

PROJET DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE

CONSTRUCTION D'UNE SERRE PHOTOVOLTAIQUE AVEC FILETS DE PROTECTION POUR CHAMPIGNONS PLEIN CHAMP



YANNICK & JOCELYNE MANOEUVRIER

Lieu-dit : « Les Gaudinières »
44 440 JOUE SUR ERDRE

Tél : 06 07 49 67 70
mh.jocelyne@gmail.com
ymanoeuvrier@sfr.fr



TABLE DES MATIERES

Tableau de synthèse du projet à destination des membres de la CDPENAF

I.	CONTEXTE AGRICOLE	4
I.1.	LA CULTURE DE CHAMPIGNONS	5
I.2.	LE MARCHÉ DE LA MORILLE EN FRANCE.....	6
II.	LA DESCRIPTION DU PROJET ET DES BESOINS AGRICOLES	7
II.1.	PRESENTATION DE L'EXPLOITATION ET DU PROJET AGRICOLE.....	7
II.2.	LES BESOINS AGRICOLES IDENTIFIES	9
III.	LA SERRE PHOTOVOLTAÏQUE POUR LA CULTURE DE CHAMPIGNONS.....	11
III.1.	DESCRIPTION DE LA SERRE PHOTOVOLTAÏQUE	11
III.2.	LE PARTENARIAT ENTRE L'EXPLOITATION MANOEUVRIER ET TECHNIQUE SOLAIRE.....	13
IV.	DESCRIPTION DE LA SYNERGIE ENTRE LA PRODUCTION AGRICOLE ET LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE	14
IV.1.	LES SERVICES APPORTES EN REPONSES AUX BESOINS AGRICOLES IDENTIFIES	14
IV.1.a.	<i>Une synergie technique</i>	<i>14</i>
IV.1.b.	<i>Une synergie économique</i>	<i>15</i>
IV.2.	UN PROJET AGRICOLE A IMPACT POSITIF.....	18
V.	SUIVI AGRONOMIQUE	18
VI.	LA PRESERVATION DU SOL AGRICOLE.....	19
VI.1.	LE SOL AGRICOLE : DEFINITION	19
VI.1.a.	<i>La composante physique.....</i>	<i>19</i>
VI.1.b.	<i>La composante chimique.....</i>	<i>20</i>
VI.1.c.	<i>La composante biologique.....</i>	<i>20</i>
VI.2.	LES BONNES PRATIQUES MISES EN PLACE PAR TECHNIQUE SOLAIRE POUR LA PRESERVATION DES SOLS AGRICOLES	21
VI.3.	L'ACCOMPAGNEMENT DE BIO3G POUR REVITALISER LES SOLS.....	22
VII.	CONCLUSION	23
-	ANNEXE 1 : EXEMPLE D'UN AVIS FAVORABLE DE PERMIS DE CONSTRUIRE DE SERRE PHOTOVOLTAÏQUE DE CE TYPE DEJA ACCORDE	24
VIII.	CONTACTS.....	25
PETITIONNAIRES DU PROJET	25	
MAITRE D'ŒUVRE	25	

Synthèse des chiffres clés, spécifications techniques et enjeux du projet de serre agrivoltaïque de Madame Manœuvrier pour les membres de la CDPENAF :

Commune d'implantation	JOUE-SUR-ERDRE
Type de centrale	Serre de type abri climatique avec couverture photovoltaïque
Technologie utilisée	Modules cristallins disposés sur ombrière fixe
Puissance crete installée	Environ 7100 MWc
Ressource solaire	1 145 kWh/m ² /an
Production estimée	Environ 8168 430 kWh/an, soit la consommation annuelle d'environ 1 745 foyers (hors chauffage et eau chaude sanitaire)
Surface utile totale au projet	45 000 m ²
Surface d'emprise au sol (surface projetée des panneaux au sol)	32 000 m ²
Taux de couverture des structures	70%
Equipements connexes	Filets opaques 1 poche souple anti-incendie, 1 poste de transformation et poste de livraison

ITEM		Diagnostic du projet de MME. MANOEUVRIER	Enjeu	Sensibilité du projet agrivoltaïque de MME. MANOEUVRIER
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 actuellement en culture de colza.	Fort	Forte L'installation de cette infrastructure représente une emprise au sol bien plus importante que l'activité actuelle.
	Urbanisation	Les parcelles ne jouxtent pas directement d'habitation tiers.	Faible	Très faible
Infrastructures et servitudes	Infrastructures de transport	Présence de la départementale à 200 mètres au sud. Une route communale longe le projet à l'ouest, menant notamment au lieu-dit "Le Bois"	Faible	Très faible Le projet ne sera pas visible depuis la départementale. Quant à la route communale, il y a peu de passage sur cet axe routier. Une haie paysagère sera plantée pour diminuer l'impact visuel depuis l'axe routier longeant le projet à l'ouest.
	Réseaux électriques	Présence d'une ligne basse tension qui traverse les parcelles. Le raccordement sera réalisé au réseau Enedis (reste à déterminer l'emplacement précis)	Fort	Forte Déplacement de ligne à prévoir.
	Canalisations	Pas de canalisation qui traverse les parcelles.	Très faible	Très faible Aucun déplacement de canalisation prévu.
	Patrimoine	Pas de bâtiment classé dans le périmètre	Très faible	Très faible
Documents d'urbanisme	Documents locaux d'urbanisme	PLU de Joué-Sur-Erdre (Pays d'Ancenis).	Faible	Faible Aucune contre-indication trouvée.
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		Pas de site identifié dans le périmètre. Ce projet ne représente pas de risque en lui-même.	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. La centrale, une fois en service, est silencieuse.	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 seront recyclés.	Faible	Très faible
Volet agricole	Choix du site et logique du projet	La parcelle se trouve à 100 mètres de l'exploitation MANOEUVRIER. Il sera donc pratique pour eux d'aller et venir.	Faible	Très faible
	Activité	La production de champignons (morilles) va être rendue possible par ce projet. Un diagnostic technico-économique figure dans le Dossier Agricole en page 17 qui établit les hypothèses.	Fort	Forte Le projet permet le lancement d'une nouvelle activité agricole, pour laquelle il serait impossible de financer de telles infrastructures. Ce lancement va permettre de répondre à une demande de plus en plus forte et de sécuriser les débouchés.
	Rendements	L'infrastructure d'abri climatique apporte protection, occultation, la bonne installation des brumisateur, le passage sans encombre des engins.	Fort	Forte L'infrastructure d'abri climatique a été développée pour garantir la réponse aux besoins déterminés par l'entreprise France Morilles, pionnière en la matière et premier partenaire de Technique Solaire sur l'abri climatique pour morilles.
	Marques de qualité	L'exploitation MANOEUVRIER ne va pas rejoindre de groupement.	Faible	Très faible Pas de cahier des charges à respecter.
	Adaptabilité aux méthodes d'élevage et aux machines agricoles	L'exploitation MANOEUVRIER possède plusieurs engins agricoles qui ont été recensés durant la phase d'étude du projet.	Faible	Forte Les infrastructures apportées ont été dimensionnées pour permettre le passage d'engin d'entretien, facilitant les conditions de travail.

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

I. Contexte agricole

La France est un acteur majeur de la production agricole en Europe, positionnée au 1^{er} rang européen en terme de productions végétales, animales et de services agricoles (soit 77 milliards d'euros par an en 2019)¹, 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 agricole².

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 CO₂ (10 % de la part totale nationale)³.

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 dits « 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 agrivoltaïque ainsi que l'achat du matériel technique nécessaire à la mise en place et à la pérennité de l'activité

¹ Eurostat - Comptes de l'agriculture (2019 provisoire)

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

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

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 agrivoltaïques 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.

I.1. La culture de champignons

Les trois principaux pays producteurs tous marchés confondus sont la Pologne, les Pays-Bas et l'Espagne. En global, ces volumes génèrent un chiffre d'affaires global de près de 3,3 milliards d'euros. En Europe, près de 393 000 tonnes de champignons sont destinées à la transformation.

Production européenne de champignons frais 2016

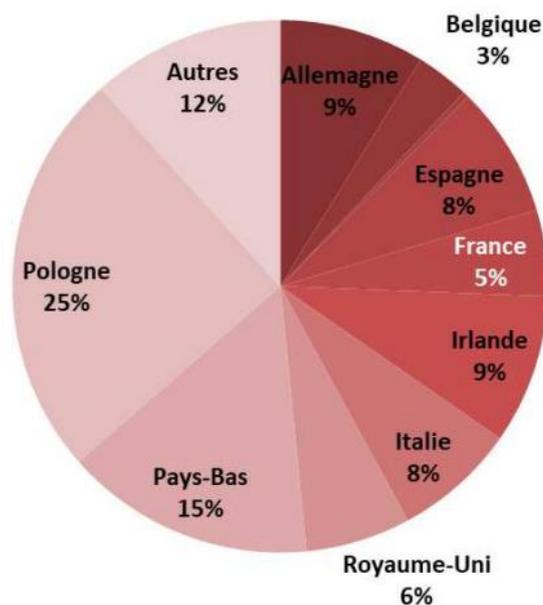


Figure 1 : Source - FranceAgriMer 2017

En France, la filière du champignon frais représente 38 000 tonnes, consommé directement par le marché Français. Il faut ainsi importer 36 000 tonnes principalement des Pays-Bas et de la Pologne pour répondre à la demande interne.

La demande est en légère hausse et notamment pour des produits frais et locaux.

« La France oriente 60 % de sa production à destination de l'industrie, part en forte baisse par rapport à l'année précédente. Le volume de production total de la France a tendance à stagner

avec des volumes en baisse pour le transformé compensés par des volumes en hausse sur le marché du frais. Le marché européen du champignon de couche frais, qui représente 727 000 tonnes en 2016, est approvisionné par tous les pays européens. » Source : FranceAgriMer

I.2. Le Marché de la morille en France

La morille, avec sa saveur distinctive et sa texture unique, est devenue un ingrédient incontournable dans de nombreux plats français, de la cuisine traditionnelle aux créations gastronomiques.

Selon les dernières données du Ministère de l'Agriculture, la consommation intérieure de morilles a enregistré une croissance constante au cours des dernières années. La France est désormais le pays qui consomme le plus de morille au monde.

Outre la demande intérieure robuste, le marché des morilles en France bénéficie également d'une présence dynamique sur le marché international. La production de morilles françaises a connu une augmentation constante depuis 2017, renforçant la position du pays en tant qu'acteur clé de la scène mondiale des champignons sauvages.

La consommation annuelle française est d'environ 800 tonnes. Néanmoins, jusqu'à récemment, 98 % des morilles consommées étaient importées (90 % de celles-ci provenaient de Chine).

Se lancer sur ce marché n'est pas sans défi. La sensibilité écologique et les variations climatiques peuvent affecter la récolte des morilles, entraînant parfois des fluctuations de l'offre et donc des prix.

De surcroît, les producteurs et exportateurs de morilles français sont confrontés à une concurrence croissante sur le marché mondial. Des efforts accrus pour promouvoir la qualité et l'origine française des morilles sont essentiels pour renforcer la position concurrentielle du pays.

D'un point de vue quantitatif, le savoir-faire français permet de produire jusqu'à de 5 tonnes à l'hectare. Pour comparaison, la Chine a développé des mycéliums et un itinéraire cultural qui produisent jusqu'à 15 tonnes/hectares, suivant les bonnes années.

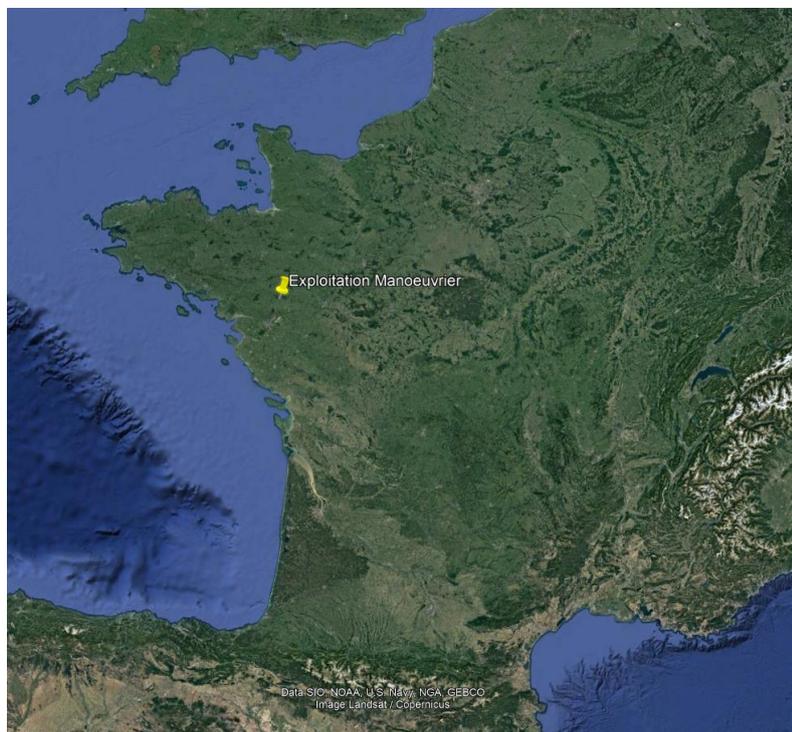
Pour répondre à la demande française sans passer par l'import, il est estimé qu'il faudrait cultiver sur une centaine d'hectares. Aujourd'hui, il n'est recensé qu'une dizaine d'hectares en totalité.

Les acteurs français travaillent activement à la mise en place de pratiques agricoles durables pour garantir la disponibilité continue de ce produit prisé, malgré les difficultés de reproduction des conditions sauvages.

Une entreprise pionnière en France, France Morilles, participe majoritairement à l'accélération de la filière sur le territoire métropolitain. Basée en Dordogne, France Morilles a travaillé en étroite collaboration avec le père fondateur de la culture des morilles en Chine, Monsieur Douxi Zhu, co-inventeur de plusieurs brevets avec Madame Ronghua He, ayant obtenu de nombreux prix et récompenses, pour apprendre à cultiver en France ce champignon de manière domestique.

II. La description du projet et des besoins agricoles

II.1. Présentation de l'exploitation et du projet agricole



L'exploitation de Yannick et Jocelyne Manoeuvrier, au lieu-dit « Le Montfriloux » est une exploitation centenaire. Elle est située au lieu-dit « Le Montfriloux » à Trans-Sur-Erdre. (44440)

Figure 2 : Localisation de l'exploitation en France.

Elle appartenait au départ au père de Yannick Manoeuvrier, Henri Manoeuvrier, qui lui a légué dans les années 80. Quant à elle, Jocelyne Harouet de son nom de jeune fille, s'est installée en 1988, récupérant également les terres de ses parents.

Dès leur union, une mise en commun de la surface agricole à été effectuée, portant à un peu plus de 100 hectares la totalité des terres possédées par le couple.

L'entreprise familiale a grandi à mesure, avec notamment la reprise de plusieurs parcelles voisines, dont la parcelle qui porte le projet : « Les Gaudinières » mais également « La Minaudière » ou « Les Parcs » ; ces acquisitions sont gérées par la création d'une société civile immobilière, « Les Landeres » qui facilite la gestion du portefeuille de terres.

Le système est donc organisé ainsi : Madame Manoeuvrier exploite les terres, avec l'aide d'environ 5 personnes, tandis que Monsieur Manoeuvrier assiste l'exploitation avec ses services de travaux agricoles.

Actuellement, l'entreprise produit surtout des céréales, avec aujourd'hui plus de 200 hectares répartis en assolement de blé, orge, colza, féverolle... etc.

Aujourd'hui, l'entreprise souhaite se servir de ses solides acquis pour se diversifier et se positionner sur la production de morilles. Le couple Manoeuvrier, après une recherche poussée des moyens possibles de production, a choisi l'entreprise France Morilles pour la mise en place d'un partenariat sous forme de licence.

Fondée en 1968 par Etienne Gilbert, l'exploitation agricole « Ferme de Chauvilliers » est implantée dans le département de l'Eure et Loir, plus précisément dans la commune de Saint-Léger-des-Aubées (28700).

En 2007, Louis Gilbert, son fils, reprend l'exploitation et crée en parallèle l'entreprise France Morilles. Son but : proposer la vente de licences de production de morilles à travers la France, puis l'Europe.

Ainsi, l'aventure est lancée : le projet est récompensé dans la catégorie « Projet Innovant » au concours national de France Agrimer, en 2015. Parallèlement, les recherches continuent en interne et une convention est signée avec l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Depuis maintenant presque 10 ans, les licences de culture sont donc disponibles.

Un temps de formation sera donc prévu, en parallèle à ce projet de construction d'une serre pour la production des champignons. Le « semis solide » (mycélium + substrat) sera développé chaque année et envoyé à l'exploitation Manoeuvrier.

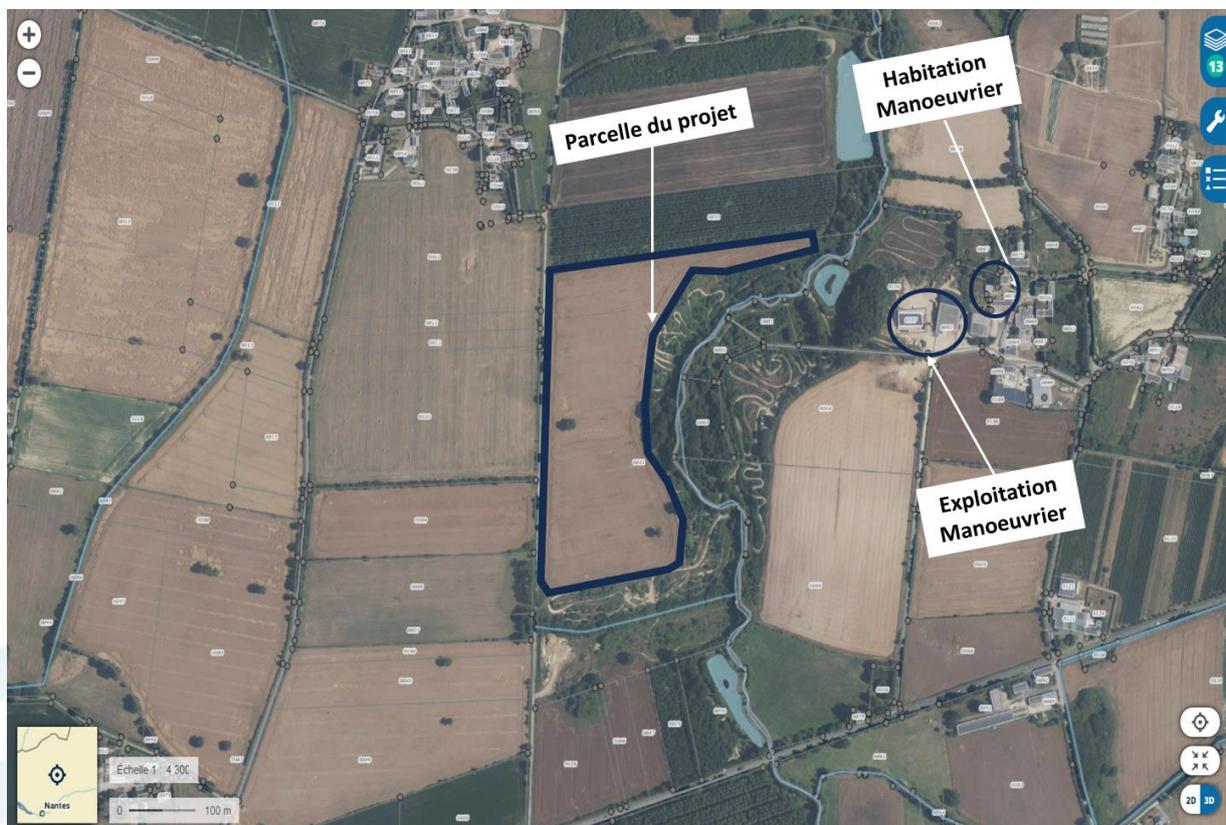


Figure 3 : Vue satellite de l'exploitation et situation du projet.

À travers ce projet agrivoltaïque, le couple Manoeuvrier et Technique Solaire ont co-construit un agroéquipement innovant : une serre photovoltaïque pour la culture de champignons. La structure a été conçue pour répondre aux besoins agricoles de cette exploitation, tel qu'une lumière incidente faible, le passage d'engins agricoles, le maintien d'une atmosphère humide, ou encore la protection face aux aléas climatiques (p. ex. fortes pluies, vents violents ou encore grêle).

II.2. Les besoins agricoles identifiés

Conventionnellement, la culture de champignons se réalise sous serre de type « tunnel », où les conditions optimales de croissance (p.ex. humidité, lumière) sont recherchées (Figure 4).

En effet, l'objectif de ces abris est la simulation des conditions naturelles retrouvées dans le sous bois, où la quantité de lumière est faible, le taux d'humidité est élevé et l'intensité des intempéries et des vents sont moindres.



Figure 4 : Exemple de culture de morilles sous abri conventionnel.

La construction d'une serre tunnel conventionnelle, impliquant l'armature, les filets occultants et le système d'irrigation (brumisateur), représente un budget de l'ordre de 250 000 €/ha. Or, la durée de vie des filets occultants est soumise aux aléas climatiques (p. ex. vents violents, grêle) et à l'usure « naturelle ».

Il est alors estimé que les filets sont à changer environ tous les 10 ans, induisant des coûts opérationnels et une empreinte carbone accrue.

A l'inverse d'autres ateliers agricoles (p. ex. grandes cultures), la culture de champignons ne nécessite pas un lourd machinisme.

Néanmoins, à différentes étapes du processus, le passage de petits engins agricoles est nécessaire :

- Décompactage,
- Fraisage,
- Cover-crop,
- Vibroculteur,

Par exemple, la géométrie des serres tunnel conventionnelles, en forme de dôme, complexifie le passage du mini-tracteur, avec des passages éloignés du bord de la serre. Ces infrastructures font perdre une certaine place, ce qui n'est pas négligeable quand on peut compter obtenir entre deux-cent et trois-cent grammes de morilles par mètre carré.

Une nouvelle fois, la serre photovoltaïque proposé par Technique Solaire a vocation à répondre à l'ensemble des besoins identifiés, tout en limitant l'investissement pour le développement de l'atelier agricole.



III. La serre photovoltaïque pour la culture de champignons

III.1. Description de la serre photovoltaïque

La serre photovoltaïque conçu en partenariat avec M. Manoeuvrier a une emprise au sol d'environ 33 000 m², pour une surface agricole utile d'environ 45 000 m² (Figure 5).



Figure 5 : Plan de masse en vision satellite du projet.

La pente des différentes tables est de 12 °, avec une hauteur à l'éégout de 3,5 m et une hauteur au faîtage de 6,2 m. Des filets brise vent opaques et amovibles sont tendus entre les tables photovoltaïques. Le dimensionnement (hauteur, longueur du rampant, etc.) répond aux besoins des Manoeuvrier, avec qui Technique Solaire a travaillé en étroite collaboration pour la constitution de la structure. Les besoins de ces derniers ont été préalablement identifiés et recensés (itinéraire cultural, machinisme...).

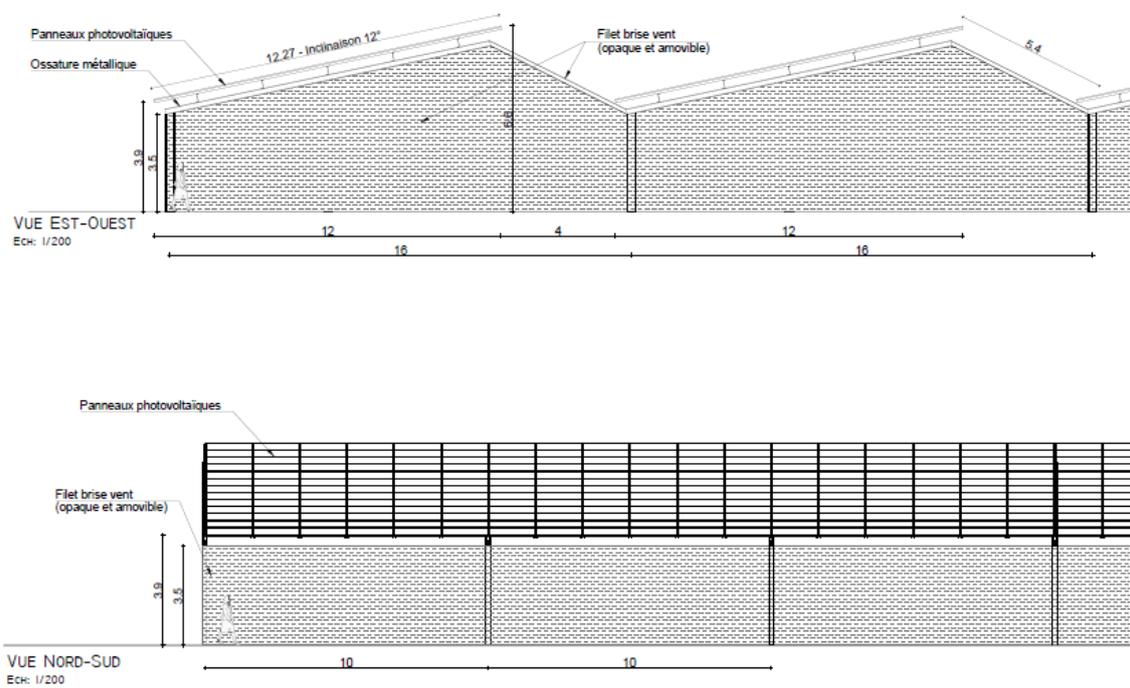


Figure 6 : Coupes de principe de la serre photovoltaïque.



Figure 7 : Représentation 3D d'une serre Technique Solaire à St-Léger (28).

III.2. Le partenariat entre l'exploitation Manoeuvrier et Technique Solaire

Le développement et la construction de la serre, au lieu-dit « Le Montfriloux », est fait dans le cadre d'un bail à construction et d'une location entre M. Manoeuvrier et Technique Solaire. 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 photovoltaïques, pendant la durée du bail.

Madame Manoeuvrier a la jouissance de la serre à titre gratuit pendant la durée du bail, outre son financement ; elle percevra également une soulte de 70 000 euros à la signature de ce bail. Cela contribue au financement des semis de la première année.

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.

Lors du départ à la retraite de Madame Manoeuvrier, il est prévu que l'exploitation entière soit reprise par ses deux filles, Bénédicte et Florence Manœuvrier, âgées actuellement de 38 et 41 ans actuellement. En effet, l'attachement à cette exploitation est forte dans la famille Manoeuvrier. Reprise de génération en génération, il semblait évident pour les deux filles de reprendre le flambeau. N'étant pas installées en tant qu'agricultrices pour l'instant, la reprise de l'activité se fera plus facilement à deux.

Par ailleurs, elles pourront, à l'issue du bail, choisir si elles souhaitent conserver la serre et revendre l'électricité produite, ou demander le démantèlement à Technique Solaire, qui sera alors entièrement pris en charge.



IV. Description de la synergie entre la production agricole et le système photovoltaïque

IV.1. Les services apportés en réponses aux besoins agricoles identifiés

IV.1.a. Une synergie technique

La serre, par sa conception, a vocation à répondre aux besoins identifiés au préalable avec France Morilles, à travers notamment :

- La mise en place de brumisateurs : la structure est utilisée pour attacher les brumisateurs pendulaires,
- Le passage sans encombre des engins agricoles sous la totalité de la serre : la hauteur à l'égout (le point le plus bas) est situé à 3,5 m du sol,
- La protection face aux vents, aux fortes intempéries, à la grêle : les panneaux et les filets brise vent limitent l'impact d'évènements météorologiques potentiellement délétères,
- L'occultation : le dimensionnement de la structure est réfléchi pour laisser passer suffisamment de lumière.

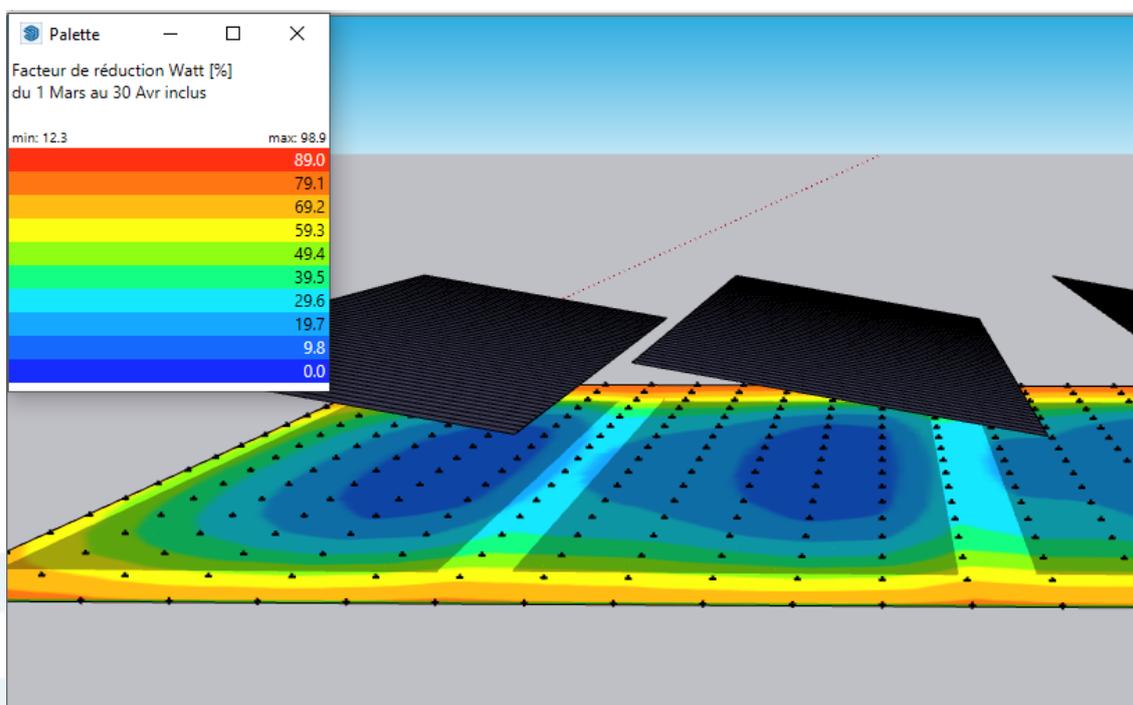


Figure 8 : Etude d'ombrage montrant la quantité de lumière relative projetée au sol sous la structure.

En effet, une étude d'ombrage a été réalisée avec l'outil SketchUp (extension : DL-Light) pour dimensionner la structure (Figure 8). L'objectif imposé par France Morilles a été fixé à 20% de lumière incidente projetée au sol.

IV.1.b. Une synergie économique

Afin d'étayer notre propos, nous avons réalisé une étude technico-économique qui développe deux hypothèses :

- la première simule un investissement entièrement porté par l'exploitation Manoeuvrier pour installer un atelier de morilles sur la même surface envisagée (4,4 hectares). Ainsi, nous pouvons constater que l'installation sur un hectare correspond à un investissement de trois cent mille euros, soit à l'échelle du projet, plus d'un million trois-cent vingt mille euros qui sont à investir initialement sur les divers postes (Figure 10). La structure mise en place pour ce montant est conventionnelle, composée de filets brise-vent, supportés par une armature en arceaux. Le système d'irrigation est souvent suspendu à l'armature. (Figure 9).



Figure 9 : Exemple d'une serre conventionnelle pour morilles à Bourg-de-Visa (82).

- la seconde représente la mise en place du présent projet avec la serre financée et installée par Technique Solaire. Les coûts restants à la charge des Manoeuvrier sont ceux de l'achat du mycélium (semis des champignons permettant leur développement) ainsi que la fourniture et l'installation du système d'irrigation. Tout le reste est pris en

charge par Technique Solaire. Il ne reste plus, pour l'exploitation, que trois cent quatre-vingt-seize mille euros à investir pour lancer le projet.

	Coût à l'hectare	Scénario Conventionnel	Scénario Partenariat Technique Solaire
Plantation			
Semis de blancs de morilles	-50 000 €	-220 000 €	-220 000 €
Irrigation			
Fourniture et installation	-40 000 €	-176 000 €	-176 000 €
Structure et filets			
Filets occultants	-60 000 €	-264 000 €	
Armature	-150 000 €	-660 000 €	
Total	-300 000 €	-1 320 000 €	-396 000 €

Figure 10 : Tableau récapitulatif des charges, par poste, pour le lancement du projet de l'exploitation Mancœuvrier.

La Figure 10 présente donc uniquement les dépenses d'investissement (CAPEX). Il est à noter que les coûts présentés ici sont calculés sur sol plat et sans amendement quelconque. Les différents postes sont donnés à titre indicatif et peuvent varier.

Densité moyenne de rendement (gr/m ²)	300
Rendement annuel attendu (kg/ha)	3000
Prix de vente moyen (€/kg)	90
Chiffre d'affaires moyen (€/ha)	270000

Figure 11 : Tableau présentant le rendement moyen d'un atelier de morilles et son chiffre d'affaires à l'hectare. Source : France Morilles

Le prix de vente de 90 euros le kilo (Figure 11) correspond à la vente d'un kilo de morilles fraîches. Pour faciliter la lecture du dossier, nous nous sommes intéressés uniquement à la revente de morilles fraîches.

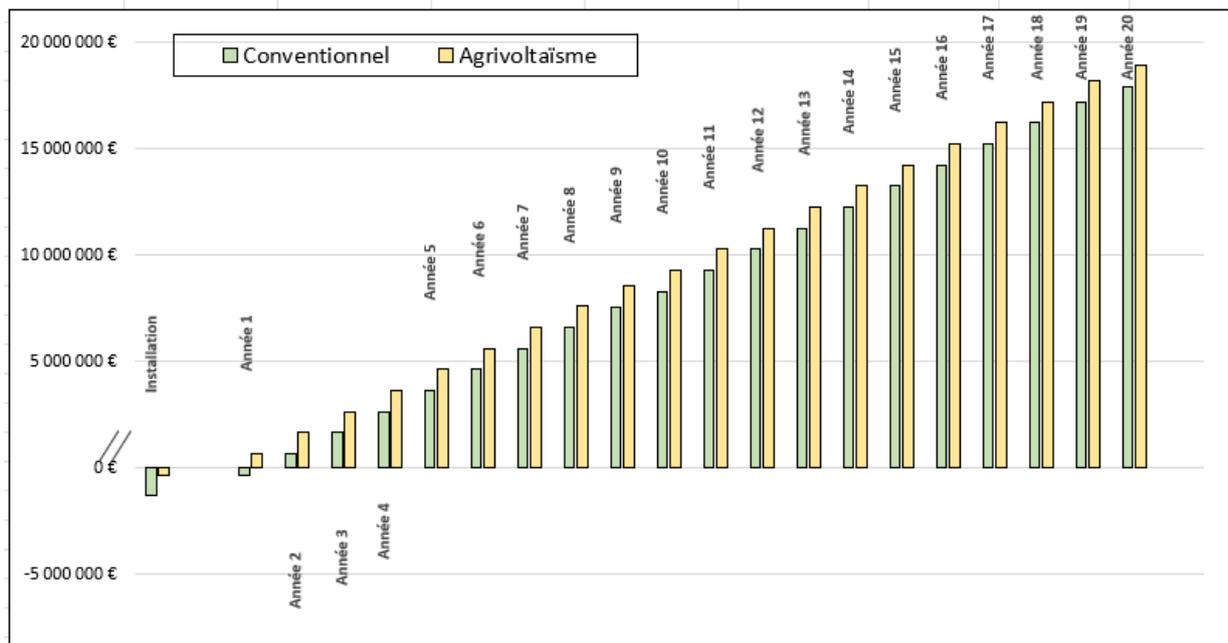


Figure 12 : Comparatif du cumul du résultat brut de l'exploitation Manœuvrier sur une durée de vingt ans, en fonction des deux hypothèses d'installation.

Ainsi, avec le chiffre d'affaires de deux cent soixante-dix mille euros par hectare attendu, voici les résultats de l'exploitation de l'année N (installation et premiers semis) à N+20, comparant l'hypothèse de mise en place conventionnelle avec les résultats de l'hypothèse du partenariat entre les Manœuvrier et Technique Solaire.

Nous pouvons ainsi voir en Figure 12 que le partenariat avec Technique Solaire permet d'obtenir un résultat positif de l'atelier, dès la première année d'activité.

Le graphique simule ici le cumul du résultat brut d'année en année : c'est le delta entre les différentes années qui est pertinent et qui montre l'évolution rapide que permet le financement du projet par Technique Solaire.

Les charges opérationnelles courantes (OPEX) de l'atelier ont été ajoutées en Figure 12 : elles correspondent :

- d'une part, à l'achat des semis de blancs de morilles (les semis de blancs de morilles sont préparés en laboratoire chaque année par France Morilles et envoyés mi-octobre pour un semis début novembre) d'un montant de cinquante mille euros par hectare, par an ;
- d'autre part, au coût du changement des filets occultants, une fois tous les dix ans en moyenne, correspondant à un montant de soixante mille euros à l'hectare.

En conclusion, grâce à l'hypothèse d'un partenariat avec Technique Solaire, le projet est rendu possible et l'exploitation peut aisément pénétrer un nouveau marché. La structure financée et installée par Technique Solaire est robuste et résistera aux aléas climatiques sur le long-terme. Elle est dimensionnée pour faciliter la culture de champignons avec ou sans machine. L'opportunité captée permet ainsi aux Manoeuvrier de se diversifier en se dotant d'une structure de qualité, sans réaliser d'investissement de départ trop important.

IV.2. Un projet agricole à impact positif

L'option d'installation d'une unité de production photovoltaïque sur les 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 la serre serait d'environ
8 168 430 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 CO₂ émis dans l'atmosphère par la production électrique s'élève à 0,089 kg/kWh (ratio européen : 0,360kg/kWh).

L'équipement du projet permettrait donc d'éviter l'émission d'environ **917 T/an** de CO₂ dans l'atmosphère, soit **27 510 tonnes** de CO₂ sur 30 ans (ratio français).

À titre de comparaison, la production réalisée équivalerait à la consommation annuelle en électricité (hors chauffage et eau chaude sanitaire) d'environ **1745 foyers** (à raison de 4 679 kWh/an/foyer. Source : ENGIE 2022).

Ce projet participera à faire de Joué-Sur-Erdre un territoire à énergie positive. Pour rappel, Joué-Sur-Erdre comptait environ 2 632 habitants en 2020 (source : INSEE).

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 agrivoltaïques, hangars, ombrières et ombrières agrivoltaïques 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 agrivoltaïque 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 agrivoltaïque, 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 agrivoltaïque. 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 agrivoltaïque ou la serre agrivoltaïque et celle de la zone témoin doivent être justifiés.

Il est à noter que ce projet agrivoltaïque sera suivi par France Morilles en tant que bureau d'études. Leur savoir-faire pourra ainsi profiter à l'exploitation Manoeuvrier.



Figure 13 : Logo de France Morilles.

VI. La préservation du sol agricole

VI.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.

VI.1.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

VI.1.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.

VI.1.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.

VI.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 agrivoltaïque chez Technique Solaire, ces dernières nécessitant des engins de poids et charges à l'essieu différents :



Figure 14 : Les différentes étapes de la phase chantier d'une installation agrivoltaïque chez Technique solaire

De tels engins induisent une compaction du sol, soit une augmentation de la densité apparente du sol (kg/m³ 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.

VI.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 académique⁴, 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 agrivoltaire pour la bonne réussite de son nouvel atelier agricole.

⁴ 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.

VII. Conclusion

Le partenariat entre M. Manoeuvrier et Technique Solaire donne lieu à la création d'un agroéquipement innovant conciliant la production de champignons et la production d'électricité photovoltaïque.

Ce projet agrivoltaïque aura pour résultante :

- Le développement de l'activité de l'exploitation Manoeuvrier, sans investissement de base trop important,
- Développement et construction de la serre photovoltaïque par Technique Solaire,
- Sécurisation de la production contre les évènements météorologiques délétères,
- Amélioration des conditions de travail par une mécanisation facilitée,
- Création d'emplois pour l'exploitation de la nouvelle parcelle,
- Production d'électricité photovoltaïque.



VIII. CONTACTS

Pétitionnaires du projet

**YANNICK & JOCELYNE
MANOEUVRIER**

Lieu-dit : « Le Montfriloux »
44 440 TRANS SUR ERDRE

Tél : 06 07 49 67 70
ymanoeuvrier@sfr.fr
mh.jocelyne@gmail.com

Maitre d'œuvre



TECHNIQUE SOLAIRE
26 rue Annet Segeron, 86580, Biard
Pierre-Louis DELCLOY, Chef de Projets
Tél : 06 58 13 12 18
pierrelouis.delcloy@techniquesolaire.com

Romain PROUX, Service Urbanisme
Tél : 06 64 95 52 44 / 05 49 56 01 19
romain.proux@techniquesolaire.com