



25 allée Pierre Ziller - Le Paros
06560 Sophia Antipolis



NOTE TECHNIQUE AGRIVOLTAÏQUE

Saint-Julien-de-Vouvantes (44)

Ombrières d'élevage

Document produit par Ter-Qualitechs



5 Allée de la Planche Fagline
PA de la Teillais
35740 PACE
02 99 23 15 25

Septembre 2024

Table des matières

Table des matières	2
Acronymes et abréviations.....	3
Introduction.....	4
Contexte législatif et réglementaire.....	5
1 Activité agricole actuelle sur le site	7
2 Description physique de la parcelle.....	11
3 Descriptif du projet agrivoltaïque.....	15
4 Services apportés par l'installation agrivoltaïque	22
5 Activité agricole principale	28
6 Production significative et revenus durables de l'activité agricole	30
7 Suivi réglementaire et contrôles du projet.....	32
Conclusion	33
Bibliographie	34
Table des figures.....	35
Table des tableaux.....	35
Annexes	36

Acronymes et abréviations

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

CIVE : Culture Intermédiaire à Valorisation Energétique

EBE : Excédent Brut d'Exploitation

EnR : Energie renouvelable

ETA : Entreprise de Travaux Agricoles

ETP : Evapotranspiration Potentielle

Ha : Hectare

HLI : Heat Load Index (Indice de charge thermique)

IVV : Intervalle Vêlage-Vêlage

JB : Jeune Bovin

Kg : Kilogramme

Km : Kilomètre

m : Mètre

MS : Matière sèche

PAC : Politique Agricole Commune

PLU : Plan Local d'Urbanisme

Qtx : Quintaux

RCP : Representative Concentration Pathways

RGA : Ray-Grass

RGA : Ray-Grass Anglais

RPG : Registre Parcellaire Géographique

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

T MS : Tonne de matière sèche

VA : Vache Allaitante

Introduction

Dans le cadre de la mise en place d'une installation agrivoltaïque et des demandes d'autorisation d'urbanisme associées, la réglementation demande d'intégrer dans le dossier une note technique justifiant la possibilité de co-activité de la production agricole avec la production photovoltaïque, pour répondre à la définition réglementaire de l'agrivoltaïsme. Ce document, réalisé par Ter-Qualitechs pour la société TSE a donc pour vocation d'étudier les synergies entre photovoltaïsme et production agricole, pour créer une activité agrivoltaïque.

Le projet étudié a pour vocation de mettre en place une activité agrivoltaïque sur l'exploitation de M. Loïc CRESPIN, éleveur de vaches allaitantes avec une SAU de 113 ha sur la commune de Saint-Julien-de-Vouvantes dans le département de la Loire-Atlantique.

Ce document s'appuie sur une réglementation précise : le Code de l'Energie et le Décret n°2024-318 du 8 avril 2024. Ensemble, ces textes permettent de s'assurer que le projet réponde aux critères qui constituent l'agrivoltaïsme.

Ainsi, ce document définira dans un premier temps le cadre législatif et réglementaire du projet en s'appuyant sur les textes de références et les critères qui caractérisent l'agrivoltaïsme. Il présentera par la suite l'exploitation agricole de M. Crespin, ses productions, ses pratiques tant au niveau animal que végétal, ainsi que ses enjeux et objectifs. La note technique explicitera également le projet agrivoltaïque et fournira une description technique des panneaux photovoltaïques et de la parcelle agricole concernée par le projet. Enfin, la quatrième partie quant à elle, présente les synergies entre la production photovoltaïque et la production agricole dans le contexte de l'exploitation de M. Crespin. Elle aborde notamment les services apportés par le projet sur la production tels que l'amélioration du potentiel agricole, l'adaptation au changement climatique ou encore l'amélioration de bien-être animal. La dernière partie clôture ce document et présente le suivi et l'accompagnement nécessaires à ce projet.

Ainsi, ce document est structuré pour répondre aux exigences réglementaires en matière d'installation agrivoltaïque. Il commence par décrire l'exploitation agricole et son état initial avant le projet, puis se concentre sur la description physique de la parcelle, confirmant qu'elle est bien destinée à un usage agricole. La partie 3 présente l'installation photovoltaïque et ses caractéristiques techniques, en mettant l'accent sur la réversibilité des infrastructures. Ensuite, la partie 4 aborde les services apportés par l'installation, notamment en termes de maintien ou d'amélioration agricole, climatique, du bien-être animal, et de protection contre les aléas naturels. Par la suite, la partie 5 assure que la production agricole reste l'activité principale de l'exploitation, tandis que la partie 6 traite des revenus durables pour l'agriculteur ainsi que de la production agricole significative. Enfin, la dernière partie de la note présente le suivi réglementaire et les contrôles nécessaires pour garantir la conformité du projet tout au long de son développement.

Contexte législatif et réglementaire

L'agrivoltaïsme consiste à combiner la production d'électricité et l'agriculture sur une même installation. Pour être considérée comme agrivoltaïque, l'activité photovoltaïque doit contribuer de manière durable à l'installation, au maintien ou au développement d'une activité agricole rémunératrice. Le cadre définissant l'agrivoltaïsme est déterminé par plusieurs textes réglementaires parus ces dernières années.

Les textes de référence

Le cadre législatif et réglementaire de cette présente note technique s'appuie sur les textes suivants :

- Le Code de l'Urbanisme
- Le Code de l'Energie
- L'Arrêté du 23 juin 2023 relatif aux définitions transversales relatives à l'activité et aux surfaces agricoles à partir de la campagne 2023 dans le cadre de la politique agricole commune
- Le Décret n° 2024-318 du 8 avril 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme et aux conditions d'implantation des installations photovoltaïques sur des terrains agricoles, naturels ou forestiers
- L'Arrêté du 21 mai 2024 modifiant l'arrêté du 23 juin 2023 relatif aux définitions transversales relatives à l'activité et aux surfaces agricoles, à partir de la campagne 2023 dans le cadre de la politique agricole commune
- L'Arrêté du 5 juillet 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme et aux conditions d'implantation des installations photovoltaïques sur terrains agricoles, naturels ou forestiers

Caractérisation de l'agrivoltaïsme

Pour être qualifiée d'agrivoltaïque, une installation photovoltaïque doit respecter plusieurs critères, définis par le décret n°2024-318 du 8 avril 2024 et précisés par les Arrêtés présentés précédemment. Dans la procédure d'autorisation des installations agrivoltaïques, il est demandé par le Code de l'Urbanisme (article L314-36) un document qui comporte, entre autres, les éléments suivants (Tableau 1) :

Tableau 1 : Eléments réglementaires attendus définissant l'agrivoltaïsme

ELEMENTS REGLEMENTAIRES ATTENDUS	PARTIES DU MEMOIRE CORRESPONDANTES
La description du besoin et du projet agricole (état initial de l'exploitation agricole)	Partie 1 : Activité agricole actuelle sur le site
La parcelle utilisée par le projet doit être une parcelle agricole	Partie 2 : Description physique de la parcelle
Description de l'installation photovoltaïque et réversibilité	Partie 3 : Descriptif du projet agrivoltaïque
L'installation doit offrir certains services d'amélioration si possible ou de maintien, notamment au niveau agricole, climatique, du bien-être animal, et/ou de la protection contre les aléas naturels.	Partie 4 : Services apportés par l'installation agrivoltaïque
La production agricole doit rester l'activité principale de l'exploitation	Partie 5 : Activité agricole principale
L'installation doit fournir un revenu durable à l'agriculteur exploitant et la production doit rester significative	Partie 6 : Production significative et revenus durables de l'activité agricole
Un suivi et des contrôles des installations doivent être réalisés	Partie 7 : Suivi réglementaire et contrôles du projet

Ce présent document a pour objectif de présenter l'ensemble de ces critères appliqués à l'exploitation de M. Loïc CRESPIER pour le projet agrivoltaïque de Saint-Julien-de-Vouvantes.

Les textes de loi entourant l'agrivoltaïsme sont récents et encore en cours de définition. Le développeur TSE, à travers ce projet, souhaite se rendre conforme à la réglementation et se soumettre aux éventuelles nouveautés et/ou modifications de celle-ci au moment de la mise en place du projet.

1 Activité agricole actuelle sur le site

L'ensemble des informations présentées dans cette partie est issu d'entretiens avec l'exploitant, d'observation sur le terrain par réalisées par Ter-Qualitechs ainsi que des registres parcellaires géographique (RPG) de 2007 à 2023.

1.1 Présentation générale de l'exploitation :

Le projet agrivoltaïque a pour vocation de s'implanter sur l'exploitation de M. Loïc CRESPIN, située dans le département de la Loire-Atlantique, dans la commune de Saint-Julien-de-Vouvantes (Figure 1).

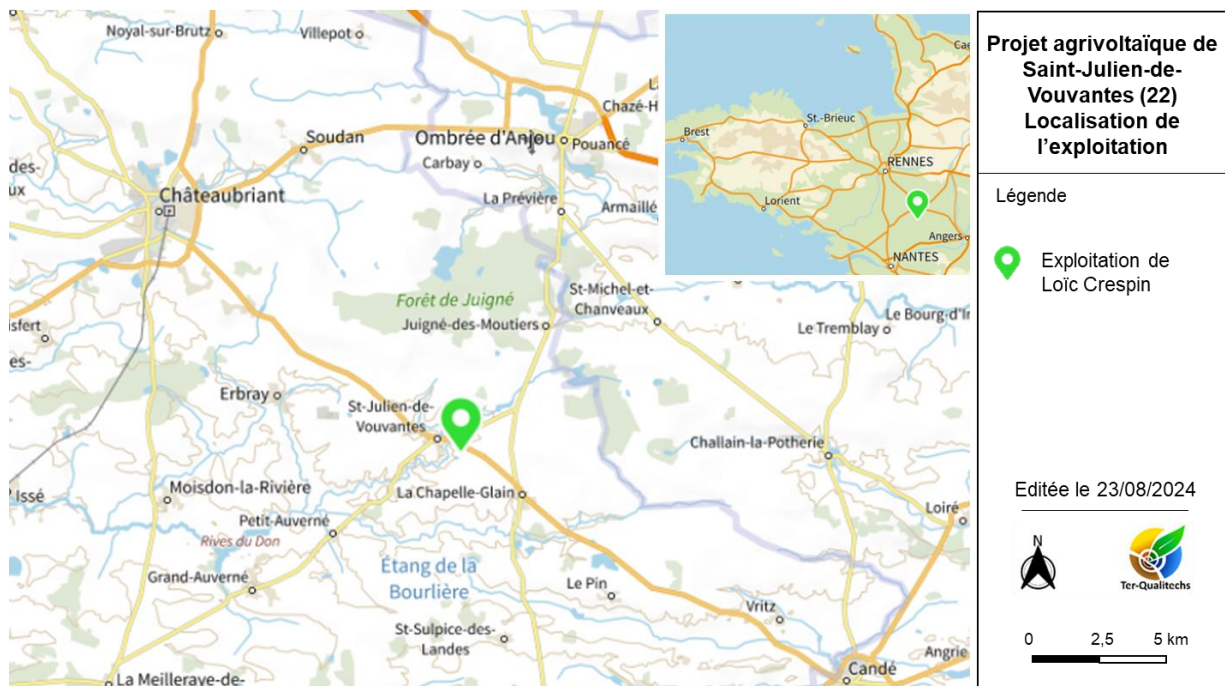


Figure 1 : Localisation de l'exploitation agricole de Loïc CRESPIN

Cette exploitation individuelle, gérée par l'éleveur depuis 1984, s'étend sur 113 ha et a pour activité principale l'élevage de bovin viande de la race Charolaise. Le site d'exploitation et l'ensemble du parcellaire se situent sur la commune de Saint-Julien-de-Vouvantes. L'exploitant déclare être en agriculture de conservation du sol, qui consiste à minimiser voire supprimer le travail du sol, allonger et diversifier les rotations de cultures et avoir une couverture végétale maximale du sol au cours du temps

La SAU est composée en grande partie d'herbe et de céréales à destination de l'alimentation du cheptel. A ce jour, l'éleveur travail seul sur la ferme et représente 1 UTH.

1.2 Productions animales de l'exploitation – Elevage bovin viande

L'élevage de vaches allaitantes est en place sur l'exploitation depuis 1984. Le troupeau compte une cinquantaine de mères de race Charolaise qui produisent chaque année une cinquantaine de génisses et taurillons engraisés sur l'exploitation. Les caractéristiques de l'élevage sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Caractéristiques de l'élevage allaitant

CARACTERISTIQUES	ELEVAGE DE L'EARL L'AIREAU
Race	Charolaise
Effectifs	50 mères, 18 génisses de renouvellement/an
Ration alimentaire	<ul style="list-style-type: none"> • VA : Pâturage, Ensilage de maïs, concentrés à base de blé • JB : Méteil ensilé, céréales
Reproduction	Insémination artificielle, IVV d'1 ans
Âge au premier vêlage	33 à 36 mois
Période de vêlage	Vêlages groupés de septembre à mi-décembre
Âge de départ des veaux	18 mois pour les mâles, 15 mois pour les femelles non gardées
Valorisation des animaux	<ul style="list-style-type: none"> • Taurillon : vente à la SVA Jean Rozé à Vitré de mars à juin • Vaches de réformes : vente à la SVA de Vitré fin d'été, début d'automne • Génisses : renouvellement, vente selon l'offre pour les génisses non gardées

Le pâturage prend une place importante dans le système. Les vaches sont en extérieur au minimum 8 mois par an, généralement du 15 mars au 15 novembre et disposent de 37 ha d'herbe pâturable. Le pâturage est tournant dynamique avec des paddocks faisant 1,5 à 2 ha pour les vaches allaitantes et leur suite, et 1 ha à 1,5 ha pour les génisses de renouvellement. Les animaux changent de paddock tous les 3 jours en moyenne, avec un retour sur paddock de 25 à 28 jours en fonction de la pousse de l'herbe. Les vaches allaitantes et leurs suites sont séparées en deux lots de pâturage selon le sexe des jeunes bovins.

Pendant la période hivernale, les animaux sont rentrés en bâtiment (sur aire paillée) et les jeunes bovins sont séparés des mères.

Afin de limiter les risques de blessures entre les animaux, au pâturage et dans les bâtiments, l'éleveur a fait le choix d'introduire le gène sans corne dans son troupeau. D'ici un ou deux ans, l'ensemble du troupeau devrait ainsi être sans corne.



Figure 2 : Vaches Charolaises de l'exploitation de M. Crespin

1.3 Productions végétales de l'exploitation

La production végétale de l'exploitation est en majorité destinée à l'alimentation du troupeau. Elle est composée de 45% de surfaces en herbe et permet à M. Crespin d'être autonome en fourrages et en pailles, et de s'approcher de l'autonomie pour les aliments concentrés. Le diagramme de la Figure 3 et le Tableau 3 présentent l'assolement de l'exploitation et les caractéristiques principales des productions végétales.

ASSOLEMENT DE L'EXPLOITATION

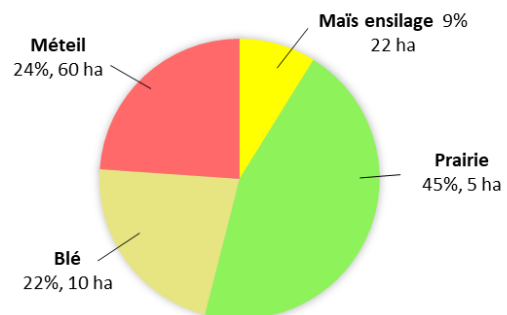


Figure 3 : Assolement de l'exploitation

Tableau 3 : Caractéristiques des cultures de l'exploitation

Culture	Surface	Rendement par hectare	Valorisation
Prairie permanente	51 ha	6 t MS	Pâturage pour le cheptel allaitant
Blé	25 ha	60 q	Vente de 100 T à un privé, 50 T pour l'alimentation du troupeau
Maïs ensilage	10 ha	14 t MS	Alimentation du troupeau
Méteil ensilage	27 ha	7 t MS	Alimentation du troupeau

Les prairies de l'exploitation sont en grande majorité permanentes et destinées au pâturage des animaux. Sur les 51 ha de prairies permanentes, 37 ha sont situés autour des bâtiments d'exploitation. Ces surfaces sont pâturées par les vaches allaitantes et leurs suites. Le reste de la surface en herbe se situe à 1 km du site et accueille les génisses en pâturage. Le pâturage de ces parcelles est intensif et il n'y a pas d'export de foin, en revanche, un broyage annuel est réalisé pour contrôler la pousse et la propagation des chardons. La fertilisation se fait en grande partie par les déjections animales

directement restituées à la prairie, cependant si besoin un apport de 50 unités d'urée peut également avoir lieu. Les sols de l'exploitation sont majoritairement hydromorphes, par conséquent, l'éleveur cherche à avoir un couvert prairial qui soit le plus résilient possible. Cela passe notamment par la diversification des espèces prairiales et par une gestion des prairies qui permet au couvert de maintenir un stock de semence suffisant. Les prairies, qui s'apparentent à des prairies naturelles, sont composées par exemple de ray-grass, trèfle blanc, agrostis, dactyle, fétuque, potentille rampante, lotier, etc.

Les prairies temporaires quant à elles sont destinées à la fauche. Elles sont incluses dans la rotation des grandes cultures et sont généralement implantées pour un an entre le maïs et le méteil ou le blé.

Sur les parcelles en grandes cultures, un apport de fumier et de carbonate de calcium a lieu tous les deux ans. Un apport d'engrais phosphaté (11/27/25) peut également avoir lieu à raison de 200 kg/ha.

1.4 Enjeux et objectifs

L'exploitation est en fonctionnement depuis plus de 40 ans. Par conséquent, l'ensemble des ateliers sont en rythme de croisière depuis de plusieurs années.

L'éleveur a prévu de transmettre sa ferme dans les années proches, avec un départ en retraite prévu en 2030. La transmission est donc un enjeu actuel important. L'exploitation appartenant à la famille de Loïc Crespin depuis trois générations, l'éleveur souhaiterait que l'élevage de bovin viande soit maintenu et que les pratiques mises en place sur la ferme, telle que l'agriculture de conservation des sols, soient poursuivies et valorisées. Le parcellaire de l'exploitation présente, d'après l'éleveur, un potentiel relativement faible pour la culture de céréales, ce qui rend la valorisation par l'élevage pertinente. L'objectif pour l'éleveur est donc de rendre son système le plus attractif possible. L'exploitation est en fonctionnement depuis plus de 40 ans.

2 Description physique de la parcelle

Le projet, localisé en rouge sur la Figure 4, est au Nord-Est de la Loire-Atlantique, sur la commune de Saint-Julien-de-Vouvantes. Il regroupe les parcelles cadastrales suivantes, toutes exploitées par Loïc Crespin :

Tableau 4 : Parcelles cadastrales du projet

N° INSEE commune	Section	N° de parcelle	Surface
44170	OE	0376	3.944
		0044	1.399
		0043	0.3
		0045	1.418
		0046	1.447
		0025	1.332
		0400	1.079

Le regroupement de ces parcelles cadastrales utilisées par le projet sont dans ce document communément appelées « la parcelle du projet »

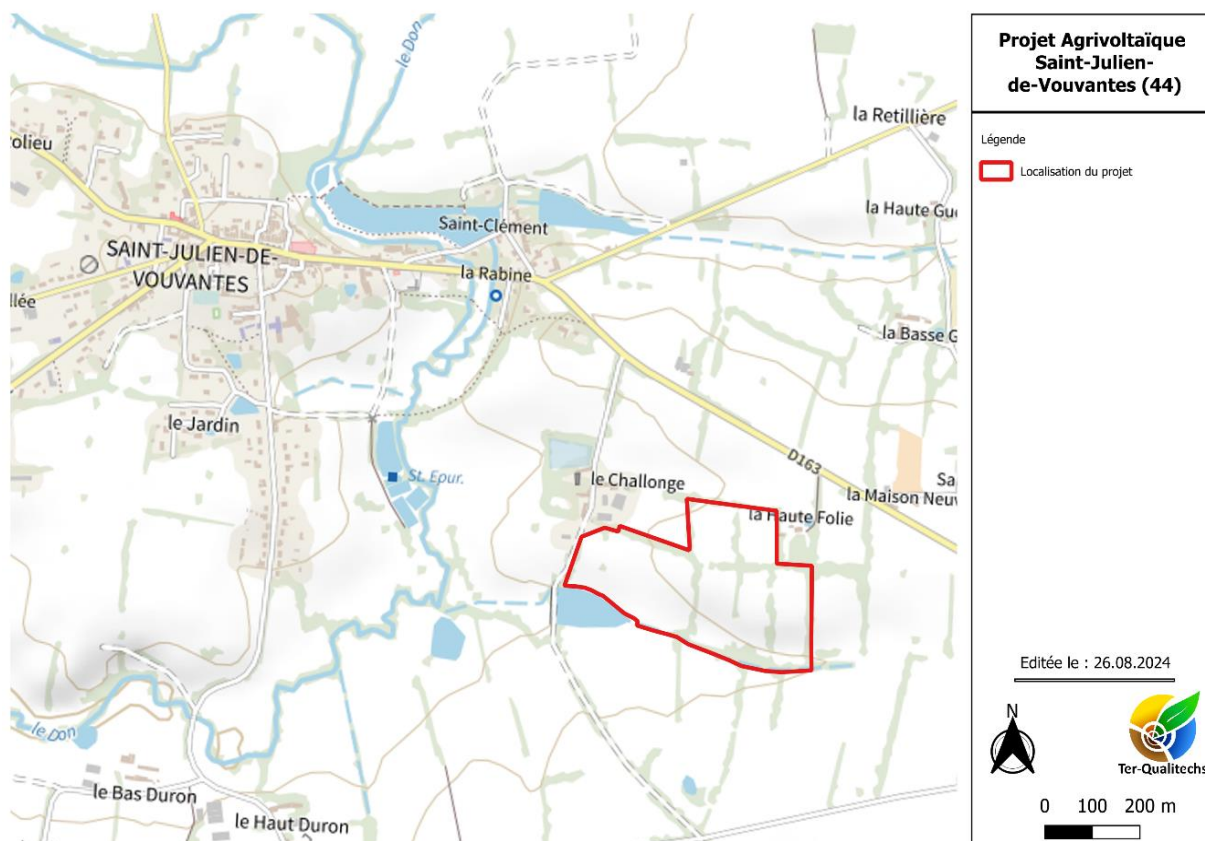


Figure 4 : Localisation du projet

La carte suivante, réalisée à partir des données du PLU (Plan Local d'Urbanisme), représente un état des lieux de l'urbanisme dans la zone d'étude.

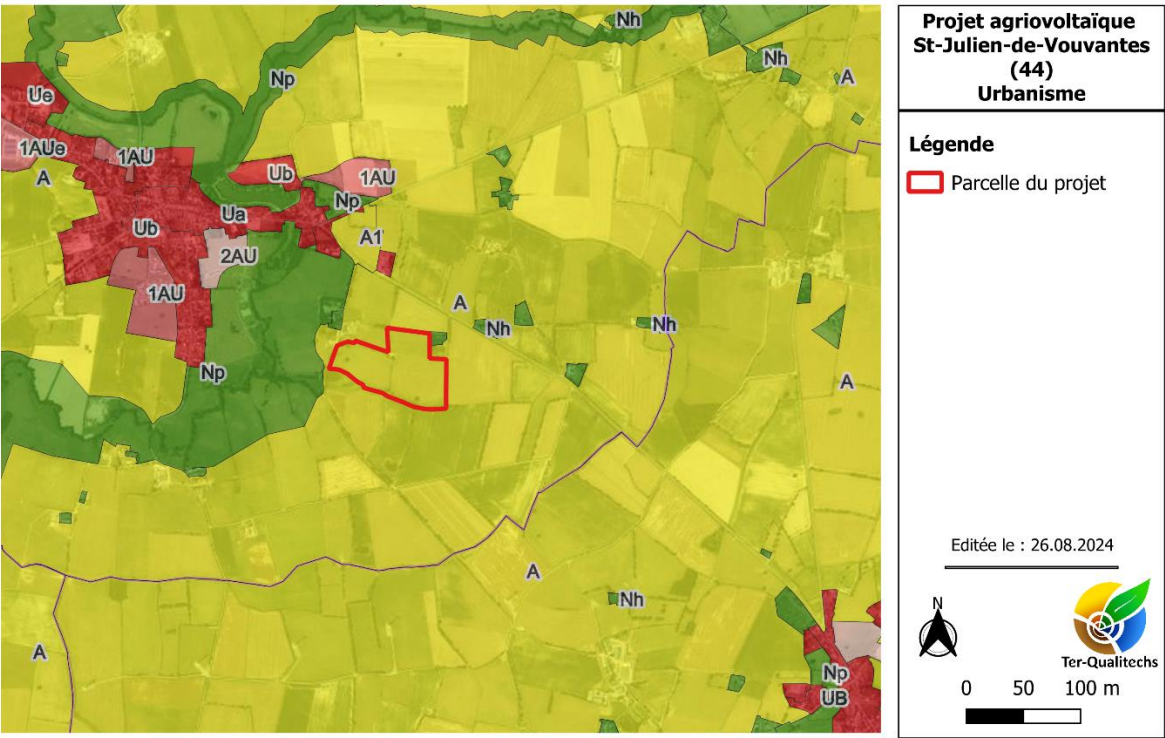


Figure 5 : Carte du Plan Local d'Urbanisme (PLU) de St-Julien-de-Vouvantes

La parcelle concernée est située sur une zone classée A, c'est-à-dire une zone exclusivement réservée à l'activité agricole. C'est une zone à protéger en raison du potentiel agronomique, biologique ou économique de ses terres agricoles. Les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif et à l'exploitation agricole sont les seules autorisées en zone A (Futur Proche, 2020). L'installation du projet agriovoltaique est ainsi compatible avec le PLU.

Le Tableau 5 ci-dessous présente les surfaces concernées par le projet sur le parcellaire de l'exploitation :

Tableau 5 : Les surfaces du projet sur le parcellaire de l'exploitation

Emprise clôturée du projet	Ratio surface clôturée / SAU	Productions actuelles de la parcelle concernée (Août 2024)
11,75 ha	10,39 %	Prairies permanentes pâturées

Caractéristiques des prairies du projet

La zone concernée par le projet est entièrement implantée en prairies permanentes et a pour vocation de le rester durant l'entièreté du projet.

Cette zone a ici été découpée en deux sous-parcelles, visibles sur la carte de la Figure 6, dont la conduite a été sensiblement homogène selon les RPG, les dires de l'agriculteur et les observations réalisées sur le terrain en Août 2024. Elles ont été renommées A et B afin de faciliter la compréhension des éléments suivants. Le Tableau 6 présente ces parcelles et leurs caractéristiques. Des photographies des parcelles, en l'état actuel (08/2024) sont visibles en Annexe 1.

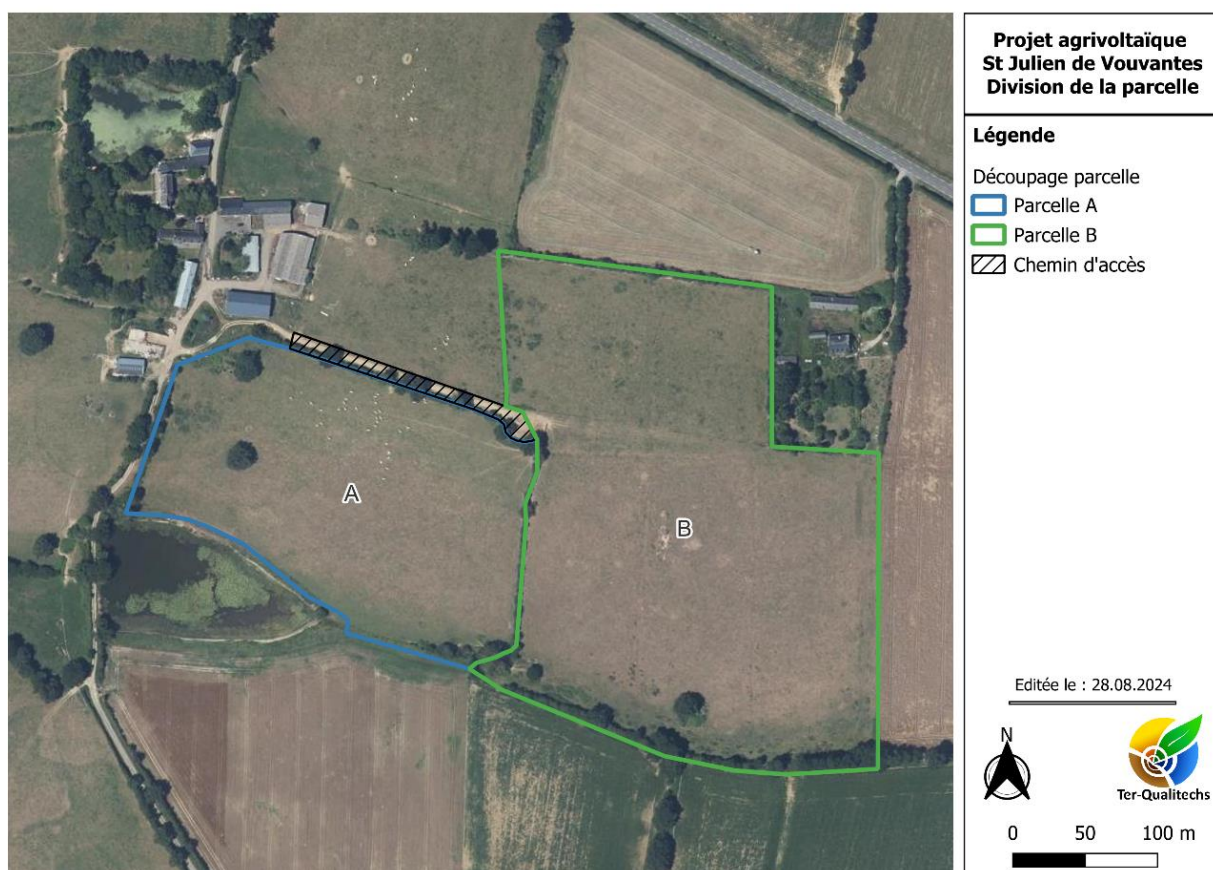


Figure 6 : Carte des parcelles du projet

Tableau 6 : Description des parcelles de pâturage du projet

Parcelle	Culture implantée	Descriptif	Remarques
A	Prairie permanente	<p>Prairie à dominante naturelle, implantée depuis plus de 10 ans, composée de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ray-grass, trèfle blanc, agrostis, dactyle en majorité • Vulpin des prés, plantain, potentille rampante en plus faibles quantités 	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche de résilience et résistance du couvert • Apport fourrager suffisant grâce à la valorisation en pâturage tournant • Quelques traces de salissement (chardons et ronces) broyés annuellement. • Haies en bordures de parcelle
B	Prairie permanente	<p>Prairie à dominante naturelle, implantée depuis plus de 30 ans, composée de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fétuque et dactyle en majorité • Lotier, trèfle blanc, ray-grass, Agrostis sp. 	<ul style="list-style-type: none"> • La parcelle présente deux types de sols, hydromorphes au nord et séchants au sud. • Peu de salissement. Les bonnes pratiques de pâturage permettent d'avoir une végétation dont la valeur fourragère est satisfaisante malgré l'âge de la prairie. • Végétation dense, pas de trouée dans le couvert • Haies en bordures de parcelle et arbres isolés

3 Descriptif du projet agrivoltaïque

3.1 Description technique du projet

Le projet agrivoltaïque, porté par TSE sur l'exploitation de Monsieur Loïc Crespin, consiste à implanter des ombrières d'élevage sur des parcelles où pâturent les vaches allaitantes de l'exploitation.

3.1.1 Caractéristiques de l'installation photovoltaïque

L'ombrrière d'élevage a été conçue afin d'apporter un ombrage tournant à la parcelle, offrant ainsi à la prairie et au troupeau de bovins une protection optimisée en cas d'excès de température, ou de rayonnement solaire et de sécheresse, tout en permettant le passage des engins agricoles.

Ces ombrières ont également la particularité d'être sur trackers, pivotant ainsi d'est en ouest au cours de la journée afin de suivre le soleil.

L'ombrrière est constituée de rangées de panneaux rotatifs avec un taux de couverture (surface projetée / surface contour panneau) de 35% qui suivent la course du soleil d'Est en Ouest, et sont placés à 2.65 m de hauteur (panneaux à l'horizontal). Chaque rangée de panneaux est espacée de 14m.

La position des panneaux s'adapte en fonction des besoins de la prairie et du type d'élevage :

- Pilotage adapté automatiquement en cas d'évènements climatiques extrêmes : position horizontale en cas de risque de grêle ou de gel, inclinaison verticale en fonction de certaines conditions de pluie pour laisser celle-ci passer de manière homogène, ajustement en cas de vents forts ;
- Ajustement de la position (à l'horizontale ou la verticale) afin de faciliter les interventions de nombreux types d'engins agricoles dédiés à l'entretien des prairies et la gestion des animaux (auto-chargeuses, faucheuses, andaineurs...) ;
- Adaptation du point le plus bas de l'ombrrière en cas de présence du troupeau et en fonction de la taille des animaux (1,80m pour les bovins, 1,10m pour les ovins/caprins).

Lorsque le pâturage a lieu toute l'année, un quart de la parcelle reçoit les animaux au pâturage (panneaux à 1m80 au plus bas) tandis que les trois quarts restants sont dédiés à la production d'énergie ; les trackers sont descendus au maximum (50 cm du sol) afin de maximiser la production solaire.

L'empreinte au sol est minimisée en comparaison de systèmes de panneaux fixes classiques, tant vis-à-vis de l'imperméabilisation du sol (le système de pieux battus évitant l'artificialisation des sols) que sur la surface occupée (la quantité de pieux supports utilisés étant plus faible).

Le Tableau 7 ci-dessous présente l'ensemble des caractéristiques techniques relatives au projet agrivoltaïque.

Tableau 7 : Caractéristiques techniques des ombrières d'élevage

CARACTERISTIQUES DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES	
Modèle des modules	CSI – 620 Wc biface
Nombre de modules	7410
Dimension des modules	2.382 m*1.134 m
Hauteur minimum du module	0.5 m
Hauteur maximale du module	5 m
Hauteur des tables à plat	2 m 65
Degré d'inclinaison des modules	+60° / -60° en fonctionnement
Espacement inter-rangées	9 m
Espacement inter-pieux	14 m
Puissance totale	4.59 MWc
Surface projetée	20 007 m ² soit 2 ha
Surface de la parcelle au sens du Code de l'énergie	56 890 m ² ou 5.68 ha
Surface clôturée	11.10 ha
Linéaire de clôture	1 616 ml
Poste de transformation	3 m*12 m = 36 m ²
Poste de livraison	3 m*12 m = 36 m ²

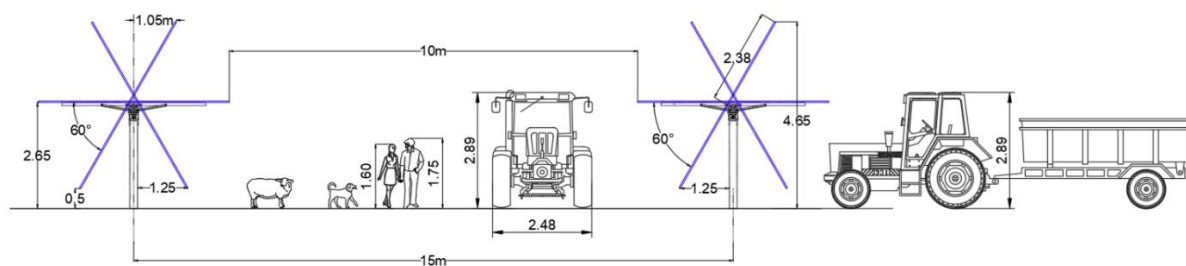


Figure 7 : Schéma de l'installation agrivoltaïque

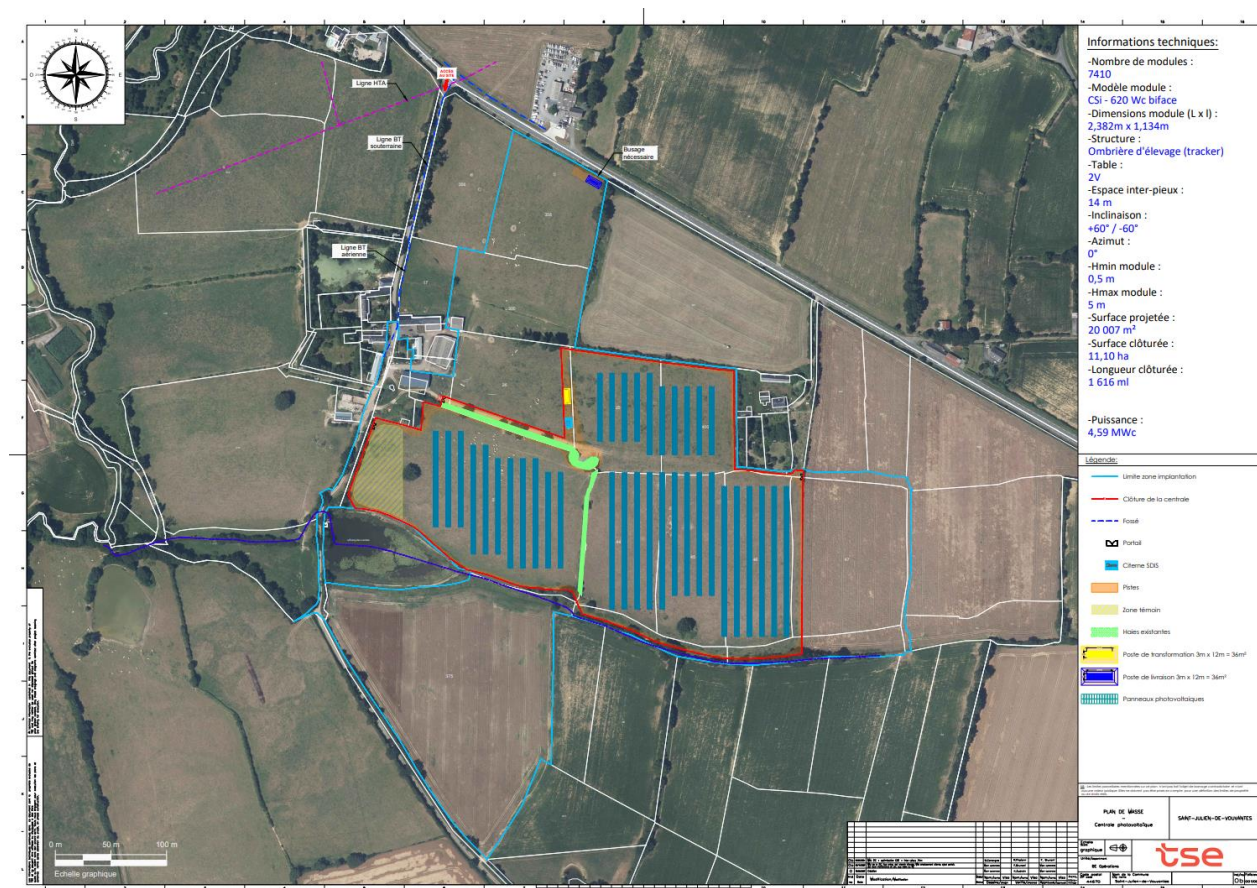


Figure 8 : Plan de masse du projet agrivoltaïque de Saint-Julien-de-Vouvantes (TSE)



Figure 9 : Modélisation de l'installation agrivoltaïque

3.1.2 Conductivité électrique

Le sol est un élément conducteur capable de transmettre un champ électromagnétique. L'installation photovoltaïque implique la production et le transport d'électricité qui peut se retrouver dans les sols selon la conductivité de celui-ci et l'isolement des équipements électriques réalisé. Or, il a été rapporté par de nombreux éleveurs, depuis les années 1990, des perturbations liées à ce courant dans le sol. Cela concerne notamment des problèmes de santé animale (mammites à répétition, avortements) et de reproduction (Clément et Tremblay, 2024). Il est donc important que le projet prenne cet aspect en compte afin de n'impacter ni le bien-être animal ni la production agricole.

Afin de caractériser la conductivité du sol, une cartographie des parcelles sera effectuée en utilisant une méthode électromagnétique. La carte de la Figure 10 ci-dessous est un exemple réalisé sur un site pilote de TSE.



Figure 10 : Exemple de carte de conductivité des sols

En plus de cette analyse de conductivité, un géobiologue fera des recommandations pour le site. Des mesures de champs électromagnétiques à hautes et basses fréquences seront réalisées avant la mise en place de l'installation agrivoltaïque, puis un jour de très beau temps avec l'installation allumée et éteinte. Les premiers résultats provenant des sites pilotes de TSE sont fidèles à la bibliographie existante, et les valeurs mesurées en termes de conductivité sont plus de 100 fois inférieures à la réglementation. Le rapport du géobiologue permettra à TSE d'adapter l'implantation du terrain afin d'éviter les zones avec certaines particularités.

3.2 Intégration paysagère

Un travail sur l'intégration paysagère en cohérence avec les enjeux du site sera réalisé pour l'installation photovoltaïque. Cela inclut la plantation de haies paysagères en périphérie du site dans le but d'atténuer l'impact visuel des panneaux solaires et de favoriser l'intégration de l'infrastructure

dans son environnement. Ces haies ont également un rôle bénéfique du point de vue écologique. Elles favorisent, entre autres, la conservation de la biodiversité, la stabilisation des sols, le stockage de carbone et la production de bois (OFB, 2024).

3.3 Intégration et enjeux au sein du territoire

Le projet agrivoltaïque prend place en France, dans la région des Pays-de-la-Loire, au sein du département de la Loire Atlantique, et plus précisément dans la Communauté de Communes de Châteaubriant-Derval. Il s'intègre sur un territoire défini et façonné par différentes interactions humaines, économiques, environnementales, politiques et administratives.

La Communauté de Communes de Châteaubriant-Derval est un territoire fortement marqué par son activité agricole (la SAU représentait près de 90 % du territoire en 2010). Les productions animales sont largement majoritaires avec notamment l'élevage laitier qui est l'activité principale de 46 % des exploitations (données de 2017). Comparée aux échelles régionale et nationale, l'agriculture occupe une place prépondérante dans la Communauté de Communes, représentant 19 % des établissements du secteur agricole et sylvicole, et 11 % de l'emploi total.

A l'échelle nationale, l'agriculture fait face à divers enjeux dont les principaux sont : d'assurer le renouvellement des générations, de s'adapter au changement climatique et d'assurer la souveraineté alimentaire. Ces différents enjeux se répercutent à l'échelle locale comme à Saint-Julien-de-Vouvantes où 45% des chefs d'exploitations avait plus de 50 ans en 2016, ce qui soulève un enjeu de pérennisation des activités agricoles dans les années à venir. De même, on observe une importante diminution du cheptel bovin viande qui à terme pourrait compromettre la souveraineté alimentaire (Chambre d'Agriculture Pays de la Loire, 2023 ; Citadia et Baugeois Vallée, 2022).

Afin de prévenir et d'accompagner ces changements, la Communauté de Communes de Châteaubriant-Derval suit un SCoT qui a pour objectif de maintenir une activité agricole structurante pour le territoire sous ses aspects physique, économique et sociétal. « Dans ce contexte, le SCoT s'attache particulièrement à Préserver l'activité agricole et arrêter le mitage des espaces ruraux, favoriser les productions historiques du territoire (production laitière, cultures, filières bois) tout en permettant l'évolutivité des exploitations agricoles et sylvicoles ».

Les orientations du SCoT concernent également l'aspect énergie renouvelable avec notamment la poursuite de leur développement. Un des objectifs est de « développer encore la production d'énergies renouvelables en pérennisant les installations existantes, et en autorisant l'installation de nouvelles unités de production sur le territoire (éolien, photovoltaïque, biomasse...) dans le respect des enjeux de chaque site (agricoles, environnementaux...) » (Communauté de Communes de Châteaubriant-Derval, 2018). Le projet permettra de répondre à des indicateurs de « réussites » cités dans le SCoT tels que :

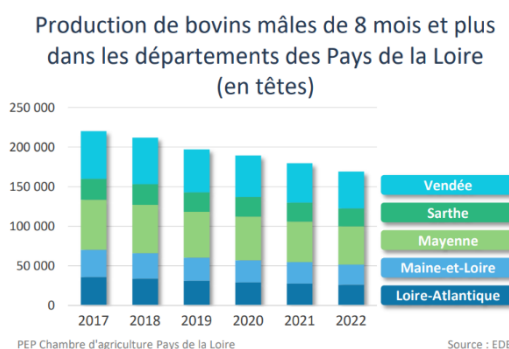


Figure 11 : Diminution de la production de viande bovine en Pays de la Loire

- L'estimation de la production d'énergie renouvelable locale des projets structurants et des projets portés par la collectivité sur le territoire
- L'évaluation du nombre de projets ayant une démarche environnementale et énergétique.
- L'évolution du nombre d'installations de panneaux photovoltaïques et de la production totale estimée

Le projet participe ainsi à atteindre les objectifs du SCoT tant sur l'aspect agricole, avec le maintien d'une production historique et la facilitation de la transmission de l'exploitation, que sur l'aspect énergétique, en augmentant la part d'énergies renouvelables produite sur le territoire. Il vise à soutenir l'agriculture locale en diversifiant les sources de revenus pour les exploitants et en intégrant une innovation durable qui peut renforcer la résilience du territoire face aux défis économiques et environnementaux actuels. Ainsi, le projet agrivoltaïque de Saint-Julien-de-Vouvantes sur l'exploitation de M. Loïc Crespin répond aux enjeux de développement durable et de maintien de la production agricole sur le territoire.

3.4 Gestion et maintenance de l'installation photovoltaïque

La gestion du troupeau de bovins et l'exploitation de la prairie sera effectuée par l'agriculteur.

De même, l'agriculteur sera chargé de l'entretien des refus végétaux sur la parcelle à travers un contrat de co-activité avec la société TSE.

En revanche, l'entretien des clôtures extérieures est pris en charge par le développeur. De même, l'entretien et la maintenance de l'installation solaire du site seront effectués par la société TSE.

3.5 Réversibilité et démantèlement

3.5.1 Réversibilité de l'installation

Afin d'être réversible, le parc photovoltaïque limitera au maximum la surface de sol imperméabilisé. La solution retenue pour ce projet est l'utilisation de pieux battus permettant de structurer les panneaux solaires sans avoir recours à l'utilisation de béton. Pour une surface de 11.75 ha, l'artificialisation du sol représentera environ 408 m², soit moins de 0.35 % de la surface du projet.

De plus, il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas trop de "bouleversements" du sol, c'est-à-dire de remontée de terre des horizons profonds peu fertiles. A cela, il faut ajouter les risques de compaction superficiels et profonds du fait des passages d'engins. Afin d'assurer que les travaux d'installation soient le moins impactant possible pour le sol, TSE dispose d'un protocole pour limiter le tassement du terrain. L'empreinte au sol est minimisée en comparaison de systèmes de panneaux fixes classiques, tant vis-à-vis de l'imperméabilisation du sol (le système de pieux battus évitant l'artificialisation des sols) que sur la surface occupée (la quantité de pieux supports utilisés étant plus faible). Fruit de l'expertise couverte par les collaborateurs de TSE, un cahier des charges couvrant la réalisation des travaux d'implantation de la centrale a été élaboré. Celui-ci s'appuie sur les compétences techniques de construction de centrale agrivoltaïque de TSE et les différentes compétences agricoles présentes au sein de la société. Il vise à réaliser l'implantation de la centrale à une période n'impactant pas la production agricole de la parcelle, réduire au strict nécessaire les zones de manœuvre des engins

intervenants sur le chantier afin de ne pas engendrer de tassement, inclure une politique de gestion des déchets efficace, viser l'absence de perturbation des horizons de sol lors de la création de tranchées. Le schéma suivant précise et illustre ce protocole.

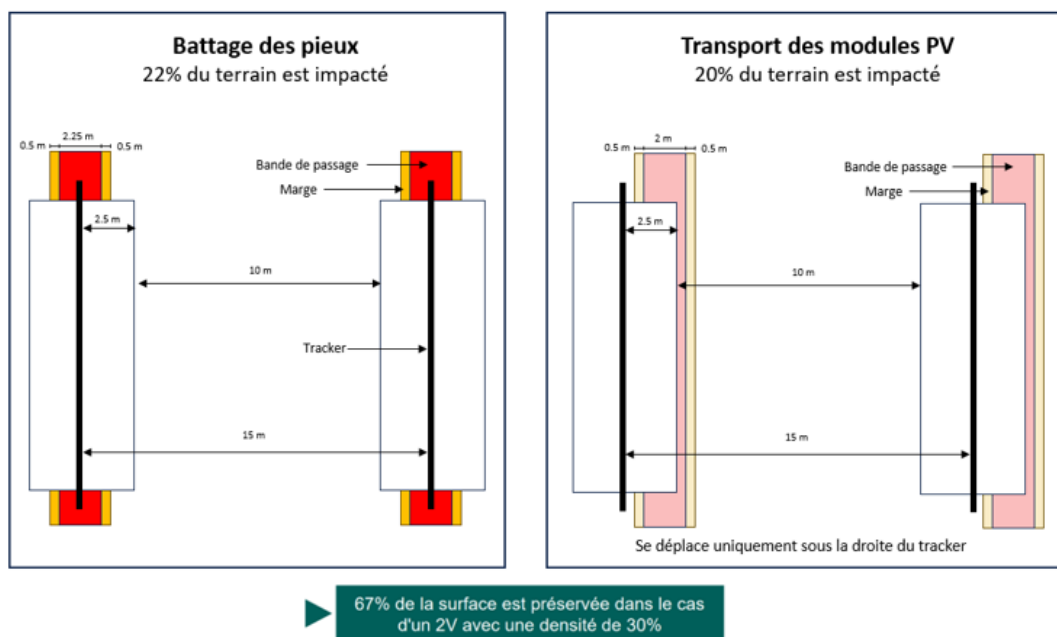


Figure 12 : Protocole pour limiter le tassement de terrain

Dans ce cadre, la réversibilité de l'activité pour permettre un retour à l'état initial du site est possible.

3.5.2 Démantèlement de l'installation

La réutilisation, le recyclage, la valorisation ou à défaut l'élimination des déchets de démolition ou de démantèlement dans les filières spécialisées sont également à prendre en compte, et réalisées à la charge du développeur. Dans une optique de continuité et d'intégration, TSE apporte sa contribution à l'éco-organisme SOREN, société chargée du recyclage des panneaux solaires.



4 Services apportés par l'installation agrivoltaïque

Afin d'être considéré comme un projet agrivoltaïque, l'installation doit offrir certains services d'amélioration si possible ou de maintien, notamment au niveau agricole, climatique, du bien-être animal, et/ou de la protection contre les aléas naturels. Ces éléments sont présentés dans la partie ci-dessous.

4.1 Amélioration du potentiel et de l'impact agronomique

Sous l'ombre des panneaux, la perte de luminosité et donc la légère diminution de la photosynthèse peut engendrer une potentielle perte de rendement. Cependant, de nombreuses études ont démontré que cette potentielle perte de rendement est compensée par la protection que les panneaux apportent grâce à leur ombrage (Edouard *et al.*, 2023 ; Crestey *et al.*, 2021 ; Madej *et al.*, 2024 ; Deiss, 2024). Du point de vue végétal, les impacts positifs sont :

- La protection contre les températures excessives et le rayonnement solaire qui ralentissent ou bloquent la pousse de l'herbe, en permettant une diminution du Heat Load Index (présenté en partie 4.4) ;
- La diminution de l'évapotranspiration et évaporation par capillarité provenant du sol, permettant ainsi une meilleure disponibilité en eau ;
- Les teneurs en matière sèche des végétaux sont plus élevées en inter-rang que sous les panneaux, mais ceux-ci sont plus fibreux et donc moins consommés par les animaux. Au contraire, sous les panneaux, le couvert est plus riche en protéines et matière grasse azotée et a donc une meilleure valeur alimentaire (Nozière, Sauvart, et Delaby, 2018).

Concernant la température, pour prendre l'exemple des graminées fourragères les plus cultivées, il est à noter que pour un ray-grass (*Lolium perenne*), la température maximum de pousse se situe entre 20 et 25°C. Au-delà, le ray-grass ne pousse plus. D'autres espèces comme la fétuque élevée (*Lolium arundinaceum*), présente dans les prairies de l'exploitation, peuvent pousser au-delà de 30°C, mais cela nécessite une bonne disponibilité de l'eau. Pour une bonne disponibilité de l'eau en été, il faut une évapotranspiration qui ne soit pas trop importante et/ou des pluies significatives pendant cette période, ainsi qu'une réserve utile satisfaisante.

Ainsi, l'ombrage créé par les panneaux sur les plantes peut être compensé par ces impacts positifs directs, en fonction du climat et du contexte pédoclimatique de la zone. Plus celui-ci est chaud et sec, plus les impacts positifs seront importants, plus le gain de rendement apporté (tant dans la quantité que dans la qualité des fourrages) par les panneaux sera important (Madej *et al.*, 2024).

Actuellement, le climat de Saint-Julien-de-Vouvantes est considéré comme chaud et tempéré, les pluies sont relativement régulières et on n'observe pour l'instant aucune période sèche comme en témoigne le diagramme ombrothermique de la Figure 13 (une période est considérée sèche lorsque la pluviométrie est en deçà de la courbe de température). Cela n'exclut cependant pas l'observation de périodes très chaudes avec des températures largement supérieures à la normale (Météo France, 2024).

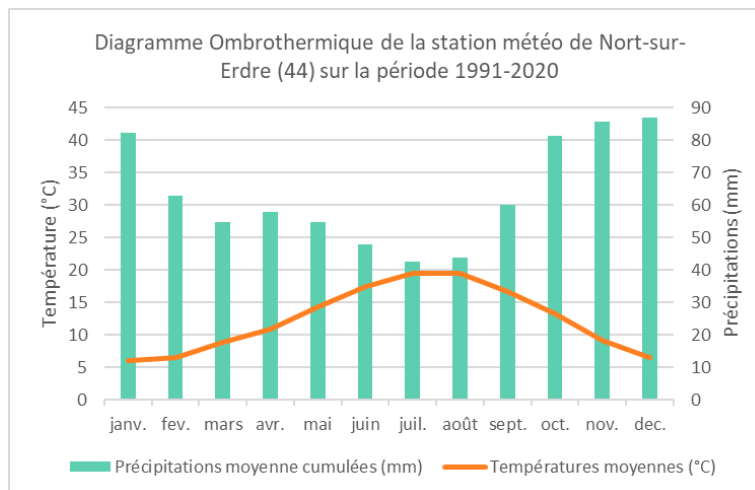


Figure 13 : Diagramme ombrothermique de la station de la Nort-sur-Erdre (44) sur la période 1991-2020

Ainsi, les bénéfices directs apportés par les panneaux sur la végétation seront initialement plutôt limités car les étés sont peu caniculaires et la pluviométrie n'est pas concentrée en épisodes intenses alternant avec des sécheresses. Cependant, cela a tendance à changer rapidement avec le dérèglement climatique. Ce point ainsi que les services d'adaptation au changement climatique et protection contre les aléas seront développés dans la suite de ce document (partie 4.2).

A Saint-Julien-de-Vouvantes, une partie des prairies de pâturage du projet sont sur des terres séchantes (faible réserve utile liée à une faible profondeur de sol valorisable par les racines). La période de pousse de l'herbe est réduite sur l'année vis-à-vis d'une parcelle plus profonde, ce qui peut entraîner une baisse de la valeur nutritive et du rendement de la prairie. En effet, en moyenne dans ce contexte pédo-climatique, les prairies ralentissent leur pousse très tôt à l'approche de l'été (courant du mois de juin la plupart du temps). Cela induit un rendement sur l'année inférieur à une parcelle plus profonde.

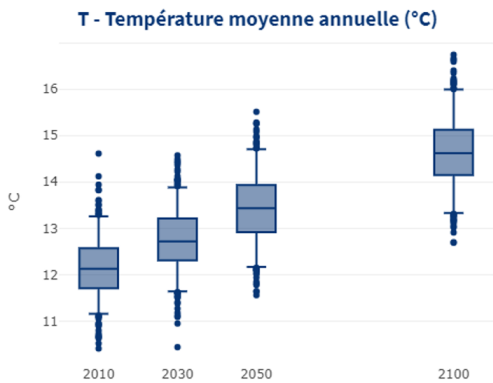
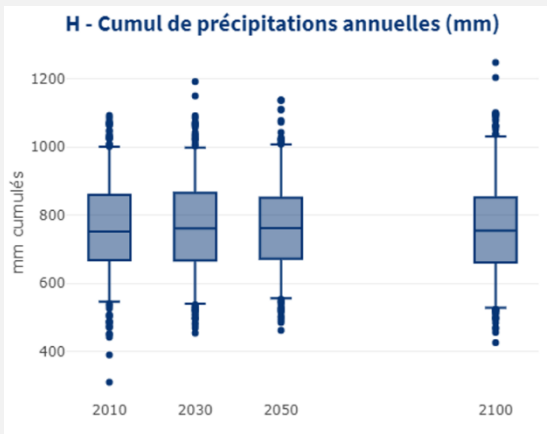
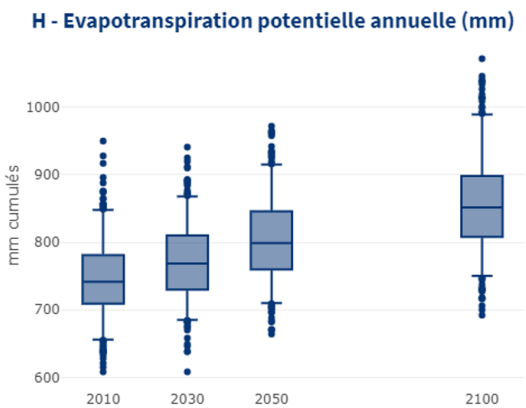
Ce contexte rend l'ombrage des panneaux particulièrement bénéfique pour préserver l'humidité du sol, diminuer l'évapotranspiration et favoriser la croissance végétative. En actionnant ces leviers, la production fourragère pourrait s'accroître et ainsi maximiser le potentiel des prairies pour le pâturage des bovins, tout en améliorant leur niveau de bien-être (présenté dans la partie 4.4).

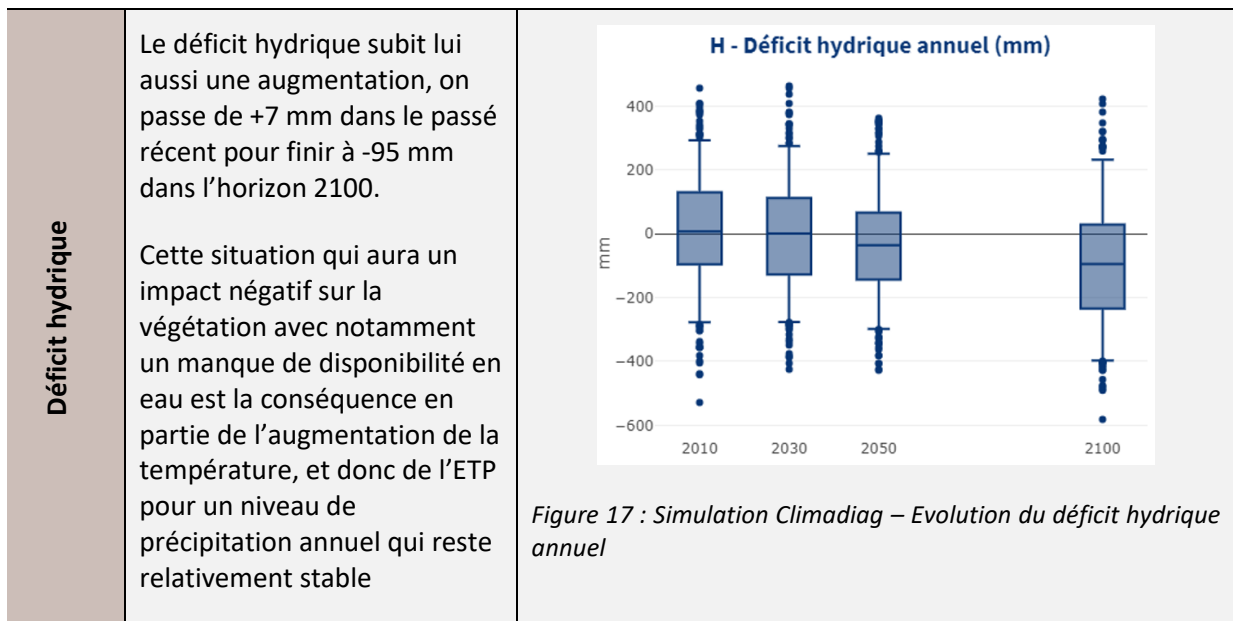
4.2 Adaptation au changement climatique

Comme présenté dans la partie précédente, le climat de Saint-Julien-de-Vouvantes est aujourd'hui plutôt tempéré et sans période sèche. Cependant, les prévisions sur plusieurs années tendent à montrer que ce climat va changer. L'outil Climadiag Agriculture, développé par Solagro et Météo France, permet de quantifier l'évolution locale des différents indicateurs climatiques (pluie, température, etc.) et agro-climatiques (risque de sécheresse, risque lié aux fortes températures, etc.). Ces indicateurs sont établis selon la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique.

Les simulations réalisées, visibles en Annexe 2, permettent de mettre en avant plusieurs points illustrés dans le Tableau 8 ci-dessous.

Tableau 8 : Présentation de la simulation Climadiag selon différents indicateurs

	Prévisions	Graphiques issus de la simulation Climadiag
Température	<p>On observe une augmentation de la médiane de la température importante, 12.57°C dans le passé proche contre 13.43°C pour l'horizon 2050 et 14.62°C pour l'horizon 2100, soit une augmentation respective de +0.86°C et +2.05°C</p>	<p>T - Température moyenne annuelle (°C)</p>  <p>Figure 14 : Simulation Climadiag – Evolution des températures annuelles moyennes</p>
Précipitations	<p>Les précipitations restent relativement stable ; 752 mm dans le passé récent contre 761 pour l'horizon 2050 et 754 mm pour l'horizon 2100.</p> <p>Cependant, le modèle ne présente pas les modifications dans la répartition des précipitations au cours de l'année, pouvant accentuer les périodes humides ou sèches.</p>	<p>H - Cumul de précipitations annuelles (mm)</p>  <p>Figure 15 : Simulation Climadiag – Evolution des précipitations hydriques annuelles cumulées moyennes</p>
Evapotranspiration	<p>On observe une augmentation élevée de l'ETP dans les prochaines années. En effet, on passe de 741 mm dans le passé proche à 799 mm pour 2050 et 852 mm pour 2100, soit une augmentation de +111 mm.</p> <p>Cela est notamment dû à l'augmentation des températures, elle aussi conséquente entre le futur proche et le futur lointain</p>	<p>H - Evapotranspiration potentielle annuelle (mm)</p>  <p>Figure 16 : Simulation Climadiag – Evolution de l'évapotranspiration potentielle annuelle</p>



Ce modèle montre un climat qui sera plus chaud, mais avec sensiblement les mêmes précipitations qu'actuellement, augmentant l'évapotranspiration potentielle des couverts végétaux et entraînant un déficit hydrique. Par conséquent, et dans le cas indiqué par ces simulations, l'intérêt d'installations permettant de diminuer l'évapotranspiration ou de réduire la température grâce à l'ombrage est fort. Or, c'est l'un des effets des modules photovoltaïques dans leurs zones d'ombrage. Dans ces zones, les années les plus chaudes et sèches, la présence des panneaux pourra permettre une pousse de l'herbe pendant une période plus importante l'été, réduisant ainsi les impacts négatifs du changement climatique.

4.3 La protection contre les aléas

Concernant la protection contre les aléas, les systèmes prairiaux sont assez peu sensibles aux tempêtes, aux excès d'eau, aux grêles, etc.

Les panneaux photovoltaïques pourront cependant constituer un abri pour les animaux en cas de forte grêle ou autre événement météorologique exceptionnel « agressif », leur permettant de s'abriter dessous et favorisant ainsi leur bien-être (4.4).

Enfin, les parcelles seront entièrement clôturées, ce qui permettra d'une part de limiter l'intrusion de prédateurs ou d'animaux susceptibles de créer un stress au sein du troupeau, et d'autre part limitera la possibilité de sorties du troupeau de la parcelle. En effet, la parcelle du projet est proche d'une départementale passante qui constitue un risque pour la sécurité des animaux.

4.4 Bien-être animal

Les panneaux fourniront des zones de couchage à l'ombre et à l'abri pour les animaux. Cela permettra d'améliorer leur bien-être, notamment lors des conditions chaudes ou lors des pluies intenses.

A l'heure actuelle, il n'existe pas, à notre connaissance, d'études sérieuses sur les impacts de l'agrivoltaïsme sur le bien-être animal des bovins spécifiquement. En revanche, il est possible de

s'appuyer sur des études réalisées sur des troupeaux ovins (ruminants également) et des études sur le bien-être animal des bovins de manière générale.

Dans la thématique du bien-être animal, le confort thermique est un point clé. En effet, les fortes chaleurs ont des impacts négatifs sur la santé et le bien-être des bovins, quel que soit le stade de développement et de production de l'animal. Le premier critère impacté est la production de lait qui voit sa quantité et sa qualité diminuer, se répercutant sur l'alimentation des veaux et leur croissance. Concernant les vaches gestantes, il a été mis en évidence le fait qu'un stress thermique subi par la mère au cours de la gestation a des conséquences sur la survie et les capacités de production de leurs descendants (les veaux produits présentent un poids de naissance plus faible par exemple) (Vallée, 2021).

Un indice calculé, l'indice de charge thermique HLI (Heat Load Index) prend en compte la température, l'humidité relative ainsi que la vitesse du vent et le rayonnement solaire. On considère que l'inconfort thermique impacte le bien-être de l'animal à partir de 72 (25°C à 50% d'humidité par exemple) chez la vache et devient dangereux pour la vie de l'animal à partir de 90 (Mirabito, 2017). L'ombrage disponible joue fortement sur ce critère, permettant de limiter le HLI. Une étude menée par l'INRAe sur 2022-2023 à la centrale solaire CVE de Bissey-Sous-Cruchau, démontre que la présence de panneau limite l'intensité du stress thermique provoqué par les fortes chaleurs chez les ovins. Cet indice, couplé à l'observation de la fréquence respiratoire des brebis, a permis de montrer que les brebis abritées sous les panneaux solaires présentaient un stress thermique moins important que celles ne disposant pas d'abri lors des journées de fortes chaleurs (température > 30°C) (Deiss, 2024). Or, cette tendance tend à s'accroître et à devenir plus régulière avec le changement climatique (4.2). Ces conclusions sont transposables chez d'autres ruminants tels que les vaches allaitantes du projet.



Figure 18 : Illustrations de bovins abrités sous des panneaux agrivoltaïques

De plus, la clôture quasi-hermétique installée dans le cadre du projet autour des parcelles de pâturage, permet d'empêcher l'intrusion d'animaux sauvages ou chiens errants dans les parcs. Cela permet de préserver les bovins d'éventuelles blessures (morsures par exemple) et de limiter le stress lié à la prédation et aux intrusions. L'éleveur a notamment soulevé une préoccupation au sujet du loup qui est en cours de dispersion dans le département (Figure 19) et pourrait s'introduire dans les pâturages, pouvant blesser, voire tuer les veaux.

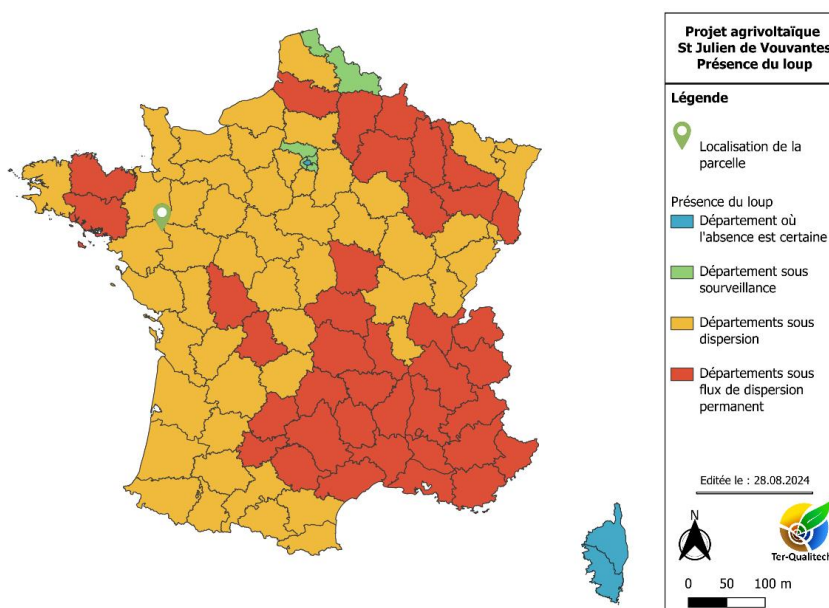


Figure 19 : Carte de présence du loup sur le territoire français

4.5 Synthèse des services apportés

Il a été montré que plusieurs synergies existent entre le projet photovoltaïque et l'activité agricole à travers divers services rendus. L'ensemble de ces points sont récapitulés dans le Tableau 9 suivant.

Tableau 9 : Services apportés à l'activité agricole par l'installation agrivoltaïque

SYNTHESE DES SERVICES	
Amélioration du potentiel et de l'impact agronomique	<ul style="list-style-type: none"> • Protection du couvert végétal contre les températures excessives • Diminution de l'évapotranspiration • Réduction de la dessiccation du couvert et pousse prolongée pendant les périodes chaudes sous les panneaux
Adaptation au changement climatique	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de l'évapotranspiration et de la température au sol intéressantes face aux prévisions de climat qui tendent à être de plus en plus chaudes et sèches • Augmentation de la pousse de l'herbe pendant les périodes de chaleur, compensant ainsi les conditions climatiques extrêmes et améliorant la résilience des prairies.
Protection contre les aléas	<ul style="list-style-type: none"> • Protection du couvert et des animaux contre les aléas climatiques : grêle, fortes pluies, tempêtes, forte chaleur exceptionnelle • Sécurisation de la zone de pâturage
Bien-être animal	<ul style="list-style-type: none"> • Zones d'ombre et d'abris = réduction du stress thermique (HLI) et de ses impacts négatifs • Réduction du stress vis-à-vis de la prédation et des intrusions d'animaux

- Les surfaces perdues dues aux différentes installations électriques (poste de transformation, poste de livraison, local de maintenance incluant les talus, les citernes et les bâtis, soit 396 ²



Figure 21 : Modélisation des zones sous panneaux non exploitables

Au total, ce sont 716 m² soit 0.07 ha non exploitables. Cela représente 1.2 % de la surface totale de la parcelle agricole prévue pour l'implantation du projet, ce qui se situe bien en-dessous des 10% réglementaires demandés.

5.2 Circulation normale des animaux et mécanisation des parcelles

Au regard de la deuxième condition, l'espacement de 9 mètres entre les rangées de panneaux, 14 mètres entre les pieux avec des tables de 5 m de large (espace inter-panneau de 9 m), et la hauteur sous panneau minimale (lorsque les animaux sont présents sur la parcelle) d'1,80 m permettent d'assurer la circulation et la sécurité des animaux. En effet, les vaches adultes charolaises toisent en moyenne 1,35 m à 1,5 m au garrot, ce qui leur permet d'avoir accès à l'ensemble des zones sous panneaux.

Concernant la mécanisation, les panneaux sur trackers ont la possibilité d'être positionnés à la verticale pour faciliter les travaux dans les champs. Ce paramètre, couplé à l'inter-rang de 14 m, permet de limiter l'impact du projet sur la mécanisation de la parcelle. Le matériel utilisé peut ainsi atteindre 13 mètres de largeur (une marge de sécurité de 50 cm des pieux est recommandée afin de ne pas abimer ni le matériel agricole ni l'installation). Ce paramètre n'influe pas sur les opérations réalisées sur les prairies permanentes qui constituent le projet, à savoir le broyage des refus et l'épandage d'urée. Le Tableau 10 suivant résume la compatibilité du matériel avec le parc agrivoltaïque.

Tableau 10 Compatibilité du matériel avec le parc agrivoltaïque

Outil	Provenance	Compatibilité avec le parc agrivoltaïque	Type d'outil et caractéristiques
Broyeur	Propriété et CUMA	Compatible	3 m de large, déporté
Distributeur d'engrais	Propriété	Compatible	Largeur d'épandage pouvant être réglée, inférieure à 14 m

6 Production significative et revenus durables de l'activité agricole

Afin de qualifier la production de significative, dans le cas d'une installation sur élevage herbivore, les indicateurs pertinents retenus sont la production de biomasse fourragère à l'hectare et le taux de chargement.

- La production de biomasse fourragère est mesurée à l'échelle de la parcelle au sens de l'article R. 314-108 du Code de l'énergie ;
- Le taux de chargement est mesuré à l'échelle de la surface extérieure accessible aux animaux de l'exploitation agricole ;

De même, afin de garantir la durabilité des revenus de l'activité agricole, la réglementation impose de comparer les revenus issus de la vente des productions végétales et animales.

- Calculé sur la base d'un EBE diminué des revenus directs et indirects issus de l'installation agrivoltaïque et augmenté, le cas échéant, des rémunérations du travail et des cotisations associées.

Ces indicateurs font l'objet d'un suivi et de contrôles, précisés dans la partie 7 de ce document, dans l'objectif d'assurer que la production agricole reste significative.

L'activité de production de viande bovine est aujourd'hui très bien implantée dans le système et bénéficie de près de 40 ans d'expérience. Elle présente de bonnes performances techniques et permettent un revenu fiable et constant, même si celui-ci reste dépendant des cours du marché.

Ici, les pratiques d'exploitation et notamment de pâturage ne vont pas être modifiées avec la mise en place du projet. Le pâturage sera toujours du pâturage tournant dynamique avec un temps de pâturage dans l'année et une gestion des paddocks (tailles, temps de pâturage et de retours sur paddock) similaires aux pratiques actuelles. Par conséquent il ne devrait pas y avoir de répercussion économique négative dues à l'installation photovoltaïque sur la production agricole.

Par ailleurs, le versement d'une indemnisation par TSE est conditionné, dans le cadre du bail emphytéotique, au maintien de l'activité agricole principale par l'exploitant et au défraiement dans le cadre des contraintes imposées et de l'obligation d'entretien du site par celui-ci. Cette indemnisation apportera à l'exploitation agricole un complément de revenu stable et garanti qui permettra de faciliter les investissements nécessaires, en particulier auprès des banques, pour maintenir, développer ou transmettre l'activité agricole. Il contribuera également à renforcer la résilience de l'exploitation face aux aléas climatiques, aux fluctuations économiques, ainsi qu'à la variation des prix des matières premières et des intrants.

D'un point de vue réglementaire (Décret 2024-318 du 8 Avril 2024 et Arrêté du 05/07/2024), les revenus provenant de la production agricole (productions végétales et animales) après l'installation agrivoltaïque ne doivent pas être inférieurs à ceux d'avant l'installation. Les revenus sont calculés sur la base d'un EBE, diminué de revenus directs et indirects issus de l'installation agrivoltaïque, et augmenté, le cas échéant, des rémunérations du travail et des cotisations associées. Dans certains cas

exceptionnels (événements imprévisibles), détaillés dans l'Article R314-117 du décret 2024-318, une baisse de revenu, si elle est justifiée, peut également être tolérée.

7 Suivi réglementaire et contrôles du projet

La réglementation en vigueur demande un suivi et des contrôles réguliers de l'installation agrivoltaïque. Le premier contrôle post-installation a lieu dans la sixième année de mise en service, puis tous les 5 ans (tous les 3 ans pour les technologies non-éprouvées). L'objectif est de s'assurer du bon fonctionnement des installations et notamment du maintien de la synergie entre activité agricole et activité photovoltaïque. Les points contrôlés sont ceux qui permettent :

- Que la parcelle soit toujours qualifiée d'agricole
- Que l'agriculteur soit toujours actif
- Qu'on observe un/des services(s) d'adaptation au changement climatique
- Qu'il y ait un service de protection contre les aléas climatiques
- Une amélioration du bien-être animal
- Le maintien significatif de l'activité agricole
- La durabilité du revenu de la production agricole

Afin de contrôler que l'activité agricole soit significative, les deux critères retenus pour l'élevage sont :

- Taux de chargement : à calculer selon la réglementation en vigueur
- Production de biomasse fourragère : à mesurer selon la réglementation en vigueur

Entre les contrôles réguliers, un suivi doit être mis en place pour collecter et transmettre certaines données à l'ADEME. Parmi ces informations demandées, la plupart concernent la production agricole (rendements, performances et qualité de la production, revenus engendrés, conditions agricoles de la production), mais aussi la production d'énergie réalisée par l'installation photovoltaïque.

TSE prévoit de collecter l'ensemble de ces éléments à la suite de la mise en place du projet selon une méthodologie à établir.

Conclusion

Ce document met en lumière les synergies potentielles entre le projet d'agrivoltaïsme, porté par la société TSE, et l'activité agricole sur l'exploitation de Loïc Crespin. En se conformant aux exigences réglementaires, notamment celles du Décret n°2024-318 du 8 avril 2024, le projet doit assurer que la production agricole reste l'activité principale, que les revenus agricoles soient durables, et qu'il fournisse divers services bénéfiques à l'agriculture.

L'installation agrivoltaïque respectera les conditions nécessaires pour garantir la priorité de l'activité agricole, et aura une conception permettant la circulation sécurisée des animaux et des machines agricoles.

Les bénéfices de l'agrivoltaïsme sur l'exploitation de M. Crespin ne se limitent pas à la simple cohabitation des deux activités. Les panneaux photovoltaïques apportent un abri et une protection climatique bénéfiques pour les animaux et la production des prairies, en particulier dans un contexte de réchauffement climatique, et où certaines terres de l'exploitation sont séchantes. L'amélioration des infrastructures de pâturage comme l'installation de clôtures extérieures faciliteront le travail de l'éleveur et protégeront le troupeau, tout en augmentant la durabilité, la productivité de l'exploitation et le bien-être des animaux pâturant. Ces synergies, renforcées par une gestion qui inclut les défis liés au changement climatique, créent un environnement agricole qui sera à terme plus résilient et devrait gagner en performance.

Ce projet est important pour M. Crespin pour pérenniser l'élevage sur son exploitation, dans le cadre d'une future transmission, avec un élevage bien intégré et bien valorisé dans ce contexte pédoclimatique et dans la parcelle agrivoltaïque.

En conclusion, ce projet d'agrivoltaïsme représente un modèle intégré où l'innovation technologique et les pratiques agricoles se complètent, offrant une perspective durable pour l'avenir de l'agriculture et de la production d'énergie renouvelable.

Bibliographie

- Chambre d'Agriculture Pays de la Loire. 2023. *Production de viande bovine en Pays de la Loire*.
- Citadia, et Baugeois Vallée. 2022. *Révision du Schéma de Cohérence*.
- Clément, Thomas, et Dominique Tremblay. 2024. *Caractérisation de l'impact sur les activités d'élevage des antennes téléphoniques, installations électriques et éoliennes - Rapport n°23024*.
- Communauté de Communes de Châteaubriant-Derval. 2018. *SCoT de la Communauté de Communes Châteaubriant-Derval*.
- Crestey, Karoline, Vigan Dervishi, Julien Fradin, et Jérôme Pavie. 2021. *L'agrivoltaïsme appliqué à l'élevage des ruminants - Guide à destination des éleveurs et des gestionnaires de centrales photovoltaïques au sol*. IDELE, (Guide Pratique).
- Deiss, Véronique. 2024. *Rapport d'étude sur le bien-être animal – Centrale solaire de CVE à Bissey-sous-Cruchaud*.
- Edouard, Sylvain, Didier Combes, Mike Van Iseghem, Marion Ng Wing Tin, et Abraham J. Escobar-Gutiérrez. 2023. « Increasing land productivity with agriphotovoltaics: Application to an alfalfa field ». *Applied Energy* [En ligne]. Vol. 329,. Disponible sur : < <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306261922014647> > (Consulté le 28 mai 2024).
- Futur Proche. 2020. *Plan Local d'Urbanisme Commune de Saint-Julien-de-Vouvantes - Règlement écrit*.
- Madej, Loan, Catherine Picon-Cochard, Cyrille Bouhier de l'Ecluse, Christophe Cogny, Luc Michaud, Marylin Roncoroni, et David Colosse. 2024. *One Year of Grassland Vegetation Dynamics in two Sheep-Grazed Agrivoltaic System*.
- Mirabito, Luc. 2017. *Bien-être de la vache au pâturage : quelques points de repère*.
- Nozière, Pierre, Daniel Sauvart, et Luc Delaby. 2018. *Alimentation des ruminants*. Versailles : Éditions Quae, ISBN : 978-2-7592-2867-6.
- OFB. 2024. « Haies et bocages : des réservoirs de biodiversité ». Disponible sur : < <https://www.ofb.gouv.fr/haies-et-bocages-des-reservoirs-de-biodiversite> > (Consulté le 12 juin 2024).
- Vallée, Roxane. 2021. *Impacts du stress thermique sur les vaches laitières*.

Table des figures

Figure 1 : Localisation de l'exploitation agricole de Loïc CRESPIN	7
Figure 2 : Vaches Charolaises de l'exploitation de M. Crespin	9
Figure 3 : Assolement de l'exploitation	9
Figure 4 : Localisation du projet	11
Figure 5 : Carte du Plan Local d'Urbanisme (PLU) de St-Julien-de-Vouvantes	12
Figure 6 : Carte des parcelles du projet	13
Figure 7 : Schéma de l'installation agrivoltaïque	16
Figure 8 : Plan de masse du projet agrivoltaïque de Saint-Julien-de-Vouvantes (TSE)	17
Figure 9 : Modélisation de l'installation agrivoltaïque.....	17
Figure 10 : Exemple de carte de conductivité des sols	18
Figure 11 : Diminution de la production de viande bovine en Pays de la Loire	19
Figure 12 : Protocole pour limiter le tassement de terrain	21
Figure 13 : Diagramme ombrothermique de la station de la Nort-sur-Erdre (44) sur la période 1991-2020	23
Figure 14 : Simulation Climadiag – Evolution des températures annuelles moyennes.....	24
Figure 15 : Simulation Climadiag – Evolution des précipitations hydriques annuelles cumulées moyennes ...	24
Figure 16 : Simulation Climadiag – Evolution de l'évapotranspiration potentielle annuelle	24
Figure 17 : Simulation Climadiag – Evolution du déficit hydrique annuel	25
Figure 18 : Illustrations de bovins abrités sous des panneaux agrivoltaïques	26
Figure 19 : Carte de présence du loup sur le territoire français	27
Figure 20 : Contour de l'installation photovoltaïque	28
Figure 21 : Modélisation des zones sous panneaux non exploitables	29

Table des tableaux

Tableau 1 : Eléments réglementaires attendus définissant l'agrivoltaïsme	6
Tableau 2 : Caractéristiques de l'élevage allaitant.....	8
Tableau 3 : Caractéristiques des cultures de l'exploitation	9
Tableau 4 : Parcelles cadastrales du projet.....	11
Tableau 5 : Les surfaces du projet sur le parcellaire de l'exploitation	12
Tableau 6 : Description des parcelles de pâturage du projet	14
Tableau 7 : Caractéristiques techniques des ombrières d'élevage	16
Tableau 8 : Présentation de la simulation Climadiag selon différents indicateurs	24
Tableau 9 : Services apportés à l'activité agricole par l'installation agrivoltaïque	27
Tableau 10 Compatibilité du matériel avec le parc agrivoltaïque	29

Annexes

Annexe 1 : Photographie des parcelles du projet	37
Annexe 2 : Modélisations climatiques CANARI-Climadiag	39

Annexe 1 : Photographie des parcelles du projet

Parcelles du projet

Parcelle A



Parcelle B (Nord)



Parcelle B (Sud)



Annexe 2 : Modélisations climatiques CANARI-Climadiag

