

NEOEN

1 bis mail Pablo Picasso
44000 Nantes



NOTE TECHNIQUE AGRIVOLTAÏQUE

Bierné-les-Villages (53)

Document produit par Ter-Qualitechs



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

9 décembre 2025

Table des matières

Table des matières	1
Acronymes et abréviations.....	2
Introduction.....	3
Contexte législatif et réglementaire.....	4
1 Activité agricole actuelle sur le site	6
2 Description physique de la parcelle.....	10
3 Descriptif du projet agrivoltaïque.....	18
4 Services apportés par l'installation agrivoltaïque	22
5 Activité agricole principale	33
6 Production significative et revenus durables de l'activité agricole	36
7 Suivi réglementaire et contrôles du projet.....	39
Avis favorable de la Fédération Nationale Ovine (FNO).....	41
Conclusion	42
Bibliographie	43
Table des figures.....	45
Table des tableaux.....	46
Annexes	46

Acronymes et abréviations

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

CUMA : Coopérative d'Utilisation du Matériel Agricole

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

PLU : Plan Local d'Urbanisme

Qtx : Quintaux

RCP : Representative Concentration Pathways

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 coactivité de la production agricole avec la production photovoltaïque, pour répondre à la définition réglementaire de l'agrivoltaïsme. Cette note technique, réalisée par Ter-Qualitechs pour la société Neoen 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 la ferme La Carterie, exploitation de M. Jean-Daniel Clémenceau. L'exploitant élève un troupeau d'ovin viande, sur une surface agricole utile (SAU) de 53 ha sur la commune de Bierné-les-Villages en Mayenne.

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 est structuré pour répondre aux exigences réglementaires en matière d'installation agrivoltaïque. Il commence par décrire l'exploitation agricole de M. Clémenceau 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 ce présent mémoire 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

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
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. Clémenceau pour le projet agrivoltaïque de Bierné-les-Villages.

1 Activité agricole actuelle sur le site

Les informations présentées dans cette partie sont issues d'entretiens avec les exploitants, d'observations sur le terrain réalisées par Ter-Qualitechs ainsi que des registres parcellaires géographiques (RPG) de 2010 à 2023.

1.1 Présentation générale de l'exploitation :

Le projet agrivoltaïque a pour vocation de s'implanter sur l'exploitation de M. Jean-Daniel Clémenceau, exploitation individuelle nommée La Carterie, située dans le département de la Mayenne, dans la commune de Bierné-les-Villages (Figure 1).



Figure 1 : Localisation de L'exploitation la Carterie

L'exploitation de la Carterie est en activité depuis 2005, dirigée par Jean-Daniel Clémenceau. Elle s'étend sur 53 ha et a pour activité principale l'élevage d'ovin viande. Le parcellaire est relativement regroupé autour du siège de l'exploitation, 8 ha se situent dans le bourg de Bierné à 3km environ. L'exploitation est en agriculture biologique et compte 1 UTH qui correspond à l'éleveur, M. Clémenceau.

La SAU est composée en majorité de prairies temporaires et permanentes à destination du pâturage des brebis et agneaux. Elle est complétée par une dizaine d'hectares de cultures, elles sont aussi majoritairement destinées à l'alimentation du troupeau d'ovins.

1.2 Productions animales de l'exploitation – Élevage ovin viande

L'élevage ovin est constitué de 320 brebis qui produisent des agneaux annuellement. Le troupeau est divisé en trois lots (de 100 brebis environ) qui correspondent à trois périodes d'agnelage dans l'année. Le Tableau 2 présente les caractéristiques principales de l'élevage.

Le pâturage prend une place importante dans le système, les brebis sont au maximum à l'extérieur et à l'herbe. Les animaux sont rentrés en bâtiment généralement une semaine avant les mises-bas (sauf pour les mises-bas de mai qui se font dehors) puis ressortent peu de temps après selon l'état des agneaux et les conditions climatiques. Afin d'avoir une croissance des animaux optimale, l'éleveur redivise ses lots une fois la mise-bas faite afin de séparer les brebis avec un agneau des brebis avec deux agneaux. L'objectif est de pouvoir apporter une alimentation qui couvre au mieux les besoins énergétiques des mères.



Figure 2 : Photo du cheptel au pâturage

Tableau 2 : Caractéristiques de la production laitière de l'exploitation

Caractéristiques	Élevage de la Carterie
Race	Vendéenne
Effectifs	• 320 brebis (mères) • 60 agnelles de renouvellement • 10 béliers (8 reproducteurs, 2 vasectomisés) • 430 à 450 agneaux par an
Alimentation des brebis	Herbe pâturée, luzerne déshydratée, maïs déshydraté, mélange céréales/légumineuse autoproduits
Période d'agnelage	3 périodes : novembre, fin février/mars, et fin avril/mai
Âge à la première mise-bas	Entre 15 et 17 mois
Taux de prolificité	1,6 agneau par brebis
Mortalité des agneaux	Environ 20%
Valorisation des agneaux	• Vente entre 6 et 10 mois de vie • Poids carcasse de 18 à 22 kg, soit 38 à 40 kg de poids vif pour les femelles et 40 à 43kg pour les mâles • Vendu via Unébio
Bâtiment	Bâtiment de 200 places, 120 places au cornadis (généralement rentrés par lot de 100 brebis) Litière à base de bois déchiqueté et paille

Le pâturage est réalisé sur un modèle tournant. Les parcelles de pâturage font généralement 0.3 à 0.8 ha maximum (0.5 en moyenne) et accueillent un lot d'animaux sur 2 à 3 jours par paddock. Le temps de retour sur parcelle est variable selon la période et la pousse de l'herbe. En moyenne, il se fait toutes les trois semaines en période de pousse de l'herbe (printemps principalement) et environ toutes les 5 semaines lorsque la pousse ralentit. Grâce à ces pratiques l'éleveur optimise la production de ces prairies et l'ingestion de ces animaux en consommant une herbe qui est toujours à un stade optimal.

Ces pratiques de pâturages sont exigeantes en termes de temps de travail et d'organisation. Les clôtures et les animaux sont à déplacer très régulièrement, et des infrastructures sont nécessaires dans les différents parcs. Ainsi, afin de simplifier ces tâches, l'éleveur dispose d'équipements tels qu'un quad pour poser et déposer les clôtures mobiles (fils et piquets) et transporter le matériel, des postes de clôtures électriques et des abreuvoirs mobiles. La plupart des parcelles sont également reliées au réseau d'eau, ce qui limite l'utilisation de la tonne à eau et participe à réduire le temps et la pénibilité du travail.

1.3 Productions végétales de l'exploitation

La production végétale de l'exploitation est relativement simplifiée. On trouve en majorité des prairies à destination du pâturage des animaux et de la fauche, et des cultures de céréales et légumineuse à destinées à l'alimentation des animaux. L'exploitation est entièrement autonome en fourrages et aliments concentrés.

Le diagramme de la figure 3 ci-contre présente l'assolement habituel de l'exploitation. Le Tableau 6, quant à lui, présente les caractéristiques des différentes productions végétales de l'exploitation.

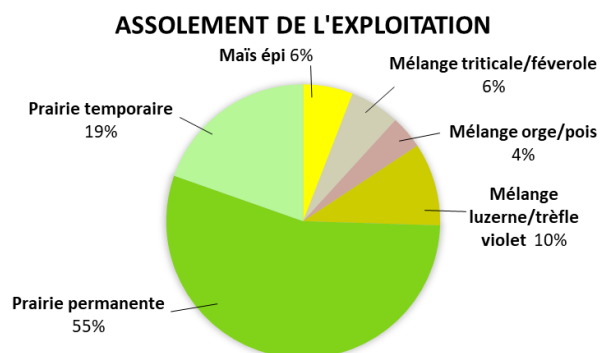


Figure 3 : Diagramme présentant l'assolement de l'exploitation

Tableau 3 : Caractéristiques des productions végétales de l'exploitation

Culture	Surface	Rendement	Valorisation
Maïs épi	3 ha	50-70 qtx	Autoconsommation du troupeau, vente de l'excédent à Déshyouest
Mélange triticale/ féverole	3 ha	30 qtx	Autoconsommation du troupeau
Mélange orge/pois	2 ha	15 qtx	Autoconsommation du troupeau
Mélange luzerne/trèfle violet	5 ha	3 coupes + pâturage des brebis	Autoconsommation du troupeau, vente de l'excédent à Déshyouest
Prairie	40 ha	10 tMs	Pâturage du troupeau ovin, fauche et enrubannage, vente d'herbe sur pied si la production est excédante.

L'ensemble des surfaces exploitables de l'exploitation sont intégrées dans une rotation prairie → maïs → triticale/féverole → orge/pois → prairie. Dans ce système, les prairies sont conservées 10 ans en moyenne et sont implantées avec un mélange de :

- Ray-grass anglais
- Dactyle
- Fétuque des prés
- Trèfle nain
- Trèfle géant
- Lotier corniculé
- Chicorée
- Plantain

Afin de favoriser la pousse des végétaux, des amendements sont apportés régulièrement sur les différentes cultures. Un apport de calcaire a lieu sur le maïs et du fumier d'ovin composté, à hauteur de 15t/an, est épandu sur les prairies ou les parcelles de luzerne/trèfle violet en fonction du besoin.

1.4 Enjeux et objectifs

Le système et les productions de l'exploitation sont en place depuis près de 20 ans. Celles-ci sont bien intégrées et fonctionnent techniquement selon les objectifs de l'éleveur. Afin de rester performant, celui-ci se fait accompagner sur divers aspects techniques (productions animales et végétales) avec notamment le Civam bio 53.

Proche de la fin de carrière, l'éleveur commence à se renseigner sur la transmission et cherche à valoriser sa ferme pour faciliter transmission à un futur repreneur. Son objectif est de pérenniser ce système afin qu'il puisse rester en ovins pâturant biologiques.

2 Description physique de la parcelle

2.1 Les parcelles à l'échelle de la commune

Le projet, localisé en jaune sur la Figure 4, se situe au sud-est de la Mayenne, sur la commune de Bierné-les-Villages. Il regroupe les parcelles cadastrales listées dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Parcelles cadastrales incluses dans le projet

N°INSEE Commune	Section	Numéro	Surface (en ha)
53029	0B	175	4,11
		176	1,73
		178	2,21
		191	0,56
		192	2,03
		193	0,67
		194	0,13
		195	1,00
		196	5,22
		199	2,94
		200	7,43
		201	0,09
		210	3,60
		211	2,00
		376	6,73

Actuellement, l'ensemble de ces parcelles cadastrales sont en propriété et exploitées par Jean-Daniel Clémenceau.



Figure 4 : Localisation des parcelles de la zone d'étude du projet

La parcelle n°376 (parcelle la plus au sud-est) fait partie de la zone d'étude du projet, cependant, les résultats des études écologiques ont montré que celle-ci était en zone humide. Par conséquent, cette parcelle a été exclue de la zone d'implantation du projet.

La carte suivante (Figure 5), réalisée à partir des données du PLU (Plan Local d'Urbanisme), représente un état des lieux de l'urbanisme sur la zone d'étude.

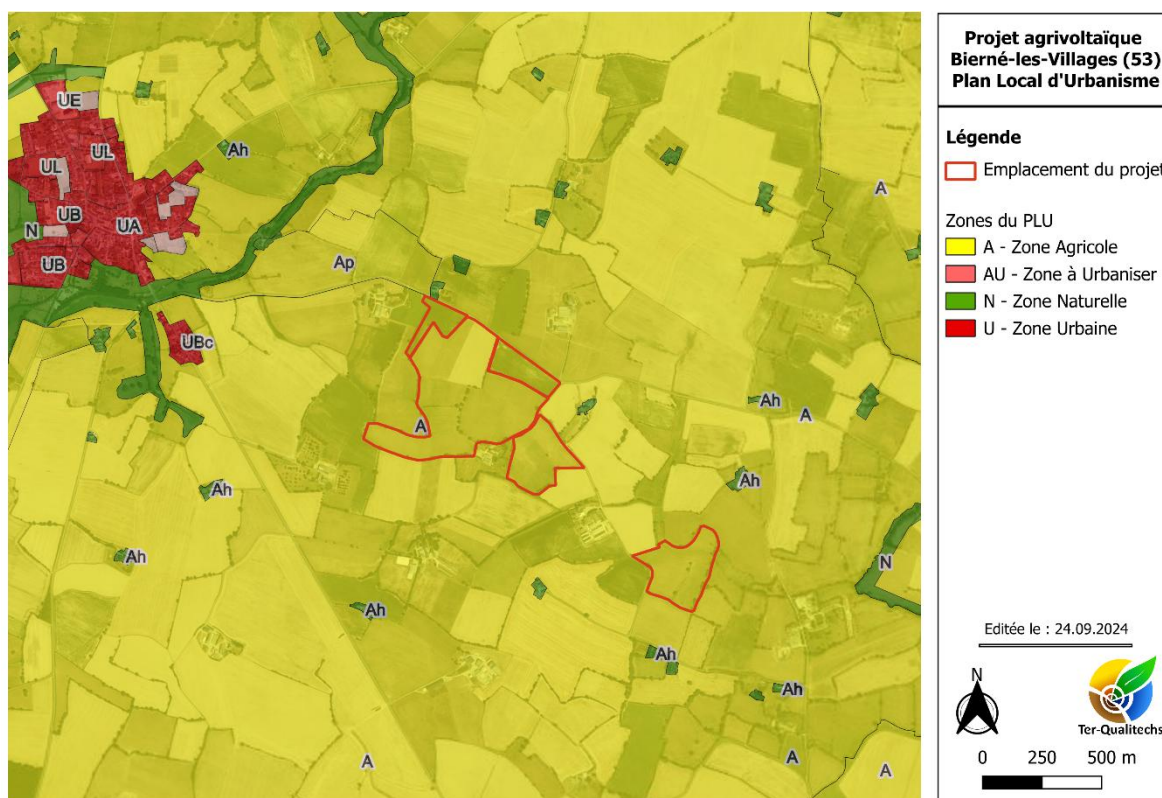


Figure 5 : Carte d'urbanisme Bierné-les-Villages

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. Au sein de cette zone, hormis certaines exceptions cadrées par le PLU, seul le développement des activités agricoles est permis, « *Les constructions et installations liées et nécessaires à l'exploitation agricole et leurs annexes, ainsi que celles liées et nécessaires aux activités de diversification, sous réserve de bonne intégration paysagère* » (Bierné Mayenne et Vu d'ici, 2013). Le projet agrivoltaïque, du fait du maintien d'une activité agricole significative, est compatible avec le PLU en vigueur.

Le regroupement des parcelles cadastrales, qui constituent la zone d'implantation du projet, forme les parcelles agricoles rattachées au projet. Celles-ci répondent à la définition du Décret du 8 Avril 2024, Art. R. 314-108. « *La parcelle agricole à considérer pour l'application de l'article L. 314-36 correspond à un périmètre présentant les mêmes caractéristiques agricoles, supportant un projet d'installation agrivoltaïque et déterminé par les limites physiques d'une implantation continue de panneaux*

photovoltaïques. Il peut être d'une superficie différente de celle de la parcelle considérée par le cadastre ou de la parcelle délimitée dans les conditions fixées à l'article D. 614-32 du code rural et de la pêche maritime sur laquelle est réalisé le projet. ».

Ces parcelles sont au nombre de cinq et sont présentées sur la carte en Figure 6 et dans le Tableau 5 ci-dessous.

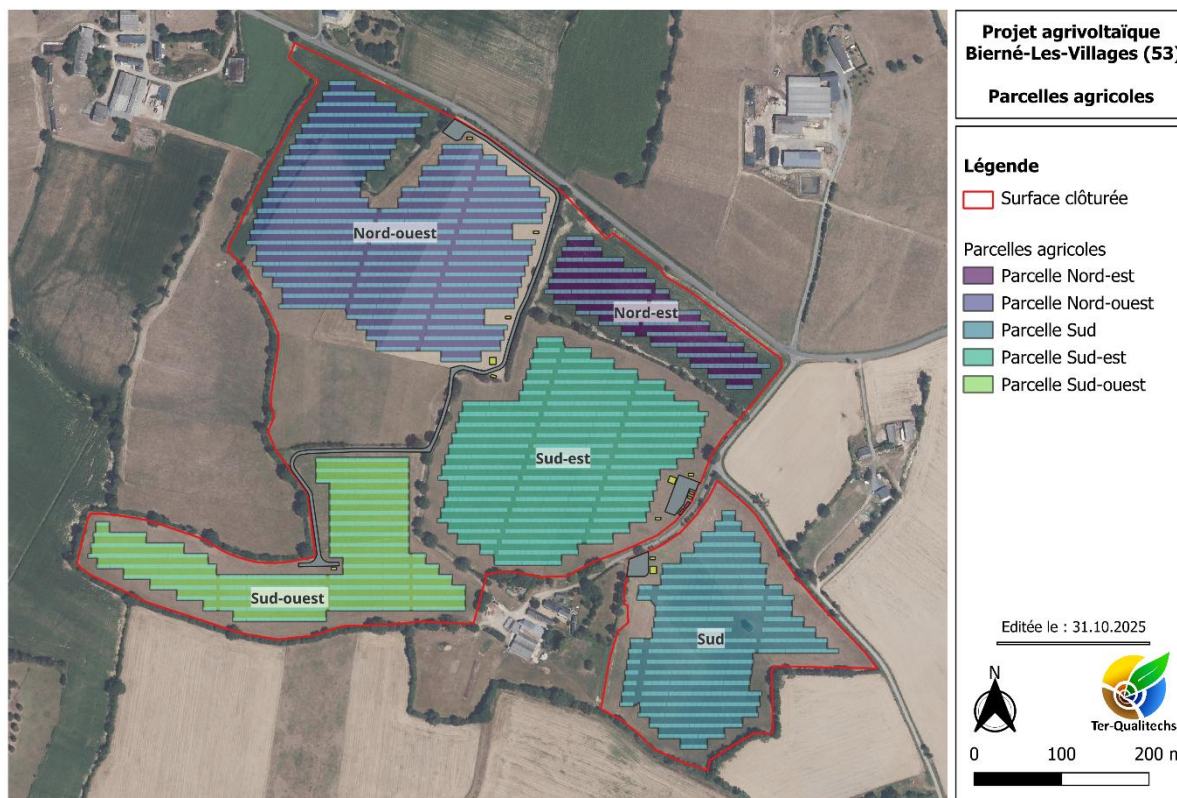


Figure 6 : Parcelles agricoles du projet agrivoltaïque de Bierné-les-Villages

Tableau 5 : Surface des parcelles agricoles

Parcelle agricole	Nord-ouest	Nord-est	Sud-ouest	Sud-est	Zone Sud	Total
Surface parcelle (m ²)	65 254 m ²	15 411 m ²	33 118 m ²	51 083 m ²	31 527 m ²	196 393 m ²

2.2 Les parcelles à l'échelle de l'exploitation

À l'échelle de l'exploitation, le Tableau 6 ci-dessous présente les surfaces concernées par le projet sur le parcellaire de la SAU :

Tableau 6 : Surfaces du projet sur le parcellaire de l'exploitation

Emprise clôturée	Ratio surface clôturée / SAU	Production actuelle des parcelles concernées (Août 2024)
32,3 ha	60,9 %	Prairie permanente, prairie temporaire, mélange luzerne/trèfle violet, orge, mélange triticales/trèfle violet, mélange céréalière

2.2.1 Les prairies et cultures en place

Les parcelles concernées par le projet sont actuellement toutes cultivées par l'éleveur pour l'alimentation de son troupeau. L'état des parcelles et leur couvert dépend de leur place dans la rotation culturale. Ainsi, afin de faciliter la compréhension, ces parcelles ont été divisées en sous-parcelles homogènes selon ce critère. La Figure 7 et le Tableau 7 localisent ces parcelles et présentent l'historique des cultures.

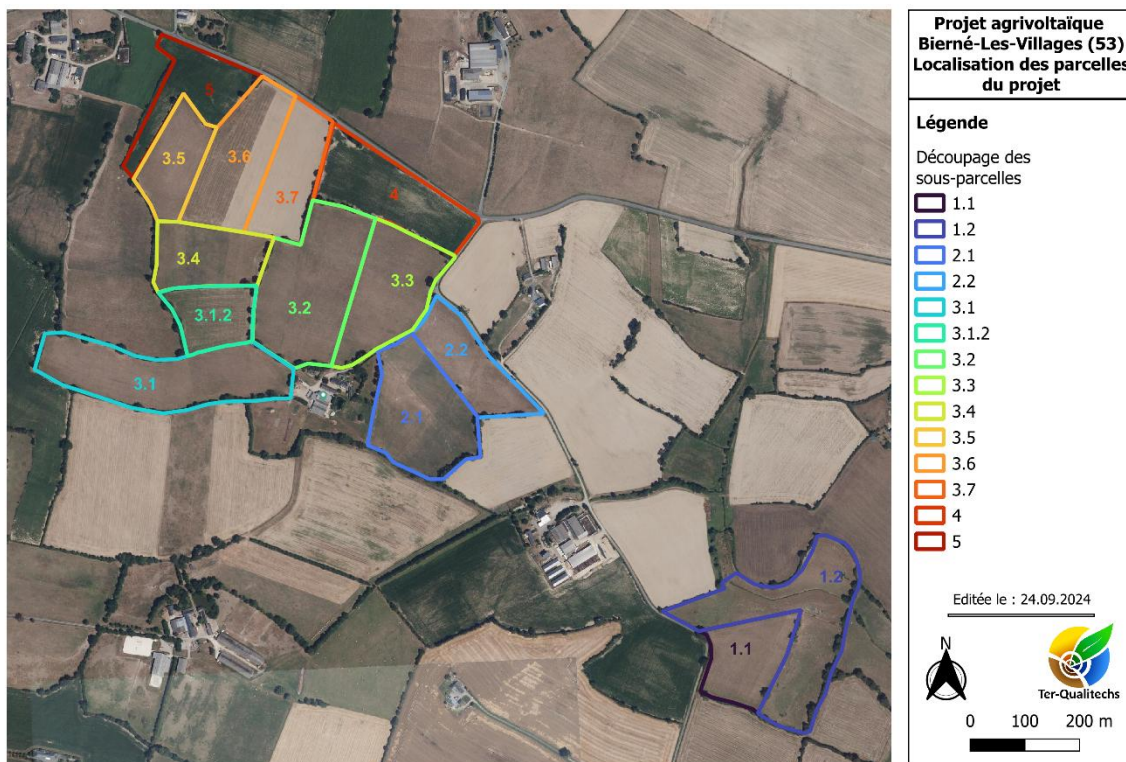


Figure 7 : Découpage des parcelles du projet en sous-parcelles

Tableau 7 : Historique des cultures de la parcelle (d'après les RPG 2014-2022 et les dires de l'éleveur)

	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.1.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	4	5
2024	PP	PP	PT	PP	Orge	PP	PP	PP	PP	PP	L/TV	MC	T/F	MC
2023	PT	PP	PT	PP	T/F	PP	PP	PP	PP	PP	MC	L/TV	Maïs	Orge
2022	PT	PP	PT	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PT	TH	TH	Maïs	Maïs
2021	PT	PP	PT	PT	PP	PP	PP	PT	PP	PT	MC	T/F	MC	MC
2020	PT	PP	MC	PT	PP	PP	PT	PT	PP	PT	T/F	Maïs	Maïs	Maïs
2019	PT	PP	T/F	PT	PT	PT	PT	PT	PP	PT	Maïs	PP	Maïs	Maïs
2018	Orge	PP	Maïs	PT	PT	PT	PT	PT	PP	PT	PP	PP	CH	Orge
2017	PT	PP	PT	PT	PT	PT	PT	PT	PP	T/F	PT	PT	Orge	BT
2016	ML	PP	PT	T/F	PT	PT	PT	Maïs	PP	T/F	PT	PT	BT	Maïs
2015	ML	PP	PT	MC	PT	PT	T/F	T/F	PP	MC	PT	PT	Maïs	Orge
2014	PP	PP	T/F	T/F	PT	PT	T/F	T/F	PP	PT	PT	PT	Orge	BT

Légende

BT	Blé tendre	ML	Mélange de légumineuses
CH	Colza d'hiver	PP	Prairie permanente
L/TV	Mélange luzerne de et trèfle violet	PT	Prairie temporaire
MC	Mélange de céréales	T/F	Mélange de triticales et féverole

Les parcelles 4 et 5 sont des parcelles que l'éleveur a récemment récupérées, elles ne sont rentrées dans la rotation qu'à partir de la campagne 2024.

Le projet d'agrivoltaïsme a pour objectif de faire pâturer les ovins sous les panneaux, par conséquent l'ensemble des parcelles seront implantées en prairie pour le projet. Le Tableau 8 présente les caractéristiques des prairies actuellement en place (mais qui pourront être amenées à évoluer d'ici l'implantation du projet).

Tableau 8 : Description des prairies de pâturage du projet

N° prcl.	Âge prairie	Descriptif	Remarques
1.1	6 ans	RGA, fétuque, agrostis, plantain, chicorée, trèfle hybride	Brebis en pâturage au moment de l'étude, parcelle découpée en plusieurs paddocks de pâturage, couvert végétal homogène
1.2	> 10 ans	Fétuque, RGA, dactyle, agrostis (70%) Trèfles (15-20%) Quelques liserons, chardons et rumex localisés à certains endroits	Prairie venant d'être pâturée au moment de l'étude, bien conservée compte tenu de son âge, la flore tend à se rapprocher d'une prairie naturelle, plusieurs espèces implantées ont disparu.
2.1	4 ans	RGA, trèfle hybride, dactyle, fétuque (90%) Chicorée, carotte sauvage, lotier corniculé, plantain lancéolé, luzerne (10%)	Mélange implanté encore très présent, bonne valeur nutritive du couvert
2.2	8 ans	RGA, trèfle hybride et violet, dactyle (75 à 85%) Agrostis, lotier corniculé, chicorée, carotte sauvage, agrostis (25-15%)	Mélange implanté encore plutôt présent, peu de salissement du couvert
3.1.2	> 10 ans	RGA, trèfle hybride, dactyle (80%) Lotier corniculé, plantain lancéolé, chicorée, carotte sauvage, houlque, menthe des champs (20%)	Prairie très diversifiée et homogène qui présente de bonnes espèces fourragères, peu de salissement
3.2	9 ans	RGA, fétuque, agrostis (75-80%) Trèfles blanc (15-20%)	Prairie avec encore des bonnes graminées mais qui a perdu une part de la diversité des espèces implantées dû à son âge

3.3	8 ans	RGA, fétuque, agrostis (90%) Trèfles blanc (10%)	Idem
3.4	> 10 ans	RGA, Agrostis, Fétuque, Trèfle blanc et trèfle hybride (10-15%)	Prairie pâturée au moment de l'étude, léger salissement (quelques chardons et rumex) Le couvert, bien que moins diversifié à cause de l'âge de la prairie, reste encore dense

Des photographies des parcelles présentées sont disponibles en Annexe 1.

On observe des disparités entre les différentes parcelles de pâturage en termes d'espèces présentes, de qualité fourragère et de salissement. En effet, ici l'éleveur cherche à avoir des prairies diversifiées et résilientes, adaptées au contexte pédoclimatique et qui offrent une valeur nutritive intéressante. Les graminées recherchées principalement sont le RGA et la fétuque, qui présentent de très bonnes valeurs fourragères, et sont présentes dans l'ensemble des parcelles. A partir d'un certain nombre d'années d'implantation de la prairie, on observe l'arrivée d'agrostis, graminée vivace à faible valeur nutritive. Généralement, celle-ci vient remplacer et prendre la place des bonnes graminées et la prairie perd de sa valeur nutritive. L'éleveur a donc tendance à casser les prairies pour en réimplanter de nouvelles une fois qu'elles commencent à se dégrader.

2.2.2 Les sols et leurs caractéristiques

Afin de caractériser les sols des parcelles du projet et leurs potentiels, une étude de sol a été réalisée par Ter-Qualitechs en avril 2024. Bien que cette étude agropédologique fasse l'objet d'un rapport complet, plusieurs observations et conclusions ont pu être mises en avant.

Afin de mener cette étude, divers prélèvements, sondages, et fosses pédologiques ont été réalisés et ont permis d'obtenir les résultats suivants, illustrés en partie par la Figure 8.

On retrouve sur l'ensemble du site des sols dont la pédogénèse varie peu. Il s'agit uniquement de brunisols, plus ou moins évolués. Toutefois, certaines caractéristiques sont assez variables. Notamment, la distinction entre les horizons organominéral (A) et l'horizon structural sous-jacent (S) est rarement aussi marqué que sur la figure ci-dessus. On y retrouve une activité biologique modeste et une compaction assez forte, ce qui explique la structure dense observable sur la majorité des profils. Pour les mêmes raisons les systèmes racinaires, même sous

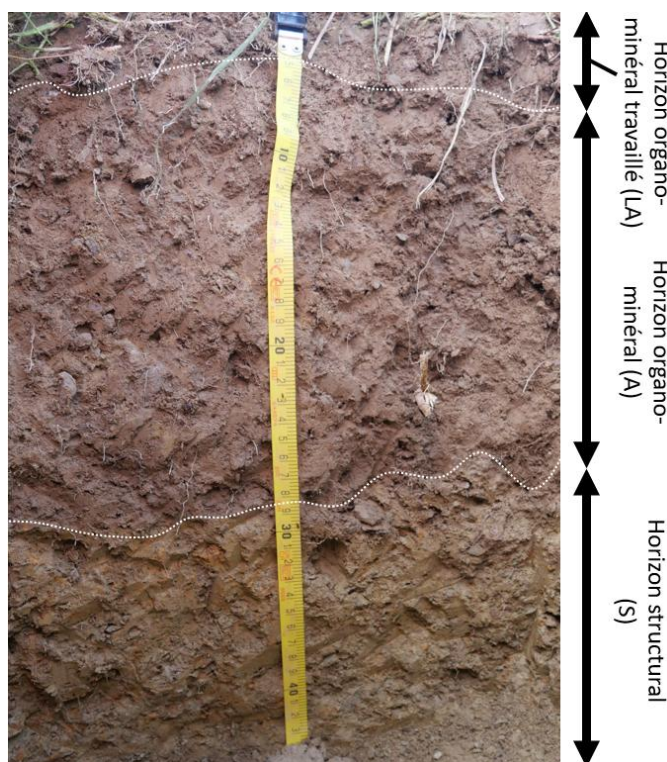


Figure 8 : Photographie des différents horizons du sol

prairies permanentes n'atteignent que rarement plus de 20 ou 30 cm de profondeur, limitant l'accès à l'ensemble des réserves nutritionnelles disponibles.

L'ensemble des parcelles a été apprécié à travers différents indicateurs pédologiques et agronomiques. L'analyse de ces indicateurs associée au témoignage de l'exploitant et à l'expertise de Ter-Qualitechs, ont permis de caractériser le potentiel agronomique du parcellaire, représenté sur la carte suivante.



Figure 9 : Classification du potentiel agronomique du parcellaire

Parmi les caractéristiques influençant le potentiel agronomique, certaines sont intrinsèques au type de sol et ne peuvent pas être modifiées. D'autres, au contraire, peuvent être ajustées aux besoins des cultures par des pratiques agricoles adaptées.

La texture du sol est un atout fort sur l'ensemble du site, qui permet notamment une bonne réserve hydrique tout en restant facile à travailler. Cela est notamment dû au pourcentage important de limons qui bien que variable, est toujours dominant. C'est en associant avec un pourcentage d'argile très homogène (entre 15 et 20%) que la dominante limoneuse est aussi favorable. Cet atout compense en partie la faible profondeur des sols du site, qui est quant à elle défavorable au potentiel agronomique du site. Elle rend les cultures plus sensibles aux aléas climatiques et limite l'exploration racinaire ainsi que les réserves en nutriments.

Pour autant, la fertilisation est dans l'ensemble bien pilotée avec un chaulage adapté sur la majorité des échantillons analysés ainsi que des réserves en magnésium et potassium généralement bien pourvues. C'est avant tout l'apport d'éléments phosphatés qui permettra d'améliorer le potentiel

agronomique des cultures. D'autre part, un certain nombre de parcelles sont très compactées. Leur nature limoneuse, lorsqu'elle est associée à un taux de matière organique modeste, est favorable à des phénomènes de tassement et de prise en masse qui peuvent être à l'origine de cette situation. Néanmoins, il est possible de corriger mécaniquement la compaction du sol, en particulier superficielle, tout en surveillant les facteurs susceptibles de la provoquer. L'aération du sol favorisera l'activité biologique qui reviendra d'elle-même sur les parcelles où elle est actuellement peu visible.

C'est avant tout les différences de profondeur et de compaction qui expliquent que le potentiel agronomique soit meilleur sur la partie Est du site, alors que la fertilisation a d'avantage d'importance dans la variabilité du potentiel à l'intérieur de la partie Ouest du site. Toutefois, une intervention mécanique, pour corriger la compaction, serait un levier important d'amélioration du potentiel agronomique sur l'ensemble du site. De la même manière, la gestion de la fertilité chimique, et notamment des amendements phosphatés organiques ou chimiques, sera un facteur clé du maintien d'une production agricole de qualité suite à la réalisation du projet, avec possiblement des rendements supérieurs. Les modalités de pâturage, le choix des espèces et variétés implantées en cas de re-semis, seront aussi déterminants pour le maintien de la production sur l'ensemble du parcellaire.

3 Descriptif du projet agrivoltaïque

Le projet agrivoltaïque, porté par Neoen sur l'exploitation de Monsieur Jean-Daniel Clémenceau, consiste à implanter des panneaux photovoltaïques sur des parcelles où pâturent les ovins de l'exploitation.

3.1 Description technique du projet

Le projet est localisé sur des parcelles d'un total de 32,3 ha clôturés, qui seront toutes implantées en prairie pour le pâturage des ovins. Le projet prévoit d'intégrer les contraintes liées à l'élevage (abreuvement, sur élévation des panneaux, espacement, clôtures), mais également le financement d'équipements agricoles nécessaires pour maintenir les pratiques au sein du parc agrivoltaïque.

Le Tableau 9 ainsi que le plan de masse (Figure 10) ci-dessous présentent l'ensemble des caractéristiques techniques relatives à l'installation agrivoltaïque.

Tableau 9 : Caractéristiques techniques de l'installation agrivoltaïque

CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION AGRIVOLTAÏQUE	
Type de structure	Fixe 2V26 et 2V13
Puissance totale de l'installation	18 775 900 Wc soit 18,76 MWc
Modèle des modules	Longi 650Wc ou équivalent
Nombre de modules	28 886 unités
Dimension des modules	2,384 x 1,134 x 0,035m
Point bas minimum du module	1,50 m
Point haut maximum du module	2,67 m
Degré d'inclinaison des modules	18°
Espacement inter-table	7,6 m
Espacement inter-pieux	12,15 m
Surface clôturée	323 117 m ² soit 32,31 ha
Surface projetée	78 092 m ² soit 7,81 ha
Linéaire de clôture	3697 ml
Surface locaux techniques	230,9 m ²
Surface pistes lourdes	5140 m ²
Surface citernes	180 m ²
Surface pieux	40 m ²
Surface artificialisée (pistes lourdes + locaux techniques + pieux)	5410,9 m ²
Zone témoin	19 917 m ² soit 1,99 ha

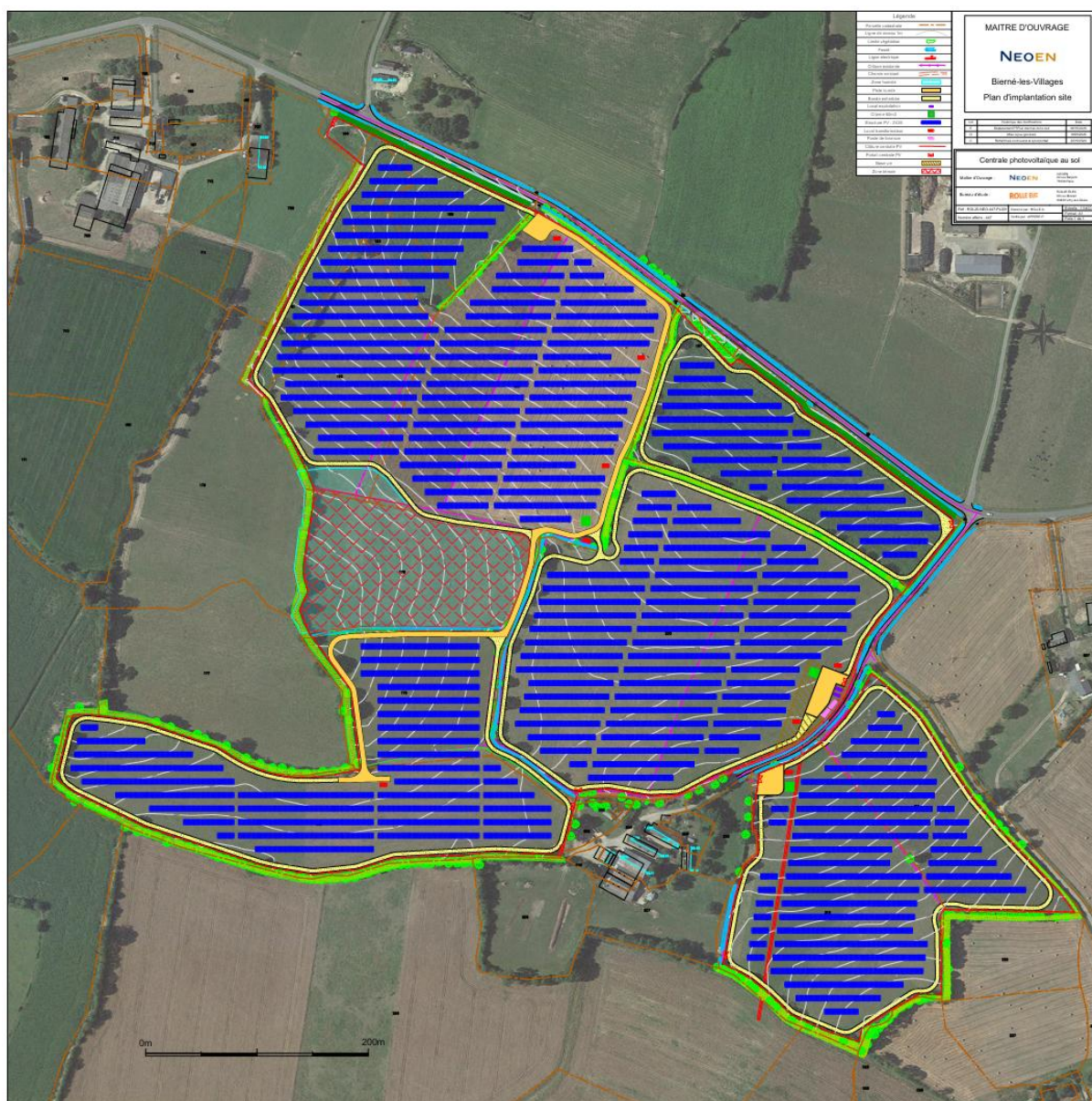


Figure 10 : Plan de Masse projet agrivoltaïque de Bierné-les-Villages

La Figure 11, visible ci-dessous, schématise l'agencement et les dimensions de l'installation photovoltaïque prévue. Les panneaux, d'une largeur de 4,7 m, sont fixés sur des pieux et inclinés à 18° de telle sorte que la hauteur minimale de la table soit d'1,50 m et la hauteur maximale de 2,67 m. Cette hauteur permet le passage d'outils bas tel que des broyeurs, voire le cas échéant de semoir, pour un entretien sous les panneaux. L'aménagement prévoit également une largeur inter-pieux de 12,15 m et une largeur inter-table de 7,60 m. Des zones de retournement sont également prévues pour permettre un passage de tracteurs facilité sur le site.

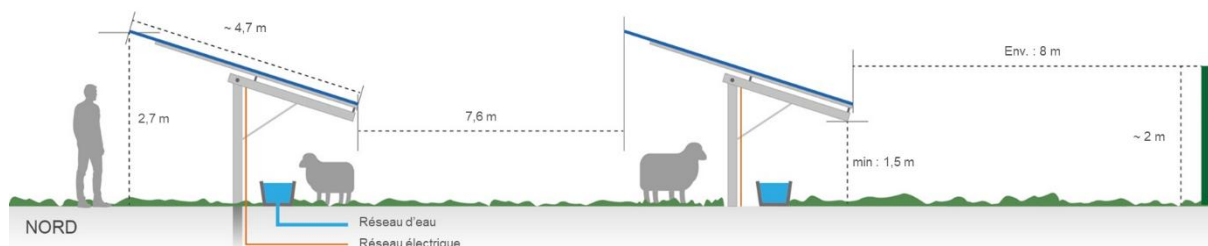


Figure 11 : Conception technique d'un projet agrivoltaïque

Les panneaux seront installés en priorité à l'aide de pieux battus de faibles envergures (une dizaine de cm^2 environ). Une étude géotechnique sera menée pour définir notamment la profondeur d'implantation de ces pieux. Cette solution occasionne peu d'impact sur le sol et réduit l'artificialisation et l'imperméabilisation liée au projet comparé à une implantation bétonnée. De plus, cette solution facilite le démantèlement de l'installation solaire une fois l'exploitation terminée et permet ainsi de restituer la parcelle dans son état initial.

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 à l'échelle 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 Gestion et maintenance de l'installation photovoltaïque

La gestion des ovins 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 d'entretien avec la société Neoen.

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 Neoen.

3.4 Réversibilité et démantèlement

3.4.1 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 clôturée de 32,3 ha, l'artificialisation du sol représentera environ 5410,9 m^2 , soit 1,67% de la surface du projet.

De plus, il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas trop de "bouversements" 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. En effet, la terre « de remblai » met de nombreuses années à retrouver une fertilité d'origine (satisfaisante). Pour cela, il est prévu de faire le moins possibles de tranchées et terrassements dans le projet.

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

3.4.2 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 assurés par le développeur. Cette étape pourra être facilitée grâce à la position de Neoen qui est à la gouvernance de l'éco-organisme Soren, agréé par les pouvoirs publics, pour la collecte et le traitement des panneaux solaires photovoltaïques usagés en France.

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

Pour respecter le critère de « production significative », la parcelle en agrivoltaïsme doit fournir une biomasse fourragère suffisante et avoir un taux de chargement suffisant. Dans ce cas-là, l'ombrage apporté par les panneaux joue un rôle important.

4.1.1.1 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 (Nozière, Sauvart, et Delaby, 2018). 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.

(Edouard *et al.*, 2023 ; Crestey *et al.*, 2021 ; Madej *et al.*, 2024 ; Deiss, 2024)

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.

Le Tableau 10 et la figure 12 transcrivent les données climatologiques de la station de Laval-Etronier, station Météo France avec suffisamment de données la plus proche du site de Bierné. Nous observons des températures moyennes à l'année allant de 5.4°C en hivers jusqu'à 19.2 en été, avec une précipitation moyenne de 757.1 mm de pluie par an.

Tableau 10 : Données climatologiques de la station de Laval-Etronier sur la période 1991-2020, source Météo France

Températures moyennes (en °C)	Statistiques établies sur la période 1991-2020												
Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne
Température °C	5,4	5,9	8,3	10,7	14	17,2	19,1	19,2	16,3	12,7	8,5	5,8	11,9

Nombre moyen de jours avec :	Statistiques établies sur la période 1991-2020												
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
T max >= 30 °C	.	.	.	.	0,1	1,6	3,2	3,4	0,8	.	.	.	9
T max >= 25 °C	.	.	.	0,5	2,8	7,3	13,1	12,2	5	0,3	.	.	41,2

Précipitations : Hauteur moyenne mensuelle	Statistiques établies sur la période 1991-2020												
Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Cumul
Précipitation (mm)	74	55	53,9	55	63,9	53,3	48,1	51,3	60,1	79,1	76	87,4	757,1

Températures à Laval-Etronier

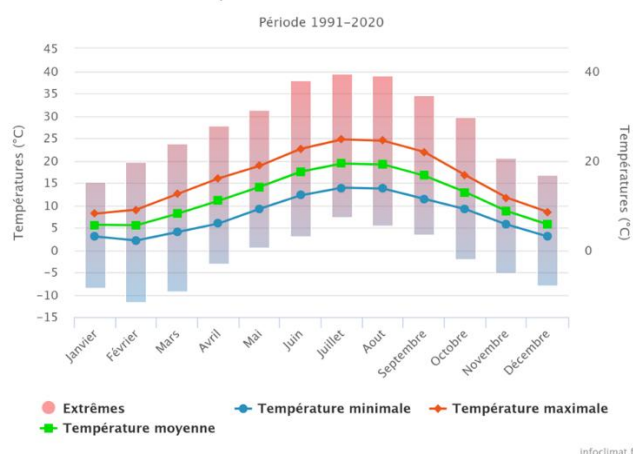


Figure 12 : Graphique présentant les températures relevées sur la station météo de Laval-Etronier (53) sur la période 1991 – 2020, source Info Climat

Le climat de Bierné est un climat à influence océanique considéré comme 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 période très chaudes avec des températures largement supérieures à la normale, comme présentées dans le Tableau 11.

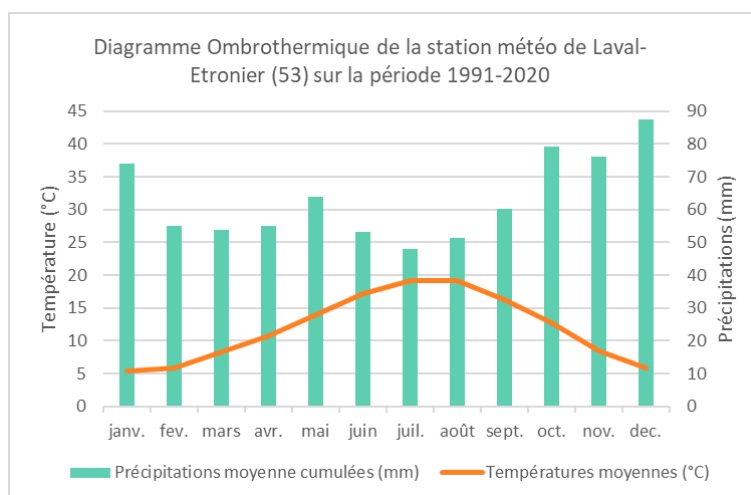


Figure 13 : Diagramme ombrothermique de la station météorologique de Laval-Etronier (53) sur la période 1991-2020

Tableau 11 : Records de température de la station de Laval-Etronier (53) sur la période 2010-2024, source Météo France

	Records de température établis sur la période du 01/09/2010 au 02/06/2024												
Température la plus élevée	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Record
Température °C	15,1	19,6	23,5	27,3	29,1	37,8	39,3	38,2	34,5	29,6	20,5	16,7	39,3
Année	2016	2019	2021	2018	2017	2019	2019	2020	2023	2023	2015	2022	2019

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 la protection contre les aléas seront développés dans la suite de ce document.

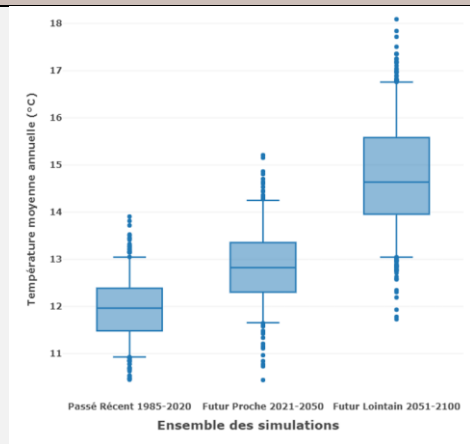
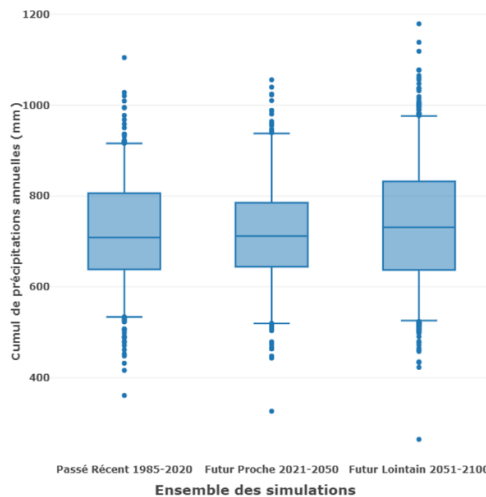
4.2 Adaptation au changement climatique

Comme présenté dans la partie précédente, le climat de Bierné-les-Villages est aujourd'hui plutôt tempéré et avec une pluviométrie relativement régulière tout au long de l'année. 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, nous permettent de mettre en avant plusieurs points illustrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Présentation des simulations climatiques CANARI selon différents indicateurs

	Prévisions	Graphiques issus de la simulation CANARI
Température	On observe une augmentation de la médiane de la température importante, 11.97°C dans le passé proche contre 12.82°C pour le futur proche et 14.64°C dans le futur lointain, soit une augmentation respective de +0.85°C et +2.7°C	 Figure 14 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution des températures annuelles moyennes
Précipitations	Les précipitations tendent à se maintenir dans les années futures, voire à augmenter très légèrement. On passe de 709 mm dans le passé récent à 731 mm dans le futur lointain, soit une augmentation de 22 mm. Cependant le modèle ne présente pas les modifications dans la répartition des précipitations au cours de l'année, pouvant accentuer les périodes sèches ou humides.	 Figure 15 : 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 722 mm à 749 mm pour finir à 822 mm d'ETP, soit une augmentation de +100 mm.

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

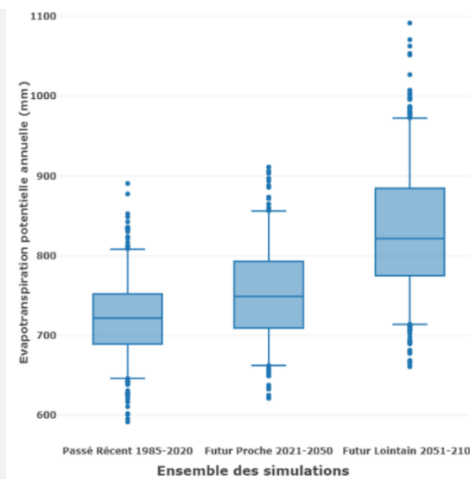


Figure 16 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution de l'évapotranspiration potentielle annuelle

Déficit hydrique

Le déficit hydrique subit lui aussi une augmentation, on passe de -15 mm dans le passé récent à -43.5 mm dans le futur proche, pour finir à -96.4 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 stable voir tend à diminuer.

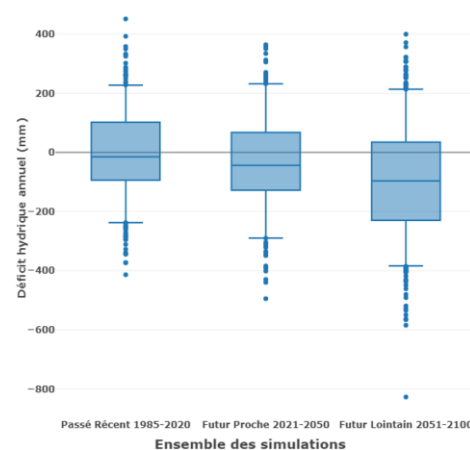


Figure 17 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution du déficit hydrique annuel

Ce modèle nous montre un climat qui sera plus chaud mais avec des précipitations sensiblement similaires, augmentant par conséquent l'évapotranspiration potentielle des couverts végétaux et entraînant un déficit hydrique plus important. Par conséquent, et dans le cas indiqué par ces simulations, l'enjeu 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 en eux-mêmes sont assez peu sensibles aux tempêtes, excès d'eau, grêle, etc. (Bessière et Bessière, 2020).

Les panneaux photovoltaïques pourront cependant constituer un abri pour les animaux en cas d'évènement météorologique exceptionnel « agressif » en leur permettant de s'abriter dessous. C'est notamment le cas pour les fortes pluies et orages pluvieux (> à 100 mm en moins de 24h), phénomènes à la fréquence faible à modérée selon les années dans la région (illustré par la Figure 18 ci-dessous).

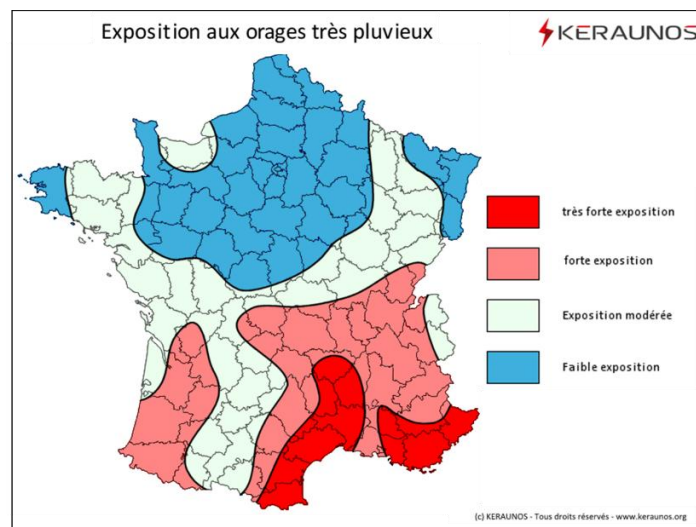


Figure 18 : Exposition aux orages très pluvieux (source Keraunos, 2024)

Les chutes de grêles font également partie des aléas climatiques les plus impactants pour les animaux, avec des risques de blessures dues aux chutes de grêlons sur les brebis et les agneaux. Ces évènements sont encore relativement complexes à prévoir et peu de données et d'études précises existent sur ces phénomènes. Les cartes ci-dessous présentent la fréquence des chutes de grêle en France selon les périodes de l'année. On remarque que le département de la Mayenne est possiblement concerné par les chutes de grêles 10 mois de l'année (dont 2 mois classés « chutes fréquentes »), ce qui rend le besoin de protection pertinent.

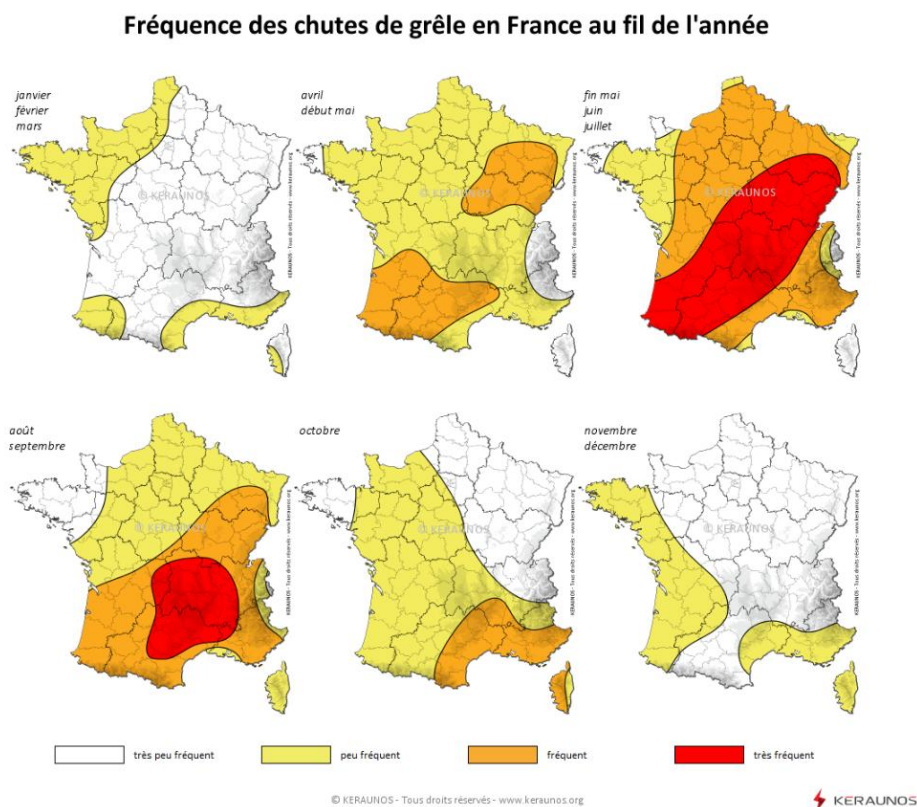


Figure 19 : Cartes des fréquences de chutes de grêle en France au fil de l'année (source Keraunos, 2024)

4.4 Bien-être animal

Concernant le 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.

En effet, 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. Dans cette étude, le stress thermique des brebis a été évalué grâce à l'indice de charge thermique HLI (Heat Load Index). C'est un indice qui prend en compte la température, l'humidité relative ainsi que la vitesse du vent et le rayonnement solaire. On considère les références suivantes :

- $HLI < 70$: pas de risque de stress pour les animaux
- $70 < HLI < 77$: état de stress léger
- $77 < HLI < 86$: état de stress modéré
- $HLI > 86$: état de stress marqué

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 $> 30^{\circ}\text{C}$). Or nous avons

pu voir dans le tableau 9 que les records de températures élevées dépassent les 30°C et cette tendance tend à s'accroître et à devenir plus régulière avec le changement climatique (4.2) (Deiss, 2024).



Figure 20 : Illustrations de moutons abrités sous des panneaux agrivoltaïques

Les panneaux pourront également avoir un effet bénéfique sur le bien-être des brebis, à l'inverse, par temps pluvieux et venteux. En effet, pendant les épisodes de pluies, sans zones d'abris, la toison mouillée des brebis perd une partie de son pouvoir isolant et expose la brebis au froid. Cela oblige les brebis à produire plus de chaleur et donc dépenser de l'énergie supplémentaire pour maintenir leur température corporelle. De même, il a été montré qu'après deux jours d'exposition aux intempéries, on observe une augmentation des hormones thyroïdienne, du glucose et des acides gras non estérifiés dans le plasma des brebis, indiquant une réponse métabolique pour faire face au stress thermique. Pour les brebis en lactation, une toison mouillée et le stress thermique associé peuvent donc indirectement réduire l'énergie disponible pour la production de lait, entraînant une baisse de la lactation (Hocquette, Vermorel, et Bouix, 1990).

De plus, il est envisagé lors du projet de mettre en place un système d'adduction d'eau et d'abreuvements optimisés par rapport à l'existant. Cela permettra la mise en place d'un pâturage tournant dynamique et d'améliorer la qualité de l'abreuvement des animaux. Les brebis boivent en moyenne 2,5 litres d'eau par jour, ce chiffre augmente en fonction de la chaleur et peut doubler à partir de 30°C. Assurer un abreuvement en quantité suffisante et de qualité permet d'assurer le bien-être des animaux, au contraire, son absence entraîne des pertes de croissance et de production laitière (Girault, Chénérilles, et Turbeaux, 2016).

Enfin, les parcelles seront entièrement clôturées, ce qui permettra de limiter la prédation des agneaux et des brebis par les renards, les chiens errants, voire par le loup qui serait annoncé présent dans le département et en flux de dispersion permanent (en rouge sur la Figure 21). La présence de clôture permettrait également de protéger le troupeau d'éventuels vols d'animaux.

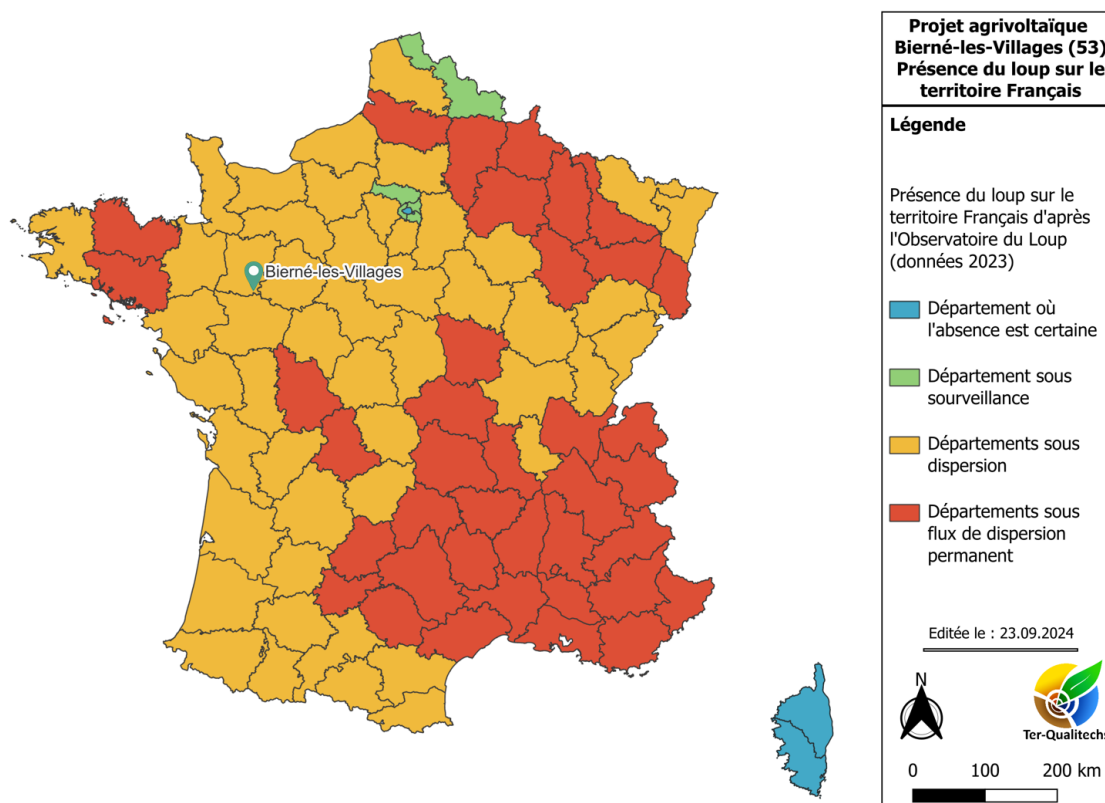


Figure 21 : Carte de dispersion du loup sur le territoire français

4.5 Services complémentaires

4.5.1 Services environnementaux

Le projet agrivoltaïque permet également de pérenniser la prairie sur le site. En effet, le fait qu'une ombrière de pâturage soit en place permet de garantir que la parcelle sera pâturée tant que le projet sera en place. En effet, le dimensionnement des panneaux et les écartements sont adaptés au pâturage mais peuvent être contraignants pour d'autres modes d'exploitation. Par ailleurs, les aménagements mis en place (clôture, abreuvement) participent à mettre en place un pâturage efficace de la parcelle. Ces éléments garantissent le maintien de la prairie sur la durée du projet. Or, les prairies et en particulier les prairies pâturées, présentent de nombreuses externalités positives, quand on les compare à des parcelles en culture :

- Surfaces pas ou très peu traitées par les produits phytosanitaires (moins de pollution des cours d'eau du bassin versant)
- Maintien de la biodiversité faunistique et floristique liée aux prairies
- Dépollutions des eaux qui passent par les prairies (pour les produits phytosanitaires et l'azote, c'est la raison pour laquelle les réglementations phytosanitaires et azote imposent des bandes enherbées de 5 à 20 m le long des cours d'eau selon les zones)

- Les prairies de longue durée constituent un puits de carbone important, leur stock de carbone est proche de celui d'une forêt (Arrouays *et al.*, 2002).

Or, dans le grand ouest il est observé une tendance à la « céréalisation », c'est-à-dire au remplacement des prairies permanentes par des cultures de vente. Par exemple, entre 2018 et 2023, la surface de prairies permanentes a diminué de 4,6% à l'échelle de la région, ce qui a mené à des mesures réglementaires pour pallier ce problème. Cette baisse des surfaces de prairie est due à la fois à la diminution de l'activité d'élevage mais aussi au changement de systèmes dans les élevages (bovins qui restent en bâtiment toute l'année...). Dans ce contexte, le projet agrivoltaïque apporte donc une vraie garantie de sauvegarde de la prairie pâturée sur le site.

Tableau 13 : Stock de carbone dans le sol par hectare, sur l'horizon 0-30 cm, en fonction du type d'occupation du sol (Arrouays *et al.*, 2002)

Type de couvert	Stock de carbone (t C/ha)
Terre arable	43
Prairie	70
Forêt mélangée	70
Pelouse d'altitude	93

4.5.2 Services à destination de l'éleveur

4.5.2.1 Facilitation de la transmission de la ferme

L'éleveur arrive en fin de carrière, par conséquent la transmission de sa ferme est un enjeu important pour les années à venir. L'installation du projet, les services qu'il apporte à l'agriculture, ainsi que le complément financier généré permettent d'augmenter la valeur ajoutée de la ferme. Cela permet de faciliter la recherche et l'installation d'un repreneur, et d'assurer que l'activité d'ovin pâturant soit maintenue après la prise de retraite de M Jean-Daniel Clémenceau.

4.5.2.2 Réduction du temps et simplification du travail

Le système de l'éleveur est relativement bien optimisé et dispose de plusieurs années de recul, quelques aspects peuvent cependant encore être améliorés pour améliorer les conditions de travail.

L'entretien des clôtures périphériques du site est à la charge du développeur photovoltaïque. Actuellement le contour extérieur des parcelles est fixe et demande à l'éleveur un temps d'entretien conséquent (déroussaillage sous les clôtures). Les nouvelles clôtures qui seront installées dans le cadre du projet, seront entretenues par le développeur. Cela décharge ainsi l'éleveur d'une tâche chronophage.

Enfin, le fait que les parcelles de pâturage soient fermées avec une clôture de type grillage, qui permet d'empêcher la sortie des brebis et l'intrusion d'animaux ou de personnes dans les parcs, participe à réduire le stress et la charge mentale.

4.6 Synthèse des services apportés

Il a été montré que plusieurs synergies existent entre le projet agrivoltaïque et l'activité agricole à travers divers services rendus par le projet à l'agriculture. Le Tableau 14 ci-dessous récapitule ces différents services.

Tableau 14 : Services apportés à l'activité agricole par l'installation agrivoltaïque

Services apportés par l'installation agrivoltaïque	
Amélioration du potentiel et de l'impact agronomique	• 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)
Adaptation au changement climatique	• 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	• Protection du couvert contre les aléas climatiques : grêle, fortes pluies, tempêtes, fortes chaleurs
Bien-être animal	• Zones d'ombre et d'abris = réduction du stress thermique (HLI) • Réduction du stress vis-à-vis de la prédation • Amélioration de l'accès à l'eau • Protection des animaux contre la prédation
Services complémentaires	• Services environnementaux : externalités positives grâce au maintien des prairies de l'exploitation (dépollution des eaux, maintien de la biodiversité, puits de carbone, etc.) • Facilitation de la transmission de l'exploitation • Réduction du temps de travail dédié à certaines tâches

5 Activité agricole principale

Selon le décret n°2024-318 du 8 Avril 2024, pour que l'activité agricole soit considérée comme l'activité principale, l'installation agrivoltaïque doit satisfaire deux conditions :

- Que la superficie non exploitable par l'agriculture en raison des installations agrivoltaïques ne dépasse pas 10% de la superficie totale couverte par l'installation
- Que la hauteur et l'espacement des installations agrivoltaïques puissent permettre une exploitation normale, assurer la circulation et la sécurité des animaux, et, si les parcelles sont mécanisables, permettre le passage des engins agricoles.

5.1 Superficie non exploitable

Dans le cadre de ce projet, la superficie non exploitable par l'agriculture sur l'ensemble du projet correspond à la somme des surfaces suivantes par :

Tableau 15 : Surfaces non exploitables à l'échelle de l'ensemble du projet

Surfaces agricoles non exploitables (en m²)	
Pistes lourdes en grave	5140 m²
Bâches à eau (x3)	180 m²
Locaux techniques	230,9 m²
Surface non exploitable autour des locaux technique	600 m²
Surface total non exploitable liée au locaux techniques	830,9 m²
Nombre de pieux cumulés	4444 pieux
Surface des pieux (0,009 m² /pieux)	0,009 m²
Surface non exploitable liée aux pieux	39,996 m²
Total surfaces non exploitables dans la centrale	6190,896 m²
Part de la surface agricole non exploitable sur la surface clôturée du projet	1,92 %

À l'échelle de la surface clôturée, ce 6190,9 m² soit 0,619 ha non exploitables. Cela représente environ 1,92 % de la surface clôturée totale, ce qui se situe en dessous des 10% réglementaires demandés.

À l'échelle des parcelles agricoles (présentées en partie 3.1), comme demandé règlementairement, les surfaces non exploitables correspondent aux surfaces prises par les pieux des tables. Le tableau ci-dessous présente ces surfaces.

Tableau 16 : Surfaces non exploitables à l'échelle des parcelles agricoles

Parcelle agricole	Nord-ouest	Nord-est	Sud-ouest	Sud-est	Zone Sud	Total
Surface parcelle (m ²)	65 254 m ²	15 411 m ²	33 118 m ²	51 083 m ²	31 527 m ²	196 393 m ²
Nombre de pieux	1 452	368	780	1 112	732	4 444m ²
Surface des pieux (m ²)	13,068 m ²	3,312 m ²	7,02 m ²	10,008 m ²	6,588 m ²	39,996 m ²
Total surface non exploitable (m ²)	13,068 m ²	3,312 m ²	7,02 m ²	10,008 m ²	6,588 m ²	39,996 m ²
Part de la surface non exploitable	0,020%	0,021%	0,021%	0,020%	0,021%	0,0204%

À l'échelle des parcelles agricoles, la part de surface non exploitable varie entre 0,020% et 0,021%, par conséquent, cela se situe bien en dessous des 10% réglementaires demandés.

Concernant le taux de couverture, à l'échelle des parcelles agricoles également, celui-ci varie entre 36,4 % et 39,9%, ce qui se situe sous le seuil des 40%. Le tableau ci-dessous présente les taux de couverture pour chacune des parcelles.

Tableau 17 : Taux de couverture à l'échelle de la parcelle agricole

Parcelle agricole (nom ou numéro)	1- Nord-ouest	2- Nord-est	3- Sud-ouest	4- Sud-est	5- Zone Sud
Surface parcelle (m ²)	65 254 m ²	15 411 m ²	33 118 m ²	51 083 m ²	31 527 m ²
Surface projetée des panneaux (m ²)	24 266 m ²	6 150 m ²	13 036 m ²	18 584 m ²	12 233 m ²
Taux de couverture (ToS) (%)	37,2%	39,9%	39,4%	36,4%	38,8%

5.2 Circulation normale des animaux et mécanisation des parcelles

Au regard de la deuxième condition, l'espacement de 7,6 mètres entre les rangées de table, 12,15 mètres entre les pieux, et la hauteur sous panneau minimale d'1,50 m permettent d'assurer la circulation et la sécurité des animaux. En effet, les brebis Vendéennes adultes toisent en moyenne 60 à 70 cm au garrot, ce qui leur permet d'avoir accès à l'ensemble des zones sous panneaux.

Concernant la mécanisation, celle-ci peut être limitée par le dimensionnement du parc, en effet, le matériel doit respecter les contraintes suivantes :

Tableau 18 : Dimensions compatibles du matériel agricole actuel

Utilisation	Hauteur max de l'outil	Largeur max de l'outil	Longueur de l'ensemble attelé
Passage un inter-table	/	6,6 m (50cm de marge de sécurité minimum de chaque côté)	Environ 8 m pour pouvoir tourner en bout de rangée, variable selon le rayon de braquage du tracteur et le type d'essieux de l'outil tracté
Passage sous les panneaux	1,25 m (25cm de marge de sécurité pour pallier les aspérités éventuelles du terrain)	11,15 m (50 cm de marge de sécurité minimum de chaque côté)	

Sur les parcelles actuellement en prairies permanentes, comme ce sera le cas à terme pour l'ensemble des parcelles du projet, les opérations culturales réalisées sont le broyage des refus et éventuellement la réalisation de foin ou d'enrubannage lorsque celles-ci ne sont pas en pâturage tournant dynamique. L'exploitant prévoit de réaliser ces mêmes opérations sur les parcelles du projet. Un re-semis des prairies pourrait également avoir lieu si ces dernières sont trop vieillissantes ou perdent en productivité.

La compatibilité du matériel utilisé actuellement par l'éleveur pour ces différentes opérations est détaillée dans le Tableau 19 ci-dessous.

Tableau 19 : Compatibilité du matériel utilisé actuellement par l'exploitant avec le parc agrivoltaïque

Outil	Provenance	Compatibilité avec le parc agrivoltaïque	Type d'outil et caractéristiques
Gyrobroyeur	CUMA	Compatible	Gyrobroyeur dépliable de 4m50, hauteur < 1m50
Broyeur d'accotement	CUMA	Compatible	Broyeur déporté, hauteur < 1m50
Combiné de semis	CUMA	Compatible en inter-rang	3 m de large

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 d'élevage ovin pâturent est aujourd'hui très bien implantée dans le système, et l'éleveur dispose de plusieurs années de recul. Elle présente selon lui de bonnes performances techniques et permettent un revenu fiable et constant, même si celui-ci reste dépendant des cours du marché.

L'installation du projet n'entraînera pas de changement dans les conditions d'élevages des ovins, mais viendra apporter un niveau de protection supplémentaire pour les animaux (abris sous les panneaux et sécurisation de la zone de pâture). Cela pourrait contribuer à limiter la mortalité du troupeau, et notamment celle des agneaux, ce qui aurait un impact positif direct sur les revenus de l'exploitant.

De plus, afin d'assurer que les impacts de l'implantation du projet soient positifs (ou neutres à minima) pour l'agriculture en place, les pratiques de l'éleveur et ses productions, plusieurs leviers ont été mis en lumière. L'objectif est de maximiser la productivité de ces parcelles pour assurer une production fourragère et un pâturement optimal.

Le premier levier concerne le mélange prairial implanté sur la parcelle. En effet, certaines parties de la prairie, situées près des poteaux des panneaux photovoltaïques ne pourront pas être réimplantées avec les pratiques et le matériel actuel. Bien que plus aléatoire, un sur-semis reste cependant possible au cours de la vie de la prairie avec des doses élevées de semences. Il est donc primordial de prioriser la pérennité du couvert. Il faut ensuite un mélange d'espèces adapté au type de sol et aux pratiques de l'éleveur. Un exemple de mélange approprié dans ce contexte pourrait être :

Tableau 20 : Exemple de mélange conseillé pour l'implantation de prairies

Espèce conseillée	Dose semence
Fétuque élevée à feuilles souples	16 kg/ha
RGA diploïde	6 kg/ha
Trèfle blanc nain	4 kg/ha

Un autre levier concerne la gestion du pâturage. L'éleveur a d'ores et déjà des pratiques de pâturage qui lui permettent de bien valoriser ses prairies et sa production d'herbe. Il est donc nécessaire que l'installation du projet lui permette de continuer en ce sens. L'objectif est de recréer sur la zone du projet des paddocks de pâturage similaires à l'existant. La carte de la *Figure 22* ci-dessous montre un exemple de découpage de la zone du projet en paddocks de pâturage. Ce découpage prend en compte les orientations des panneaux et les clôtures fixes afin que ces points ne deviennent pas une contrainte pour l'éleveur.



Figure 22 : Exemple de plan de pâturage adapté à l'installation agrivoltaïque

Sur cette modélisation, le site agrivoltaïque est divisé en 64 paddocks de pâturage pour une surface totale de 31,4 ha. Comme actuellement, la taille des paddocks varie de 0,3 à 0,8 ha (0,5 ha en moyenne) afin de s'adapter en fonction des besoins des lots d'animaux et de la pousse de l'herbe. Les clôtures extérieures (ligne verte continue sur la Figure 21) correspondent aux clôtures du site agrivoltaïque et sont fixes, tandis que les séparations intérieures pourront être réalisées à l'aide de clôtures amovibles. Un système d'adduction d'eau sera également mis en place. Il aura pour objectif d'offrir un accès à

l'eau aux animaux dans chacun des paddocks de pâturage. Le taux de chargement, sur ces parcelles, serait de 1.52 UGB/ha.

Enfin, il est à noter que l'installation du parc agrivoltaïque facilitera la transmission de l'activité agricole, grâce à l'optimisation de l'atelier ovin ainsi qu'au revenu supplémentaire lié au contrat d'entretien du site. Par ailleurs, la promesse de bail emphytéotique signée avec la société Neoen stipule que la rémunération est divisée entre le loyer dû au propriétaire foncier et la rémunération pour prestation agricole due à l'exploitant du site. Cela signifie une meilleure durabilité de l'activité d'élevage dans cette zone, à comparer avec une « céréalisation », c'est-à-dire la mise en culture de grandes surfaces, avec peu ou pas de lien à l'élevage. Ce point est visible dans l'étude préalable agricole (EPA).

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 : calculé sur la base des données de la campagne 2023-2024

Données d'élevage 2024	
Nombre de brebis	320 brebis
Nombre d'UGB (0,15/brebis)	48 UGB
Surface accessible aux animaux	40 ha
Taux de chargement	1.2 UGB/ha, soit 8 brebis/ha

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

L'éleveur souhaiterait également que la production d'agneaux soit mesurée et suivie au fil des ans. En effet, cet indicateur permet d'avoir une réelle vision des produits finis générés par l'atelier ovin, et son évolution un indicateur de la santé de cet atelier.

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.

Accompagnement

L'installation des panneaux photovoltaïques va s'accompagner d'un changement de pratiques pour l'éleveur, ainsi afin de s'assurer que le pâturage est optimal et permette un maintien voire une augmentation de la production agricole, il pourrait être bénéfique de prévoir un accompagnement.

L'installation agrivoltaïque constituant un nouvel écosystème, cet accompagnement pourrait porter à la fois sur l'agronomie et les productions végétales et sur les productions animales, en accord avec les attentes et les besoins de l'exploitation agricole.

L'accompagnement pourrait se traduire concrètement par, à minima :

- Une ou plusieurs visite(s) annuelle de la parcelle pour évaluer l'évolution de la prairie et adapter les pratiques de pâturage le cas échéant
- Des échanges techniques réguliers à la demande de l'éleveur pour planifier son pâturage et optimiser ses pratiques tout au long de l'année
- Une analyse de sol tous les 5 ans sur des zones déterminées pour suivre l'évolution du potentiel et adapter les pratiques d'entretien de la fertilité du sol en conséquence.

Avis favorable de la Fédération Nationale Ovine (FNO)

Le projet agrivoltaïque ovin de Bierné a été présenté devant la commission d'examen de la Fédération Nationale Ovine le 24 novembre 2025, dans le cadre de leur dispositif d'accompagnement visant à aider les porteurs de projets agrivoltaïques à renforcer la cohérence pastorale et la viabilité économique des élevages ovins.

Conformité aux critères de la charte FNO :

Le projet répond aux exigences du cahier des charges établi par la FNO. En effet, il place la production agricole au cœur de son modèle, qui demeure la source principale de revenu pour l'éleveur. Une étude détaillée, réalisée par une structure compétente (Ter-Qualitechs), a défini la conduite du troupeau ainsi que la gestion et le calendrier de pâturage adaptés au site. La surface totale du parc, inférieure au seuil des 50 ha, respecte les limites fixées par la charte. Les infrastructures prévues s'appuient sur des monopieux battus avec un bas de table à 1,50 m, et les distances entre tables dépassent largement le minimum requis de 4 m, pour atteindre 7,6 m. Enfin, le projet assure une répartition équilibrée entre le loyer perçu par le propriétaire et la rémunération de l'exploitant, garantissant des conditions équitables pour l'ensemble des parties prenantes.

À l'issue de l'examen du dossier, la FNO exprime pleinement son soutien à la démarche portée par NEOEN et émet ainsi un avis favorable¹ au projet de Bierné.



Conclusion

Ce document met en lumière les synergies potentielles entre le projet d'agrivoltaïsme, porté par la société Neoen, et l'activité agricole sur l'exploitation la Carterie dirigée par Monsieur Clémenceau. 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 et Mme Clémenceau 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 où le climat tend à se réchauffer. L'amélioration des infrastructures de pâturage, notamment l'installation de clôtures extérieures et d'abreuvoirs faciliteront le travail de l'éleveur et protégeront le troupeau, tout en augmentant la durabilité, et le bien-être des ovins. 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.

Pour valider et pérenniser dans le temps ces différents points, il est recommandé de prévoir dans le projet un conseil indépendant d'accompagnement par un agronome d'une part et par un nutritionniste indépendant d'autre part, les deux étant complémentaires et sachant travailler en équipe pour encore plus d'efficacité. Cela permettrait entre autres d'utiliser tous les leviers techniques permettant d'améliorer et de pérenniser la production agricole sur le site tout au long de la période d'exploitation de celui-ci. Cet accompagnement serait par cela une vraie plus-value pour l'agriculteur et son activité agricole dans le cadre du projet.

Bibliographie

Références bibliographiques

- Arrouays, D, J Balesdent, J Germon, P Jayet, J Soussana, et P Stengel. 2002. *Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ? Rapport d'expertise collective, réalisé par l'INRA à la demande du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable*. Paris. 314 pages.
- Bessière, Mathieu, et Arnaud Bessière. 2020. *Le pâturage tournant dynamique*. Paris : Editions France agricole, (Agriproduction). ISBN : 978-2-85557-684-8.
- Bierné Mayenne, et Vu d'ici. 2013. *Bierné Mayenne, Plan Local d'Urbanisme - Règlement - Dossier d'approbation*.
- 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).
- Girault, Jean-Paul, François Chénerilles, et Stéphane Turbeaux. 2016. *Guide abreuvement - L'Abreuvement au pâturage c'est maintenant !*
- Hocquette, JF, M Vermorel, et J Bouix. 1990. « Influence du froid, du vent et de la pluie sur les dépenses energetiques et la thermoregulation de brebis de differents types genetiques ». p. 42.
- 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*.
- 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).

Sites internet

- Climadiag Agriculture : <https://climadiag-agriculture.fr> (consulté le 31 octobre 2024)
- Info Climat : <https://www.infoclimat.fr/> (consulté le 29 octobre 2024)
- Météo France – Données Publiques : <https://donneespubliques.meteofrance.fr> (consulté le 4 novembre 2024)

Cartographie

- Sauf mention contraire, l'ensemble des fonds de cartes utilisées sont issus de la base de données publique de et libre d'accès de l'IGN via la plateforme Géoservices

Accès aux données : <https://geoservices.ign.fr/>

Table des figures

Figure 1 : Localisation de L'exploitation la Carterie	6
Figure 2 : Photo du cheptel au pâturage.....	7
Figure 3 : Diagramme présentant l'assolement de l'exploitation.....	8
Figure 4 : Localisation des parcelles de la zone d'étude du projet	10
Figure 5 : Carte d'urbanisme Bierné-les-Villages	11
Figure 6 : Parcelles agricoles du projet agrivoltaïque de Bierné-les-Villages	12
Figure 7 : Découpage des parcelles du projet en sous-parcelles	13
Figure 8 : Photographie des différents horizons du sol	15
Figure 9 : Classification du potentiel agronomique du parcellaire	16
Figure 10 : Plan de Masse projet agrivoltaïque de Bierné-les-Villages	19
Figure 11 : Conception technique d'un projet agrivoltaïque	20
Figure 12 : Graphique présentant les températures relevées sur la station météo de Laval-Etronier (53) sur la période 1991 – 2020, source Info Climat	23
Figure 13 : Diagramme ombrothermique de la station météorologique de Laval-Etronier (53) sur la période 1991-2020	24
Figure 14 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution des températures annuelles moyennes	25
Figure 15 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution des précipitations hydriques annuelles cumulées moyennes	25
Figure 16 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution de l'évapotranspiration potentielle annuelle	26
Figure 17 : Simulation CANARI RCP 8.5 – Evolution du déficit hydrique annuel.....	26
Figure 18 : Exposition aux orages très pluvieux (source Keraunos, 2024)	27
Figure 19 : Cartes des fréquences de chutes de grêle en France au fil de l'année (source Keraunos, 2024)	28
Figure 20 : Illustrations de moutons abrités sous des panneaux agrivoltaïques	29
Figure 21 : Carte de dispersion du loup sur le territoire français	30
Figure 22 : Exemple de plan de pâturage adapté à l'installation agrivoltaïque	37

Table des tableaux

Tableau 1 : Eléments réglementaires attendus définissant l'agrivoltaïsme	5
Tableau 2 : Caractéristiques de la production laitière de l'exploitation	7
Tableau 3 : Caractéristiques des productions végétales de l'exploitation	8
Tableau 4 : Parcelles cadastrales incluses dans le projet	10
Tableau 5 : Surface des parcelles agricoles	12
Tableau 6 : Surfaces du projet sur le parcellaire de l'exploitation	12
Tableau 7 : Historique des cultures de la parcelle (d'après les RPG 2014-2022 et les dires de l'éleveur)	13
Tableau 8 : Description des prairies de pâturage du projet	14
Tableau 9 : Caractéristiques techniques de l'installation agrivoltaïque	18
Tableau 10 : Données climatologiques de la station de Laval-Etronier sur la période 1991-2020, source Météo France	23
Tableau 11 : Records de température de la station de Laval-Etronier (53) sur la période 2010-2024, source Météo France.....	24
Tableau 12 : Présentation des simulations climatiques CANARI selon différents indicateurs	25
Tableau 13 : Stock de carbone dans le sol par hectare, sur l'horizon 0-30 cm, en fonction du type d'occupation du sol (Arrouays et al, 2002)	31
Tableau 14 : Services apportés à l'activité agricole par l'installation agrivoltaïque	32
Tableau 15 : Surfaces non exploitables à l'échelle de l'ensemble du projet	33
Tableau 16 : Surfaces non exploitables à l'échelle des parcelles agricoles	34
Tableau 17 : Taux de couverture à l'échelle de la parcelle agricole.....	34
Tableau 18 : Dimensions compatibles du matériel agricole actuel	35
Tableau 19 : Compatibilité du matériel actuel avec le parc agrivoltaïque.....	35
Tableau 20 : Exemple de mélange conseillé pour l'implantation de prairies.....	37

Annexes

Annexe 1 : Photographie des parcelles du projet	46
Annexe 2 : Modélisations climatiques CANARI-Climadiag	54
Annexe 3 : Attestation MSA certifiant que l'agriculteur est actif	58
Annexe 4 : Avis favorable de la Commission d'examen FNO.....	59

Annexe 1 : Photographie des parcelles du projet

Parcelle 1.1



Parcelle 1.2



Parcelle 2.1



Parcelle 2.2



Parcelle 3.1



Parcelle 3.1.2



Parcelle 3.2



Parcelle 3.3



Parcelle 3.4



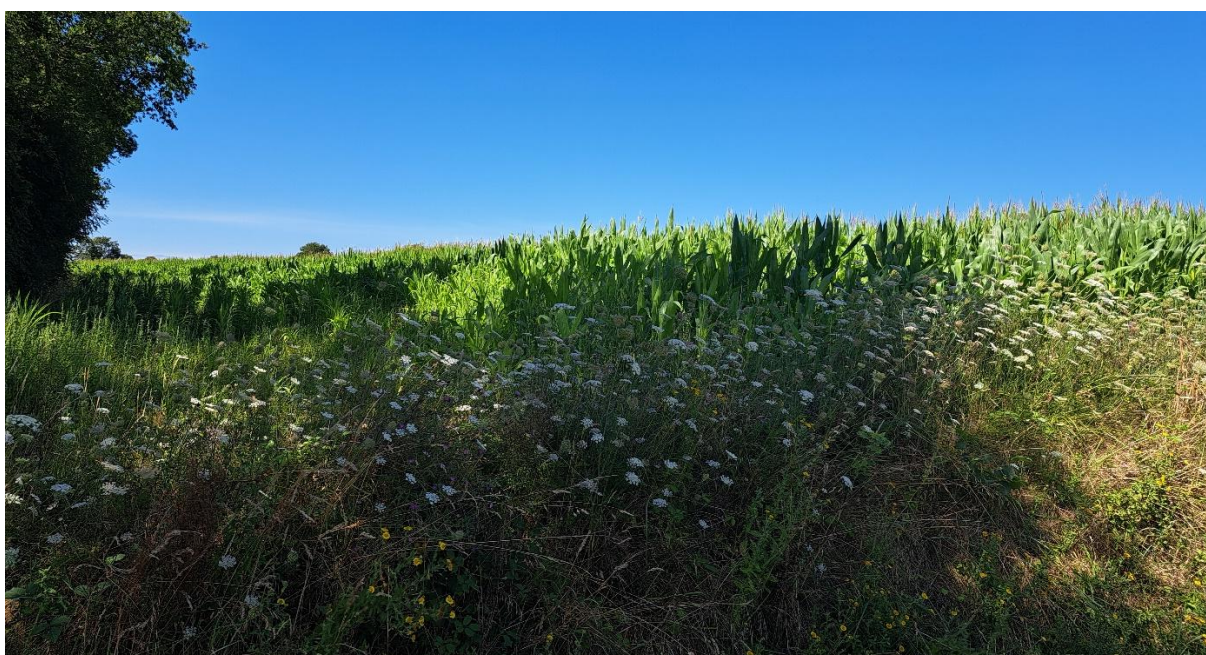
Parcelle 3.6



Parcelle 3.7



Parcelle 4



Parcelle 5

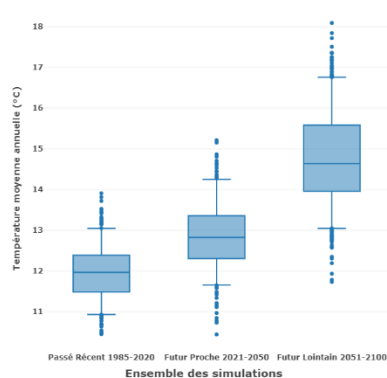
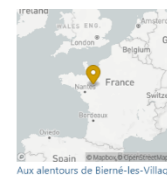


Annexe 2 : Modélisations climatiques CANARI-Climadiag



Température moyenne annuelle (°C) RCP 8.5

Moyenne des températures entre le 1 janvier et le 31 décembre



	Passé Récent 1985-2020	Futur Proche 2021-2050	Futur Lointain 2051-2100
Maximum	13.91	15.21	18.09
95e centile	13.05	14.25	16.76
Q75	12.39	13.36	15.58
Médiane	11.97	12.82	14.64
Q25	11.49	12.30	13.96
5e centile	10.93	11.66	13.05
Minimum	10.45	10.44	11.73

Comprendre le graphique (situé à gauche) :

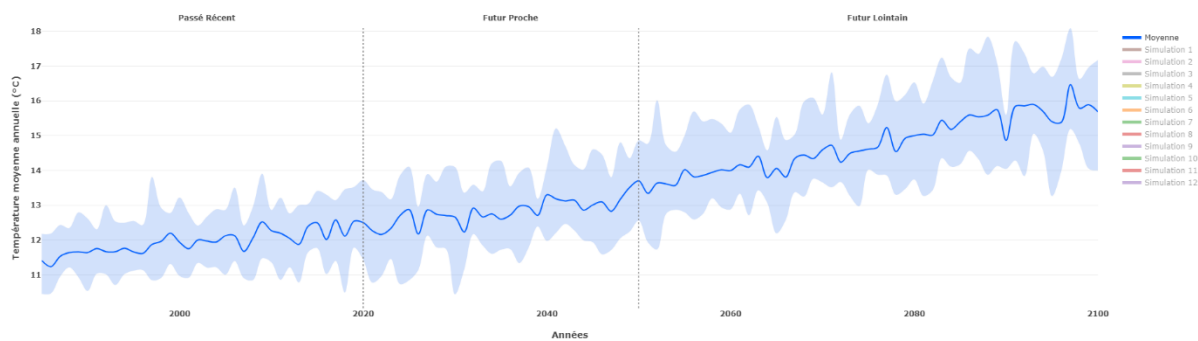
La mise en forme graphique de type boîte à moustaches est idéale pour comparer des distributions entre elles. Ci-dessous, les définitions des principaux éléments sont rappelés :

- **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).

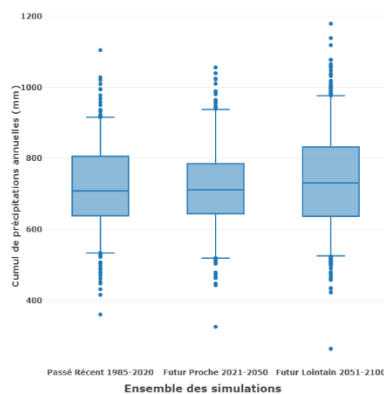
Analyse des résultats

Pour la période du passé récent (1985-2020), la médiane de l'indicateur est 11.97 °C. La médiane évolue à 12.82 °C pour la période du futur proche (2021-2050), et 14.64 °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



	Passé Récent 1985-2020	Futur Proche 2021-2050	Futur Lointain 2051-2100
Maximum	1104.66	1055.83	1178.94
95e centile	915.61	937.73	975.96
Q75	806.02	785.25	832.36
Médiane	708.68	711.82	731.16
Q25	638.43	644.40	637.01
5e centile	534.04	519.59	525.78
Minimum	360.99	326.34	264.43

Comprendre le graphique (situé à gauche) :

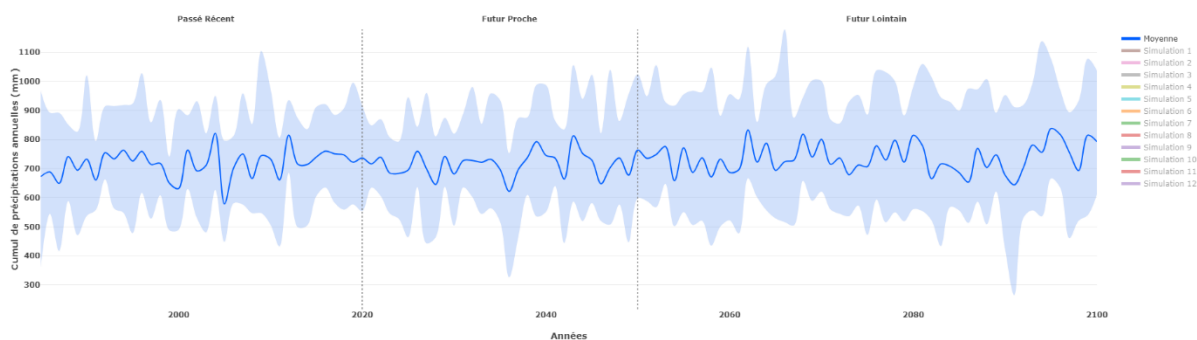
La mise en forme graphique de type boîte à moustaches est idéale pour comparer des distributions entre elles. Ci-dessous, les définitions des principaux éléments sont rappelés :

- **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).

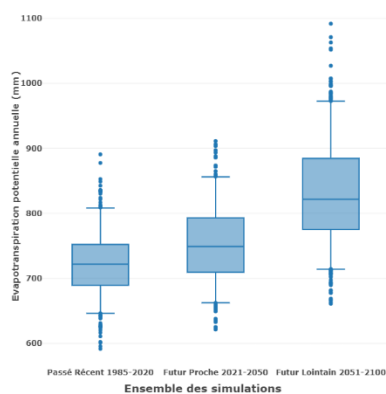
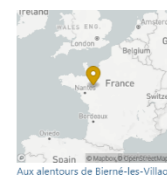
Analyse des résultats

Pour la période du passé récent (1985-2020), la médiane de l'indicateur est 708,68 mm cumulés. La médiane évolue à 711,82 mm cumulés pour la période du futur proche (2021-2050), et 731,16 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



	Passé Récent 1985-2020	Futur Proche 2021-2050	Futur Lointain 2051-2100
Maximum	890.72	911.19	1091.76
95e centile	808.13	856.08	972.63
Q75	752.24	792.90	884.38
Médiane	721.90	749.02	821.51
Q25	689.21	709.29	775.21
5e centile	646.15	662.40	714.11
Minimum	591.59	621.29	660.87

Comprendre le graphique (situé à gauche) :

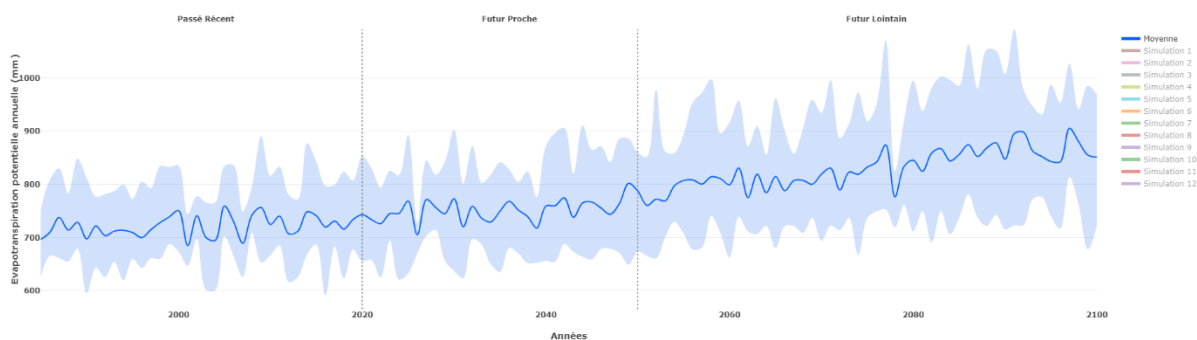
La mise en forme graphique de type boîte à moustaches est idéale pour comparer des distributions entre elles. Ci-dessous, les définitions des principaux éléments sont rappelés :

- **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).

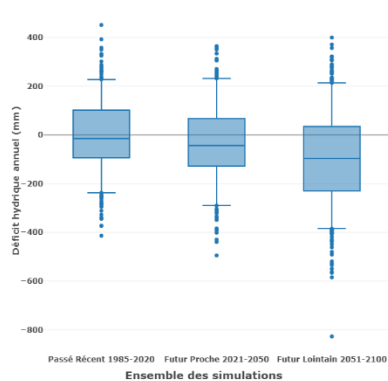
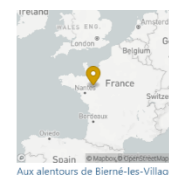
Analyse des résultats

Pour la période du passé récent (1985-2020), la médiane de l'indicateur est 721.90 mm cumulés. La médiane évolue à 749.02 mm cumulés pour la période du futur proche (2021-2050), et 821.51 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



	Passé Récent 1985-2020	Futur Proche 2021-2050	Futur Lointain 2051-2100
Maximum	451.37	364.00	399.79
95e centile	227.27	231.68	213.74
Q75	101.97	67.51	34.89
Médiane	-14.93	-43.52	-96.40
Q25	-93.71	-127.99	-229.68
5e centile	-237.56	-289.94	-383.82
Minimum	-413.86	-494.80	-827.33

Comprendre le graphique (situé à gauche) :

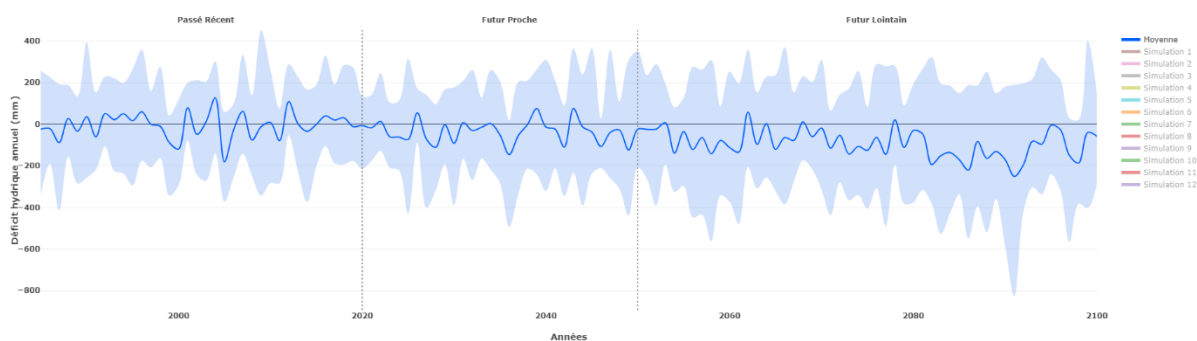
La mise en forme graphique de type boîte à moustaches est idéale pour comparer des distributions entre elles. Ci-dessous, les définitions des principaux éléments sont rappelés :

- **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 -14.93 mm. La médiane évolue à -43.52 mm pour la période du futur proche (2021-2050), et -96.40 mm pour la période du futur lointain (2051-2100).



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

LE MANS, le 26/11/2024


Attestation d'affiliation chef d'exploitation
 n° 72_DDA_20241126_974


Code de sécurité :

24725B2ECED719F

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 mayenne-orne-sarthe.msa.frrubrique **services en ligne** > **vérification d'attestations**

- en contactant la MSA Mayenne-Orne-Sarthe ou son délégataire

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

M CLEMENCEAU JEAN-DANIEL
 LA CARTERIE
 53290 BIERNE LES VILLAGES

La MSA Mayenne-Orne-Sarthe certifie que :

Monsieur CLEMENCEAU JEAN-DANIEL

LA CARTERIE

53290 BIERNE LES VILLAGES

1710553062054est affilié(e) en qualité de chef d'exploitation auprès de notre organisme depuis le
01/11/2005.

A la date du 26/11/2024 :

- l'activité est exercée à titre principal.
- la superficie mise en valeur est de 54,0859 ha

*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.*

Le Directeur

MSA Mayenne-Orne-Sarthe
 30 rue Paul Ligneul 72032 LE MANS CEDEX 9
 02.43.39.43.39 - mayenne-orne-sarthe.msa.fr

Annexe 4 : Avis favorable de la Commission d'examen FNO



Fédération Nationale Ovine
Madame Michèle Boudoin
149 rue de Bercy
75595 Paris Cedex12

À l'attention de Paul Appéré
Société NEOEN
6 rue Ménars
75002 Paris

Paris, le 01 décembre 2025

Objet : Avis de la Commission d'examen FNO sur le projet agrivoltaïque "Bierné"

Monsieur,

Vous avez présenté le projet agrivoltaïque ovin intitulé **BIERNE LES VILLAGES** devant la commission d'examen de la Fédération Nationale Ovine le 24 novembre 2025, dans le cadre de notre dispositif d'accompagnement pour aider les porteurs de projets et les développeurs de projets agrivoltaïques à améliorer la cohérence et la viabilité des projets ovins.

A l'issue de l'examen de votre dossier et de votre présentation nous tenons à saluer l'intérêt et la qualité de votre projet. Sachez que la FNO soutient pleinement la démarche portée par NEOEN et que la commission émet donc un **avis favorable** au projet **BIERNE LES VILLAGES**. Ainsi, Le logo spécifique « projet validé par le FNO » peut alors être utilisé pour une communication explicite relative au soutien de ce projet.

En vous réitérant notre intérêt pour cette initiative, nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos salutations distinguées.

Pour la Fédération Nationale Ovine

André Delpech
Elu référent agrivoltaïque

Patrick Soury
1^{er} vice-président

Copie : Aubin Prud'homme

149 rue de Bercy - 75595 PARIS cedex 12 - Siret 308 575 125 000 15 – APE/NAF 8299Z