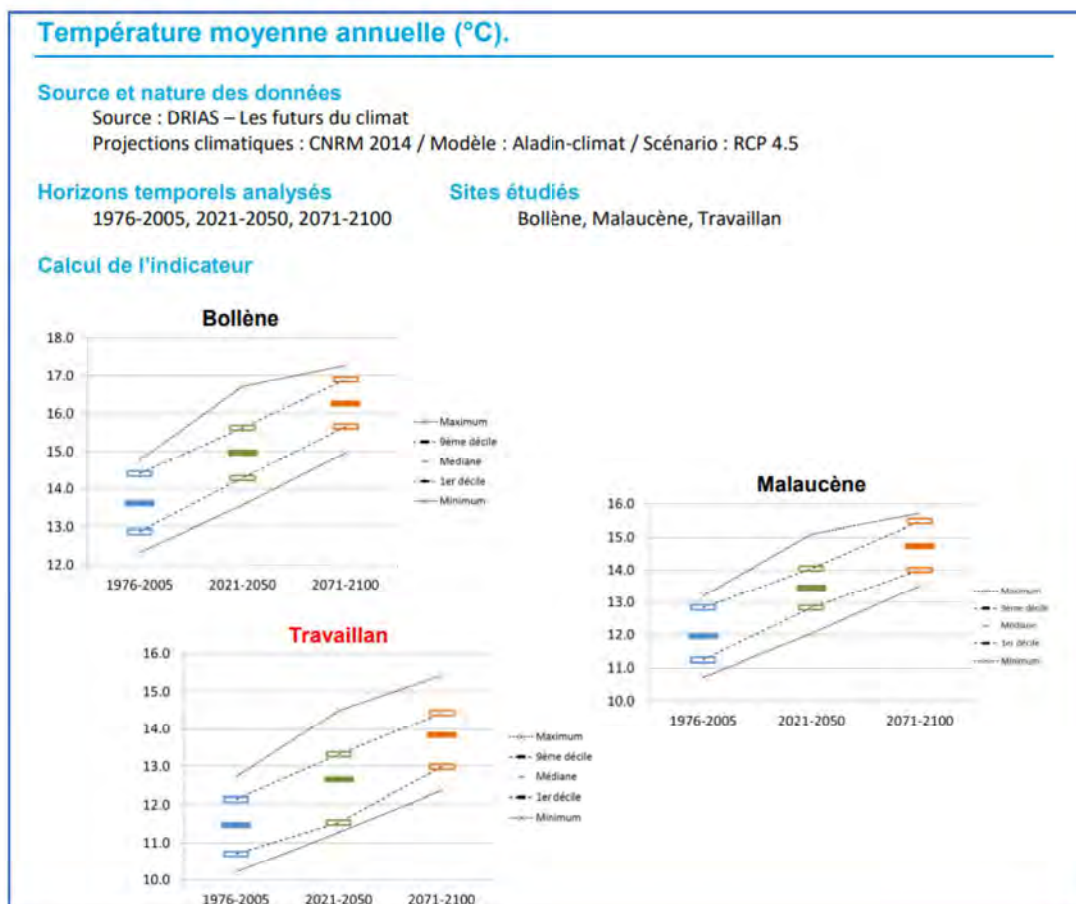
#### a. Les aléas climatiques en région PACA

En Région PACA, depuis les cinquante dernières années, une multiplication des événements climatiques exceptionnels a été observée : nombre de jours échaudants, intensité et raréfaction des précipitations. Une étude a été réalisée par la Chambre d'Agriculture du Vaucluse et Uni Lasalle à partir des données du projet DRIAS<sup>4</sup> (Scénario RCP 4.5<sup>5</sup>) révèle une aggravation des aléas climatiques dans

<sup>4</sup> Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnement

<sup>5</sup> Les scénarios RCP sont quatre scénarios de trajectoire du forçage radiatif jusqu'à l'horizon 2100. Ces scénarios ont été établis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat pour son cinquième rapport, AR5. Un scénario RCP permet de modéliser le climat futur.

la région PACA<sup>6</sup>, plus particulièrement dans le Vaucluse (Figure 5). Il est simulée, selon le scénario 4.5 RCP, à Bollène, une augmentation de 13,6 à 16,2°C en moyenne sur l'année.



**Figure 5** Prédiction de la température moyenne annuelle (en °C) dans le département du Vaucluse (à Bollène, Travaillan et Malaucène), pour différents horizons (2021-2050 ; 2071-2100), selon le scénario RCP 4.5.

Concernant le nombre de jours dont la température est égal ou supérieur à 32°C, les simulations prédisent, à Bollène, une augmentation médiane de 11 jours (1976-2005) à 42 jours (2071-2100 ; Figure 5).

<sup>6</sup>Etude « Changement climatique et agriculture au XXI<sup>ème</sup> siècle : quelques évolutions attendues dans le Vaucluse ».



## Nombre de jours où TX $\geq$ 32°C par an (jour).

### Source et nature des données

Source : DRIAS – Les futurs du climat

Projections climatiques : CNRM 2014 / Modèle : Aladin-climat / Scénario : RCP 4.5

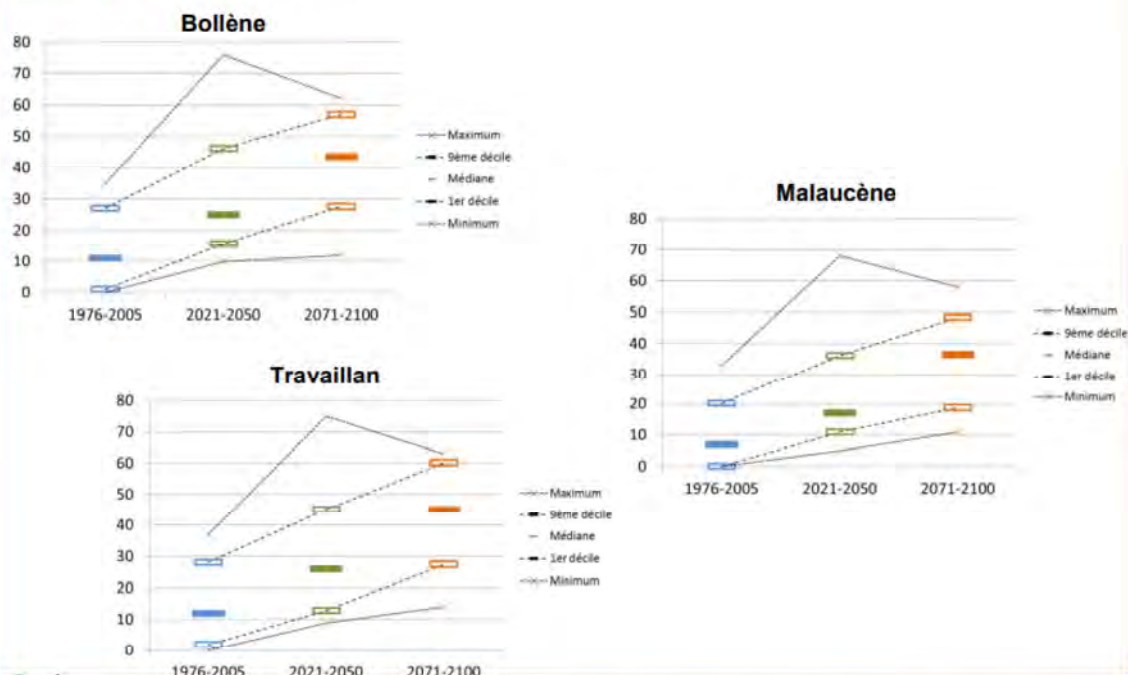
### Horizons temporels analysés

1976-2005, 2021-2050, 2071-2100

### Sites étudiés

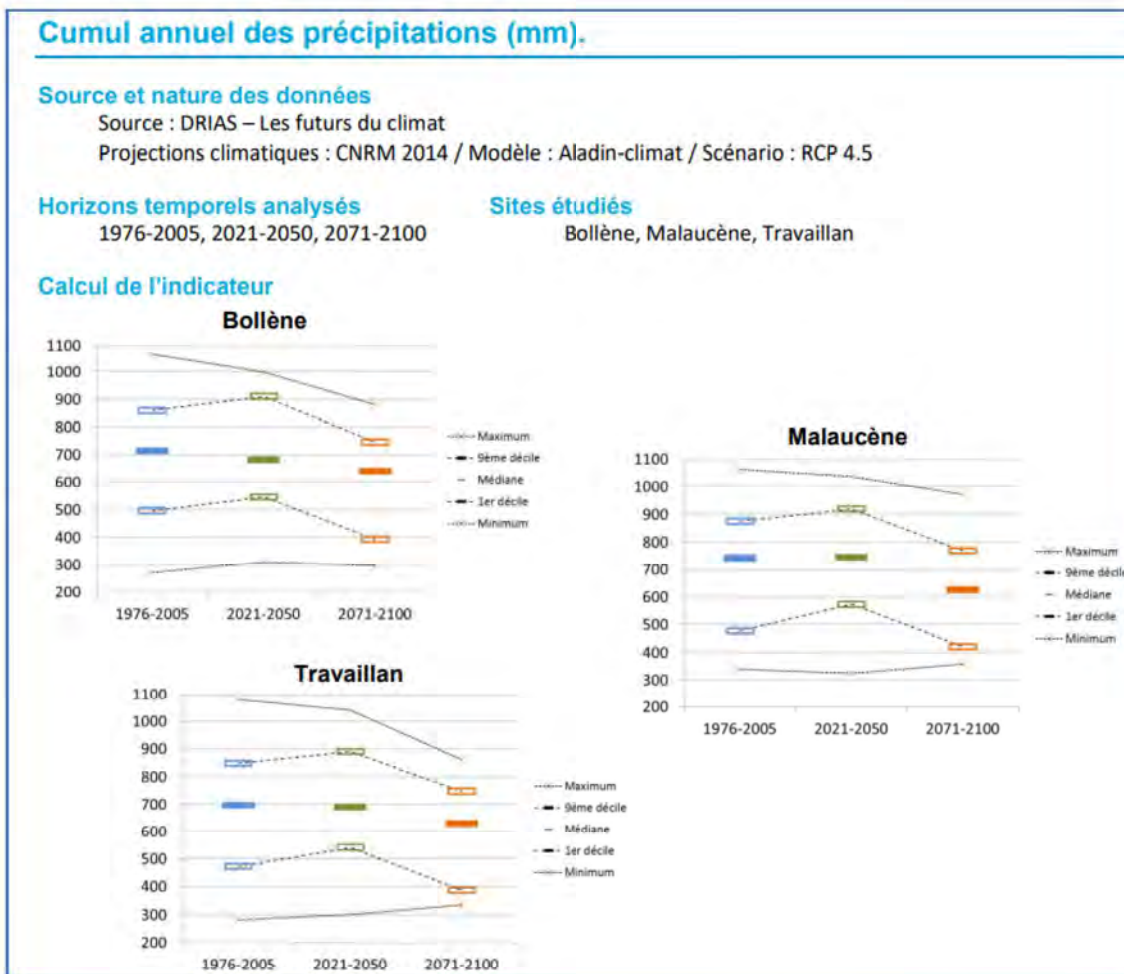
Bollène, Malaucène, Travaillan

### Calcul de l'indicateur



**Figure 6** Prédiction du nombre de jours dont la température est égale ou supérieure à 32°C dans le département du Vaucluse (à Bollène, Travaillan et Malaucène), pour différents horizons (2021-2050 ; 2071-2100), selon le scénario RCP 4.5.

Finalement, les projections, selon le scénario RCP 4.5, montrent une diminution des cumuls de précipitations annuels avec, à Bollène, une diminution des valeurs médiane de 710 mm à 630 mm (Figure 7). Ces valeurs ne prennent pas en compte la répartition des précipitations au cours de l'année. En effet, il est attendu à une augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de pluies violents (p. ex. orages) dont la contribution à la réserve utile en eau du sol et au rechargement de la nappe phréatique est faible.



**Figure 7** Prédiction du cumul annuel de précipitations dans le département du Vaucluse (à Bollène, Travaillan et Malaucène), pour différents horizons (2021-2050 ; 2071-2100), selon le scénario RCP 4.5.

Selon cette étude, dans le but de limiter l'impact des aléas climatiques sur le bon état physiologique de la vigne et ses débouchés, différentes voies d'adaptation doivent être envisagées, parmi lesquelles les ombrages naturels ou artificiels en cultures pérennes.

### b. L'impact des aléas climatiques sur les rendements viticoles

#### Les jours échaudants

En viticulture, avec, la hausse des températures, et du nombre de jours échaudants, il est couramment observé une augmentation de la concentration en sucre des raisins induisant une augmentation de la teneur en alcool du vin (Caravia et al., 2016). Les fortes températures affectent particulièrement la vigne lors des derniers jours de maturation du vin (à partir 16° Brix) avec comme effet notable, le flétrissement des fruits et la modification de la couleur du raisin (Hulands et al., 2013 ; Fuentes et al., 2010). De plus, les fortes températures sont associées à de fortes irradiances, impactant conjointement la maturation du vin, selon un phénomène d'effet seuil et induisant une perte de rendement et des modifications organoleptiques (p. ex. anthocyanine, composés phénoliques, tannins). Ces observations sont à modérer étant donné les différences notables du comportement de la vigne en fonction des cépages et des conditions pédoclimatiques. Le Vaucluse en particulier est de plus en plus sujet à des épisodes de sécheresse.

#### Le gel



Des troubles plus ou moins graves peuvent apparaître sur les végétaux lorsque les températures baissent en dessous d'une certaine limite. Les gelées précoces en automne provoquent un déclenchement prématuré de la dormance accompagné d'une chute des feuilles. Cette précocité aboutit à un mauvais aoutement du bois si les réserves (glucidiques et protéiques) ne sont pas suffisantes. L'avancement du début de la floraison implique un rapprochement des périodes de gels printaniers avec l'apparition de fleurs et entraîne donc un risque de gel sur ces dernières (Figure 8).



**Figure 8:** Photographie d'une vigne ayant subi un épisode de gel après la phase de débourrement, lors de la sortie des premières feuilles.

### La grêle et les fortes intempéries

La grêle et les fortes intempéries sont des événements météorologiques délétères dont l'intensité sont en hausse avec le dérèglement climatique actuel<sup>7</sup>. Les fortes intempéries, sous forme d'orage, augmente la pression fongique sur les vignes, avec par exemple la prolifération facilitée du mildiou, comme observé cette année dans le Bordelais<sup>8</sup> ou dans le Jura<sup>9</sup>. La grêle impacte de manière très localisée et particulièrement les producteurs viticoles par la casse des parties ligneuses de la vigne ou encore la dégradation directe des fruits en phase de maturation (Figure 9). Il est à noter que la détérioration des vignes par la grêle (cassure des organes végétatif) associé à de fortes intempéries donne lieu à des conditions optimales pour la prolifération du mildiou. De nombreux épisodes de gel ont récemment endommagé des vignes sur différentes communes du département du Vaucluse.

<sup>7</sup> Raupach, T. H., Martius, O., Allen, J. T., Kunz, M., Lasher-Trapp, S., Mohr, S., ... & Zhang, Q. (2021). The effects of climate change on hailstorms. *Nature reviews earth & environment*, 2(3), 213-226.

<sup>8</sup> <https://www.francebleu.fr/infos/agriculture-peche/avec-les-forts-cumuls-de-pluie-en-juin-le-mildiou-s-attaque-aux-vignes-du-bordelais-1608620>

<sup>9</sup> <https://www.francebleu.fr/infos/agriculture-peche/entre-60-et-70-de-pertes-pour-les-vignobles-du-jura-a-cause-des-intemperies-1627848486>



Figure 9: Photographie d'une vigne ayant subi un épisode de grêle

### L'historique des vignes dans le Vaucluse

Dans le Vaucluse, l'association de ces événements météorologiques délétères ont été observés en 2021 et 2022 et ont été médiatisés avec des domaines de renom touchés (ex : vignes de Châteauneuf-du-Pape). En effet, les vignes ont subi des épisodes successifs d'orages et grêle avec des températures parfois négatives entraînant du gel. Le mildiou a proliféré au cours de l'été, avec les fortes intempéries, sous forme d'orage. Les rendements ont subi des baisses conséquentes sur plusieurs communes du département et notamment aux épisodes de sécheresses exceptionnelles qui se prolongent depuis le printemps et qui entraînent des mesures de restrictions d'usage de l'eau.

### c. Les enjeux agricoles de l'exploitation

Ce projet agricole photovoltaïque a pour objectif de sécuriser les débouchés de M. [REDACTED] en prévenant ses vignes des impacts multiples du dérèglement climatique et des bioagresseurs (Figure 10).

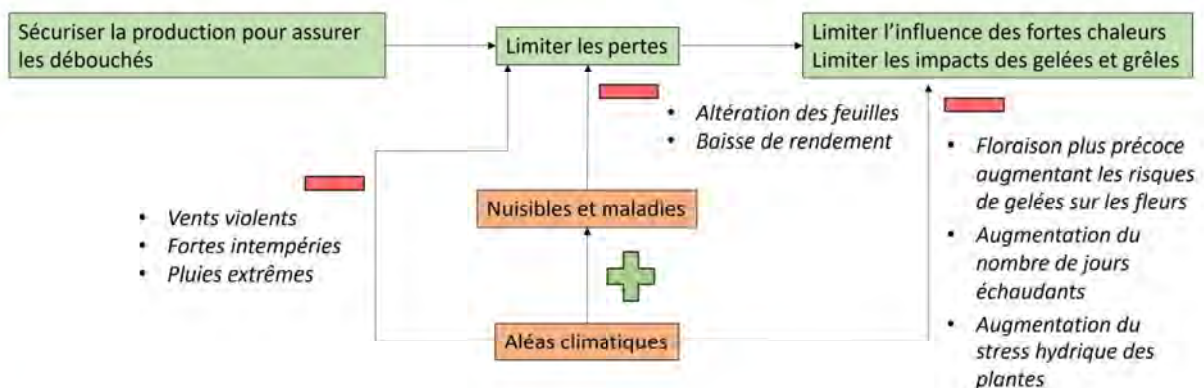


Figure 10 Les enjeux agricoles de l'exploitation



L'exploitation souhaite également réduire son apport en eau dans les vergers, et cela ne semble pour l'instant pas cohérent avec les phénomènes climatiques : diminution des précipitations et augmentation de l'évapotranspiration. L'ombrage des panneaux solaires limitera l'évapotranspiration ainsi que le stress hydriques des plantes et *in fine* permettra une optimisation de l'irrigation. En effet des études menées à différentes latitudes (Espagne, France, Allemagne) et sur différentes cultures (p. ex. pommiers, vignes) sous panneaux solaires révèlent une baisse de l'ordre de 20-30% de l'évapotranspiration<sup>10</sup>.

## 2. Les services apportés en réponses aux besoins agricoles identifiés

### a. Une synergie technique

Pour rappel, les enjeux présentés sur l'exploitation sont ceux d'assurer la continuité d'approvisionnement des débouchés en limitant les pertes de productions liées aux canicules (jours échaudants), aux périodes de gels, aux épisodes de grêle, aux insectes nuisibles, ainsi que de tendre vers une optimisation de l'irrigation dans un contexte de sécheresse.

Pour répondre à ces enjeux agricoles, les panneaux solaires ont pour effet direct de :

- Créer un ombrage qui va permettre de diminuer les effets des fortes chaleurs sur les fruits ; diminuer le phénomène d'évapotranspiration en permettant de conserver l'eau dans le sol et ainsi réduire le stress hydrique des plantes et donc le besoin en irrigation.
- Créer un écran thermique, conservant plus longtemps la chaleur accumulée la journée, ralentissant la chute de température dans les vergers durant la nuit et permettant alors de lutter contre les effets du gel.
- Dévier la grêle afin qu'elles ne tombent pas directement sur les arbres permettant de diminuer la cassures des différents organes mais aussi les risques de maladies cryptogamiques (p. ex. mildiou).
- Lutter contre la prolifération d'insectes nuisibles, sans augmenter la fréquence d'utilisation des produits phytosanitaires, soit par la mise en place de filets anti-insectes sur le pourtour de l'installation.

Les structures photovoltaïques apportent un support à la mise en place des filets anti-grêle et brise vent nécessaire pour lutter contre les effets néfastes de fortes irradiations, des grêles et des vents violents et/ou asséchants.

Au-delà de l'optimisation purement agronomique, les abris climatiques photovoltaïques présentent d'autres atouts comme des meilleures conditions de travail pour la main-d'œuvre avec une protection face à l'ensoleillement mais aussi un déplacement favorisé des ouvriers en limitant leur enlèvement dans la boue, au niveau des pieds.

Dans toutes les productions agricoles photovoltaïques, en plus des avantages décrits précédemment, il est essentiel d'étudier la productivité totale de la parcelle associant production agricole et d'énergie. Les abris climatiques photovoltaïques permettent de décupler la productivité de la terre<sup>11</sup>. Il est à noter que des moyens de lutte, plus ou moins efficaces, et souvent coûteux, existent pour lutter contre la prolifération des bioagresseurs et des événements climatiques délétères, de plus en plus fréquents dus

<sup>10</sup> SolarPower - Europe's Agrisolar Best Practice Guidelines – Version 2 - 2023

<sup>11</sup> Dupraz, C., Marrou, H., Talbot, G., Dufour, L., Nogier, A., & Ferard, Y. (2011). Renewable Energy, 36(10), 2725-2732.

aux dérèglements climatiques. Une revue synthétique appliquée à l'arboriculture est proposée ci-dessous avec la présentation des moyens de lutte passive et active (Annexe 1).

### b. Une synergie économique

Ce projet agricole photovoltaïque est une véritable opportunité pour M. [REDACTED], car l'installation de nouvelles vignes correspond à un investissement important, chiffré à environ 30 000 €/ha lorsqu'elles sont plantées de façon conventionnelles, soit à l'échelle de son terrain de Mondragon d'une surface totale d'environ 2,5 ha : **75 000 €** (Tableau 2).

**Tableau 2.** Estimation des coûts de plantation pour le projet de M. [REDACTED] à Mondragon à partir des données de Chambres d'agricultures (hors heures de mécanisation)

	Coût à l'hectare	Coût total pour le projet (2,5 ha surface utile)
<b>Plantation</b>	Densité 4000 plants de vignes / ha	
Coût d'un plant de jeune vigne 4€ (moyenne de M. [REDACTED])	16 000 €	40 000 €
<b>Irrigation</b>		
Fourniture et installation	1 500 €	3 750 €
<b>Pallissage et filets</b>		
Piquets	5 500 €	13 750 €
Fils de fer	500 €	1 250 €
Chapeaux et fils de faitage	500 €	1 250 €
Câbles transversaux	300 €	750 €
Amarres	500 €	1 250 €
Elingues et serres câbles	500 €	1 250 €
Filet paragrêle	3 500 €	8 750 €
Plaquettes, élastiques, peignes	1 200 €	3 000 €
<b>Total</b>	<b>30 000 €</b>	<b>75 000 €</b>

Après dimensionnement de l'installation, selon les besoins de M. [REDACTED], la structure sera utilisée pour une partie du pallissage des vignes, diminuant l'investissement de 2 500 €, soit le cinquième des coûts des piquets (5500 €/ha car les poteaux ne sont pas situés sur toutes les rangées de vignes grâce au système de pergola). De plus, Technique Solaire s'engage à fournir les filets paragrêle et brise vent en pourtour rétractables, réduisant l'investissement initial de 8 750 €. Après soustraction de ces deux postes, les coûts d'installation des vignes sont estimés à environ 63 500 € pour la totalité du projet. Or Technique Solaire a convenu avec M. [REDACTED] que lui sera versée une soulte d'environ 57 500 €, utilisée pour le lancement de ses nouvelles vignes. L'investissement de sa part au départ n'est donc estimé qu'à 6 000 euros.

D'après le **Tableau 3**, étant donné que la cave coopérative de M. [REDACTED] s'engage à lui acheter un maximum de 80 hl/Ha (sur les 120 hl/Ha maximum de production prévus par le Cahier des Charges de l'IGP Méditerranée) il est estimé que le chiffre d'affaires, par hectare et par an, à maturité (soit après minimum 5 ans), sera au moins identique entre des vignes conventionnelles et des vignes sous pergolas photovoltaïques (soit un chiffre d'affaires d'environ 6400 € et donc un Chiffre d'Affaires total pour les 2,5 ha de 16 000 euros. Même en prenant en compte l'impact de l'ombrage sur les rendements, soit une perte estimée d'environ 10 %, M. [REDACTED] aurait toujours la possibilité de produire entre 80hl / ha et 108 hl/ ha (maximum de la production autorisée par le Cahier des Charges duquel on retire la perte de production potentielle due à l'atelier agricole photovoltaïque).



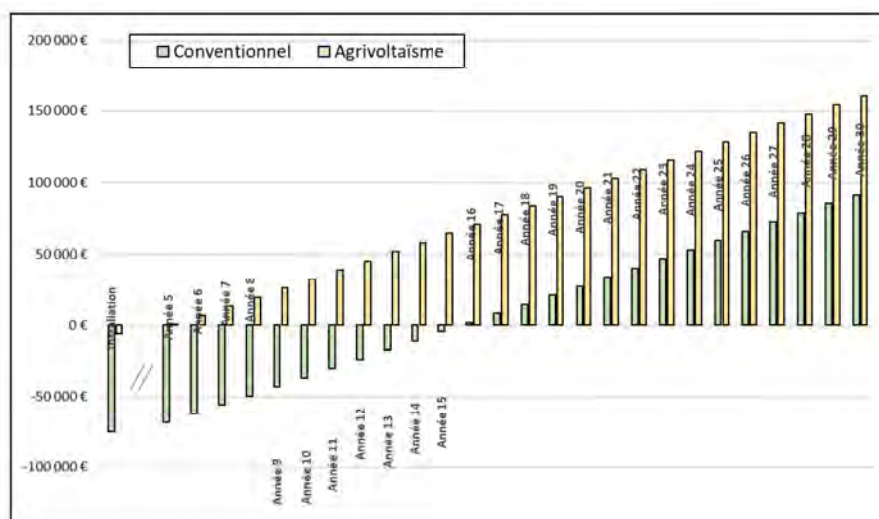
**Tableau 3** : Estimation du chiffre d'affaires entre une vigne classique et sous pergolas agricole photovoltaïques dans le cas d'une IGP Méditerranée avec les conditions de contrat de M [REDACTED]

Chiffre d'affaire annuel par hectare (à maturité) entre une vigne conventionnelle et une vigne sous pergola agrivoltaïque		
Non prise en compte des aléas climatiques sur l'atelier conventionnel		
	Vignes conventionnelles	Vignes sous pergolas Agrivoltaïques
Densité de plantation (arbre/ha)	4000	4000
Rendement annuel attendu (hl/ha) valorisés en IGP Méditerranée jusqu'à limite max fixée par cave (80hl/ha)	80	80
Prix de vente moyen 2023 (€/hl)	80 €	80 €
Chiffre d'affaire estimé (€/ha)	6 400 €	6 400 €
Le rendement par ha étant de 120 Hl, même avec une perte de production de 10% due aux panneaux, M [REDACTED] pourra toujours valoriser en IGP Méditerranée 80 hl/ha		
<b>Chiffre d'affaire total estimé pour les 2,5 ha de vignes</b>	<b>16 000 €</b>	<b>16 000 €</b>

En ce qui concerne les coûts d'exploitations des vignes, ceux-ci seront sensiblement les mêmes entre des vignes conventionnelles et des vignes sous pergolas agricoles photovoltaïques. M [REDACTED] estime même que la protection apportée par les pergolas pourraient entraîner une baisse de l'irrigation, une réduction des traitements (140 euros / ha / an environ pour des vignes conventionnelles) et une réduction de l'utilisation d'engrais (200 euros / ha / an environ pour des vignes conventionnelles). M [REDACTED] vise un taux de rentabilité identique à des vignes conventionnelles avec 30 %. Or si nous comparons une vigne conventionnelle avec des vignes sous pergolas agricoles photovoltaïques, selon les hypothèses suivantes :

- L'absence d'aléas climatique délétères réduisant les rendements annuels de l'atelier conventionnel,
- Une réduction de 10 % des rendements annuels de l'atelier agricole photovoltaïque sans impact sur le chiffre d'affaires annuel imputable aux ventes liées à l'IGP Méditerranée pour la cave

Il est estimé que l'atelier agricole photovoltaïque a une meilleure rentabilité (Figure 3) malgré la baisse de rendement par les économies réalisées sur l'installation. Il est à souligner que cette estimation se repose sur l'absence d'impacts issus d'aléas climatiques délétères sur l'atelier conventionnel, soit une production maximale sur la période considérée et l'absence de dégénérescence des arbres sur la période considérée, pour les deux types d'atelier.



**Figure 3** : Estimation du bénéfice prévisionnel de l'année 5 à l'année 30 après plantation, selon les hypothèses de travail explicités précédemment.

La réduction considérable de l'investissement pour l'installation de l'atelier agricole photovoltaïque permet d'avoir une production rentable dès les premières années de production. Pendant les années d'exploitation, les abris climatiques photovoltaïques permettent aussi de réduire les coûts liés à

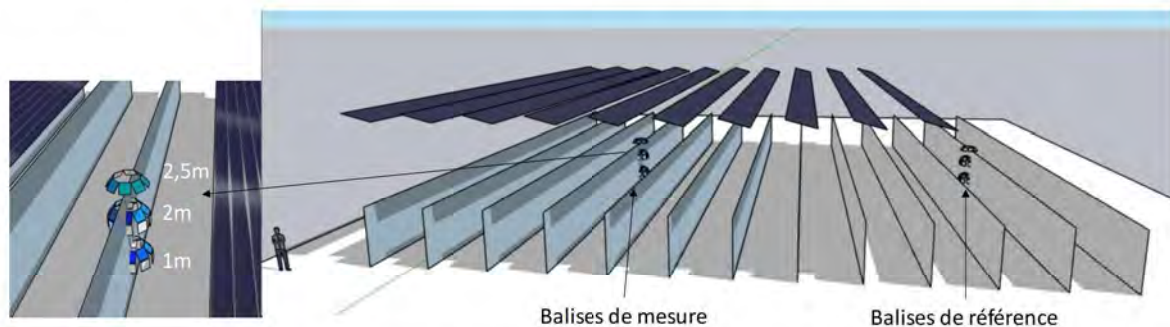
l'irrigation, en réduisant l'évapotranspiration. Le système agricole photovoltaïque pérennise les exploitations agricoles grâce à une meilleure compétitivité et à des conditions de travail plus attractives. En effet, les panneaux solaires limitent l'arrivée d'eau au niveau des plants, prévenant d'un terrain non praticable mais aussi permet une couverture face aux forts ensoleillements ou encore aux fortes intempéries (pluie, neige, grêle) pour les techniciens agricoles lors de leurs interventions sur les rangs (taillage, récolte, etc.).

En conclusion, en plus d'avantages techniques, les abris climatiques photovoltaïques ont un avantage économique essentiel : la vente de l'électricité produite par les panneaux photovoltaïques permet de financer la construction des pergolas (structure, filets). De plus Technique Solaire va financer à hauteur de 57 500 € environ l'achat de matériels et des plants de M. [REDACTED]. La réduction considérable de l'investissement initial permet d'avoir une production rentable dès les premières récoltes (soit environ 3 ans), sans avoir à contracter un emprunt sur plusieurs années. Pendant les années d'exploitation des vignes, les abris climatiques photovoltaïques permettent aussi de réduire les coûts de production (p. ex. irrigation) et diminuer les pertes de production.

### 3. Partage lumineux entre la production électrique et agricole

#### a. La réduction de lumière

Une simulation de l'ombrage, réalisée grâce à l'outil SketchUp (*package DL-Light*), a été réalisée définissant la quantité moyenne de lumière reçue, selon l'orientation, au cours de la saison de printemps et d'été, pour des conditions météorologiques issues de relevés réalisés à Lyon (**Figure 11**)



**Figure 11** : Schéma 3D de l'installation agricole photovoltaïque (Sketchup) et présentation des balises utilisées pour la quantification de la réduction de lumière sous les panneaux solaires.

Les résultats sont exprimés en irradiance relative, selon l'équation suivante :

$$\text{Irradiance relative (\%)} = \frac{\text{Quantité de lumière reçue sous les panneaux}}{\text{Quantité de lumière de référence}} \times 100$$

La **figure 12** présente l'irradiance relative simulée, selon différentes orientations et hauteurs (1 à 2,5 m), pour la saison de printemps.



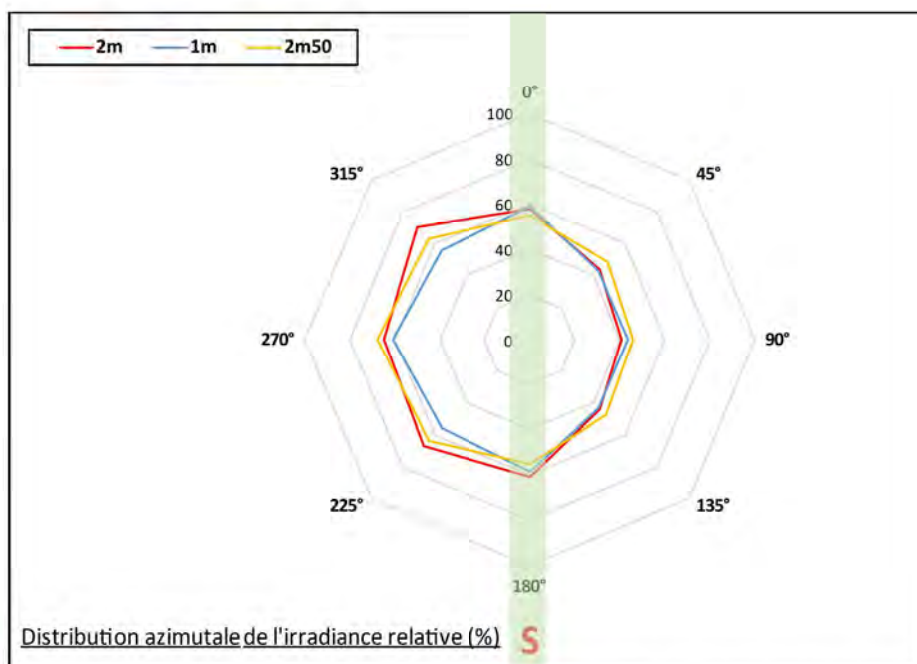


Figure 12 : Irradiance relative sous panneaux solaires simulée à 1, 2 et 2,5 m, selon l'orientation.

À 1 m, 2 m et 2,5m, l'irradiance relative en moyenne sur la saison de printemps, varie de 41 à 71 %.

Tableau 1 : Irradiance relative moyenne sous l'installation agricole photovoltaïque

	1m	2m	2m50
printemps	50	50	51
été	50	56	60

En moyenne sur toute la hauteur du rang, la quantité de lumière relative perçue par les plants atteint 59 % par rapport à une référence sans panneaux solaires (Tableau 1).

### b. L'impact de la réduction de lumière

À l'heure actuelle, le monde agricole et scientifique manque de recul sur l'impact de la réduction de lumière sur le maintien du bon état physiologique de la plante et son pouvoir de produire des débouchés économiquement viable. De nombreux essais sont d'ores et déjà en cours en France et dans le monde pour étudier les synergies possibles entre la production agricole et la production d'énergie solaire.

#### Impact de la baisse de lumière et de la température sur la croissance de la vigne et les stades phénologiques

La réduction de lumière n'a pas d'impact sur la croissance des tiges et des stades phénologiques du débournement à la véraison (Greer et Weedon, 2012 ; Oliveira et al., 2014). Néanmoins, la réduction de température peut possiblement impacter le début et la durée des stades phénologiques car la température a un effet majeur sur le déclenchement des différents stades phénologiques (Greer et Weedon, 2012). Abeyasinghe et al. (2019) démontrent le retard de maturation du vin (ombrage de 50 %), avec un décalage de 10 à 15 jours. Ce décalage est dû à un retard du déclenchement de la maturation et d'une durée accrue de la maturation. Autre exemple, à 35 jours après le début de la maturation, les vignes sous ombrage, ont un indice Brix plus faible de 7 à 8 °Brix. Cette tendance est conservée jusqu'au dernier stade de maturation (130 DAB). Néanmoins, avec d'autres cépages, ici « Semillon », la maturation continue plus longtemps sous ombrage, pour finalement atteindre une

maturation de +2 °Brix à la récolte (Greer et Weedon, 2012). Il est à noter que lors de fortes chaleurs (> 30-35 °C), la production de sucre est ralentie, or la présence d'ombrage sur les vignes limite cette réduction, ainsi le taux d'accumulation de sucre reste constant (Abeyasinghe et al., 2019). À la suite de la maturation, la sénescence des feuilles arrive plus tard, soit 3 semaines (Oliveira et al., 2014).

### Impact de l'ombrage sur le rendement

Il a été mesuré une perte de 10 % (Abeyasinghe et al., 2019) et de 20 % (Greer et Weedon, 2012) avec respectivement un ombrage de 50 et 70 %. Cette même observation a été réalisée sur une vigne de Pinot Noir, avec une baisse de 10-15 % du rendement suite à 50 % d'ombrage (Ghiglieno et al., 2019). Néanmoins, il est important de souligner que des températures supérieures > 35 °C ont aussi un impact négatif sur les rendements (Abeyasinghe et al., 2019 ; Hulands et al., 2013). La présence d'un voile occultant, diminuant la température sur les fruits, induit de meilleurs rendements (+15 % ; Abeyasinghe et al., 2019). Ces baisses de rendement sont à associer à une réduction du diamètre des fruits (Hulands et al., 2013).

### Impact de l'ombrage sur la qualité du vin (couleur, propriétés organoleptiques)

L'accumulation de polyphénol, de tanins (arômes) et de l'anthocyanine (couleur) est optimale dans une gamme de températures données et est dépendante des cépages cultivés (Oliveira et al., 2014). La réduction de la température, limite la biosynthèse de ces composés, mais dans des conditions de fortes chaleurs, l'ombrage limite leur dégradation (Spayd et al., 2002). Néanmoins, en dehors des conditions de fortes chaleurs, l'ombrage impacte négativement la synthèse d'anthocyanine et de sucre, ce qui s'exprime par un vin plus clair et plus acide (Oliveira et al., 2014)). Pour un ombrage de 50 %, la quantité totale de sucre est diminuée de 1,4-1,8°Brix (Abeyasinghe et al., 2019). Le taux d'accumulation de sucre, soit la vitesse de maturation, est différent sous ombrage, avec une augmentation de 0,1 à 0,4°Brix/jour jusqu'à 120 DAB puis 0,6°Brix/jour jusqu'à la récolte ; en absence d'ombrage, le taux est constant et égal à 0,4°Brix/jour (en dehors de fortes chaleurs réduisant l'accumulation de sucre ; Greer et Weedon, 2012). Il est donc à noter que l'effet positif de l'ombrage est la préservation de l'acidité, qui est intéressante par exemple pour la production de vins pétillants (Ribéreau-Gayon et al., 2000) ou encore le respect des cahiers des charges, comme la réduction du degré d'alcool, proportionnel aux taux de sucre à la récolte. Il est important de souligner que ces modifications des composés organoleptiques, de quantités de sucre et d'anthocyanine ne sont pas similaires entre les cépages (se référer au Tableau 1). Par exemple, pour le Pinot noir, aucun impact n'a été mesuré sur la concentration en composés phénoliques et d'anthocyanine, néanmoins l'acidité une nouvelle fois était plus importante (moins de sucre) avec une plus grande concentration d'acide malique. Mori et al. (2005), ont démontré, dans le cas du Pinot Noir, que la concentration d'anthocyanine était corrélée, à l'instar des pommiers, à la différence de température entre le jour et la nuit. Durant les événements de fortes chaleurs (> 35 °C), associés à de fortes irradiances, les fruits sont endommagés avec un flétrissement pouvant alors impacter jusqu'à 40 % le rendement (Hulands et al., 2014). Ce phénomène est alors réduit avec la présence d'un voile occultant.

## c. Modélisation agronomique

Technique Solaire a missionné Naldeo Technologies & Industries, collaborant directement avec l'université de Leuven<sup>12</sup>, pour réaliser une étude de rendement prévisionnel sur une culture de vigne,

<sup>12</sup> Bruhwylter, R., Brunet, P., Dabadie, G., Thiery, A., Chapon, J., Drahi, E., ... & Lebeau, F. (2022, June). Assessing Windbreak Effect of Vertical Agrivoltaics on the Reduction of Evapotranspiration in Different Climates. In AgriVoltaics.



équipée d'une installation agricole photovoltaïque aux dimensions identiques à celles présentées précédemment.

Cette étude utilise l'outil de simulation agronomique STICS<sup>13</sup>, développé par l'INRAe, qui utilise les données météorologiques, pédologiques, l'itinéraire technique et la génétique des variétés étudiées, dans le but de simuler, à l'échelle d'un cycle annuel, les rendements agronomiques issus de la culture.

Dans le contexte de cette simulation, il a été simulée une culture de Aligoté, dans le département de l'Allier (commune de Bizeneuille), où le sol est caractérisé par une texture argilo-limoneuse.

Les résultats montrent que dans ces conditions pédoclimatiques les rendements sont plus hauts par rapport à une référence (sans panneaux solaires ; source : Agreste – Vigne dans l'Allier cépage non identifié), soit respectivement 10 t/ha et 6 t/ha. Ces résultats sont expliqués par la protection radiative apportée par les panneaux solaires surjacentes, qui induit une évapotranspiration limitée. Le stress hydrique des plants de vignes étant limité les plants de vignes ont produit une plus grande quantité de raisin par hectare et ce malgré une plus faible quantité de lumière reçue.

En corroboration avec les données délivrées par le projet DRIAS, il est attendu que le phénomène de stress hydrique, détériorant les rendements, soit de plus en plus fréquent dans les différents vignobles présents en France.

#### d. Retour d'expérience

D'après les études agronomiques de Sun'Agri, qui s'intéressent à la culture de Grenache blanc, Chardonnay et Marselan sur 4,5 ha, les résultats révèlent :

- Réduction de 20 % de la consommation en eau de la parcelle,
- Amélioration des qualités organoleptiques : +13 % d'anthocyanes et entre 9 et 14 % d'acidité,
- Pendant les canicules de l'été 2019, un recul de l'arrêt de croissance, une réduction des brûlures sur feuilles .
- L'installation agricole photovoltaïque surjacente est très proche de celle développée par Technique Solaire avec une hauteur sous panneaux de 4,5 m, une distance d'inter-rang de vigne de 2,25 m, et des rampants de même ordre de grandeur (environ 1 m).

Pour une seconde installation, à Tresserre (66), Alexandre Cartier, responsable d'affaires chez Sun'Agri confirme que les premiers résultats sont intéressants sur le plan qualitatif. « On note en moyenne un degré de moins dans les moûts et 0,5 g d'acidité totale en plus par rapport au témoin ». Ce résultat est lié au fait que les persiennes ont modifié la phénologie. « *Au débourrement, les pieds sous les persiennes ont présenté une avance de 2 à 3 jours, puis cette précocité s'est atténuée à la floraison pour s'inverser à la véraison avec un retard de maturité de 3 à 5 jours. C'est conforme aux objectifs recherchés* » .

---

<sup>13</sup> <https://www6.paca.inrae.fr/stics/Qui-sommes-nous/Presentation-du-modele-Stics>

## V. Suivi agronomique

Conformément au Cahier des charges de l'appel d'offres portant sur la réalisation et l'exploitation d'Installations de production d'électricité à partir de l'énergie solaire « Centrales sur bâtiments, serres agricole photovoltaïques, hangars, ombrières et ombrières agricoles photovoltaïques de puissance supérieure à 500 kWc », édité par la CRE, il est obligatoire que le projet soit suivi sur toute la durée du contrat de rémunération (20 ans). Ce suivi, financé par Technique Solaire, est assuré par un organisme indépendant (p. ex. chambre d'agriculture, bureau d'étude, organisme professionnel, etc.). Lors du suivi, les performances agronomiques et financières de la parcelle agricole photovoltaïque sont mesurées et comparées à une zone témoin. Cette zone témoin ne comportant aucune installation équipée de modules photovoltaïques ni apportant de l'ombre est située à proximité immédiate de l'installation agricole photovoltaïque, connaît des conditions pédoclimatiques équivalentes et est cultivée dans les mêmes conditions (espèces et variétés de cultures, densité de culture, itinéraire technique) que la parcelle sur laquelle est située l'installation agricole photovoltaïque. Les résultats sont délivrés tous les 3 ans à la CRE et constituent un retour d'expérience. Les écarts notables de production entre l'ombrière agricole photovoltaïque ou la serre agricole photovoltaïque et celle de la zone témoin doivent être justifiés.

## VI. La préservation du sol agricole

### 1. Le sol agricole : définition

La fertilité d'un sol repose sur trois piliers : physique, chimique et biologique. Il suffit qu'un seul de ces piliers soit altéré pour impacter la fertilité globale du sol.

#### a. La composante physique

Un sol compacté laisse peu circuler l'air et l'eau et constitue un frein mécanique au développement racinaire. En surface, la compaction peut être à l'origine de la formation d'une croûte de battance, faisant rempart à la levée. En profondeur, le manque d'oxygène peut entraîner une asphyxie des horizons du sol, fortement préjudiciable au rendement des cultures.





**Sol compacté, pauvre en matière organique, peu fertile**



**Sol souple, riche en matière organique, fertile**

### **b. La composante chimique**

Le sol est un écosystème vivant dans lequel les micro-organismes digèrent la matière organique et la transforment en éléments simples utilisables par les racines des végétaux pour produire de la biomasse. Mais ce processus ne fonctionne que dans un milieu chimiquement équilibré : un pH trop faible ou trop élevé, une carence en minéraux ou en oligo-éléments peuvent freiner ou bloquer complètement le cycle de recyclage de la matière organique. Le sol s'appauvrit et des signes de carence apparaissent sur les cultures, impactant alors le rendement.

### **c. La composante biologique**

La matière organique est le carburant de l'ensemble de la vie du sol. Elle a différentes origines possibles : résidus de cultures (racines, chaumes, pailles) ou apports extérieurs (amendements, composts, fumiers). Si les micro-organismes du sol jouent un rôle essentiel dans la minéralisation de cette matière organique (bactéries) et la production d'humus (champignons), les macro-organismes sont les artisans de sa décomposition. Sans l'activité biologique du sol, il n'y a pas de minéralisation, pas d'humus produit, pas de porosité pour assurer la circulation de l'eau et de l'air et à terme, pas de croissance possible pour les végétaux.

Ainsi, le sol est un support, réservoir et habitat dont la préservation est essentielle, pour le maintien de la biodiversité, le rendement des futures cultures qui y seront implantées, la réduction des gaz à effet de serre, la préservation de la ressource en eau, etc. La phase chantier, impliquant le passage d'engins de plusieurs tonnes, voire de dizaines de tonnes a un impact négatif non négligeable sur la santé de ce sol. En effet, la compaction du sol induit une déstructuration du sol avec une perte importante de porosité, induisant une asphyxie de l'activité biologique des sols et des racines, une moins bonne capacité de drainage de l'eau et des difficultés racinaires à pénétrer ce dernier. C'est pourquoi, il est essentiel de mettre en place des pratiques permettant de prévenir la compaction et de régénérer le sol, et ce à différentes étapes de la vie du chantier, et impliquant différentes parties prenantes.

## 2. Les bonnes pratiques mises en place par Technique Solaire pour la préservation des sols agricoles

Il y a trois étapes principales lors d'un chantier permettant l'installation d'une installation agricole photovoltaïque chez Technique Solaire, ces dernières nécessitant des engins de poids et charges à l'essieu différents :



**Figure 13** : Les différentes étapes de la phase chantier d'une installation agricole photovoltaïque chez Technique solaire

De tels engins induisent une compaction du sol, soit une augmentation de la densité apparente du sol ( $\text{kg/m}^3$  de sol) et une diminution de la porosité du sol.

Technique Solaire, lors de la phase chantier, met en place différentes actions pour limiter la détérioration du sol, avec :

- L'intégration et la concertation, avant le lancement du chantier, avec l'agriculteur : validation des chemins, définition des fourrières des engins de chantier, sensibilisation des équipes chantier sur la sensibilité du sol,
- L'exclusion d'une phase de terrassement e/ou du prélèvement de l'horizon organique,
- La mise en place de chemins pour les engins de chantier
- La mise en culture avant le début de la phase chantier d'une variété à fort enracinement (ex. sorgho, luzerne) et si possible un faible travail du sol (p. ex. labour) selon l'agriculteur

Ces bonnes pratiques vont permettre de réduire la compaction du sol agricole lors de la phase chantier et seront complétées en après la phase chantier par la collaboration des équipes de BIO3G.

## 3. L'accompagnement de BIO3G pour revitaliser les sols

Depuis 1997, la société BIO3G conçoit, fabrique et commercialise une gamme de produits naturels et innovants destinés aux agriculteurs et aux professionnels de l'espace vert. Plutôt que de perfuser le sol et les végétaux d'apports chimiques, la société BIO3G propose de stimuler la vie du sol à travers une gamme d'activateurs de sol et de produits foliaires à base d'algues.



Le service technique de la société BIO3G est composé d'experts agronomes qui se déplacent sur tout le territoire pour diagnostiquer l'état des sols, conseiller les agriculteurs et proposer les solutions les plus adaptées pour répondre à leurs problématiques et à leurs enjeux.



La société BIO3G travaille en partenariat avec différents laboratoires et réalise chaque année plus de 3000 analyses de sol, fourrages, rameaux, sarments et effluents d'élevage, lui permettant de réaliser des diagnostics précis, sur toutes les productions.

Homologué sous le n° d'AMM 1200070, le biostimulant RHIZEOS® a été développé en collaboration avec le CNRS. Il s'agit d'un complexe de micro-nutriments qui stimule l'activité microbienne dans la zone racinaire. D'après une étude académique<sup>14</sup>, le biostimulant RHIZEOS®, en agissant sur les communautés bactériennes, permet de :

- Stimuler la minéralisation et l'humification des matières organiques dans le sol induisant une aération du sol avec une augmentation de la porosité,
- Stimuler les échanges entre le sol et les racines ce qui augmente l'absorption d'eau et de nutriments des végétaux,
- Stimuler la rétention des nutriments dans le sol avec des complexe hydro-rétenteur.

L'association des bonnes pratiques mises en place par Technique Solaire et l'expertise de BIO3G sur la stimulation des communautés bactériennes du sol ont pour vocation de préserver partiellement le sol du phénomène de compaction mais aussi d'accompagner l'agriculteur à la réception de son installation agricole photovoltaïque pour la bonne réussite de son nouvel atelier agricole.

## VII. Conclusion

Ce projet agricole photovoltaïque est une véritable opportunité car l'installation d'un atelier viticole correspond à un investissement important.

La soulte versée et le financement de l'infrastructure auront pour conséquence de projeter rapidement et à moindre frais Monsieur [REDACTED] dans ce nouvel atelier viticole, avec une sécurisation des rendements.

L'intégralité de la démarche fait bien sûr corps avec la loi d'accélération des énergies renouvelables, rappelant que les projets de ce type « contribuent durablement à l'installation, au maintien ou au développement d'une production agricole » (Art. L. 314-36-I.) tout en apportant à l'exploitation les principes fondamentaux de l'agrivoltaïsme :

- 1° L'amélioration du potentiel et de l'impact agronomiques ;
- 2° L'adaptation au changement climatique ;
- 3° La protection contre les aléas ;

Ces trois principes sont au centre du projet de partenariat entre Monsieur [REDACTED] et Technique Solaire, dont les objectifs peuvent être résumés ainsi :

- Développement et pérennisation de l'activité de production
- Allongement de la période de production

---

14 Hellequin, E., Monard, C., Quaiser, A., Henriot, M., Klarzynski, O., & Binet, F. (2018). Specific recruitment of soil bacteria and fungi decomposers following a biostimulant application increased crop residues mineralization. *PLoS one*, 13(12), e0209089.

- Amélioration des conditions de travail dans les rangs de vignes
- Sécurité des débouchés contre les aléas climatiques (fortes chaleurs, grêle, et excès pluviométriques...)
- Sécurité des débouchés contre les bioagresseurs et maladies (cicadelles, mildiou, flavescence dorée...)

Il s'agit d'un investissement agricole réfléchi et important en termes de développement et pérennité de l'entreprise.



## VIII. Annexe 1 : Moyens de lutte passive et active

Présentation des différents aléas climatiques associés à leurs moyens de lutte passive et leur principe

Aléas	Moyen	Principe
Gel de printemps	Choix de la parcelle	Eviter d'installer la culture en zone gélive : « creux de terrain » ou les fonds de vallées, dans lesquels les masses d'air froid risquent de s'accumuler et stagner
	Pratiques culturales	Un sol non travaillé et/ou non enherbé limite les effets des gelées, un enherbement peu dense se comporte presque comme un sol nu. Il est important de veiller à faucher ou broyer le couvert plusieurs jours avant un épisode de gel, afin de lui laisser le temps de disparaître et de ne plus produire de mulch isolant
	Fertilisation	Apport en nutriments azotés, en calcium et en potassium est favorable à une meilleure résistance de la plante au gel
Grêle/Gel	Dispersion parcellaire	Dispersion des parcelles d'une même exploitation afin de ne pas en exposer l'ensemble de la production à une même averse de grêle ou un même épisode gel
Abats d'eau	Choix de la parcelle	Privilégier les parcelles saines et drainantes, à la texture légère, et avec une faible pente naturelle pour éviter les stagnations d'eau
	Système de drainage	Le drainage est l'opération qui consiste à favoriser artificiellement l'évacuation de l'eau présente dans la couche supérieure du sol. Cette évacuation de l'eau stockée dans le sol peut se faire à l'aide de drains agricoles (tubes plastiques perforées) enterrés dans le sol à une profondeur et un écartement calculé, mais également à l'aide de fossés.

Présentation des différents aléas climatiques associés à leurs moyens de lutte active : leur avantage/inconvénient, leur principe et leur coût.

Aléas	Moyen	Principe	Avantages	Inconvénients	Coût
Gel de printemps	Tours antigel	Uniformiser les températures en mélangeant la couche d'air chaude en altitude et la couche d'air froide au sol. Efficace jusqu'à -4°C.	Protection plus large, surtout en réseaux. Une fois installée, mis en service simple.	Pollution visuelle et sonore, et problématiques d'entretien. Inefficace en cas de vent supérieur à 10km/h, et contre les gels "radiatifs" ou gelées noires.	Investissement de 40000 € pour 5 ha, soit 800 €/ha + 250 €/ha de frais de fonctionnement.
	Eolienne mobile	Identique à celui des tours fixes, mais pour protéger 3ha seulement. Efficace jusqu'à -3°C.	Moins coûteuses qu'une éolienne fixe, et moins de pollution visuelle.	Inefficace en cas de vent supérieur à 8 km/h, et contre les gels "radiatifs" ou gelées noires. Nécessité de les stocker.	Investissement de 30000 € pour 3 ha, soit 1000 €/ha + 100€/ha de frais de fonctionnement.
	Convecteurs à air chaud : appelés "canons à air chaud"	Ils diffusent de l'air chaud, et protègent environ 0,5ha jusqu'à -3°C	Efficace contre tous les types de gel et adapté aux parcelles avec ces ruptures de paysage.	Bruyant et efficacité réduite en cas de vent >10km/h.	Investissement 7000€, soit 1400€/ha + frais de fonctionnement 300€/ha.
	Aspersion : système pérenne de "brumisatio n" des vergers pendant l'alerte gel.	Le passage de l'eau de l'état liquide à l'état solide va produire de la chaleur et maintenir à 0°C la température entre le bourgeon et la couche de glace.	Efficace contre tous les types de gel, jusqu'à -7°C.	Forte consommation en eau (40 m3/ha/h) et fort ruissellement superficiel.	Investissement entre 8000 € et 140000 €/ha, soit 1000 €/ha + frais de fonctionnement 350 €/ha.
	Bougies ou bûches calorifiques	Réchauffement de l'air, efficace jusqu'à -4°C. Il faut 400 bougies pour protéger 1ha pendant 8h.	Adapté aux petites parcelles.	La manutention reste lourde (20h/ha pour 2 nuits)	Investissement 2500€/ha + frais de main d'œuvre.



Grêle	Filets paragrêles	Déploiement de filets pour protéger les parties végétatives de la tombée des grêlons.	En théorie, protection totale de la parcelle. Aucune contrainte d'accès aux arbres. Réduction des apports d'irrigation. Effet d'ombrage limitant les coups de soleil sur les fruits.	Effet d'ombrage impactant la qualité du fruit. Besoin important en main d'œuvre pour les opérations d'installation et de déploiement/fermeture des filets.	Investissement matériel de 10 000 à 15 000 €/ha. L'installation du filet la première année nécessite en moyenne 200 h/ha et 100 h/ha les années suivantes
	Canons anti-grêle	Création d'ondes de chocs dirigées vers le nuage empêchant l'agglomération de grêles	Installation bien moins coûteuse qu'une solution intégrant des filets, coût d'utilisation et de maintenance très réduit	Nuisances sonores possible pour le voisinage, Nécessité de déclencher l'équipement avant l'arrivée de l'orage. Le canon anti-grêle n'étant pas ou peu efficace sur des grêlons déjà formés.	Investissement de 40 à 50000 €/canon. Coût d'utilisation : 2€ /ha/h
	Générateurs à iode d'argent	Limitation de la taille des grêlons par aspersion d'iode à la base des nuages. Lors de leur chute, ces grêlons pourront soit fondre pour précipiter sous forme de pluie	Présence d'un dispositif d'alerte des différents opérateurs concernés pour mettre en œuvre les générateurs. Manipulation aisée des générateurs.	Nécessité d'anticiper en amont le risque d'orage et de mettre en œuvre plusieurs générateurs	Investissement de 1 500 € par générateur (soit 4 à 5 €/ha, pour le réseau Bourgogne Beaujolais) +Coût de fonctionnement : 730 €/an de consommable par générateur
Vent	Filet brise-vent	Réduire la vitesse du vent et atténuer les rafales. Réduction moyenne de la vitesse du vent de 50% sur 10 fois sa hauteur et de 25% entre 10 et 20 fois ce même paramètre	Réduction des dégâts causés par le vent comme la cassure de la tige dominante, la torsion du point de greffe, le frottement des branches sur les fruits, les déchirures	Pollution visuelle (mauvaise intégration paysagère)	15 à 20 €/mL (filet de 4 m de hauteur, hors poteaux et fils)

			aux feuilles et la dessiccation. Réduction de la dérive lors des traitements.		
	Haies brise vent	Les haies brise-vent sont des rangées d'arbres et/ou d'arbustes dont la fonction principale est de réduire le vent.	Identique aux filets, mais avec une parfaite intégration paysagère. Méthode plus durable.	Effet tardif due à la pousse des plantes	100 m de haie : 100 € de plants 150 € de paillage 10. h de travail à 2 personnes





## **Bibliographie :**

Abeyasinghe, S. K., Greer, D. H., & Rogiers, S. Y. (2019). The effect of light intensity and temperature on berry growth and sugar accumulation in *Vitis vinifera* 'Shiraz' under vineyard conditions. *Vitis*, 58(1), 7-16.

Bergqvist, J., Dokoozlian, N., & Ebisuda, N. (2001). Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52(1), 1-7.

Caravia, L., Collins, C., Petrie, P. R., & Tyerman, S. D. (2016). Application of shade treatments during Shiraz berry ripening to reduce the impact of high temperature. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 22(3), 422-437.

Downey, M. O., Dokoozlian, N. K., & Krstic, M. P. (2006). Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: a review of recent research. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3), 257-268.

Dupraz, C., Marrou, H., Talbot, G., Dufour, L., Nogier, A., & Ferard, Y. (2011). *Renewable Energy*, 36(10), 2725-2732.

Fuentes, S., Sullivan, W., Tilbrook, J., & Tyerman, S. (2010). A novel analysis of grapevine berry tissue demonstrates a variety-dependent correlation between tissue vitality and berry shrivel. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16(2), 327-336.

Ghiglieno, I., Mattivi, F., Cola, G., Trionfini, D., Perenzoni, D., Simonetto, A., ... & Valenti, L. (2020). The effects of leaf removal and artificial shading on the composition of Chardonnay and Pinot noir grapes. *OENO One*, 54(4), 761-777.

Greer, D. H., & Weedon, M. M. (2012). Interactions between light and growing season temperatures on growth and development and gas exchange of Semillon (*Vitis vinifera* L.) vines grown in an irrigated vineyard. *Plant Physiology and Biochemistry*, 54, 59-69.

Hale, C. R., & Buttrose, M. S. (1974). Effect of temperature on ontogeny of berries of *Vitis vinifera* L. cv. cabernet Sauvignon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*.

Hulands, S., Greer, D. H., & Harper, J. D. I. (2014). The interactive effects of temperature and light intensity on *Vitis vinifera* cv. 'Semillon' grapevines. II. Berry ripening and susceptibility to sunburn at harvest. *Eur. J. Hortic. Sci*, 79(1), 1-7.

Hulands, S., Greer, D. H., & Harper, J. D. I. (2014). The interactive effects of temperature and light intensity on *Vitis vinifera* cv. 'Semillon' grapevines. II. Berry ripening and susceptibility to sunburn at harvest. *Eur. J. Hortic. Sci*, 79(1), 1-7.

Info Vigne. Message n°8. Landes. 15 juin, 2022

Oliveira, M., Teles, J., Barbosa, P., Olazabal, F., & Queiroz, J. (2014). Shading of the fruit zone to reduce grape yield and quality losses caused by sunburn. *OENO One*, 48(3), 179-187.

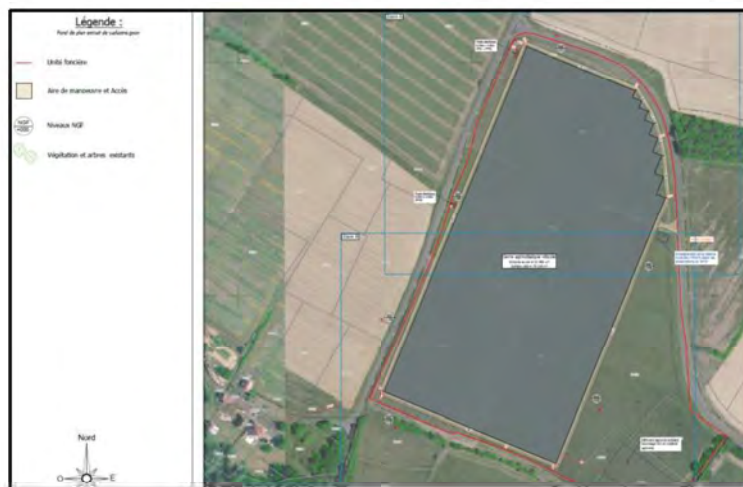
Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., & Lonvaud, A. (Eds.). (2006). *Handbook of enology. Volume 1: The microbiology of wine and vinifications (Vol. 1)*. John Wiley & Sons.

Spayd, S. E., Tarara, J. M., Mee, D. L., & Ferguson, J. C. (2002). Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *American journal of enology and viticulture*, 53(3), 171-182.

## IX. Annexe 2 : Références d'avis favorable de CDPENAF et Permis de Construire de serre de type pergola photovoltaïque de ce type déjà accordés

Tous les Permis de Construire de serres de type pergola photovoltaïque avec filets pour des viticulteurs que Technique Solaire a obtenus sont sur la base d'une conception semblable de pergolas avec des dimensions comparables à celle du projet de monsieur [REDACTED] pour son terrain de Mondragon.

Monsieur Darrimajou à Bourdalat (40190) – Serre de type pergola pour vignes sur 7,6 hectares



**PRÉFET DES LANDES**  
Edouard  
Émile  
Fraternité

Commune de Bourdalat

dossier n° PC 040 052 22 00004  
date de dépôt : 22 septembre 2022  
demandeur : Monsieur DARRIMAJOU THIERRY  
pour : un projet agrivoltaïque viticole  
adressé terrain : lieu-dit SAUBIN, à Bourdalat (40190)

**ARRÊTÉ**  
accordant un permis de construire  
au nom de l'Etat

Le maire de Bourdalat,

Vu la demande de permis de construire présentée le 22 septembre 2022 par Monsieur DARRIMAJOU THIERRY demeurant 768 RTE DE COULOMATS, Bourdalat (40190),  
Vu l'objet de la demande :  
• pour un projet agrivoltaïque viticole ;  
• sur un terrain situé lieu-dit SAUBIN, à Bourdalat (40190) ;  
• pour une surface de plancher créée de 56 m² ;  
Vu le code de l'urbanisme ;  
Vu le décret du 17 août 2021 nommant Monsieur Daniel FERMON en qualité de secrétaire général de la préfecture des Landes ;  
Vu le décret du 12 janvier 2022 portant nomination de Madame Françoise TAHERI, préfète des Landes ;  
Vu l'arrêté n°1-2022-CMEFP du 31 janvier 2022 portant délégation de signature à Monsieur Daniel FERMON, secrétaire général de la préfecture des Landes ;  
Vu l'avis favorable de Madame la directrice départementale des territoires et de la mer en date du 15/12/2022 ;  
Vu l'avis favorable avec prescriptions du service départemental d'incendie et de secours Mont-de-Marsan en date du 03/11/2022 ;

**ARRÊTÉ**

**Article 1**

Le permis de construire est ACCORDÉ sous réserve de respecter les prescriptions mentionnées à l'article 2.

**PRÉFET DES LANDES**  
Edouard  
Émile  
Fraternité

Direction départementale  
des territoires et de la mer  
Service aménagement et risques

Bureau Foncier  
Mont-de-Marsan, le 15/12/2022

Affaire suivie par : Agathe ROUE LAFFONT  
Chargée de mission Foncier  
Tél : 05 58 51 30 89  
Mél : [REDACTED]

La directrice départementale  
à  
SAR  
à l'attention de Jean Claude MONGABURE

**Objet :** permis de construire pour M. DARRIMAJOU Thierry à BOURDALAT.  
**Réf. :** V/trans. du 27/09/22 – PC 040 052 22 00004 - parcelles B 5 et B 346

**situation quant à la nécessité à l'exploitation agricole :**

Un permis de construire a été déposé le 22/09/2022 pour un projet d'implantation d'une serre équipée de panneaux photovoltaïques couvrant une superficie de 31 ha sur un terrain de 7,6 ha.

Les dispositions d'urbanisme relèvent du règlement national d'urbanisme sur la commune de Bourdalat. Les serres constituent des constructions agricoles dont l'autorisation est soumise à avis simple de la CDPENAF au titre du L 111-4 du code de l'urbanisme. Ce projet photovoltaïque sur terres agricoles relève par ailleurs des projets agrivoltaïques pour lesquels la CDPENAF souhaite se prononcer au titre de l'autosaisine prévue au L 112-1-1 du code rural et de la pêche maritime.

Lors de la séance du 15 novembre 2022, la commission a examiné le dossier, en présence de M. Darrimajou et a décidé d'ajourner la décision sur du dossier afin de permettre au pétitionnaire d'apporter les informations complémentaires.

Lors de la séance du 13 décembre 2022, un engagement sur la mise en œuvre d'un protocole expérimental en lien avec l'ODG, l'INAO et la chambre d'agriculture a été signé et des éléments financiers ont permis de démontrer la pérennité agricole de ce projet.

Direction départementale des territoires et de la mer des Landes  
351 Boulevard Saint-Médard - BP369 - 40012 Mont-de-Marsan CEDEX  
Tél. 05 58 51 30 00



## X. CONTACTS

### 1. Pétitionnaire du projet

Monsieur	[REDACTED]
Tél:	[REDACTED]

### 2. Maitre d'œuvre



TECHNIQUE SOLAIRE  
26 rue Annet Segeron, 86580, Biard  
[REDACTED], Chargé de  
développement

Tél: [REDACTED]  
[REDACTED]

[REDACTED], Service Urbanisme

Tél: [REDACTED]  
[REDACTED]