



25 allée Pierre Ziller - Le Paros
06560 Sophia Antipolis



NOTE TECHNIQUE AGRIVOLTAÏQUE

Grand-Auverné (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

Résumé

Cette note technique agrivoltaïque démontre la possibilité de créer une activité d'agrivoltaïsme, c'est-à-dire de co-activité entre production agricole et production photovoltaïque d'un point de vue technique et réglementaire, sur l'exploitation de Monsieur Yoann VETU, éleveur impliqué dans le projet. Cette exploitation, basée à Grand-Auverné en Loire-Atlantique, est un élevage de vache laitières avec une surface agricole utile (SAU) de 308 ha. Ce projet d'agrivoltaïsme, porté par la société TSE prend place sur une surface de 19.6 ha implantée en prairie et en grandes cultures. Les divers aspects du projet et ses impacts sont cadrés notamment par le Décret n°2024-318 du 8 avril 2024 et répondent à des critères tels que le maintien d'une production agricole significative, avoir des revenus agricoles durables, apporter de services d'amélioration agronomique, etc. Ce document présente également les différentes synergies qui opèrent entre les deux productions, telles qu'une amélioration du potentiel agronomique par la mise en place de pratiques culturales et de pâturages optimisées, du bien-être animal (favoriser la mise à l'herbe des génisses), de la protection du couvert végétal, de l'adaptation au changement climatique ou encore de l'amélioration des conditions de travail de l'éleveur. Le projet d'agrivoltaïsme est envisagé de manière systémique, intégrant de manière cohérente et durable l'activité agricole et photovoltaïque pour répondre aux attentes et besoins de tous les acteurs impliqués.

Mots-clés : Agrivoltaïsme, Production agricole, Bovin Lait, Synergie, Photovoltaïque

Table des matières

Résumé	1
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.....	15
3 Descriptif du projet agrivoltaïque.....	19
4 Services apportés par l'installation agrivoltaïque	26
5 Activité agricole principale	34
6 Production significative et revenus durables de l'activité agricole	37
7 Suivi réglementaire et contrôles du projet.....	39
Conclusion	40
Bibliographie	41
Table des illustrations.....	42
Table des tableaux.....	42
Annexes	43

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)

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

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. Yoan VETU, éleveur de vaches laitières avec une SAU de 308 ha sur la commune de Grand-Auverné 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. VETU, ses productions, ses pratiques tant au niveau animal que végétal, ainsi que ses enjeux et objectifs. La troisième partie explicite le projet agrivoltaïque et fournit une description technique des installations tant au niveau des panneaux photovoltaïque que des parcelles agricoles concernées 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. VETU. 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.

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 note technique agrivoltaïque 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

Eléments réglementaires attendus	Parties du mémoire 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
L'agriculteur doit être en activité	Annexe 3 : Attestation MSA certifiant que l'agriculteur est actif

Ce présent mémoire a pour objectif de présenter l'ensemble de ces critères appliqués à l'exploitation de M. Yoan VETU pour le projet agrivoltaïque de Grand-Auverné.

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 soumettra 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 2022.

1.1 Présentation générale de l'exploitation :

Le projet agrivoltaïque a pour vocation de s'implanter sur l'exploitation de M. Yoan VETU, située dans le département de la Loire-Atlantique, dans la commune de Grand-Auverné (Figure 1).

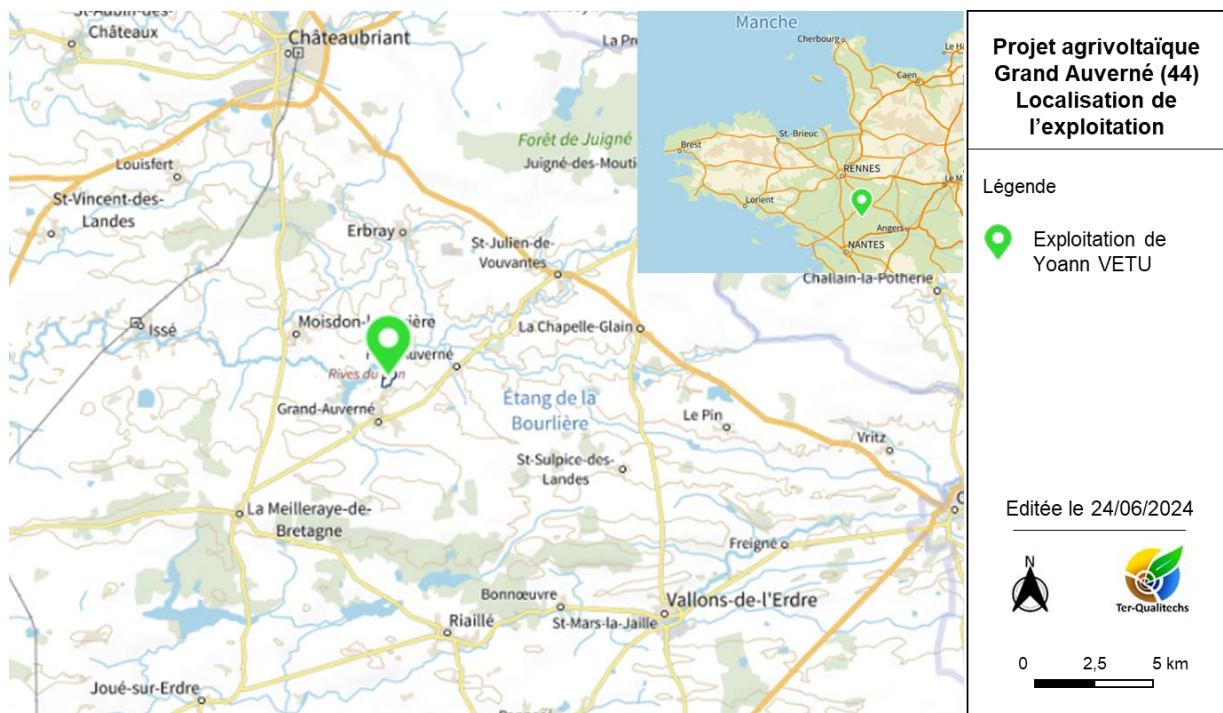


Figure 1 : Localisation de l'exploitation agricole de Yoann VETU

Cette exploitation, gérée par l'éleveur depuis 2008, s'étend sur 308 ha et a pour activités principales l'élevage de vaches laitières, la production de céréales et la production de légumes. Le site principal avec les principaux bâtiments d'élevage se situe sur la commune de Petit-Auverné. L'exploitant possède également deux SAS sur l'exploitation : la SAS Nature Energie, une unité de méthanisation et la SAS Le grain en folie, une unité de stockage de céréales. C'est une exploitation en agriculture conventionnelle certifiée HVE (Haute Valeur Environnementale).

La majorité de la SAU est composée de céréales à destination de la vente et comporte une soixantaine d'hectares de prairies temporaires destinées à l'alimentation des bovins. A ce jour, l'exploitation sous forme d'EARL compte 1 gérant, 5 salariés et un apprenti, soit 6.5 UTH.

1.2 Productions animales de l'exploitation – élevage bovin lait

L'activité principale de l'exploitation est la production laitière, elle représente 70% du chiffre d'affaires. Le cheptel laitier est composé de 190 à 200 vaches laitières de race Prim'Holstein, visibles sur la Figure 2.



Figure 2 : Vaches Prim'Holstein de l'exploitation de M. Vetu

1.2.1 Données et conditions d'élevage

Les vêlages sont étalés sur l'année, par conséquent, sur les 190 à 200 vaches laitières présentes sur l'exploitation, environ 160 à 170 sont constamment en production. L'intervalle vêlage-vêlage est de 390 jours avec une première insémination à 12 mois pour un âge au premier vêlage de 25 mois. Chaque année, environ 240 naissances ont lieu. Pour assurer la performance du troupeau laitier, les vaches présentant les meilleures caractéristiques laitières sont inséminées avec des semences sexées afin de produire les futures génisses de renouvellement, soit approximativement 60 têtes. Les autres vaches sont inséminées avec des semences de race Bleu Blanc Belge (race à viande) pour une meilleure valorisation bouchère par la suite. Les veaux issus de ces croisements sont généralement vendus à 15 jours.

Les vaches laitières en production sont exclusivement en bâtiment d'élevage avec logettes (Figure 3) et n'ont pas accès à l'extérieur. En revanche, une fois tarées et si la période le permet, elles peuvent avoir accès au pâturage pour une période de 2 mois environ.



Figure 3 : Photographie du bâtiment d'élevage laitier

Les petites génisses de renouvellement sont séparées des mères dès la naissance et placées en cases individuelles dans le bâtiment d'élevage lors de leurs premières semaines de vie. Elles sont nourries au lait des mères apporté par seaux ou biberons et disposent d'une surveillance accrue de la part des salariés de la ferme (Figure 4). Une fois les deux/trois premières semaines passées, les petites génisses sont mises en cases collectives et débutent une alimentation solide (Figure 4).

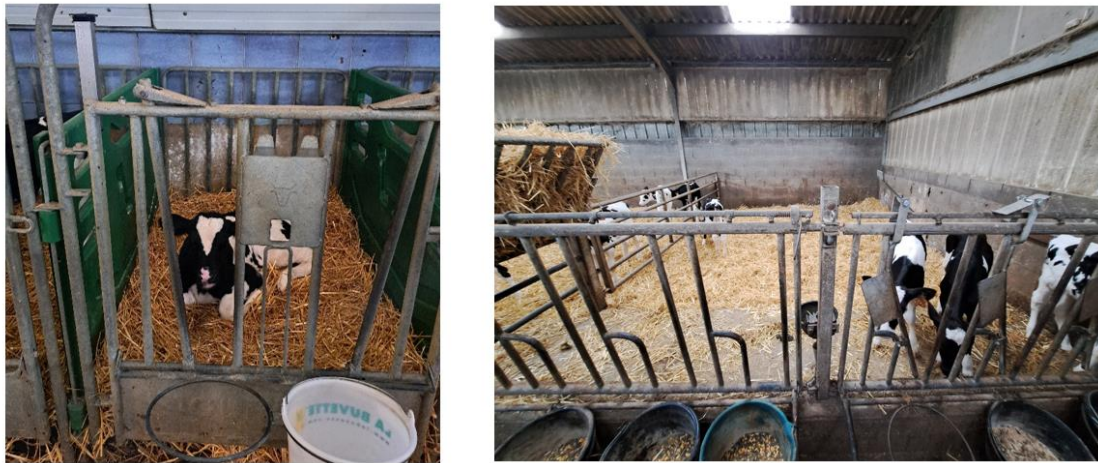


Figure 4 : Case individuelle (à gauche) et case collective (à droite)

Une fois le sevrage terminé, entre 7 et 10 semaines, les génisses sont sorties du bâtiment d'élevage laitier et intègrent le bâtiment voisin, avec stabulations, qui leur est propre (Figure 5). Différents lots sont composés en fonction des âges et des stades de croissance des génisses. Arrivées à 12 mois de vie les inséminations commencent. Une fois que celles-ci sont confirmées pleines (soit environ 60 jours post-insémination) les génisses sont envoyées dans un autre bâtiment, à environ 2 km du site principal sur la commune de Grand-Auverné (Figure 5), ou elles resteront jusqu'à trois semaines avant le vêlage. Pendant ces 7 mois environ, les génisses peuvent avoir accès au pâturage lorsque les conditions météorologiques et l'implantation des parcelles le permettent. Une fois cette période terminée, elles réintègrent à nouveau le bâtiment d'élevage laitier.



Figure 5 : Bâtiment d'élevage sur site (à gauche) et bâtiment d'élevage pour génisses pleines (à droite)

1.2.2 Production laitière

La production laitière est assurée par 160 à 170 vaches toujours en lactation. Elles produisent à l'année un total de 2 300 000 litres de lait. La traite est automatisée et s'effectue à l'aide de trois robots de traites installés en 2012 et 2014. Ces robots permettent de décharger l'éleveur en termes de temps de travail et des contraintes horaires liées à la traite. Le robot permet également d'augmenter le niveau de technicité de l'exploitation en fournissant des données d'élevage précises pour chacune des vaches et ainsi avoir un suivi individuel de chaque individu. Ils réalisent aussi la distribution des concentrés de la ration en adaptant les quantités aux performances et besoins de chacune des vaches. Le lait produit et vendu à la coopérative laitière Laïta (Terrena).

1.2.3 Alimentation du troupeau

Les rations alimentaires du troupeau laitier sont calculées pour atteindre une production laitière de 38 kg par jour et par vache. L'aliment majoritaire est l'ensilage de maïs (6 T), produit en grande majorité sur la ferme. Le reste de la ration fourragère quotidienne est composé d'ensilage d'herbe (2 T) et de foin de luzerne (0.2 T). A cela s'ajoute la ration de concentrés, distribuée par les robots lors de la traite ; celle-ci est composée d'orge produit sur la ferme et complétée par des aliments achetés équilibrés en énergie, protéine, minéraux et vitamines.

1.2.4 Le pâturage

Le pâturage est actuellement peu pratiqué sur l'exploitation. La plupart des 25 ha de prairies destinées au pâturage ne présentent, selon l'éleveur, pas de bons potentiels. Les animaux qui sortent, à savoir les génisses pleines et les vaches tarées, ont accès à l'extérieur lorsque les conditions météo le permettent. Ces dernières années, cela a représenté entre 2 et 4 mois de l'année. De plus, la valeur fourragère ou la quantité d'herbe disponible n'étant pas toujours suffisante, du foin est mis à disposition dans les pâturages. Concernant les aménagements, des abreuvoirs sont présents dans certaines des parcelles, mais pas partout. Une clôture fixe entoure les parcelles.

Le pâturage se fait sur des parcelles de 3 à 9ha avec des lots d'animaux d'une trentaine d'individus jusqu'à consommation complète du couvert végétal disponible. Les changements de parcelles s'accompagnent d'un broyage de la parcelle pâturée pour limiter son salissement et favoriser la repousse du couvert. On peut caractériser ces pratiques comme un pâturage « *full grass* », optimisable du point de vue du rendement et de la qualité des plantes fourragères.

Ainsi l'accès au pâturage et sa valorisation présentent ici une forte marge et une envie de progression de la part de l'exploitant.

1.3 Productions végétales de l'exploitation

Les productions végétales sur l'exploitation sont relativement diversifiées, on trouve en majorité des céréales, puis des prairies de fauche et de pâturage et enfin des légumes plein champs. Ces cultures sont d'une part pour la vente et d'autre part pour l'autoconsommation de l'exploitation.

Le diagramme de la Figure 6 ci-dessous présente un assolement classique pour cette exploitation :

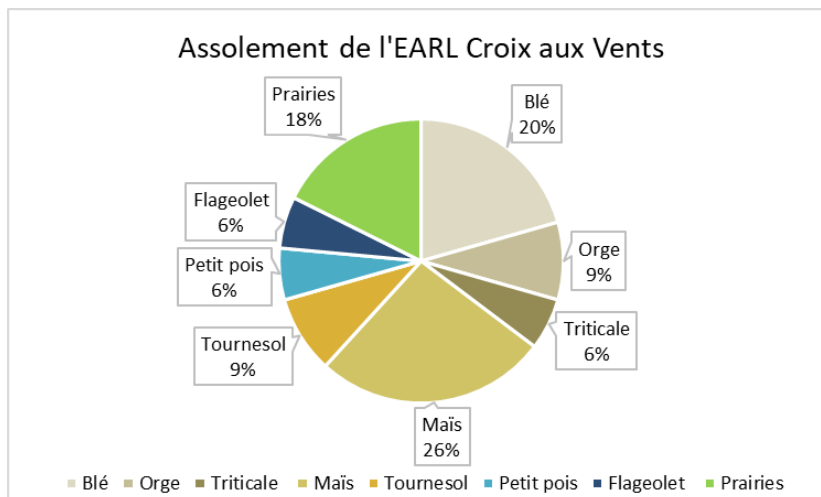


Figure 6 : Diagramme présentant l'assolement de l'exploitation

1.3.1 Grandes cultures

La majorité de l'assolement est implanté en céréales qui sont à la fois de cultures de ventes et des cultures destinées à l'autoconsommation des animaux de l'exploitation. Leurs surface, rendement et débouchés sont présentés dans le Tableau 2 ci-dessous. Sauf année exceptionnelle, l'EARL est autosuffisante en paille et cherche à se rapprocher de l'autonomie alimentaire pour les fourrages et les céréales.

Tableau 2 : Caractéristiques des grandes cultures de céréales de l'exploitation

Cultures	Surfaces moyennes	Rendements moyens	Valorisation
Blé	70 ha	80 – 85 q/ha	Vente des grains et pailles autoconsommées
Orge	30 ha	60 – 70 q/ha	Autoconsommation à destination du cheptel
Triticale	10 à 20 ha	60 – 70 q/ha	Autoconsommation à destination du cheptel
Maïs ensilage	80 à 90 ha	10 à 15 tMS/ha	Autoconsommation à destination du cheptel
Tournesol	20 à 30 ha	30 q/ha	Vente

Parmi ces surfaces, 100 hectares sont irrigables. Les céréales destinées à la vente sont vendues en coopérative (Eureden) ou négoce (Pelé Agri Conseil) selon les années, le marchés et les prix proposés.

Les légumes plein champs sont produits pour D'aucy (coopérative Eureden), sur des parcelles irriguées. La rotation de culture est de 5 ans. Les cultures présentent les caractéristiques suivantes :

Cultures	Surfaces moyennes	Rendements moyens	Valorisation
Petits pois	20 ha	8 t/ha	D'aucy
Flageolets	20 ha	8-10 t/ha	D'aucy

1.3.2 Les prairies

Les prairies de l'exploitation occupent 60 ha dont 25 ha pâturables. La plupart des prairies, de fauche notamment, sont réimplantées tous les 3 ans et intégrées dans la rotation des cultures. Elles sont composées de plusieurs mélanges : du ray-grass hybride (RGH) et du trèfle violet pour maximiser la production, et du dactyle, de la fétuque, du ray-grass anglais et du trèfle blanc pour une meilleure résistance du couvert. Le rendement est estimé entre 5 et 6 T MS par hectare par l'exploitant.

On compte également 100 ha de mélange ray-grass italien et trèfle en dérobé entre les cultures de maïs et de tournesol. Ce couvert est ramassé pour les vaches lorsqu'il est de bonne qualité, sinon il est valorisé dans l'atelier de méthanisation.

La fauche est réalisée une à deux fois par ans en fin de printemps ou en été, et les refus du pâturage sont broyés.

Les prairies sont fertilisées grâce au digestat issu de la méthanisation.

1.4 La méthanisation

Une centrale de méthanisation est implantée sur l'exploitation (Figure 7). Elle appartient à la SAS Nature Energie présidée par Yoan VETU. Ce méthaniseur convertit les matières organiques, tels que le fumier, le lisier et les résidus de culture, en biogaz, fournissant une source d'énergie renouvelable tout en produisant un engrais organique riche pour les cultures.

Ainsi, l'ensemble des effluents de l'atelier laitiers, certaines cultures dont la valeur nutritive est trop faible pour l'affouragement ou la vente valorisés par ce biais. La « ration » du méthaniseur est ainsi composée de 70 à



Figure 7 : Unité de méthanisation SAS Nature Energie, photo Frédéric Douard

75% du fumier de l'exploitation, 7 à 8 % de maïs ensilé et complétée en plus par des CIVES importées et produites sur l'exploitation, ainsi qu'une part restante de matières organique importées notamment du lisier de canard et de volaille. Une fois méthanisé, l'ensemble de ces matières forment deux types de digestat, un sous forme solide et un sous forme liquide, qui servent de fertilisant pour l'ensemble des terres de l'exploitation. Tout ce qui est exporté par les cultures à valorisation énergétique est ainsi restitué sous la forme de ces digestats.

La SAS est également en partenariat avec des agriculteurs voisins qui fournissent des matières organiques ou des cultures en échange de digestat. Au total c'est 17 000 tonnes de matières qui sont traitées par an.

1.5 Gestion des fertilisants

Grâce à la méthanisation, l'exploitant fertilise l'ensemble de ses prairies et cultures avec du digestat issu du méthaniseur. La phase solide est plutôt épandue sur les cultures tandis que la phase liquide est plutôt destinée aux prairies. Ce digestat est épandu principalement grâce à une tonne à lisier avec pendillard de 24 m. Une fertilisation avec des engrais minéraux peut également être apportée en fonction du besoin des cultures.

Concernant la pression azotée, la production et les imports d'azote total minéral + organique sur l'exploitation sont de 68 813 unités tandis que les exports sont de 74 140 unités, ainsi cela revient à - 16 unité d'azote par ha de SAU du point de vue de la BGA (Balance Globale Azotée). Les imports et exports d'azote sont donc équilibrés à l'échelle de l'exploitation.

1.6 Partenaires de l'exploitation

Pour la vente de ses céréales et l'achat de semences et d'intrant, l'exploitant travaille avec deux acteurs agricoles : le négoce Pelé Agri Conseil, et Ouest Négoce Agriculture (ONA) appartenant à la coopérative Eureden. Les légumes sont vendus à D'aucy, une filiale d'Eureden également.

Le lait est commercialisé par la coopérative laitière Laïta (Terrena).

Concernant le travail des champs, l'exploitant et ses salariés réalisent une grande partie des opérations, cependant il peut faire appel à une ETA voisine si besoin.

Enfin, en termes de conseil, l'exploitant déclare être autonome mais est en relation avec des technico-commerciaux d'Eureden et Terrena.

1.7 Enjeux et objectifs

L'EARL Croix aux vents est dans une dynamique de recherche d'optimisation et de performance de ces productions. Il y a plusieurs ateliers de taille importante : méthanisation, troupeau laitier, grandes cultures, stockage... qui nécessitent du travail et du suivi.

L'éleveur souligne l'importance de la sécurisation des revenus par la diversification des ateliers et des productions. Le secteur des énergies renouvelables associé à l'agriculture est un domaine qui

l'intéresse et qui a déjà fait ses preuves sur l'exploitation (méthanisation). L'agrivoltaïsme s'inscrit également dans cette dynamique.

A travers ce projet, il voit l'opportunité d'améliorer le bien-être de ses animaux, en leur permettant d'avoir un pâturage abrité, optimisé et sécurisé, mais également de pouvoir valoriser des terres à ce jour considérées comme peu productives.

2 Description physique de la parcelle

Le projet, localisé en rouge sur la Figure 8, est au Nord-Est de la Loire-Atlantique, sur la commune de Grand-Auverné. Il regroupe les parcelles cadastrales n°ZA45, ZA46 et ZA48 de la commune de Grand-Auverné (code INSEE n°44065), toutes exploitées par Yoan VETU.

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

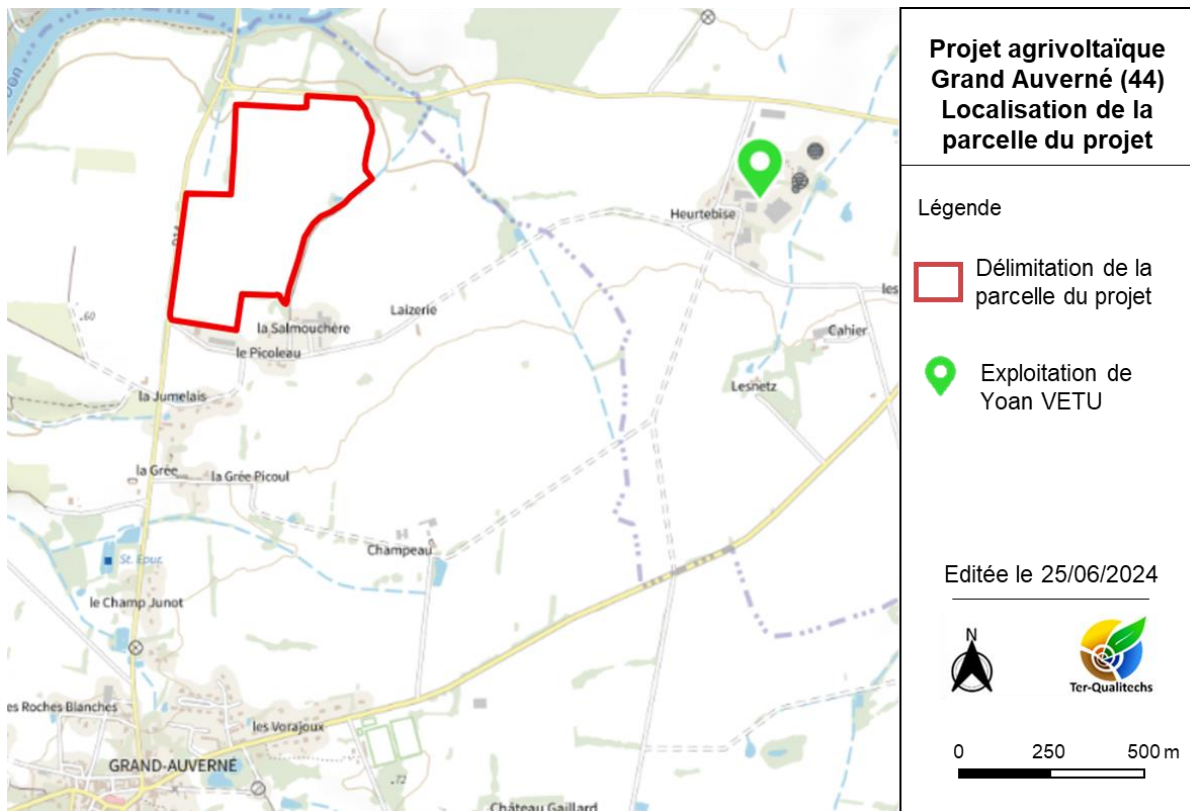


Figure 8 : Localisation du projet

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

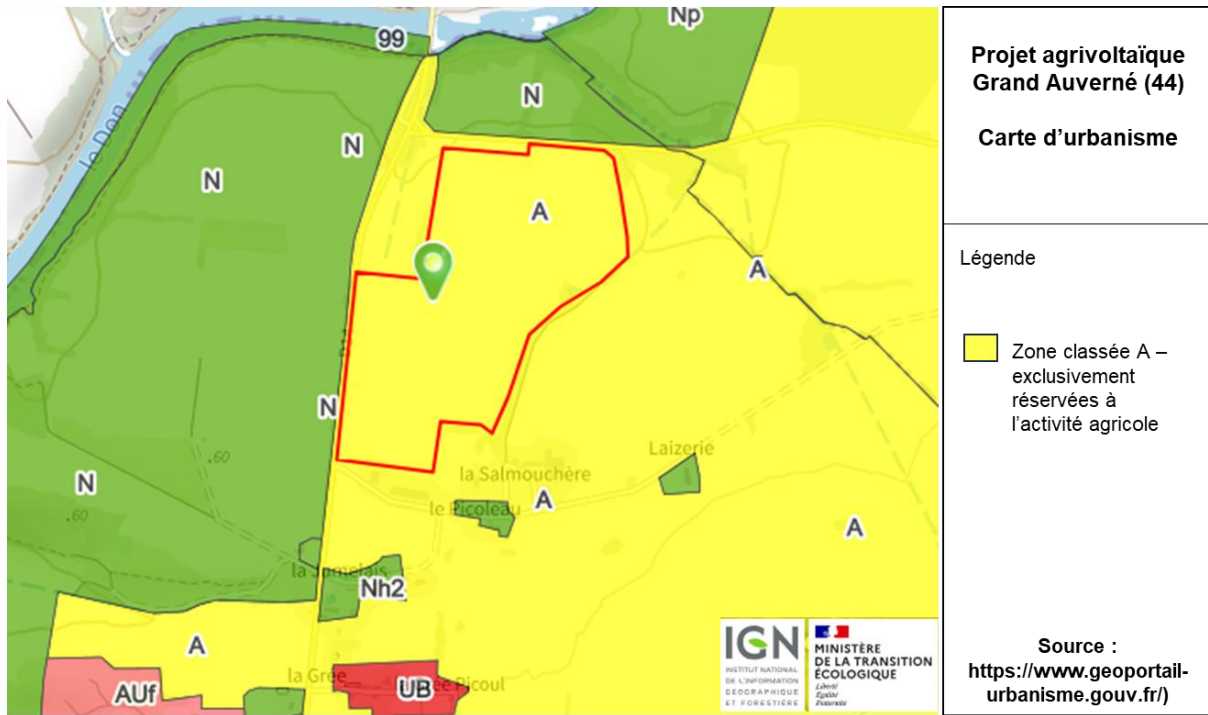


Figure 9 : Documents d'urbanisme (source : <https://www.geoportail-urbanisme.gouv.fr/>)

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 seules autorisées en zone A (Mairie de Grand Auverné, 2019). L'installation du projet agrivoltaïque rentre ainsi dans ces exceptions.

Le Tableau 3 ci-dessous présente les surfaces concernées par le projet sur le parcellaire de l'exploitation :

Tableau 3 : Les surfaces concernées par le projet sur le parcellaire de l'exploitation

Emprise clôturée du projet	Ratio surface clôturée / SAU	Productions actuelles de la parcelle concernée (Juillet 2024)
19.6 ha	6.36 %	Prairies permanentes et temporaires, orge, sarrasin

2.1.1 Caractéristiques des prairies du projet

La zone concernée par le projet a pour vocation d'être entièrement implantée ou réimplantée en prairie avant et pendant la durée du projet. Cette zone a ici été découpée en sous-parcelles, visibles sur la carte de la Figure 10, dont la conduite a été sensiblement homogène selon les RPG de 2007 à 2022, et selon les dires de l'agriculteur sur 2023 et 2024. Elles ont été renommées A, B, C, et D afin de faciliter la compréhension des éléments suivants. Le Tableau 4 présente l'historique de cultures de ces sous-parcelles. Des photographies des parcelles, en l'état actuel (07/2024) sont visibles en Annexe 1.

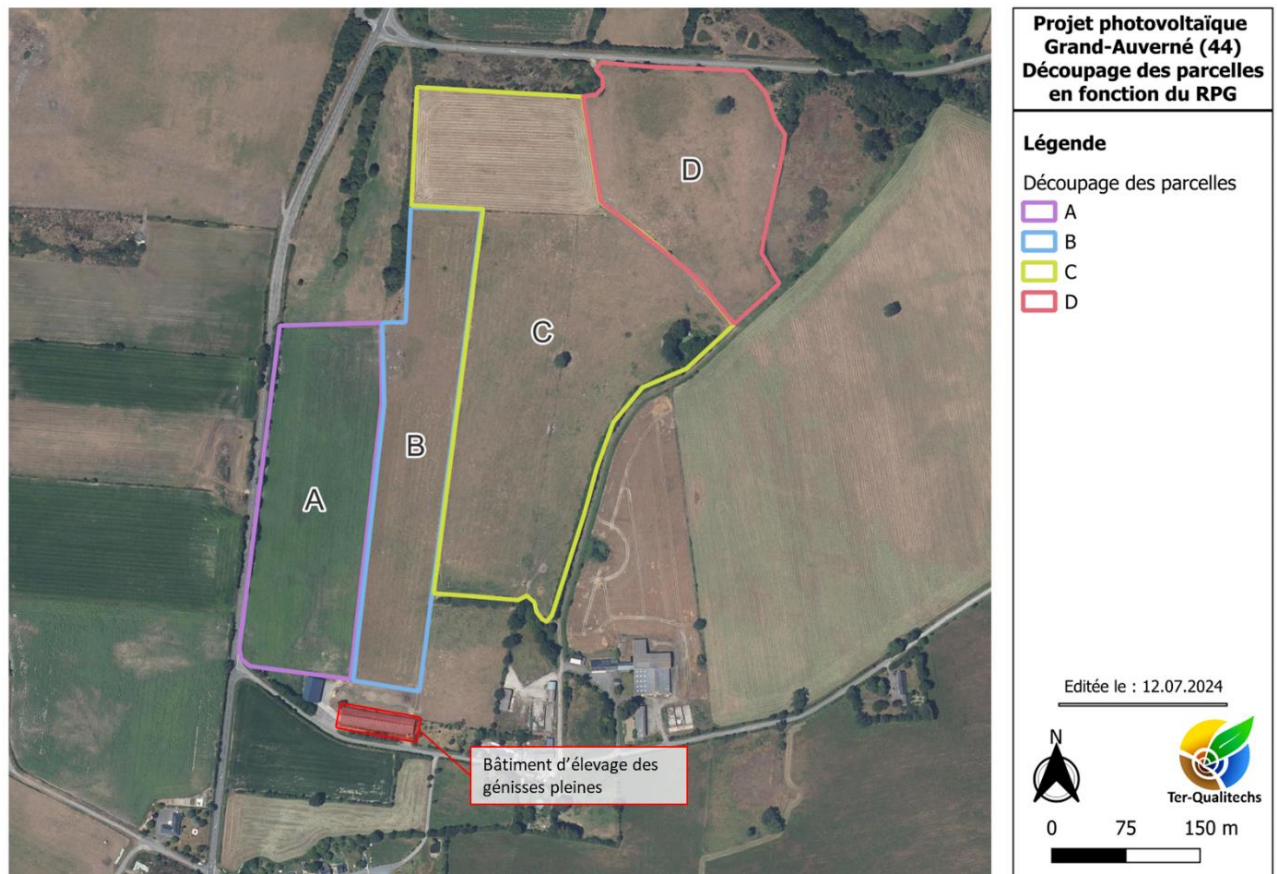


Figure 10 : Carte des parcelles du projet

Tableau 4 : Historique de l'assolement des parcelles

	Parcelle A	Parcelle B	Parcelle C	Parcelle D
2024	Orge d'hiver	Sarrasin	PPH	Sarrasin
2023	Blé tendre	ME	PPH	PPH
2022	Tournesol	PT	PPH	PPH
2021	Orge d'hiver	PT	PPH	PPH
2020	Blé tendre	PT	PPH	PPH
2019	ME	PT	PPH	PPH
2018	PPH	ME	PPH	PPH
2007 à 2017	PT	PT	PT	PT

PT – Prairie Temporaire de 5 ans ou moins

PPH – Prairie Permanente Herbe (prairie de 6 ans ou plus)

ME – Maïs ensilage

La composition actuelle des parcelles n'est que peu comparable à l'assolement qui sera réalisée au moment de l'installation du projet, cependant plusieurs observations ont pu être réalisées par Ter-Qualitechs lors d'une visite terrain en juillet 2024.

Tableau 5 : Caractéristiques des parcelles du projet

Parcelles	Culture implantée/prévue	Descriptif
A	Orge d'hiver	Orge moissonnée récemment au moment de la visite, paille encore dans la parcelle, parcelle non déchaumée. Parcelle en culture depuis 6 ans qui semble présenter un bon potentiel agronomique
B	Sarrasin	Pas implanté, repousse naturelle d'adventices depuis la récolte de maïs précédente
C	Prairie permanente	Prairie avec flore de prairies naturelles Partie NO : flore caractéristique de zone humide Qualité globale médiocre, peu de présence des espèces à haute valeur fourragère
D	En préparation pour implantation de sarrasin	Forte présence de cailloux et roche affleurante à certains endroits. Présence de zone humide (cuvettes)

3 Descriptif du projet agrivoltaïque

3.1 Description technique du projet

Le projet agrivoltaïque, porté par TSE sur l'exploitation de Monsieur Yoan VETU, consiste à implanter des ombrières d'élevage sur des parcelles de pâturage. Ces parcelles de pâturage à destination des génisses laitières de renouvellement dont le bâtiment d'élevage est situé à proximité directe de la parcelle du projet.

3.1.1 Caractéristiques de l'installation photovoltaïque

Le projet, porté par TSE, consiste à implanter des ombrières d'élevage. L'ombrière 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'ombrière est constituée de rangées de panneaux rotatifs avec un taux de couverture de 33% 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 15 m.

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

- Pilotage adapté automatiquement en cas d'événements 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'ombrière 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 6 ci-dessous présente l'ensemble des caractéristiques techniques relatives au projet agrivoltaïque.

Tableau 6 : Caractéristiques techniques des ombrières d'élevage

CARACTERISTIQUES DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES	
Modèle des modules	CSi – 620 Wc biface
Nombre de modules	14 456
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	10 m
Espacement inter-pieux	15 m
Puissance totale	8.96 MWc
Surface projetée	39 048 m² soit 3.9048 ha
Surface de la parcelle au sens du Code de l’énergie	11.94 ha
Surface clôturée	19.6 ha
Linéaire de clôture	2 130 m
Poste de transformation	3 m*12 m = 36 m²
Poste de livraison	3 m*12 m = 36 m²
Zone témoin	0 m²
Surface artificialisée	560 m²
Lieu de raccordement	Châteaubriant

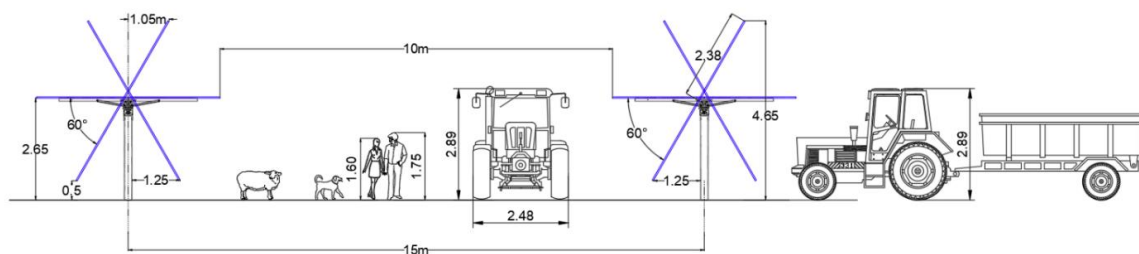


Figure 11 : Schéma de l'installation agrivoltaïque

Figure 12 : Plan de masse du projet agrivoltaïque de Grand-Auverné (TSE)

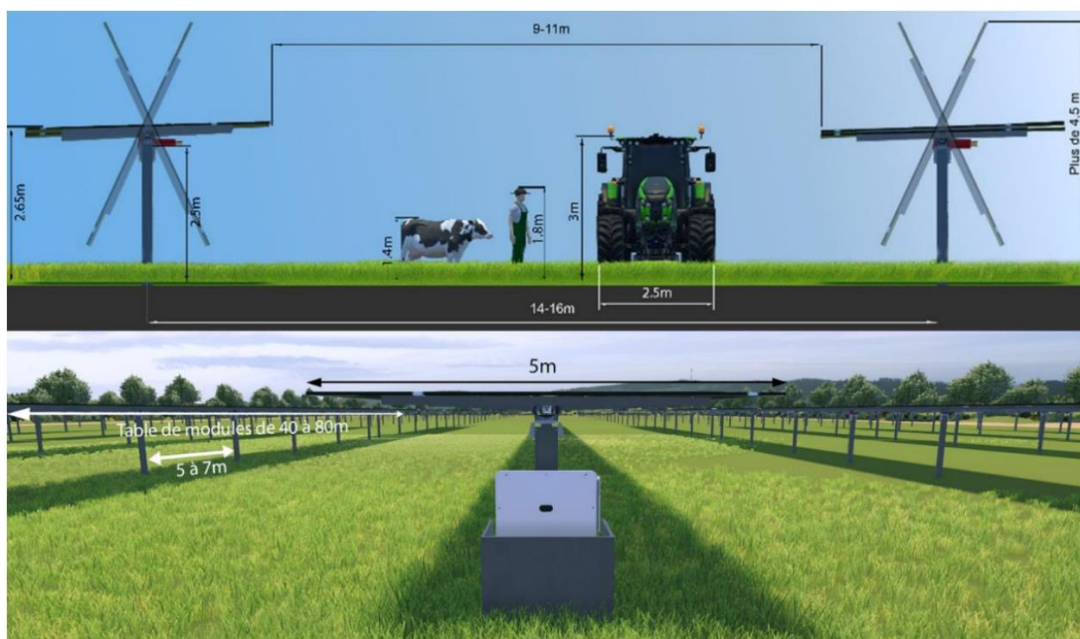


Figure 13 : Modélisation de l'installation agrivoltaïque

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 14 ci-dessous est un exemple réalisé sur un site pilote de TSE.

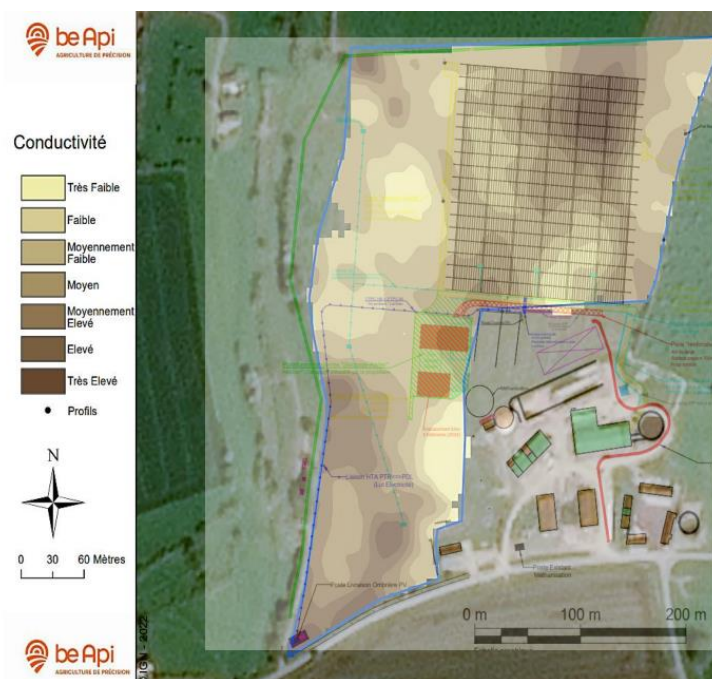


Figure 14 : Exemple de carte de conductivité des sols

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 réalisés 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 veines d'eau et les failles potentielles.

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 afin

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 et au sein de 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. Cependant, comme ailleurs en France, le secteur agricole de Châteaubriant-Derval a connu des transformations profondes. Entre 1988 et 2010, le nombre d'exploitations a été divisé par plus de deux, tandis que la SAU moyenne par exploitation a doublé. Ces changements ont entraîné un éloignement des sièges d'exploitation et un morcellement des terres, tandis que le vieillissement des chefs d'exploitation soulève des préoccupations concernant la transmission et la reprise des activités agricoles.

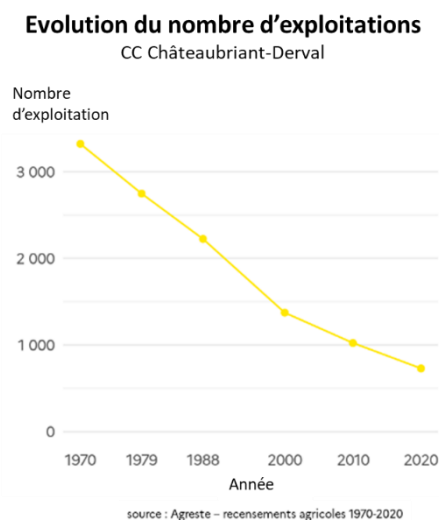


Figure 15 : Graphique de l'évolution du nombre d'exploitation

Le SCoT de Châteaubriant-Derval (Schéma de Cohérence Territoriale) définit la vision stratégique pour l'aménagement et le développement durable du territoire à moyen et long terme. Au niveau agricole, le territoire souhaite 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 :

- 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 Grand-Auverné sur l'exploitation de M. Yoan Vetu 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 génisses et l'exploitation de la prairie seront effectuées 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 recourt à l'utilisation de béton. Pour une surface de 19.6 ha, l'artificialisation du sol représentera environ 662 m², soit moins de 0.33 % 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 comprises 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 illustre et précise ce protocole.

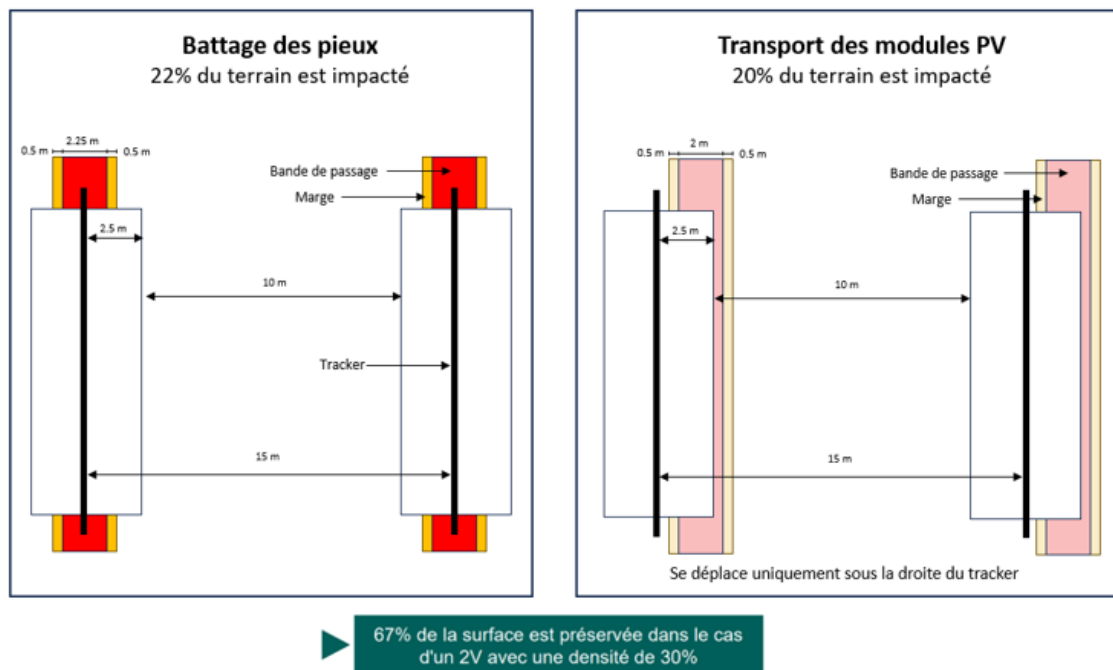


Figure 16 : Protocole pour prévenir le tassement du sol

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

4.1.1 Bénéfices de l'ombrage sur les végétaux de la prairie

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 sont plus élevées en inter-rang que sous les panneaux. Cependant les valeurs de taux de cellulose sont plus élevées dans les prélèvements en inter-rang ce qui indique un fourrage plus fibreux, moins consommé par les animaux lorsqu'ils ont le choix et avec une moins bonne digestibilité (Alimentation des ruminants INRA 2028). Les prélèvements sous panneaux sont plus riches en protéines et matière grasse azotée. Les digestibilités de la matière organique sont légèrement plus élevées dans les prélèvements effectués sous panneaux ce qui traduit une meilleure valeur alimentaire de ses fourrages.

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 (Crestey *et al.*, 2021). Il y aura aussi un effet année. En effet, plus le climat de l'année est sec et chaud, 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) dans ces conditions. Cet aspect est donc à raisonner en moyenne sur plusieurs années pour prendre en compte des conditions climatiques différentes.

Actuellement, le climat de Grand-Auverné 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 17 (une période est considérée sèche lorsque la pluviométrie est en deçà de la courbe de température). Cela n'exclue cependant pas l'observation de période très chaudes avec des températures largement supérieures à la normale (Météo France, 2024).

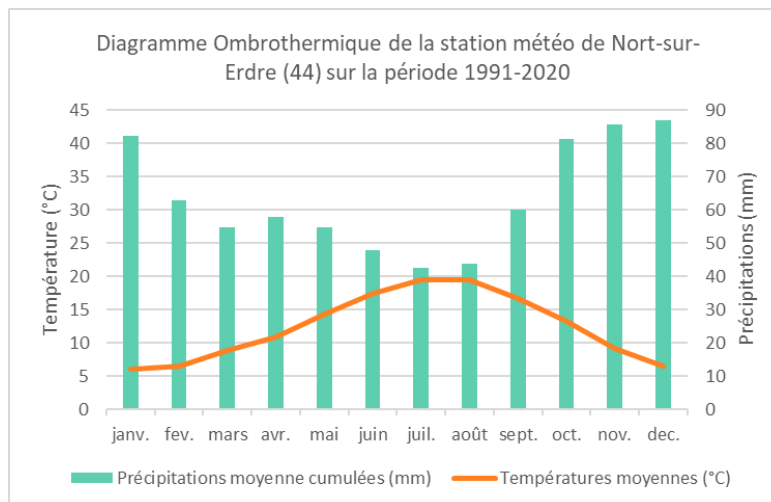


Figure 17 : Diagramme ombrothermique de la station de Nort-sur-Erdre sur la période 1991-2020

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.

4.1.2 Amélioration du potentiel des prairies et augmentation du pâturage

L'amélioration du potentiel des prairies et l'augmentation du pâturage des génisses présentent des opportunités importantes pour l'exploitation. Actuellement, le pâturage n'est pas une priorité, et les animaux ne sortent que sporadiquement, souvent uniquement par beau temps. Les couverts végétaux et les parcelles, en leur état actuel, ne semblent pas adaptés pour un pâturage plus intensif, tant en termes de flore présente et de valeurs fourragères, ou d'accès à l'eau.

Les pratiques devront être modifiées si le projet est mis en place pour une bonne valorisation des prairies et assurer la pérennité de celles-ci. Premièrement, les parcelles à ce jour en cultures de céréales, seront converties en prairies (cf. partie 6.1.1) ce qui mettra à disposition des terres avec de bonnes capacités de production au service de la production fourragère. Cela augmentera par la même occasion la surface pâturable disponible. De plus certaines parcelles ou morceaux de parcelle (parcelle C par exemple) sont des prairies permanentes qui présentent des valeurs fourragères faibles et un salissement important. Ces parcelles seraient alors détruites et réimplantées avec un couvert plus adapté et ayant une meilleure valeur fourragère. Des analyses de sol seront nécessaires pour raisonner des apports d'amendement en fonction de leurs résultats (voir partie 7).

De plus, les sols de certaines zones semblent superficiels et s'assèchent rapidement, ce qui rend l'ombrage particulièrement bénéfique pour préserver l'humidité 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 génisses, tout en améliorant leur niveau de bien-être.

4.2 Adaptation au changement climatique

Comme présenté dans la partie précédente, le climat de Grand-Auverné est aujourd'hui plutôt tempéré et sans période sèche. Cependant, les prévisions sur plusieurs années tendent à montrer que ce climat va changer. Le projet CANARI (Climate ANalysis for Agricultural Recommendations and Impacts), notamment, permet de quantifier l'évolution locale des différents paramètres climatiques (pluie, température, etc.) et agro-climatiques (risque de sécheresse, risque lié aux fortes températures, etc.) par comparaison de deux périodes de temps d'au moins 30 ans chacune : d'un côté une période de référence représentant la situation passée (de 1985 à 2020), de l'autre deux périodes représentant le futur proche (30 ans à venir, de 2021 à 2050) et le futur lointain (2051 à 2100). Cette projection s'appuie sur le scénario RCP 8.5 qui permet de modéliser le climat futur.

Les simulations réalisées, visibles en Annexe 2, permettent de mettre en avant plusieurs points illustrés dans le Tableau 7 ci-dessous.

Tableau 7 : Présentation de la simulation CANARI selon différents indicateurs

	Prévisions	Graphiques issus de la simulation CANARI
Température	On observe une augmentation de la médiane de la température importante, 11.9°C dans le passé proche contre 12.8°C pour le futur proche et 14.6°C dans le futur lointain, soit une augmentation respective de +0.85°C et +2.7°C	<p>Figure 18 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution des températures annuelles moyennes</p>

Précipitations

Les précipitations tendent à augmenter très légèrement ; 755 mm dans le passé récent contre 764 mm dans le futur lointain. Ce point reste donc assez stable d'après cette simulation

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.

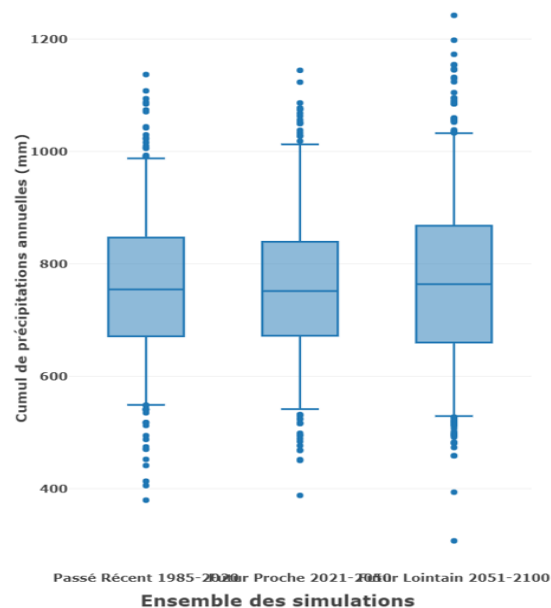


Figure 19 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution des précipitations hydriques annuelles cumulées moyennes

Evapotranspiration

On observe une forte augmentation de l'ETP dans les prochaines années, notamment entre le futur proche et le futur lointain. En effet, on passe de 734 mm à 764 mm pour finir à 839 mm d'ETP, soit une augmentation de +105 mm.

Cela est notamment dû à l'augmentation des températures, elle aussi conséquente entre le futur proche et le futur lointain

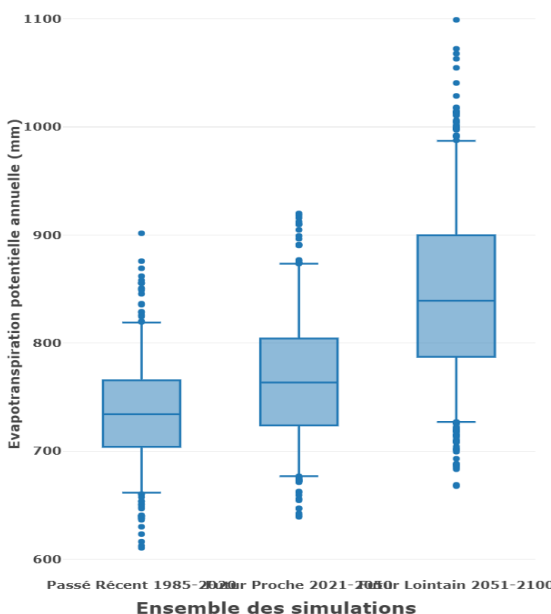


Figure 20 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution de l'évapotranspiration potentielle annuelle

Déficit hydrique

Le déficit hydrique subit lui aussi une augmentation, on passe de +17.4 mm (pas de déficit) dans le passé récent à -15.1 mm dans le futur proche, pour finir à -84.5 mm dans le futur lointain.

Cette situation qui aura un impact négatif sur la végétation avec notamment un manque de disponibilité en eau est la conséquence en partie de l'augmentation de la température, et donc de l'ETP pour un niveau de précipitation annuel qui reste relativement stable

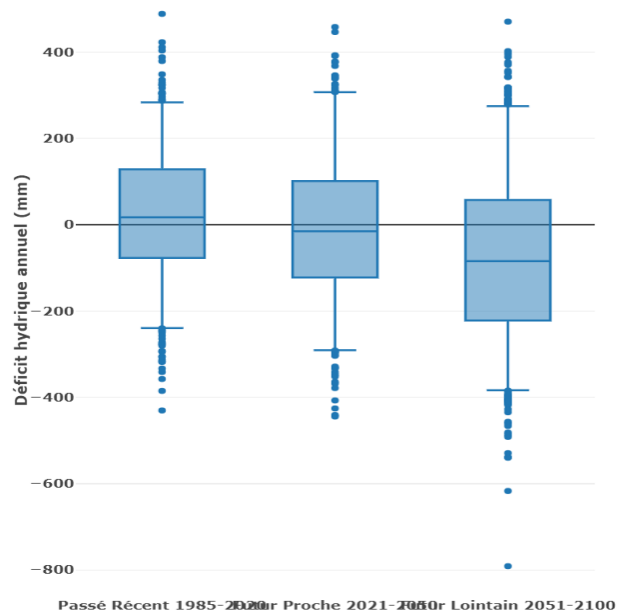


Figure 21 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution du déficit hydrique annuel

Ce modèle montre un climat qui sera plus chaud mais avec 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 évènement 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 chez les génisses, et d'autre part limitera la possibilité de sorties du troupeau de la parcelle. En effet, la parcelle du projet est accolée à deux départementales passantes qui constituent, d'après l'expérience de l'éleveur, un risque pour la sécurité du troupeau.

4.4 Bien-être animal

Les génisses pleines de l'exploitation ont actuellement un accès réduit au pâturage. En effet, celui-ci doit être attenant à leur bâtiment ou facilement accessible pour ne nécessiter que peu d'interventions humaines, n'étant pas sur le site d'exploitation principal. Le projet contribuerait à augmenter ce temps de pâturage, en agrandissant les surfaces pâturables (certaines parcelles actuellement en culture céréalière) et en les aménageant. Le pâturage, lorsque réalisé dans de bonnes conditions, joue un rôle positif dans le bien-être des animaux, notamment sur les points suivants :

- Expression de comportements naturels (brouter)
 - Limitation des comportements agressifs entre congénères
 - Espace de couchage plus grand et à tendance plus saine
 - Limitation de la transmission des maladies et des boiteries
- (Aubé, 2022)

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. En effet, le premier critère impacté est la production de lait qui voit sa quantité et sa qualité diminuer. Ici, le projet permettra d'abriter des génisses pleines, donc non concernées par ce critère. En revanche, 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). Les conséquences de ce stress pendant la gestation ont un impact à long terme : la première lactation est moins importante pour des femelles dont les mères ont été soumises à un stress thermique lors des dernières semaines de gestation (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 les références suivantes :

- $HLI < 68$: pas de risque de stress thermique pour les animaux
- $68 < HLI < 71$: Premiers signes de stress thermique
- $72 < HLI < 79$: Stress thermique léger à modéré
- $80 < HLI < 89$: Stress thermique modéré à sévère
- $HLI > 90$: état de stress sévère, risque de mort au-delà de 99

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. Ces conclusions sont applicables chez d'autres ruminants tels que les génisses du projet.



Figure 22 : Illustration de bovins abrités sous des panneaux agrivoltaïques

4.5 Synthèse des services apportés

Il a été montré que plusieurs synergies existent entre le projet photovoltaïque et l'activité agricole. L'installation de clôtures, entretenues par le développeur, et d'un système d'abreuvement performant aideront l'éleveur à répondre à ses objectifs d'optimisation et de simplification du travail. La présence des panneaux permettra de lutter contre les effets du changement climatique l'été, grâce à l'ombre qu'ils apporteront, tant sur la prairie que sur les animaux. Enfin, la mise en place du parc agrivoltaïque contribuera à développer un pâturage plus performant et durable sur l'année pour les génisses. Le Tableau 8 ci-dessous récapitule ces différents services.

Tableau 8 : Services apportés à l'activité agricole par l'installation agrivoltaïque

Synthèse des services apportés	
Amélioration du potentiel et de l'impact agronomique	<ul style="list-style-type: none">• Potentielle diminution du rendement de matière sèche sous les panneaux due à la perte de luminosité• Protection du couvert végétal contre les températures excessives, diminution de l'évapotranspiration, amélioration de la valeur nutritionnelle des fourrages• Meilleure valeur alimentaire des fourrages sous les panneaux (digestibilités de la matière organique légèrement plus élevées)• Augmentation de la surface pâturable et amélioration du couvert végétal de la prairie

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 • Permettre une meilleure 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 • Protection des animaux contre la prédation • 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) • Réduction du stress vis-à-vis de la prédation et des intrusions d'animaux • Amélioration de l'accès à l'eau • Augmentation du temps de pâturage sur l'année

- Les surfaces non cultivables du fait de l'emplacement des poteaux (rouge sur la Figure 24), ici 590m²
- 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 560m²

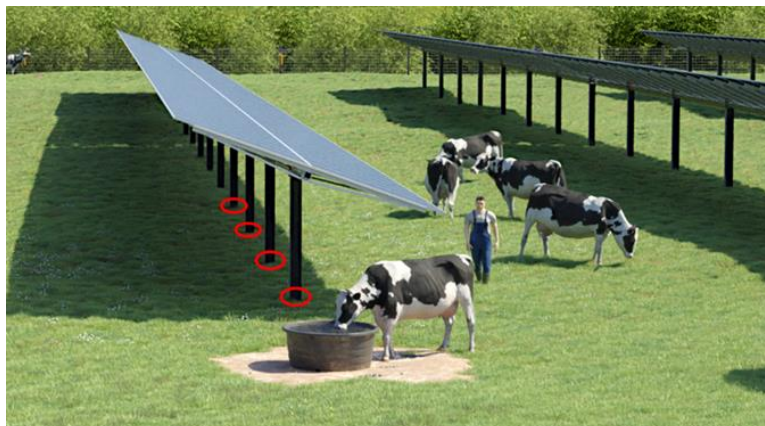


Figure 24 : Modélisation des zones sous panneaux non exploitables

Au total, ce sont 1 150 m² soit 0.115 ha non exploitables. Cela représente 1% 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 10 mètres entre les rangées de panneaux, 15 mètres entre les pieux avec des tables de 5 m de large (espace inter-panneau de 10 m), et la hauteur sous panneau de 2m65 à l'horizontale permettent d'assurer la circulation et la sécurité des animaux. En effet, les génisses Prim'Holstein toisent en moyenne 1m45 au garrot, ce qui leur permet d'avoir accès aux zones sous panneaux.

Concernant la mécanisation, les panneaux sur trackers ont la possibilité de se mettre à la verticale pour faciliter les gros travaux dans les champs. Ce paramètre, couplé à l'inter-rang de 15 m permet de limiter l'impact du projet sur la mécanisation.

Le matériel utilisé peut ainsi atteindre 14 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 de broyage et de récolte de fourrage (fauche, fanage, andainage, pressage).

En revanche la fertilisation des prairies, telle que réalisée actuellement devra être adaptée. En effet, l'épandeur à pendillard utilisé à une envergure de 24 m. Pour pallier à cela, il faudra utiliser un matériel à largeur adaptée, par exemple un épandeur avec des enfouisseurs à disques ouvreurs ou à patins, qui sont disponibles le plus souvent dans des largeurs de 4 à 9 m. Il faudra alors soit prendre une largeur qui est un multiple de 14 mètres, soit laisser des zones non fertilisées sous les panneaux.

Du point de vue de l'amendement, il sera possible d'utiliser un épandeur à table d'épandage ou un épandeur spécifique à carbonates à disques pour apporter des carbonates humides sur la parcelle.

Pour le semis, il serait possible de re-semer ou sursemer avec des semoirs portés ou tractés. Il faudra veiller à ce que la largeur de l'outil soit inférieure à 14 m.

Le tableau suivant résume la compatibilité du matériel avec le parc agrivoltaïque.

Tableau 9 Compatibilité du matériel avec le parc agrivoltaïque

Outil	Compatibilité avec le parc agrivoltaïque	Type d'outil et compatibilité ou incompatibilité avec le parc agrivoltaïque	Orientation panneaux possibles
Faucheuse	Compatible	Faucheuse largeur 13 m max Hauteur max 2,50 m	Horizontaux ou Verticaux
Faneuse	Compatible	Faneuse 13 m max Hauteur max 2,50 m	Horizontaux ou Verticaux
Andaineuse	Compatible	Andaineuse 13 m max Hauteur max 2,50 m	Horizontaux ou Verticaux
Presse à balles rondes	Compatible	/	Horizontaux ou Verticaux
Semoir à céréales pour la prairie	Compatible	Semoir largeur 13 m max	Horizontaux ou Verticaux
Tonne à lisier	Non compatible avec le matériel actuel, compatible avec du matériel moins large	Avec enfouisseur à disques, dents ou patins 13 m de large maximum	Horizontaux ou Verticaux
Epandeur à engrais	Compatible	Hauteur de nappe d'épandage inférieure à 2,60 m	Horizontaux
Epandage de carbonates	Compatible	Epandeur à carbonates humides à disques ou à table d'épandage avec nappe hauteur inférieure à 2,65 m	Horizontaux

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

6.1.1 Economie et durabilité de la production

L'activité de production laitière est aujourd'hui très bien implantée dans le système. Elle présente de bonnes performances techniques et permet un revenu fiable et constant (mais qui reste dépendant des cours du marché).

Le projet agrivoltaïque ne concerne pas directement le troupeau laitier en production et ne peut impacter directement la production laitière. En effet, il concerne des parcelles de pâturage destinées aux génisses pleines.

Actuellement, 55% des parcelles du projet sont en grandes cultures, cependant ces surfaces seront converties en prairies de pâturage lors de l'implantation du parc agrivoltaïque. Ces prairies présentent de nombreuses externalités positives notamment pour l'environnement et la société. Voici quelques exemples :

- Stockage du carbone
- Maintien de la biodiversité floristique et entomologique
- Refuge et source d'alimentation pour la macrofaune (oiseaux, mammifères...)
- Dépollution des eaux de ruissellement
- Ralentissement des écoulements d'eau, mitigation des crues
- Intérêt paysager, culturel et récréatif, il y aura des panneaux solaires mais aussi des haies qui auraient pu être enlevées dans le cadre d'une mise en culture.

(Delaby *et al.*, 2018 ; Bessière et Bessière, 2020)

En complément de ces externalités positives, l'augmentation des surfaces disponibles au pâturage pour les génisses, et l'amélioration des prairies existantes (réimplantation des prairies peu productives) permettra d'augmenter la part de pâturage dans la ration alimentaire des génisses et de limiter ainsi l'affouragement distribué.

De plus, une part de la valeur générée par l'installation agrivoltaïque est partagée avec l'exploitant propriétaire à travers le versement d'un loyer.

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 afin de 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.

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'EARL Croix aux Vents dirigée par Monsieur Yoan VETU. 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. VETU ne se limitent pas à la simple cohabitation des deux activités. Les panneaux photovoltaïques apportent un abri et une protection climatique bénéfique pour les animaux et le couvert des prairies, en particulier dans un contexte de changement climatique. L'amélioration des infrastructures, notamment les points d'eau et les clôtures extérieures faciliteront le travail de l'éleveur et protégeront son troupeau, tout en augmentant la durabilité, la productivité de l'exploitation et le bien-être des génisses. 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.

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

- Aubé, Lydiane. 2022. *Les animaux au pâturage sont forcément heureux, vrai ou faux - Chaire bien-être animal* [En ligne]. *Chaire bien-être animal, VetAgro SUp*. Disponible sur : < <https://chaire-bea.vetagro-sup.fr/les-animaux-au-paturage-sont-forcement-heureux-vrai-ou-faux/> > (Consulté le 12 juillet 2024).
- Bessière, Mathieu, et Arnaud Bessière. 2020. *Le pâturage tournant dynamique*. Paris : Editions France agricole, (Agriproduction). ISBN : 978-2-85557-684-8.
- 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*.
- Delaby, Luc, Etienne Doligez, Paule Mahmoudi, Laëtizia Marnay, Audrey Michaud, Cécile Navelet, Sylvie Paulin, Sylvain Plantureux, et Romaric Puthod. 2018. *Les prairies au service de l'élevage: comprendre, gérer et valoriser les prairies*. Quae. Dijon : Educagri éditions, ISBN : 979-10-275-0160-1.
- 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).
- Madej, Loan, Catherine Picon-Cochard, Cyrille Bouhier de l'Ecluse, Christophe Cogny, Luc Michaud, Marilyn Roncoroni, et David Colosse. 2024. *One Year of Grassland Vegetation Dynamics in two Sheep-Grazed Agrivoltaic System*.
- Mairie de Grand Auverné. 2019. *Commune de Grand Auverné - Plan Local d'Urbanisme approuvé Réglement*.
- 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 illustrations

Figure 1 : Localisation de l'exploitation agricole de Yoann VETU	7
Figure 2 : Vaches Prim'Holstein de l'exploitation de M. Vetu	8
Figure 3 : Photographie du bâtiment d'élevage laitier	8
Figure 4 : Case individuelle (à gauche) et case collective (à droite)	9
Figure 5 : Bâtiment d'élevage sur site (à gauche) et bâtiment d'élevage pour génisses pleines (à droite)	9
Figure 6 : Diagramme présentant l'assolement de l'exploitation	11
Figure 7 : Unité de méthanisation SAS Nature Energie, photo Frédéric Douard	12
Figure 8 : Localisation du projet	15
Figure 9 : Documents d'urbanisme (source : https://www.geoportail-urbanisme.gouv.fr/)	16
Figure 10 : Carte des parcelles du projet	17
Figure 11 : Schéma de l'installation agrivoltaïque	20
Figure 12 : Plan de masse du projet agrivoltaïque de Grand-Auverné (TSE)	21
Figure 13 : Modélisation de l'installation agrivoltaïque	21
Figure 14 : Exemple de carte de conductivité des sols	22
Figure 15 : Graphique de l'évolution du nombre d'exploitation	23
Figure 16 : Protocole pour prévenir le tassement du sol	25
Figure 17 : Diagramme ombrothermique de la station de Nort-sur-Erdre sur la période 1991-2020	27
Figure 18 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution des températures annuelles moyennes	28
Figure 19 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution des précipitations hydriques annuelles cumulées moyennes	29
Figure 20 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution de l'évapotranspiration potentielle annuelle	29
Figure 21 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution du déficit hydrique annuel	30
Figure 22 : Illustration de bovins abrités sous des panneaux agrivoltaïques	32
Figure 23 : Contour de l'installation photovoltaïque	34
Figure 24 : Modélisation des zones sous panneaux non exploitables	35

Table des tableaux

Tableau 1 : Critères définissant l'agrivoltaïsme	6
Tableau 2 : Caractéristiques des grandes cultures de céréales de l'exploitation	11
Tableau 3 : Les impacts du projet sur le parcellaire de l'exploitation	16
Tableau 4 : Historique de l'assolement des parcelles	18
Tableau 5 : Caractéristiques techniques des ombrières d'élevage	20
Tableau 6 : Présentation de la simulation CANARI selon différents indicateurs	28
Tableau 7 : Services apportés à l'activité agricole par l'installation agrivoltaïque	32
Tableau 8 : Compatibilité du matériel avec le parc agrivoltaïque	36

Annexes

Annexe 1 : Photographie des parcelles du projet	44
Annexe 2 : Modélisations climatiques CANARI RCP 8.5	48
Annexe 3 : Attestation MSA certifiant que l'agriculteur est actif	52

Annexe 1 : Photographie des parcelles du projet

Parcelles A – Résidus de culture d’orge



Parcelles B – Prairie naturelle



Parcelles C – Prairie permanente

Partie Sud de la parcelle



Partie Nord-Ouest de la parcelle





Parcelles D



Zone à fleur de roche entre la parcelle C et la parcelle D



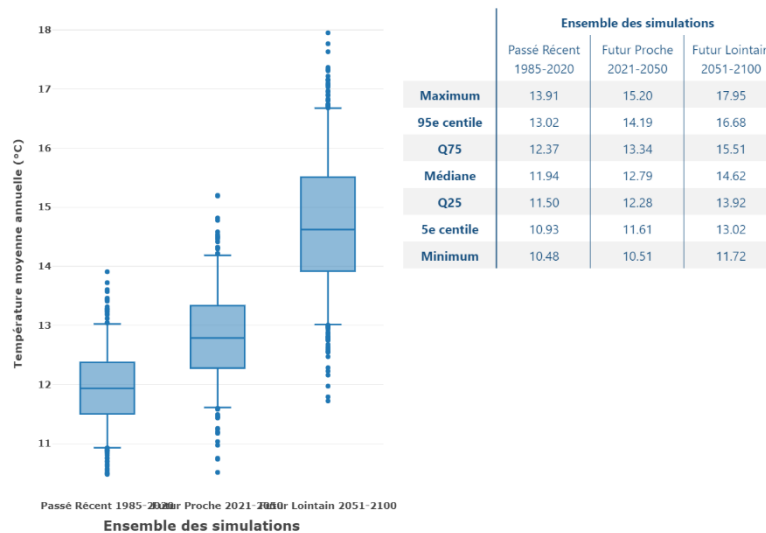
Annexe 2 : Modélisations climatiques CANARI RCP 8.5



Température moyenne annuelle (°C)

RCP 8.5

Moyenne des températures entre le 1 janvier et le 31 décembre



Comprendre le graphique (situé à gauche) :

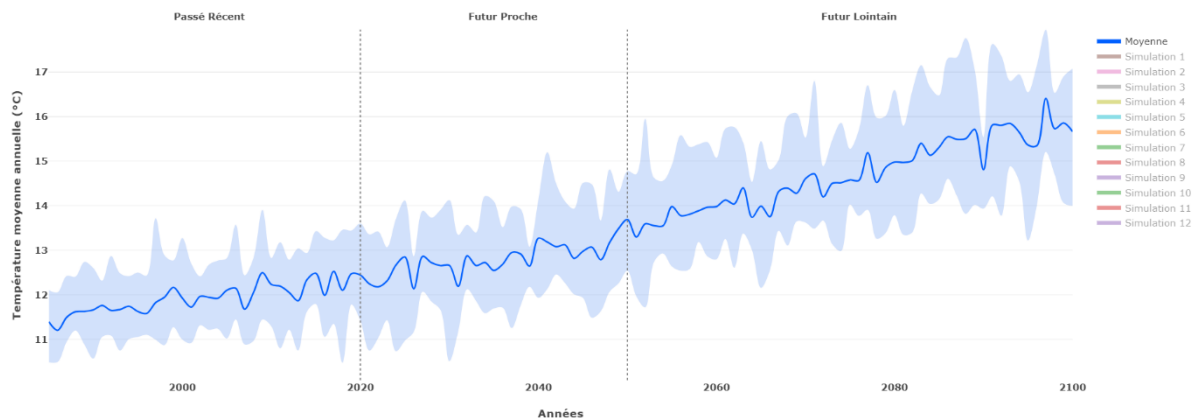
La mise en forme graphique de type boîte à moustaches est idéale pour comparer des distributions entre elles. Ci-dessous, les définitions des principaux éléments sont rappelés :

- **Q75** = trait supérieur de la boîte. Délimite 25% des valeurs supérieures de l'ensemble des données.
- **Médiane** = trait à l'intérieur de la boîte. Valeur qui sépare la moitié inférieure de la moitié supérieure de l'ensemble des données.
- **Q25** = trait inférieur de la boîte. Délimite 25% des valeurs inférieures de l'ensemble des données.
- **95e et 5e centile** = extrémités des moustaches ou traits au dessus et en dessous de la boîte.
- **Ronds** = valeurs au-delà des moustaches, représentant 5% des valeurs supérieures et inférieures de l'ensemble des données.

Pour chaque période de temps, la distribution est réalisée sur l'ensemble des valeurs issues des 10 à 12 modèles climatiques (dépend du scénario RCP sélectionné).

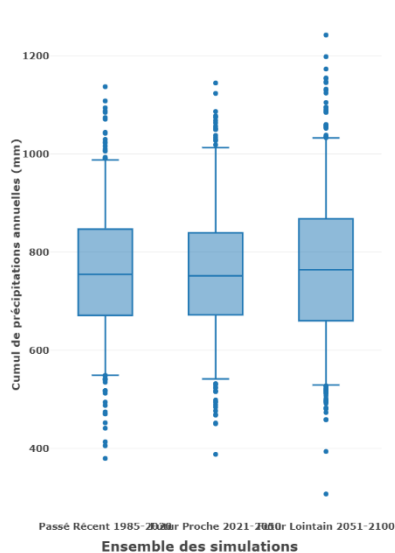
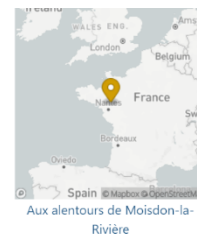
Analyse des résultats

Pour la période du passé récent (1985-2020), la médiane de l'indicateur est 11.94 °C. La médiane évolue à 12.79 °C pour la période du futur proche (2021-2050), et 14.62 °C pour la période du futur lointain (2051-2100).





Cumul de précipitations annuelles (mm) **RCP 8.5** Somme des précipitations entre le 1 janvier et le 31 décembre



	Ensemble des simulations		
	Passé Récent 1985-2020	Futur Proche 2021-2050	Futur Lointain 2051-2100
Maximum	1137.23	1144.69	1242.51
95e centile	987.89	1013.02	1032.98
Q75	847.27	839.65	868.11
Médiane	754.80	752.12	764.25
Q25	671.48	672.38	660.37
5e centile	549.32	541.92	529.77
Minimum	380.01	388.43	307.64

Comprendre le graphique (situé à gauche) :

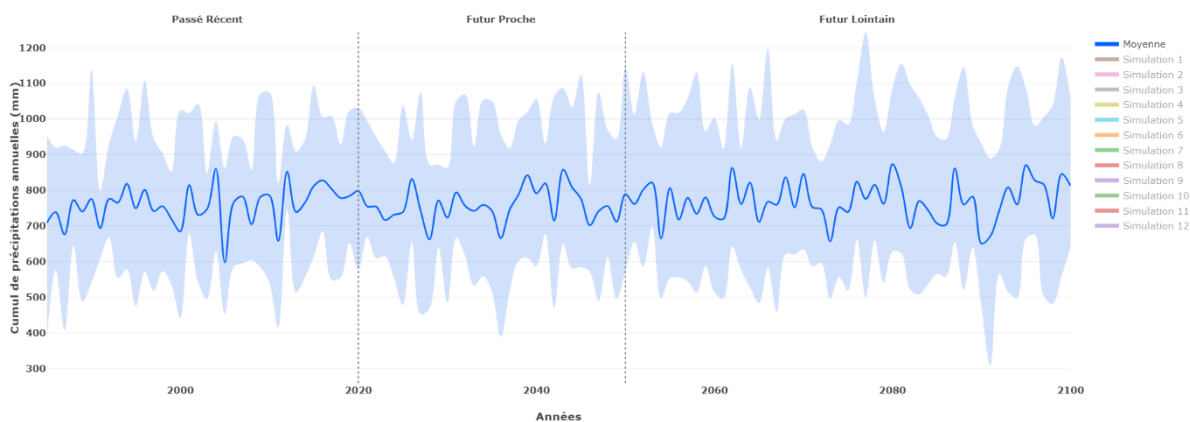
La mise en forme graphique de type boîte à moustaches est idéale pour comparer des distributions entre elles. Ci-dessous, les définitions des principaux éléments sont rappelés :

- **Q75** = trait supérieur de la boîte. Délimite 25% des valeurs supérieures de l'ensemble des données.
- **Médiane** = trait à l'intérieur de la boîte. Valeur qui sépare la moitié inférieure de la moitié supérieure de l'ensemble des données.
- **Q25** = trait inférieur de la boîte. Délimite 25% des valeurs inférieures de l'ensemble des données.
- **95e et 5e centile** = extrémités des moustaches ou traits au dessus et en dessous de la boîte.
- **Ronds** = valeurs au-delà des moustaches, représentant 5% des valeurs supérieures et inférieures de l'ensemble des données.

Pour chaque période de temps, la distribution est réalisée sur l'ensemble des valeurs issues des 10 à 12 modèles climatiques (dépend du scénario RCP sélectionné).

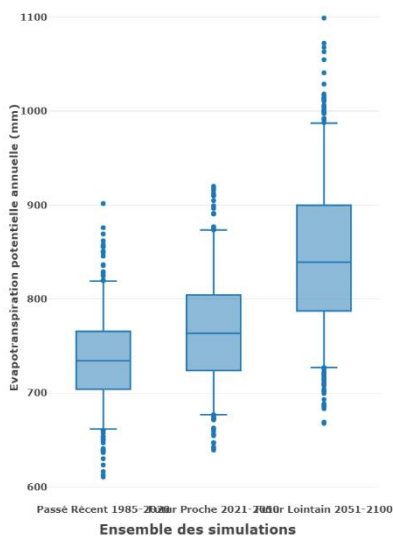
Analyse des résultats

Pour la période du passé récent (1985-2020), la médiane de l'indicateur est 754.80 mm cumulés. La médiane évolue à 752.12 mm cumulés pour la période du futur proche (2021-2050), et 764.25 mm cumulés pour la période du futur lointain (2051-2100).





Evapotranspiration potentielle annuelle (mm) **RCP 8.5** Somme de l'ETP entre le 1 janvier et le 31 décembre



	Ensemble des simulations		
	Passé Récent 1985-2020	Futur Proche 2021-2050	Futur Lointain 2051-2100
Maximum	901.54	919.91	1098.97
95e centile	818.95	873.46	987.06
Q75	765.55	804.29	899.63
Médiane	734.12	763.50	839.14
Q25	704.05	723.76	787.29
5e centile	661.67	676.85	727.08
Minimum	610.55	639.25	667.63

Comprendre le graphique (situé à gauche) :

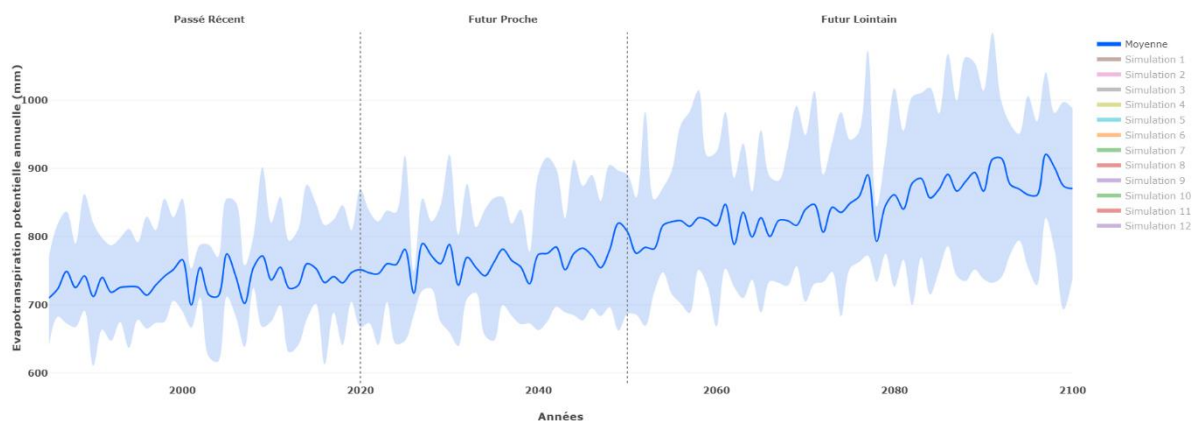
La mise en forme graphique de type boîte à moustaches est idéale pour comparer des distributions entre elles. Ci-dessous, les définitions des principaux éléments sont rappelés :

- **Q75** = trait supérieur de la boîte. Délimite 25% des valeurs supérieures de l'ensemble des données.
- **Médiane** = trait à l'intérieur de la boîte. Valeur qui sépare la moitié inférieure de la moitié supérieure de l'ensemble des données.
- **Q25** = trait inférieur de la boîte. Délimite 25% des valeurs inférieures de l'ensemble des données.
- **95e et 5e centile** = extrémités des moustaches ou traits au dessus et en dessous de la boîte.
- **Ronds** = valeurs au-delà des moustaches, représentant 5% des valeurs supérieures et inférieures de l'ensemble des données.

Pour chaque période de temps, la distribution est réalisée sur l'ensemble des valeurs issues des 10 à 12 modèles climatiques (dépend du scénario RCP sélectionné).

Analyse des résultats

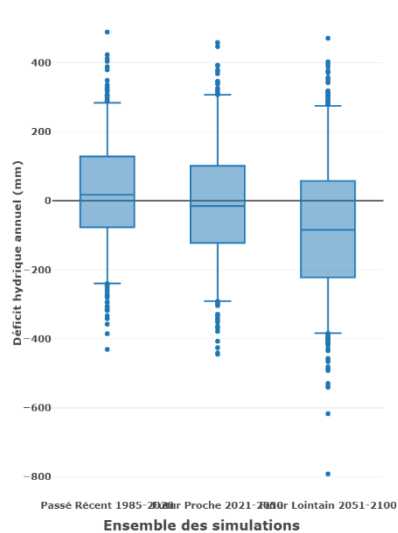
Pour la période du passé récent (1985-2020), la médiane de l'indicateur est 734,12 mm cumulés. La médiane évolue à 763,50 mm cumulés pour la période du futur proche (2021-2050), et 839,14 mm cumulés pour la période du futur lointain (2051-2100).





Déficit hydrique annuel (mm) RCP 8.5

Déficit hydrique annuel (mm) entre le 1 janvier et le 31 décembre



	Ensemble des simulations		
	Passé Récent 1985-2020	Futur Proche 2021-2050	Futur Lointain 2051-2100
Maximum	488.73	458.27	470.77
95e centile	283.81	307.11	274.90
Q75	128.41	101.24	57.53
Médiane	17.43	-15.07	-84.48
Q25	-76.88	-122.18	-222.17
5e centile	-239.53	-290.77	-383.76
Minimum	-430.47	-444.45	-791.34

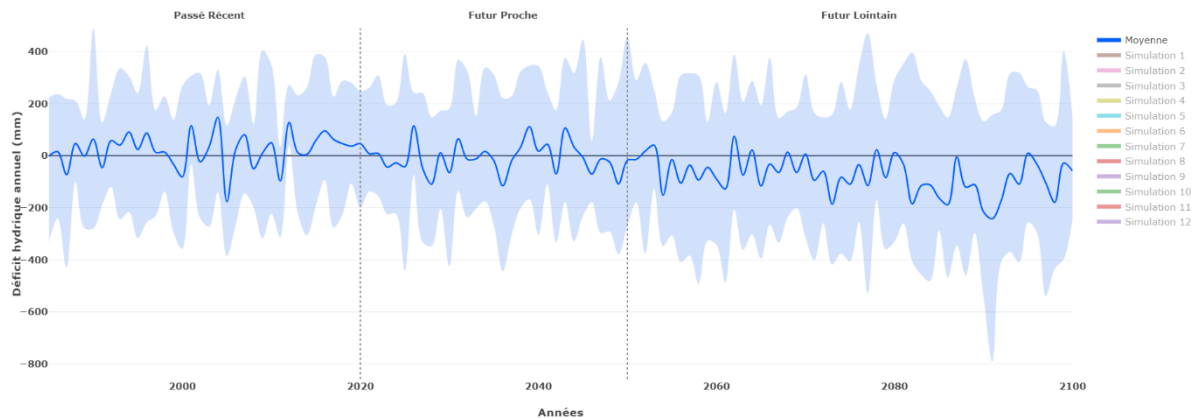
Comprendre le graphique (situé à gauche) :
La mise en forme graphique de type boîte à moustaches est idéale pour comparer des distributions entre elles. Ci-dessous, les définitions des principaux éléments sont rappelées :

- **Q75** = trait supérieur de la boîte. Délimite 25% des valeurs supérieures de l'ensemble des données.
- **Médiane** = trait à l'intérieur de la boîte. Valeur qui sépare la moitié inférieure de la moitié supérieure de l'ensemble des données.
- **Q25** = trait inférieur de la boîte. Délimite 25% des valeurs inférieures de l'ensemble des données.
- **95e et 5e centile** = extrémités des moustaches ou traits au dessus et en dessous de la boîte.
- **Ronds** = valeurs au-delà des moustaches, représentant 5% des valeurs supérieures et inférieures de l'ensemble des données.

Pour chaque période de temps, la distribution est réalisée sur l'ensemble des valeurs issues des 10 à 12 modèles climatiques (dépend du scénario RCP sélectionné).

Analyse des résultats

Pour la période du passé récent (1985-2020), la médiane de l'indicateur est 17.43 mm. La médiane évolue à -15.07 mm pour la période du futur proche (2021-2050), et -84.48 mm pour la période du futur lointain (2051-2100).



Annexe 3 : Attestation MSA certifiant que l'agriculteur est actif



Code de sécurité :
2385D3D1B48BFE0

Pour contrôler cette attestation
 connectez-vous :
<http://verification-attestations.msa.fr>

La validité de cette attestation et le détail des informations contenues peuvent être contrôlés :

- en ligne sur notre site www.loire-atlantique-vendee.msa.fr rubrique **services en ligne > vérification d'attestations**
- en contactant la MSA Loire-Atlantique - Vendée ou son délégataire

Ce contrôle peut être effectué pendant un an après publication de l'attestation.

EARL CROIX AUX VENTS
 HEURTEBISE
 44670 PETIT AUVERNE

La MSA Loire-Atlantique - Vendée certifie que l'entreprise

EARL CROIX AUX VENTS
 HEURTEBISE
 44670 PETIT AUVERNE

334454535

est affiliée auprès de notre organisme depuis une date antérieure au 01/01/2000.

Elle est constituée de :

Nom Prénom Matricule	Date d'affiliation	Qualité
VETU YOAN 1770244036076	01/05/2008	membre de société non salarié agricole à titre principal

A la date du 09/11/2023

- la superficie mise en valeur par l'entreprise est de 323,4507 ha dont 25,0000 ha en cultures spécialisées.
- l'activité NAF 0141z (élevage de vaches laitières) est exercée à titre principal.

Attestation délivrée pour servir et valoir ce que de droit, produite par la MSA sous forme dématérialisée dans les conditions de sécurité requises par la loi.

MSA Loire-Atlantique - Vendée
 33 Boulevard Réaumur 85933 LA ROCHE SUR YON CEDEX 9
 02.51.36.89.93 - www.loire-atlantique-vendee.msa.fr