



5 Bis Boulevard Louis
Le Prince Ringuet
72000 LE MANS

NOTE TECHNIQUE PORTANT SUR L'EXPLOITATION AGRICOLE ET L'INSTALLATION AGRIVOLTAÏQUE SELON LE R.431-27 DU CODE DE L'URBANISME

Feneu (49)

Document produit par Ter-Qualitechs



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

11 février 2026

NOTE DE SYNTHÈSE

Caractéristiques du projet Agrivoltaïque du GAEC des Deux Marronniers / TSE & Conformité à la loi APER

1. Présentation générale du projet agrivoltaïque

Le projet est porté par le **GAEC des Deux Marronniers** (Mme Christelle Aubert & M. Samuel Aubert), éleveurs bovins lait bio à Longuenée-en-Anjou, souhaitant sécuriser leur autonomie fourragère, stabiliser leur système herbager et consolider la transmission à leur fils, déjà salarié de l'exploitation.

Il s'agit d'une solution agrivoltaïque de prairie : une installation pilotée capable d'accompagner des cultures fourragères et du pâturage.

Caractéristiques principales

- Localisation : **Feneu** (Maine-et-Loire – 49)
- Surface clôturée : 13,52 ha
- Surface de la **parcelle agrivoltaïque** (R314-108) : **9,01 ha** (31 788 + 58 274 m²)
- Puissance installée : **6,78 MWc** (10 504 modules)
- Surface projetée à l'horizontale : 28 373 m²
- Taux de couverture :
 - 31,5 % en cas défavorable (panneaux à plat)
 - **28,67 % en conditions normales d'utilisation**
- Structure : trackers rotatifs 2V, 2,65 m de hauteur à plat (**2,60 m sous panneaux en présence d'animaux**), 15 m entre pieux
- Usages agricoles :
 - Pâturage des génisses
 - Fauche / production de fourrage

2. Caractère nécessaire à l'activité agricole (Art. L111-27 du Code de l'urbanisme)

L'installation répond à plusieurs besoins objectifs identifiés pour le GAEC :

Contraintes agricoles constatées

- Variabilité du marché du lait bio → besoin de **revenu stabilisateur**.
- Préparer la transmission du GAEC → nécessité de **sécuriser le modèle économique pour l'avenir**.
- **Parcelle séchante, potentiel agronomique faible**, sensible :
 - Aux coups de chaud,
 - Aux déficits hydriques,
 - Et à l'hydromorphie hivernale.
- Manque de surfaces en herbe → risque sur l'autonomie fourragère.

Objectifs du projet

- Sécuriser la production de fourrage.

- Mettre en place un système herbager durable, cohérent avec l'agriculture biologique.
- Augmenter les surfaces pâturées (+13,5 ha).
- Faciliter la transmission familiale et la reprise par le fils.

Le projet constitue une installation nécessaire à l'activité agricole, conforme à l'article L111-27.

3. Parcelle agrivoltaïque – Conformité à l'art. R314-108

La **parcelle agrivoltaïque**, d'une superficie totale de **9,01 ha**, est définie conformément au Code de l'énergie.

Caractéristiques agricoles

- Sols limono-sableux puis argileux en profondeur, caillouteux et hydromorphes ➤ sols séchants l'été, gorgés d'eau en hiver.
- Limitation forte de la réserve utile → forte sensibilité aux sécheresses.

Structures agroécologiques

- Haies existantes : 1 560 m (renforcées partiellement)
- Mares : présentes hors ZIC → conservées
- Cours d'eau à 400 m → aucun impact
- Bordures boisées : conservées

Le projet correspond aux exigences de l'article R314-108.

4. Services agrivoltaïques rendus & absence d'atteinte (Art. L314-36 II)

Le projet de Feneu apporte **trois services** reconnus, sans atteinte substantielle.

1. Amélioration du potentiel agronomique

Résultats mesurés sur un site pilote TSE (Souleuvre-en-Bocage) :

- Prairie préservée en conditions humides.
- Prairie améliorée en période sèche : ➤ rendements ×1,8 sous panneaux (été 2024)
- Repousse plus rapide et couverture plus dense.
- Baisse de l'ETP, meilleure humidité sous canopée.

L'installation **stabilise** et **améliore** le potentiel fourrager en été.

2. Adaptation au changement climatique

Modélisation Climadiag – Feneu :

- Température moyenne +2,46 °C d'ici 2100
- Jours chauds >25 °C : 48 → 92 jours/an
- Bilan hydrique : - 88 → -179 mm/an (déficit doublé)

Effets agrivoltaïques mesurés :

- -1,4 °C en moyenne sur journées chaudes
- -7 °C sur pic caniculaire
- +2 °C la nuit (réduction gel)
- Baisse de l'ETP → bilan hydrique amélioré

Le projet est un **outil d'adaptation climatique** essentiel pour les prairies.

3. Protection contre les aléas

- Position horizontale en cas de grêle
- Position verticale pour pluies fortes → infiltration homogène
- Protection nocturne contre le gel tardif

Impact positif.

4. Amélioration du bien-être animal

Les génisses souffrent d'un stress thermique marqué :

- Zone de confort : 2 °C à 15 °C
- Stress → dès 22 °C
- Impact : respiration +20 %, chute de l'ingestion, reproduction, immunité

Données TSE 2024–2025 :

- Comportement observé : vaches couchées sous l'installation les jours chauds
- Température ressentie nettement diminuée sous panneaux
- Espace d'abri régulier = confort + sécurité

Service positif avéré.

5. Absence d'atteinte

- Pas d'artificialisation (pieux battus).
- Pas d'érosion ni de tassement durable (procédures chantier).

Le projet ne porte atteinte à aucun service au sens du décret.

5. Maintien de l'activité agricole principale (Art. R314-118)

1. Surface non exploitable < 10 %

- Emprise des pieux : 4,24 m²
- Rapporté à la ZIC (90 062 m²) : 0,0047 %

Très largement conforme.

2. Conditions normales d'exploitation

- Hauteur sous panneaux : **2,60 m en présence d'animaux**
- **15 m entre pieux** : passage de tout le matériel de prairies
- **10 m entre tables** (à plat) : circulation facilitée
- Pâturage tournant : 5 paddocks de 2–3 ha chacun
- Mécanisation compatible :
 - Fauche 2,80 / 4 m
 - Faneuse 8 m
 - Andaineur 8 m
 - Semoir 3 m
 - Seul l'épandeur de la CUMA devra être adapté → recours à un épandeur à table (compatible)

L'activité agricole se poursuit sans contrainte significative.

3. Taux de couverture < 40 %

Taux en conditions normales d'utilisation : **28,67 %**

Conforme.

6. Production agricole significative & revenu durable (Art. R314-114 à R314-117)

1. Production agricole significative

a) Biomasse fourragère

Références CAPDL → zone intermédiaire / sud :

- Pic de pousse avril–mai
- Forte chute de pousse juin–août → phase où l'installation apporte le plus de bénéfices

Production attendue : 5 t MS/ha/an (valeur éleveur)

Suivi indépendant annuel (4 passages/an).

b) Taux de chargement

- UGB = 161 UGB sur l'exploitation
- SFP = 161 ha → 1 UGB/ha, **stable après projet.**

Les deux critères ≥ 90 % sont respectés.

2. Revenu durable

EBE (moyenne olympique 2021–2025) : **89 694 €**

Éléments clés :

- Aucun surcoût structurel dû au projet.
- Rémunération agrivoltaïque = **revenu additionnel stabilisateur**.
- Augmentation de la surface herbagère = meilleure autonomie fourragère.
- Transmission facilitée pour le fils des exploitants.

Le projet garantit un revenu durable, conformément à R314-117.

7. Zone témoin & suivi

Projet = agrivoltaïsme sur prairie / élevage

Pas d'obligation de zone témoin (R314-116)

Suivi prévu

- 4 relevés annuels sous/hors panneaux
- Suivi indépendant confié après obtention du PC
- Transmission ADEME annuelle : rendements, revenu, climat, énergie

8. Bénéfices pour le territoire

Concertation locale

- Rencontres mairie (février & août 2025)
- Courriers riverains (mars 2025)
- Réunions riverain nord (avril–septembre 2025)
- Comité de projet (novembre 2025)

Environnement

- Haies renforcées
- Impact résiduel zone humide = 4,18 m² de pieux
- Charte agronomique chantier appliquée

Fiscalité

- IFR : 25 000 à 27 000 €/an estimés
- Taxe aménagement au démarrage

Énergie

- 6,78 MWc = équivalent consommation ≈ 4 070 habitants hors chauffage

Conclusion générale

Le projet agrivoltaïque de Feneu, développé avec TSE pour le GAEC des Deux Marronniers :

- Respecte l'ensemble des exigences de la loi APER et du décret 2024-318 ;
- Constitue une installation nécessaire à l'activité agricole ;
- Maintient clairement l'activité agricole comme usage principal ;
- Garantit une production agricole significative ($\geq 90\%$) ;
- Assure un revenu durable ;
- Apporte trois services agrivoltaïques majeurs (agronomie, climat, bien-être animal) ;
- Est conçu pour être réversible, intégré et durable.

Projet pleinement conforme au cadre réglementaire de l'agrivoltaïsme.

Table des matières

1	Table des matières.....	0
	Acronymes et abréviations.....	3
	Table des figures.....	4
	Table des tableaux.....	5
	INTRODUCTION	6
1	CONTEXTE DU PROJET	7
1.1	Présentation de l'exploitation agricole.....	7
1.2	Description de l'état initial du site.....	9
1.3	Solution agrivoltaïque proposée.....	17
1.4	Conclusion intermédiaire : une installation nécessaire à l'activité agricole.....	22
2	DESCRIPTION DE LA PARCELLE AGRIVOLTAÏQUE AU SENS DE L'ARTICLE 314-108 DU CODE DE L'ENERGIE	24
2.1	Plan des parcelles.....	24
2.2	Surface totale couverte et puissance installée	24
2.3	Taux de couverture	25
3	LES SERVICES APPORTÉS À LA PARCELLE ET L'ABSENCE D'ATTEINTE AUX DIFFÉRENTS SERVICES 26	
3.1	Amélioration du potentiel et de l'impact agronomique.....	26
3.2	Adaptation au changement climatique	27
3.3	Protection contre les aléas	29
3.4	Amélioration du bien-être animal.....	30
3.5	Bilan et conclusion sur les services apportés par le projet agrivoltaïque.....	31
4	MAINTIEN D'UNE ACTIVITÉ AGRICOLE EN TANT QU'ACTIVITÉ PRINCIPALE.....	32
4.1	Indicateurs et références applicables.....	32
4.2	Perte de surface exploitable	32
4.3	Maintien de conditions normales d'exploitation.....	32
4.4	Conclusion intermédiaire : l'activité agricole reste l'activité principale.....	34
5	MAINTIEN D'UNE PRODUCTION AGRICOLE SIGNIFICATIVE AVEC UN REVENU DURABLE	35
5.1	Production significative.....	35
5.2	Revenu durable	37
5.3	Réversibilité de l'installation.....	38
6	DESCRIPTION DE LA ZONE TÉMOIN ET SUIVI DE LA PRODUCTION AGRICOLE	40

6.1	Détermination et caractéristiques de la zone témoin	40
6.2	Suivi agronomique de l'installation.....	40
7	BÉNÉFICES POUR LE TERRITOIRE	41
7.1	Démarche de dialogue territorial engagée	41
7.2	Prise en compte des enjeux environnementaux	41
7.3	Retombées locales	42
	Conclusion	44
	Bibliographie.....	45
	ANNEXES.....	46

Acronymes et abréviations

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

EBE : Excédent Brut d'Exploitation

ETP : Evapotranspiration Potentielle

GAEC : Groupement Agricole d'Exploitation en Commun

Ha : Hectare

HLI : Heat Load Index (Indice de charge thermique)

IVV : Intervalle Vêlage-Vêlage

Kg : Kilogramme

Km : Kilomètre

m : Mètre

MS : Matière sèche

OTEX : Orientation technico-économique des exploitations

PAR : Photosynthetically Active Radiation (radiation photosynthétiquement active).

PLU : Plan Local d'Urbanisme

Qtx : Quintaux

RCP : Representative Concentration Pathways

RPG : Registre Parcellaire Géographique

SFP : Surface fourragère Pâtureable

SPV : Special Purpose Vehicle

THI : Temperature Humidity Index

T MS : Tonne de matière sèche

UTH : Unité de Travailleur Humain (équivalent d'un temps complet sur une exploitation)

Table des figures

Figure 1 : Localisation du GAEC des Deux Marronniers et du projet de Feneu	7
Figure 2 : Vue aérienne du site prise depuis le sud de la parcelle (photographie prise le 29/04/25).....	9
Figure 3 : Photo du sol en surface de la parcelle.....	10
Figure 4 : Géoportail : Unité Cartographique de Sol (UCS) n°106.0	11
Figure 5 : Parcelles de pâturage actuellement pâturées par les génisses de l'exploitation	12
Figure 6 : Carte des structures agroécologiques existantes.....	13
Figure 7 : Projet TSE au sien de la commune – Source : TSE.....	14
Figure 8 : Prises de vues du site au 20 mai 2025 (photos du haut), au 20 janvier 2025 (photos du bas).....	15
Figure 9 : Habitations susceptibles d'être en co-visibilité avec le projet.....	15
Figure 10 : Niveaux d'enjeux bruts dans l'aire d'étude éloignée	16
Figure 11 : Niveaux d'enjeux bruts dans l'aire d'étude rapprochée	16
Figure 12 : Schéma de l'installation agrivoltaïque	18
Figure 13 : Modélisation de la récolte d'herbe au sein de l'installation agrivoltaïque.....	19
Figure 14 : Modélisation du pâturage des bovins au sein de l'installation agrivoltaïque	19
Figure 15 : Plan de masse du projet de Feneu (TSE).....	20
Figure 16 : Parties prenantes et documents contractuels complémentaires	21
Figure 17 : Illustration des contrats avant et après installation.....	22
Figure 18 : Vues de principe des volumes pris à bail (hors servitudes).....	22
Figure 19 : Parcelles agrivoltaïques du projet de Feneu.....	24
Figure 20 : Schéma de positionnement des panneaux.....	25
Figure 21 : Comparaison de la prairie de Souleuvre-en-Bocage (14) sur la parcelle témoin et sous la canopée en aout 2024 (©TSE).....	27
Figure 22 : Comparaison des rendements de la prairie du site pilote de Souleuvre-en-Bocage en période sèche et chaude (Juillet, Aout, Septembre 2024)	27
Figure 23 : Diagramme ombrothermique de la station d'Angrie (49) sur la période 1991-2020.....	28
Figure 24 : Vaches laitières à l'ombre sous un tracker photovoltaïque.....	30
Figure 25 : Plan prévisionnel des aménagements à destination du pâturage (TSE)	33
Figure 26 : Pousse de l'herbe dans les différentes zones de la région Pays-de-la-Loire (CAPDL, 2018)	36
Figure 27 : Croissance moyenne de l'herbe en zone intermédiaire (CAPDL, 2018)	37
Figure 28 : Part des différents produits d'exploitation du GAEC des Deux Marronniers.....	37
Figure 29 : Protocole pour limiter le tassement de terrain.....	39
Figure 30 : Présentation des évolutions du projet.....	42

Table des tableaux

Tableau 1 : Présentation de l'exploitation.....	8
Tableau 2 : Historique de culture de la parcelle sur les dix dernières années (RPG PAC).....	11
Tableau 3 : Itinéraires techniques des parcelles du projet	12
Tableau 4 : États des structures agroécologiques présentes	13
Tableau 5 : Enjeux paysagers et sociaux dans l'aire d'étude rapprochée	17
Tableau 6 : Caractéristiques de l'installation agrivoltaïque	19
Tableau 7 : Parcelles cadastrales constituant la surface du projet	20
Tableau 8 : Surfaces des parcelles agrivoltaïques :	24
Tableau 9 : Taux de couverture à l'échelle des parcelles agrivoltaïques.....	25
Tableau 10 : Record de température de la station d'Angrie de 2008 à 2025.....	28
Tableau 11 : Evolution du climat d'après les modélisations climadiag pour la commune de Feneu.....	28
Tableau 12 : Bilan des services apportés par le projet agrivoltaïque.....	31
Tableau 13 : Surface non exploitable à l'échelle de la parcelle agricole	32
Tableau 14 : Dimensions compatibles du matériel agricole.....	33
Tableau 15 : Opérations et matériels agricoles de l'exploitation compatibles avec l'installation agrivoltaïque..	34
Tableau 16 : Calculs des UGB présents sur l'exploitation en moyenne sur la campagne 2024-2025 (d'après le bilan comptable 2025)	35
Tableau 17 : Taux de chargement d'après les données d'élevage et le bilan comptable 2025.....	35
Tableau 18 : EBE du GAEC des deux marronniers de 2021 à 2025.....	38
Tableau 20 : Actions réalisées dans la démarche de dialogue territorial.....	41
Tableau 21 : IFER et Taxe d'aménagement.....	43

INTRODUCTION

Dans le cadre de la mise en place d'une installation agrivoltaïque, et des demandes d'autorisation d'urbanisme associées, la réglementation demande la réalisation d'une note technique justifiant la possibilité de coactivité entre la production agricole et la production photovoltaïque. Cela permet d'assurer que le projet présenté réponde à la définition réglementaire de l'agrivoltaïsme. Ce document, réalisé par Ter-Qualitechs pour le développeur TSE a donc pour vocation d'étudier les synergies entre photovoltaïsme et production agricole, pour créer une activité agrivoltaïque.

Le projet étudié a pour objectif de mettre en place une activité agrivoltaïque sur des parcelles agricoles qui seront exploitées par le GAEC des Deux Marronniers. L'exploitation, dont la production principale est l'élevage bovin lait, s'étend sur 168 ha.

L'installation agrivoltaïque s'étendra sur une surface clôturée d'environ 13,5 ha sur la commune de Feneu, dans le département de la Maine-et-Loire, en région Pays-de-la-Loire.

Ce projet a été initié en 2024 par l'exploitant propriétaire de la parcelle, M. Clémenceau, qui a pris contact avec la société TSE et les futurs exploitants de la parcelle, M. et Mme Aubert. Pour les exploitants, l'installation agrivoltaïque représente une opportunité stratégique pour renforcer la résilience du système de production. En permettant une diversification des revenus grâce à la production d'énergie solaire, elle offre une sécurité supplémentaire face aux aléas climatiques et aux fluctuations des marchés agricoles. Cette diversification contribue à la pérennité de l'exploitation, facilitant ainsi sa transmission, et créant des conditions plus favorables à l'installation d'un jeune exploitant.

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.

1 CONTEXTE DU PROJET

1.1 Présentation de l'exploitation agricole

Les informations présentées dans cette partie sont issues d'entretiens avec l'exploitant, d'observations sur le terrain réalisées par Ter-Qualitechs (décembre 2025) ainsi que des registres parcellaires géographiques (RPG) de 2015 à 2024.

Le projet agrivoltaïque présenté est porté par l'exploitation agricole de Mme Christelle Aubert et M. Samuel Aubert, le GAEC des Deux Marronniers, située dans le département du Maine-et-Loire, sur la commune de Longuenée-en-Anjou. La figure 1 situe l'exploitation et le projet. En approche de la transmission de l'exploitation et compte tenu de la variabilité du marché du lait bio, les exploitants sont en recherche de solution visant à diversifier et pérenniser l'activité agricole.

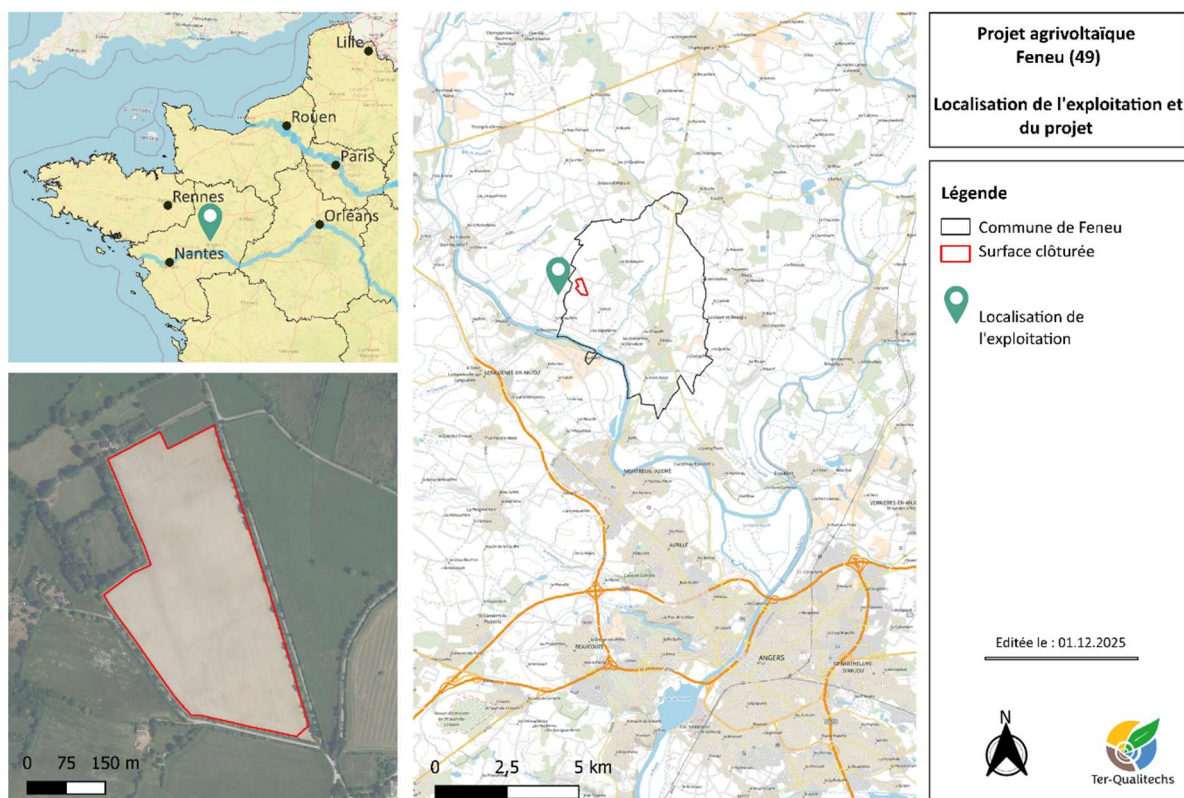


Figure 1 : Localisation du GAEC des Deux Marronniers et du projet de Feneu

Tableau 1 : Présentation de l'exploitation

Présentation de l'exploitation		
Informations générales		
Nom / raison sociale	GAEC des Deux Marronniers	
Adresse	Le Hardas, 49 220, Longuenée-en-Anjou	
Exploitant·e·s	AUBERT Christelle, 51 ans AUBERT Samuel, 52 ans	
Forme juridique	Groupement Agricole d'Exploitation en Commun	
Année de création	1997	
SAU	168 ha	
Département	Maine-et-Loire (49)	
Région	Pays de la Loire	
Activités agricoles		
OTEX	Élevage bovin lait	
Productions végétales	Intitulé	Surface/Qté
	Maïs ensilage	10 ha
	Méteil en dérobée	30 ha
	Prairies permanentes	42 ha
	Prairies temporaires	116 ha
Production animale	Bovins lait	- 100 vaches laitières de race Prim'Holstein et Kiwi - 35 génisses de renouvellement/an (une partie vendue au premier vêlage) - 2 taureaux
Circuits de commercialisation	Lait : circuit long, commercialisation via Terrena, ~500 000 l/an Vente d'animaux : via un marchand, BM Bétail Production végétale : autoconsommation à destination du cheptel bovin	
Labels	Agriculture biologique en système herbager	
Moyens et infrastructures		
	Type	Qté
Main d'œuvre	- 2 exploitants à temps plein - 1 salarié à temps plein (fils des exploitants et futur repreneur) - 1 apprenti	3,6 UTH
Bâtiment	Bâtiments bovins lait avec logettes, salle de traite 2x9 TPA	1500 m²
Prospectives		
Défis actuels	Sécuriser de l'autonomie fourragère et du système herbager bio, anticipation et préparation de la transmission de l'exploitation	
Projets à venir à moyen et long terme	Potentielle diversification des productions	Création d'un atelier d'engraissement/finition BV
	Transmission de l'exploitation	Préparation de la reprise par le fils des exploitants, actuellement salarié de l'exploitation

1.2 Description de l'état initial du site



Figure 2 : Vue aérienne du site prise depuis le sud de la parcelle (photographie prise le 29/04/25)

1.2.1 Nature et typologie des sols

La parcelle du projet de Feneu appartient à la petite région agricole nommée Bocage Angevin, située à 11 km au nord de la ville d'Angers.

Le département du Maine-et-Loire est composé principalement de deux grands massifs : à l'est le Bassin parisien caractérisée par ses terrains de calcaires, sables, grès, et faluns dont la couverture sédimentaire date des ères secondaires et tertiaires et à l'ouest le Massif armoricain essentiellement constitué de roches magmatiques (granites, basaltes) et métamorphiques (gneiss, micaschistes...) et accessoirement de roches sédimentaires anciennes (calcaires, grès...).

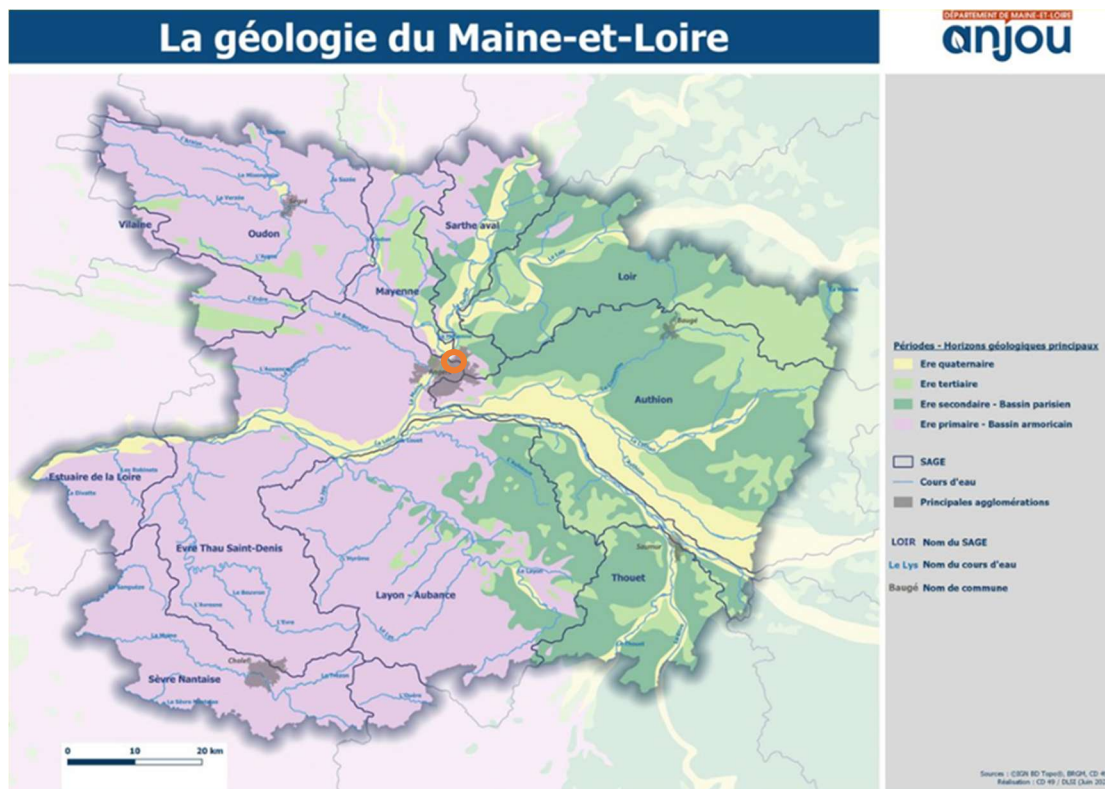


Figure 3 : Carte extraite du site www.eau.maine-et-loire.fr

La parcelle du projet, située sur la commune de Feneu, est établie plutôt sur des sols des plaines, issus de résidus sablo-caillouteux quaternaires surplombant la Mayenne et le Loir.

Hétérogènes dans leur épaisseur et relativement caillouteux, les sols peuvent être limono-sableux progressivement puis plus argileux en profondeur. En revanche, ils sont majoritairement lessivés et hydromorphes.



Figure 3 : Photo du sol en surface de la parcelle

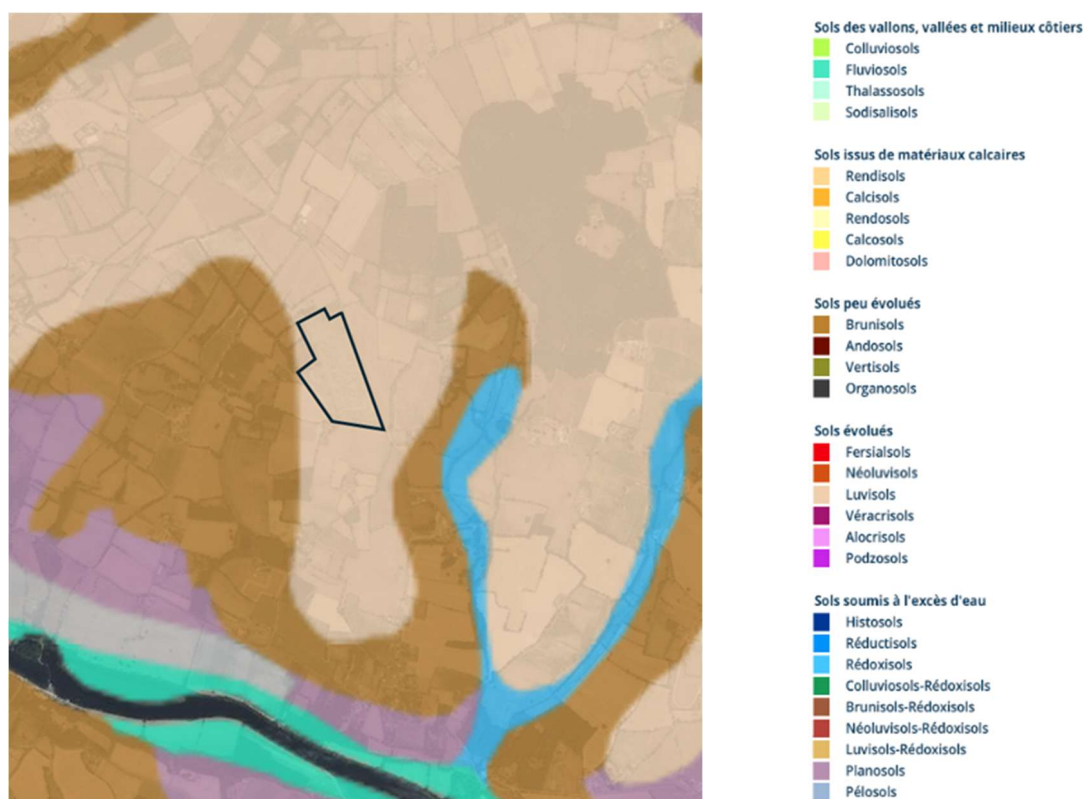


Figure 4 : Géoportail : Unité Cartographique de Sol (UCS) n°106.0

Selon les informations publiées sur Géoportail et confirmées par les observations de l'exploitant, les caractéristiques générales des sols (Luvissols) de cette parcelle sont composées de terre légère et graveleuse, peu profonde (environ 30cm), argileuse et hydromorphe en sous-couche.

Cette nature de sol est donc marquée par la présence d'une couche imperméable à faible profondeur qui agit comme un plancher hydraulique et perturbe la dynamique de l'eau dans le sol. En hiver, le sol peut être gorgé d'eau, ce qui rend particulièrement complexe la mise en place des cultures d'hiver. En revanche, en période sèche, la disponibilité en eau peut être insuffisante du fait de la faible réserve utile. La parcelle devient paradoxalement séchante (sables dans les horizons hauts) lors des épisodes de manque de pluviométrie.

1.2.2 Usages agricoles actuels et futur

La parcelle du projet est actuellement exploitée en grande culture par M. Clémenceau, le tableau 2 présente son historique de culture. Cette parcelle, d'après l'exploitant actuel, présente un potentiel relativement faible avec des rendements peu satisfaisants, accentués par le changement climatique. Il souhaite donc arrêter les grandes cultures, plus rentables sur cette parcelle, au profit de l'implantation d'une prairie, culture plus à même de valoriser ces terres séchantes. N'ayant pas lui-même d'élevage, il s'est tourné vers des éleveurs ayant une partie des terres voisines ; le GAEC des Deux Marronniers.

Tableau 2 : Historique de culture de la parcelle sur les dix dernières années (RPG PAC)

	2025	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017 - 2015
Parcelle du projet	Maïs	Maïs	Maïs	Tournesol	Maïs	Triticale	Sarrasin	Triticale	Non déclaré

En amont du projet, l'exploitation de la parcelle sera donc transmise au GAEC des Deux Marronniers. Cette surface de 13,5 ha en prairie vient donc s'ajouter à la SAU de leur exploitation.

Tableau 3 : Itinéraires techniques des parcelles du projet

Projet agrivoltaïque de FENEU (49) - GAEC des Deux Marronniers		
Comparatif	ÉTAT INITIAL	ÉTAT PROJETÉ
Surfaces	- SAU : 168 ha - Surface en herbe : 158 ha	- SAU : 181,5 ha - Surface en herbe : 171,5 ha Soit une d'augmentation de +8% environ
Rotation type	Tournesol – Maïs – Maïs – Maïs	Prairie temporaire sur 5 ans
Itinéraire technique	- Destruction mécanique du couvert - Déchaumeur à dents (1 ou 2 passages) - Semis en combiné avec herse rotative - Désherbage en post et/ou pré-levée - Fertilisation - Récolte par ETA	Mélange prairial implanté : mélange multi-espèces à base de fétuque, ray-grass anglais, ray-grass hybride, trèfle blanc, lotier, plantain, luzerne et fléole. Plus d'intervention de sol une fois la prairie implantée Fertilisation et fauche/broyage annuellement Re-semis ou sur-semis de la prairie tous les 5 ans

Ces prairies seront pâturées par les génisses du GAEC de l'exploitation en conservant les pratiques de pâturage déjà en place ; c'est-à-dire un pâturage tournant à la semaine pour un lot (sur quatre au total) d'environ 20 animaux sur des paddocks de 2 ha en moyenne. La parcelle s'intègre parfaitement dans le plan des parcelles déjà pâturées (Figure 5).

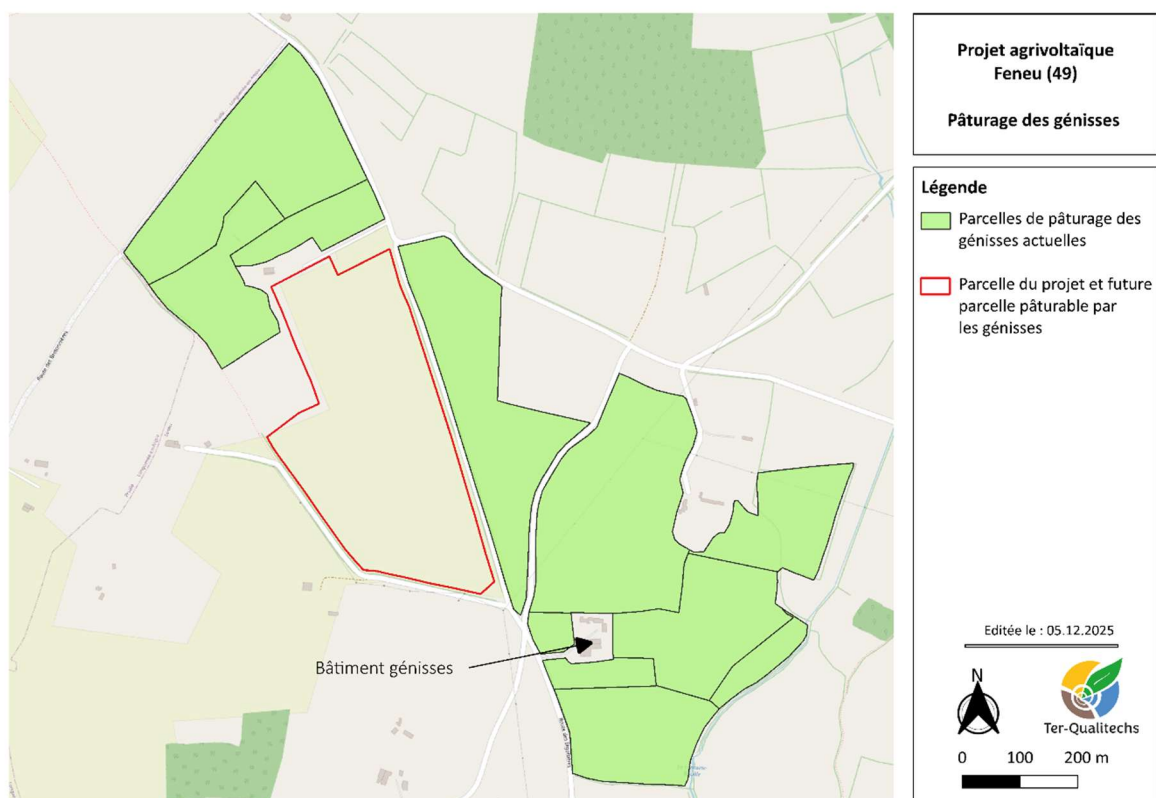


Figure 5 : Parcelles de pâturage actuellement pâturées par les génisses de l'exploitation

Un plan de pâturage à l'échelle de la parcelle du projet agrivoltaïque ainsi que les équipements prévisionnels de pâturage sont présentés partie 4.3.

1.2.3 Structures agroécologiques existantes

L'analyse de l'environnement immédiat de la parcelle a révélé la présence de différentes structures agroécologiques. Elles seront conservées et renforcées dans le cadre du projet comme le montre la carte et le tableau ci-dessous :

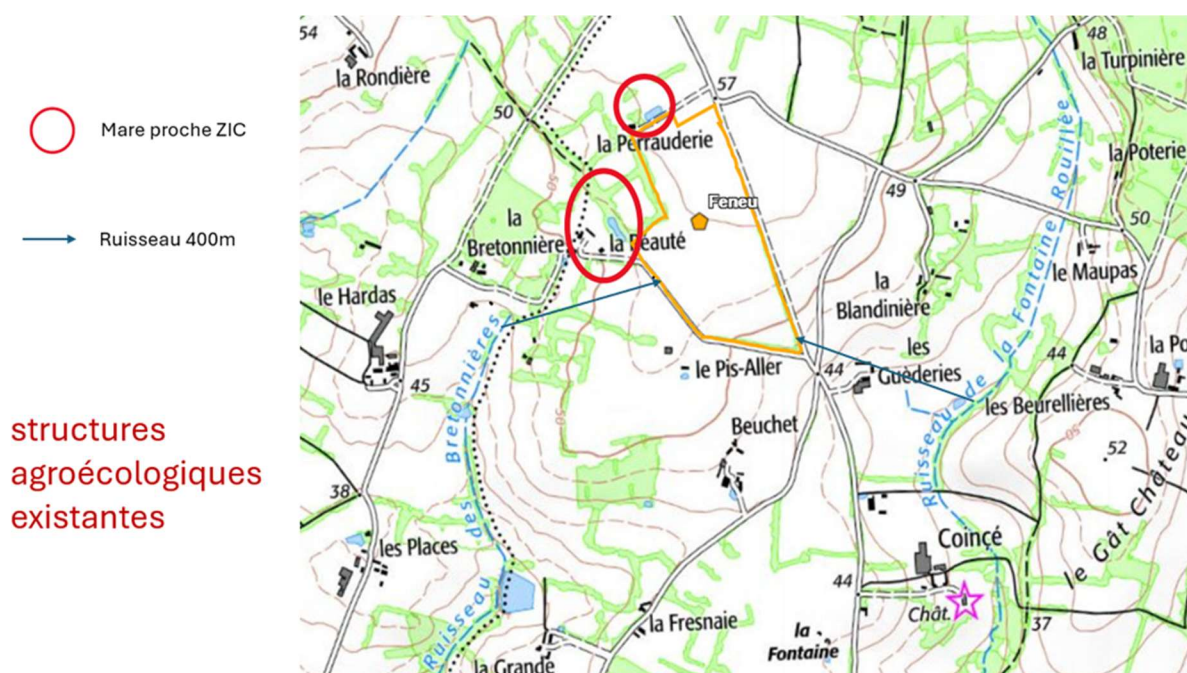


Figure 6 : Carte des structures agroécologiques existantes

Tableau 4 : États des structures agroécologiques présentes

Enjeux environnementaux		Etat initial	Etat projeté
4	Présence de haies	1 560 mL	Renforcées partiellement
5	Présence de mares	Oui à proximité Hors ZIC	Conservées
6	Présence d'un cours d'eau	Oui à 400m de la ZIC	Conservé
7	Présence d'un muret ou d'un pierré	Néant	Néant
8	Autres structures	Néant	Néant

1.2.4 Environnement paysager et social

L'environnement lointain et rapproché de la parcelle a été analysé dans le cadre des études paysagères et environnementales.

Le site d'étude est situé dans le département du Maine-et-Loire, sur la commune de Feneu. Il est localisé dans l'unité paysagère des vallées du Haut-Anjou, comme définit par l'atlas des paysages du Maine-et-Loire.

Le paysage des vallées du Haut-Anjou est caractérisé par la confluence des rivières de la Mayenne, de la Maine-et-Loire et du Loir. Celles-ci façonnent le paysage qui se compose de prairies inondables,

parfois implantées de peupleraies. Le maillage bocager se dessine dans cette région rurale, marquée par l'activité agricole. Sur le plateau, il se décompose pour refermer le paysage depuis certaines parcelles ou à l'inverse l'ouvrir sur les secteurs les plus cultivés. Des percées dans le paysage sont alors possibles, encadrées par les boisements.

La carte ci-dessous montre que le projet se situe dans un relief peu marqué, à 3,2 km du bourg de Feneu. La parcelle est longée par des chemins communaux sur trois faces, bordés de haie majoritairement bien fournies.



Figure 7 : Projet TSE au sein de la commune – Source : TSE





Figure 8 : Prises de vues du site au 20 mai 2025 (photos du haut), au 20 janvier 2025 (photos du bas)

Le projet se situe dans un environnement peu habité, mais quelques habitations sont tout de même présentes à proximité du projet. La carte suivante met en évidence les distances aux habitations et équipements susceptibles d'être en co-visibilité avec le projet.



Figure 9 : Habitations susceptibles d'être en co-visibilité avec le projet

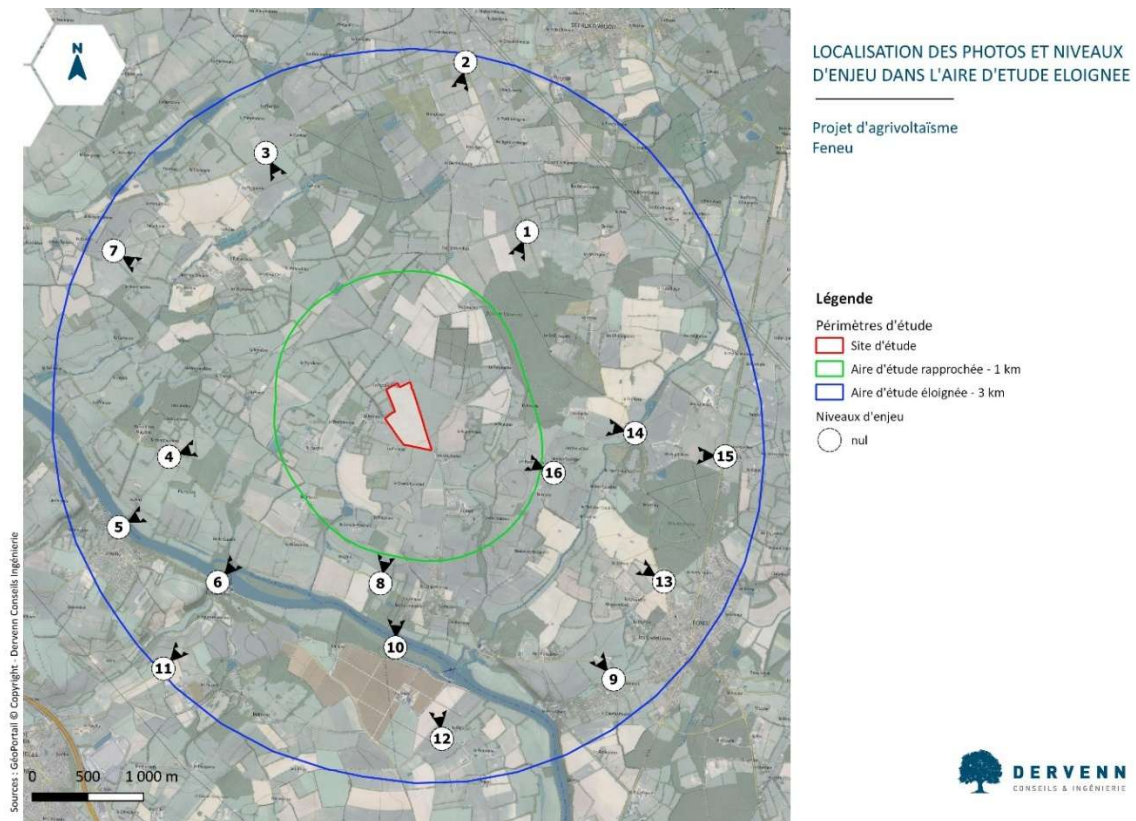


Figure 10 : Niveaux d'enjeux bruts dans l'aire d'étude éloignée

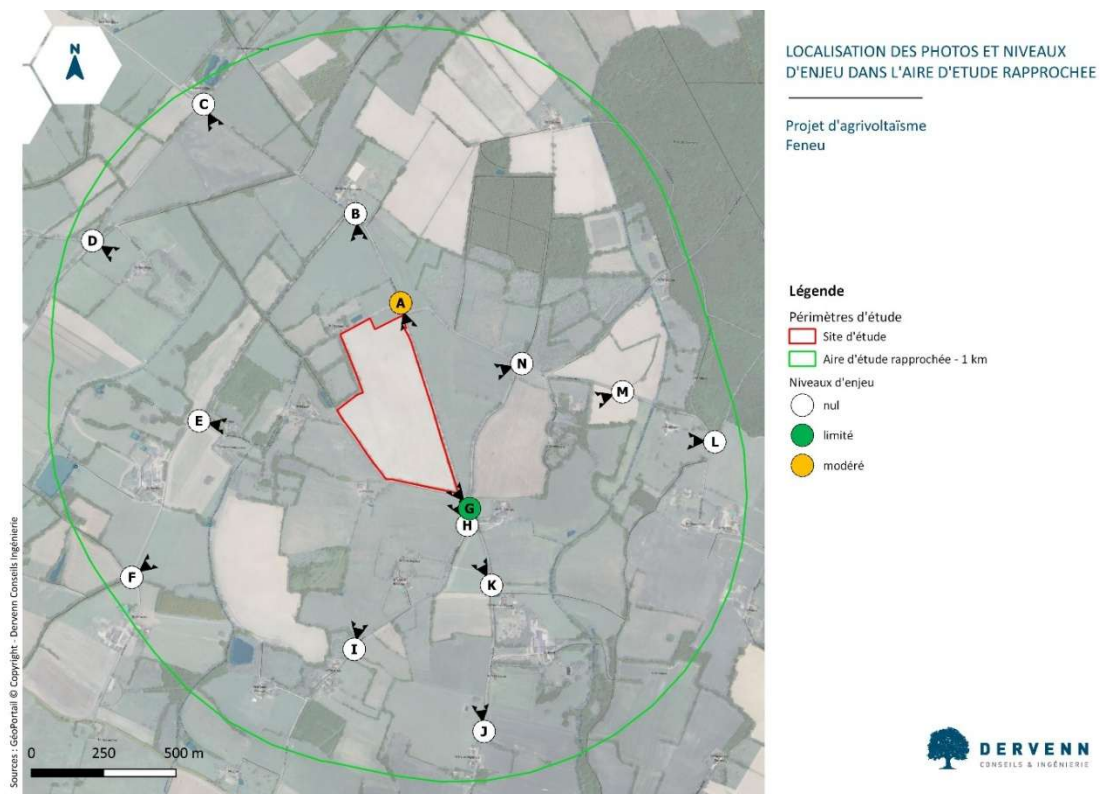


Figure 11 : Niveaux d'enjeux bruts dans l'aire d'étude rapprochée

Tableau 5 : Enjeux paysagers et sociaux dans l'aire d'étude rapprochée

Type de produit		Solution agrivoltaïque de prairie temporaire	
Enjeux paysagers et sociaux		Périmètre immédiat	Périmètre lointain
9	Vue directe depuis les voies circulées	Chemin à l'est Intersection au sud	Nul
10	Vue directe depuis un chemin de randonnée	Nul	Nul
11	Vue directe des riverains	La Perrauderie	Nul
12	Vue directe depuis un équipement accueillant du public	Nul	Nul

Conformément aux préconisations de l'analyse paysagère des plantations bocagères seront réalisées au nord du projet.

1.3 Solution agrivoltaïque proposée

1.3.1 Description technique

La solution proposée dans le cadre du projet de FENEU est une solution agrivoltaïque de prairie . Elle a été conçue afin d'apporter un ombrage tournant à la parcelle, offrant ainsi aux grandes cultures, cultures fourragères et aux animaux une protection optimisée en cas d'excès de température ou de rayonnement solaire et de sécheresse, tout en permettant le passage des engins agricoles de l'exploitation.

L'atout de cette solution tient dans un pilotage adaptable en fonction de l'utilisation qui est faite une année donnée : pilotage agroclimatique en cas de culture ou tracking limité en présence d'animaux.

Elle est constituée de rangées de panneaux rotatifs avec un taux de couverture de 28.5 %, qui suivent la course du soleil d'est en ouest, et sont placés à 2,65 m de hauteur (panneaux à plat, 2,60m environ sous les panneaux). Chaque rangée de panneaux est espacée de 15 m.

La position des panneaux s'adapte en fonction d'un certain nombre de besoins :

- Pilotage adapté automatiquement en cas d'évènements climatiques extrêmes : position horizontale en cas de risque de grêle ou de gel, inclinaison verticale en fonction de certaines conditions de pluie pour laisser celle-ci passer de manière homogène, ajustement en cas de vents forts ;
- Ajustement de la position des panneaux (à l'horizontale ou la verticale) afin de faciliter les interventions de l'exploitant. Notamment pour les engins dédiés à l'entretien des prairies, des cultures et la gestion des animaux.
- Adaptation du point le plus bas de la solution agrivoltaïque en fonction de la hauteur des cultures, tout au long de leur développement,
- Adaptation du point le plus bas de la solution agrivoltaïque en cas de présence du troupeau et en fonction de la taille des animaux (2,60m pour les bovins dans l'attente des résultats d'un protocole d'observation élaboré en collaboration avec la profession sur les sites pilotes de Sarthe,)

- Pilotage intelligent en fonction du besoin physiologique des cultures et des conditions climatiques afin de garantir :
 - Un seuil de luminosité minimal au printemps pour la croissance végétative, la croissance racinaire, l'induction florale puis la floraison/fécondation
 - Une température de l'air adaptée pour la croissance racinaire et la floraison
 - La structure se positionnera en configuration « zéro ombre » (parallèle aux rayons du soleil) si les mesures passent en dessous de ces seuils.

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 tranchée.

Le schéma ci-dessous illustre la configuration de l'installation.

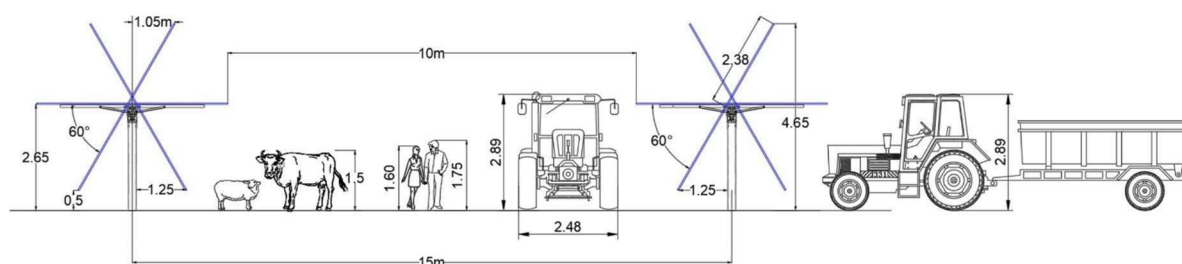


Figure 12 : Schéma de l'installation agrivoltaïque

En complément du schéma, les modélisations suivantes illustrent les différents modes d'exploitation de l'installation agrivoltaïque, à savoir la production et récolte de fourrage (ou autres cultures) et le pâturage des bovins.



Figure 13 : Modélisation de la récolte d'herbe au sein de l'installation agrivoltaïque



Figure 14 : Modélisation du pâturage des bovins au sein de l'installation agrivoltaïque

Le tableau 6 ci-dessous présente l'ensemble des caractéristiques techniques de l'installation agrivoltaïque pour le projet de Feneu :

Tableau 6 : Caractéristiques de l'installation agrivoltaïque

CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION AGRIVOLTAÏQUE	
Type de structure	Solution agrivoltaïque d'élevage - Trackers
Puissance totale de l'installation	6,78 MWc
Modèle des modules	645 Wc biface
Nombre de modules	10 504
Dimension des modules	2,382 m x1,134 m, soit 2,7 m ²
Point bas minimum du module	0,5 m
Point haut maximum du module	5 m
Hauteur à l'horizontal	2,65 m
Degré d'inclinaison des modules	+60°/-60°

Espacement inter-table	10 m
Espacement inter-pieux	15 m
Surface clôturée	13,52 ha
Surface projetée maximale (panneaux à plat)	28 373 m ²
Linéaire de clôture	1664 m
Surface poste de transformation (x2)	2x36 m ² = 72 m ²
Surface poste de livraison	36 m ²
Surface citerne	72 m ²
Surface des pieux	4,24 m ²
Surface imperméabilisée totale (PTR, PDL, Citerne)	560 m ²



Figure 15 : Plan de masse du projet de Feneu (TSE)

1.3.2 Montage contractuel

Le projet agrivoltaïque prend appui sur les parcelles cadastrales présentées dans le tableau ci-dessous, correspondant à une unité foncière appartenant à M. Clémenceau Antoine qui en conservera la propriété tout au long du projet. M. et Mme Aubert, via le GAEC des Deux Marronniers, en seront les exploitants.

Tableau 7 : Parcelles cadastrales constituant la surface du projet

N°INSEE commune	Section	N° Parcelle	Surface
	0D	153	2,55 ha
		154	1.81 ha

Commune de Feneu n°INSEE 49 135	155	0,85 ha
	156	1,02 ha
	157	5,31 ha
	158	1,33 ha
	165	1,42 ha

Les objectifs du montage contractuel sont de :

- Maintenir la vocation agricole et les outils de régulation du foncier agricole
- Maintenir la liberté d'entreprendre de l'exploitant agricole, tout en sécurisant aussi la performance énergétique de l'installation
- Permettre la transmission de l'exploitation pendant la durée d'exploitation de la centrale.

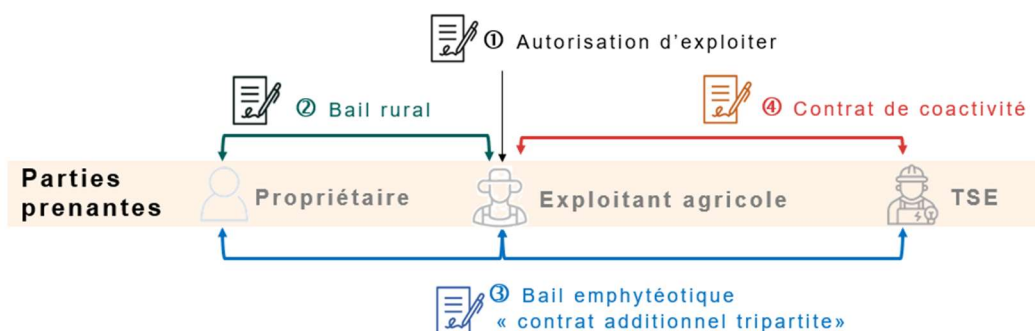


Figure 16 : Parties prenantes et documents contractuels complémentaires

La partie occupée par l'installation agrivoltaïque sera confiée à la SPV, entité légale dédiée à l'exploitation des installations solaires, au moyen d'un Bail Emphytéotique. Cet acte, rédigé par un notaire et publié au Service de la Publicité Foncière, permettra à la SPV d'endosser les droits et devoirs de propriétaire pour une durée de 40 ans.

L'espace agricole, quant à lui, restera soumis aux règles en vigueur en matière de foncier agricole :

- Les exploitant agricoles devront être titulaire d'une autorisation d'exploiter,
- Le foncier pourra être mis à disposition de la société agricole ou faire l'objet d'un bail rural, à l'avenir le cas échéant.

En ce sens, la parcelle conservera sa vocation agricole et n'échappera pas aux outils de régulation du foncier agricole aux périodes clés de la transmission ou d'une mutation foncière. Le statut du fermage s'appliquera en cas de Bail Rural car le Bail Emphytéotique correspond à un contrat additionnel tripartite.

Les figures ci-dessous illustrent ces différents montages.

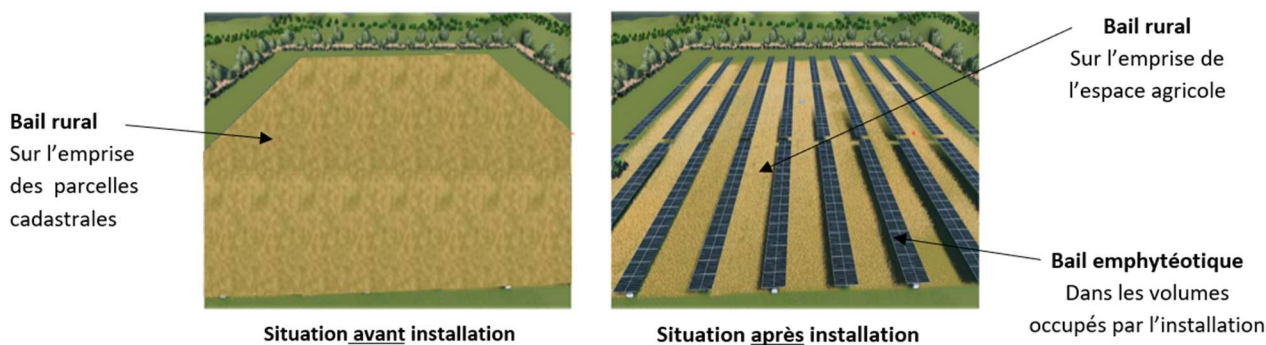


Figure 17 : Illustration des contrats avant et après installation

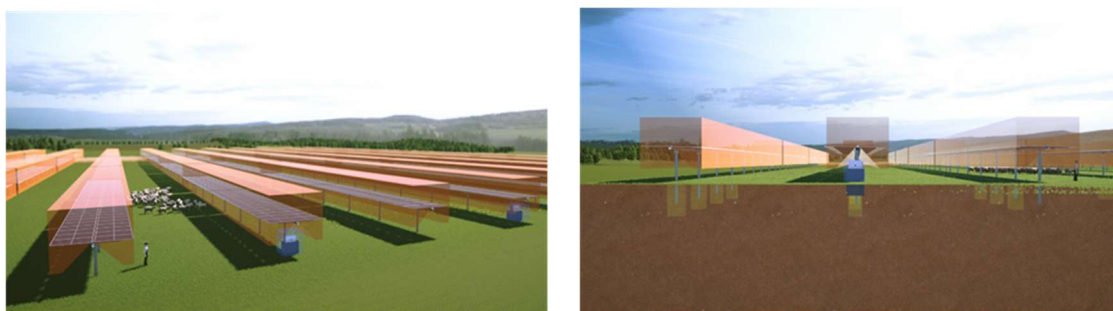


Figure 18 : Vues de principe des volumes pris à bail (hors servitudes)

Principe assurantiel

En matière d'assurance, les principes applicables sont explicités dans le Bail Emphytéotique. Il est ainsi convenu que chacun souscrit une assurance dommage, sur ses activités/biens propres, avec renonciation à recours réciproque. Cela permet d'éviter l'augmentation du coût du contrat d'assurance pour l'exploitant agricole qui ne sera pas tenu responsable en cas de dommage à la structure agrivoltaïque.

1.4 Conclusion intermédiaire : une installation nécessaire à l'activité agricole

Ce premier chapitre dédié au contexte du projet pose les principaux éléments de compréhension techniques, géographiques et juridiques. Il met en évidence que le projet est porté par M. et Mme Aubert, exploitants du GAEC des Deux Marronniers, dans la perspective de diversifier les activités, faciliter la transmission et sécuriser l'autonomie fourragère. L'objectif est d'assurer la pérennité de l'activité agricole et du système herbager, dans un contexte marqué par les changements climatiques et les incertitudes du marché du lait bio.

La conception du projet s'appuie sur un diagnostic multithématique :

- Agricole : productions, assolement, itinéraire technique, nature et vocations des sols.
- Territorial : structures agroécologiques, environnement humain et paysager.
- Juridique : pérennité de l'usage agricole, maintien des outils de régulation du foncier agricole, intégration des différentes parties prenantes de manière équilibrée.

En ce sens, le projet répond à la définition de l'article L.111-27 du code de l'urbanisme en tant qu'installation nécessaire à l'activité agricole. Il est porté par deux agriculteurs actifs au sens de l'article D. 614-1 du code rural, comme en atteste l'attestation d'affiliation chef d'exploitation de la MSA, fournie en annexe 1.

À noter que le montage juridique qui prévoit l'exploitation de l'installation sur 40 ans, sécurise l'activité agricole à court terme et à long terme conformément au cadre législatif et réglementaire de l'agrivoltaïsme. Il respecte enfin les dispositions du code de l'énergie en matière de financement des projets de production d'énergie renouvelable.

2 DESCRIPTION DE LA PARCELLE AGRIVOLTAÏQUE AU SENS DE L'ARTICLE 314-108 DU CODE DE L'ENERGIE

La parcelle agricole, telle que désignée par l'article R.314-108 du Code de l'énergie pour l'application de l'article L.314-36 relatif aux installations agrivoltaïques, 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 réalisée le projet.

2.1 Plan des parcelles

La carte en figure 19 présente les deux parcelles agrivoltaïques constituées par le projet.



Figure 19 : Parcelles agrivoltaïques du projet de Feneu

2.2 Surface totale couverte et puissance installée

Les deux parcelles agrivoltaïques du projet sont caractérisées par les données présentées dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Surfaces des parcelles agrivoltaïques :

Parcelle agrivoltaïque	Parcelle Nord	Parcelle Sud	Total
Surface (m ²)	31 788 m ²	58 274 m ²	90 062 m ²

2.3 Taux de couverture

Selon l'article R. 314-119, « Le taux de couverture d'une installation agrivoltaïque est défini comme le rapport entre, d'une part la surface maximale projetée au sol des modules photovoltaïques sur le périmètre mentionné à l'article R. 314-108 dans des conditions normales d'utilisation et, d'autre part, la surface de la parcelle agricole définie à l'article R. 314-108. Le taux de couverture d'une installation agrivoltaïque est défini comme le rapport entre la surface maximale projetée perpendiculairement au sol des modules photovoltaïques sur la parcelle agricole. »

Le tableau ci-dessous présente le calcul du taux de couverture.

Tableau 9 : Taux de couverture à l'échelle des parcelles agrivoltaïques

Parcelle agrivoltaïque	Parcelle Nord	Parcelle Sud	TOTAL
Surface (ha)	31 788 m ²	58 274 m ²	90 062 m ²
Surface projetée (m ²)	10 113 m ²	18 260 m ²	28 373 m ²
Taux de couverture maximal	31,81%	31,33%	31,50%
Taux de couverture en conditions normales	28,95%	28,51%	28,67%

Le taux de couverture dans le cas le plus défavorable (panneaux à l'horizontal) est donc de 31,83% pour la parcelle Nord et 31,33% pour la parcelle Sud. L'instruction technique DGPE/SDPE/2025-93 du 18/02/2025, précise l'interprétation des termes « dans ses conditions normales d'utilisation » en s'appuyant sur des exemples sur son annexe 4.

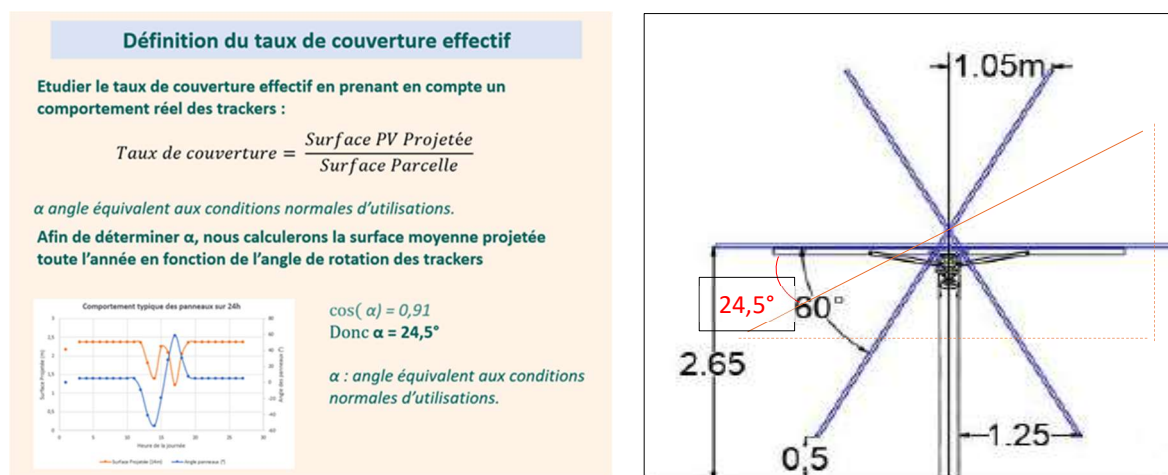


Figure 20 : Schéma de positionnement des panneaux

Les tables pivotent sur la journée entre un angle de 0° quand elles sont à plat (à midi) et 60° (matin et soir). En tenant compte de la variation de la durée du jour sur l'année, la pente moyenne des tables est de 24,5°.

La surface projetée de la table sur un angle de 24,5° est de 91% de la surface de la table ($\cos 24,5^\circ$)

Ainsi, le taux de couverture dans les conditions d'utilisation normales est donc de 28,95% pour la parcelle Nord et de 28,51% pour la parcelle Sud.

Le taux de couverture se situe bien sous la limite réglementaire des 40%.

3 LES SERVICES APPORTÉS À LA PARCELLE ET L'ABSENCE D'ATTEINTE AUX DIFFÉRENTS SERVICES

Selon l'article L314-36-II, « est considérée comme agrivoltaïque une installation qui apporte directement à la parcelle agricole au moins l'un des services suivants, en garantissant à un agriculteur actif ou à une exploitation agricole à vocation pédagogique gérée par un établissement relevant du titre Ier du livre VIII du code rural et de la pêche maritime une production agricole significative et un revenu durable en étant issu :

- 1° L'amélioration du potentiel et de l'impact agronomique ;
- 2° L'adaptation au changement climatique ;
- 3° La protection contre les aléas ;
- 4° L'amélioration du bien-être animal. »

Afin de mieux comprendre l'impact de l'ombrage sur l'élevage, les cultures et les prairies, et dans l'objectif d'adapter ses installations pour optimiser la coactivité agricole et énergétique, TSE développe un vaste programme de recherche et de développement agronomique. Ce dispositif comprend à la fois des expérimentations en champs et en laboratoire. Les premiers résultats permettent d'entrevoir les bénéfices que pourraient apporter les systèmes et de justifier de services apportés à la parcelle.

Un résumé succinct est présenté dans les chapitres ci-dessous.

3.1 Amélioration du potentiel et de l'impact agronomique

Grâce à l'ombrage que les panneaux apportent, les conditions climatiques et pédoclimatiques peuvent être modifiées dans les zones sous panneaux. Cela entraîne la création d'un microclimat, notamment au niveau de la température et de l'humidité du sol. L'installation agrivoltaïque contribue à créer un environnement plus frais en conditions chaudes, ce qui limite le stress des plantes en conservant l'humidité, permettant une meilleure croissance des plantes malgré la chaleur et le manque d'eau. Cependant, en hiver, la réduction de la lumière ralentit la croissance sous les panneaux. Ainsi, plus le climat est chaud et sec, plus les impacts positifs sont importants. Sur une année, la quantité d'herbe produite devrait rester sensiblement similaire entre les zones ombragées et en plein soleil, mais la croissance est plus marquée en été sous les panneaux et tend à être plus faible en hiver.

TSE mène actuellement et depuis plusieurs années un programme de recherche pour démontrer l'apport d'impacts positifs de ses installations agrivoltaïques et améliorer ses installations au fur et à mesure de l'amélioration des connaissances en la matière.

L'ombrage partiel et tournant est ainsi testé sur les quatre sites d'expérimentation de TSE, sous des canopées agricoles, et les premiers résultats obtenus confirment une tendance à l'amélioration du potentiel. Les recherches se poursuivent pour comprendre l'impact de l'ombrage et de son pilotage sur la composition du rendement en culture. De premiers résultats significatifs ont été obtenus pour les prairies.

En système d'élevage, TSE a obtenu des résultats prometteurs en 2024 sur son site de Souleuvre-en-Bocage (Calvados). Lors de cette première année de mise en service, le potentiel de la prairie a non seulement été préservé 'année mais également amélioré en période sèche et chaude. En effet, il a été constaté que la repousse de l'herbe était plus rapide et plus dense sous la structure agrivoltaïque, avec des rendements quasiment doublés (x1.8) durant la période la plus sèche de l'été, tout en conservant de bonnes qualités nutritionnelles.



Figure 21 : Comparaison de la prairie de Souleuvre-en-Bocage (14) sur la parcelle témoin et sous la canopée en août 2024 (©TSE)

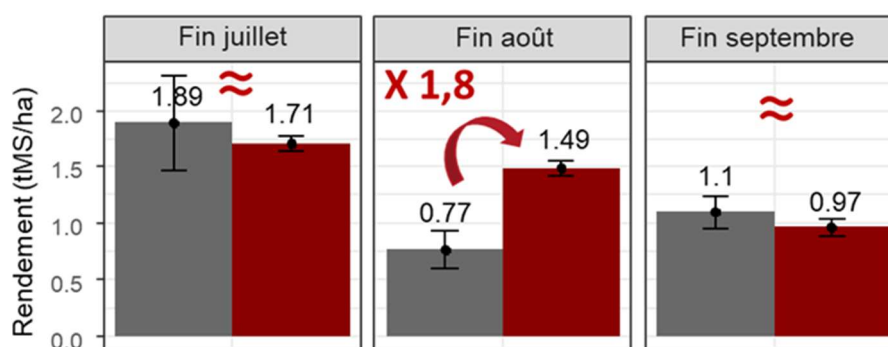


Figure 22 : Comparaison des rendements de la prairie du site pilote de Souleuvre-en-Bocage en période sèche et chaude (Juillet, Aout, Septembre 2024)

3.2 Adaptation au changement climatique

3.2.1 Contexte climatique actuel

Actuellement, le climat de Feneu est 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 23 (une période est considérée sèche lorsque la pluviométrie est en deçà de la courbe de température). Ce diagramme ombrothermique présente les températures et précipitations moyennes sur 15 ans. Les données sont issues de la station météorologique d'Angrie (49), sélectionnée pour sa proximité avec le projet et la disponibilité de données météorologiques sur une longue période (garantissant une meilleure fiabilité).

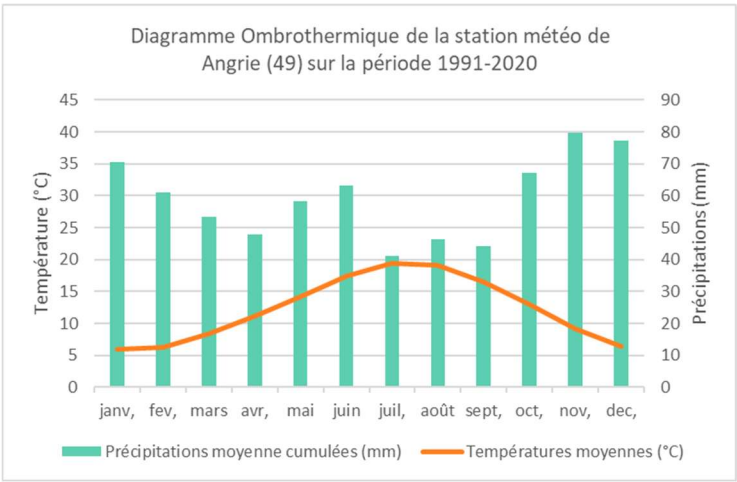


Figure 23 : Diagramme ombrothermique de la station d'Angrie (49) sur la période 1991-2020

Cela n'exclut cependant pas l'observation de périodes chaudes avec des températures largement supérieures à la normale, comme le présente le tableau 10 (Météo France, 2024).

Tableau 10 : Record de température de la station d'Angrie de 2008 à 2025

	Records de température établis sur la période du 01/11/2008 au 02/11/2025												
Température la plus élevée	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Record
Température °C	16,4	20	23	27,5	31,7	39,5	41,2	38,2	35,2	30,5	20,9	17,7	41,2
Année	2016	2019	2021	2025	2025	2022	2022	2020	2023	2023	2015	2015	2022

3.2.2 Prévisions climatiques

Comme présenté précédemment, le climat de la Maine-et-Loire est aujourd'hui plutôt tempéré et sans période sèche. Cependant, les prévisions sur plusieurs années tendent à montrer que ce climat va changer.

Une modélisation du climat futur réalisée grâce à l'outil Climadiag (présentation en annexe 2, simulations réalisées en annexe 3) a permis d'établir le tableau 11 ci-dessous.

Tableau 11 : Evolution du climat d'après les modélisations climadiag pour la commune de Feneu

Indicateurs à l'année	2010	2030	2050	2100	Variations entre 2010 et 2100
Température moyenne	12,73°C	13,35°C	14,02°C	15,19°C	+ 2,46°C
Nombre de jours chauds >25°	48 jours	57 jours	71 jours	92 jours	+ 44 jours
Précipitation	668 mm	671 mm	670 mm	676 mm	+8 mm
Evapotranspiration	749 mm	778 mm	804 mm	853 mm	+104 mm
Bilan hydrique	-88 mm	-106 mm	-131 mm	-179 mm	- 91 mm

Ce modèle montre un climat qui sera plus chaud, mais avec sensiblement les mêmes précipitations qu'actuellement, augmentant l'évapotranspiration potentielle des cultures et prairies 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 tournant est fort.

Le nombre de jours où la température dépasse 25 °C devrait augmenter très fortement, passant d'environ 48 à 92 jours par an. Ce seuil de 25 °C correspond généralement à la limite au-delà de laquelle la croissance des prairies s'interrompt (ray-grass notamment), en raison d'une perturbation des processus photosynthétiques provoquée par des températures trop élevées (Sage et Kubien, 2007 ; Bernacchi *et al.*, 2023).

L'ombrage dynamique crée un microclimat favorable aux cultures, aux prairies et aux animaux sous l'installation agrivoltaïque et garantit un service de protection climatique (baisse des stress hydriques, thermiques et oxydatifs) comme le montrent les résultats observés sur deux des sites expérimentaux TSE à Soulevre-en-Bocage (14) et Verdonnet (21). Les températures ont diminué de -1,4°C en moyenne sur les journées les plus chaudes et ont augmenté de +2°C les nuits les plus froides. La diminution de température a été jusqu'à -7°C lors d'un pic de chaleur estival. Ces différents résultats sont présentés plus en détail en annexe 4.

La solution agrivoltaïque permet d'abaisser l'évapotranspiration (ETP), d'améliorer la rétention de l'humidité du sol et donc d'améliorer le bilan hydrique comme le montrent les résultats observés sous les canopées et en particulier celle de Verdonnet en 2025 (annexe 4).

La structure agrivoltaïque contribue à la régulation du microclimat en atténuant les variations de température. Elle réduit les excès de chaleur en été et limite les refroidissements brusques, notamment les risques de gel printanier, offrant ainsi des conditions plus stables pour la prairie et les animaux. Des températures trop élevées durant la période estivale peuvent limiter la pousse de l'herbe. Chez les animaux, les fortes chaleurs provoquent des modifications comportementales, une diminution des performances zootechniques, une altération de la reproduction et, à terme, une dégradation du bien-être et de la santé. (IDELE et CNIEL, 2020). Des conditions d'ombrage partiel permettent donc de protéger les cultures et les élevages durant ces phases clés.

Ainsi, les conditions d'ombrage partiel offertes par les systèmes agrivoltaïques constituent une protection efficace pour les cultures et le troupeau bovin lors des périodes critiques, en limitant le stress thermique et ses effets négatifs.

L'ombrage tournant apporte donc une adaptation aux changements climatiques en cours. Les rendements des prairies feront l'objet d'un suivi comparatif quatre fois par an.

3.3 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).

En conséquence ce service n'est pas développé dans les services rendus.

3.4 Amélioration du 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, particulièrement lors des conditions chaudes.

Les génisses, comme l'ensemble des bovins, supportent mal la chaleur. Leur zone de confort thermique se situe entre 2 °C et 15 °C. Au-delà, elles doivent mobiliser des mécanismes d'adaptation de plus en plus importants. Dès 22 °C, leur capacité à évacuer la chaleur devient insuffisante : la température corporelle augmente et les premiers signes de stress thermique apparaissent.

Le stress thermique dégrade fortement les performances et le bien-être des vaches. Pour maintenir une température corporelle stable autour de 38,5 °C, l'animal augmente sa respiration, son rythme cardiaque et sa sudation, tout en accentuant la circulation sanguine en surface. Ces réactions demandent plus d'énergie ; à 35 °C, les besoins d'entretien peuvent croître de 20 %, au détriment de la croissance et des capacités reproductrices. Lorsque le stress se prolonge, l'organisme passe d'une régulation aiguë (homéostasie) à une régulation métabolique durable (homéorhèse), mobilisant les réserves internes et perturbant l'équilibre hormonal et nutritionnel de la vache (Oliveira *et al.*, 2025 ; Vallée, 2021).

À ce jour, TSE exploite un site pilote en élevage bovin laitier dans le Calvados à Souleuvre-en-Bocage. Les premiers résultats en bien-être animal et suivi zootechnique ont été compilés en octobre 2025. En 2024, pendant la phase d'acclimatation, il a été noté que les deux lots de vaches, sous canopée et sur la parcelle témoin, ont eu des comportements similaires. Lors des journées à fortes températures, les vaches étaient allongées sous la canopée pendant qu'elles cherchaient de l'abri sur les parcelles témoins.

À titre d'illustration, la photo ci-après a été prise dans une exploitation sarthoise durant l'été 2025.



Figure 24 : Vaches laitières à l'ombre sous un tracker photovoltaïque

Ainsi, l'ombrage tournant constitue un levier majeur pour limiter le stress thermique des vaches, notamment au pâturage. En réduisant l'exposition directe au rayonnement solaire, il permet de maintenir une température corporelle et une fréquence respiratoire plus basse ce qui influence directement le bien-être.

L'installation agrivoltaïque joue un rôle positif dans l'amélioration du bien-être animal.

3.5 Bilan et conclusion sur les services apportés par le projet agrivoltaïque

Tableau 12 : Bilan des services apportés par le projet agrivoltaïque

Service	Éléments apportés par l'installation agrivoltaïque	Impact
Amélioration du potentiel et de l'impact agronomique	- Protection du couvert végétal contre les températures excessives grâce à l'ombrage tournant - Limitation de l'évapotranspiration et du stress thermique des végétaux	Service positif
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 - Régulation thermique : lissage des températures extrêmes	Service positif
Protection contre les aléas	Protection des animaux et de la prairie contre les aléas climatiques	Service neutre à positif
Bien-être animal	Création de zones d'ombre et d'abris = réduction du stress thermique et de ses impacts négatifs sur le bien-être et la santé des génisses	Service positif

L'installation agrivoltaïque apporte des services positifs aux parcelles agricoles du projet en termes de bien-être animal, d'amélioration du potentiel de l'impact agronomique, et d'adaptation au changement climatique. Elle ne porte pas atteinte au service de protection contre les aléas et pourrait au contraire avoir également une incidence positive.

4 MAINTIEN D'UNE ACTIVITÉ AGRICOLE EN TANT QU'ACTIVITÉ PRINCIPALE

4.1 Indicateurs et références applicables

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.

4.2 Perte de surface exploitable

Dans le cadre de ce projet, une très faible partie de la surface concernée deviendra non exploitable pour l'agriculture. Règlementairement, ces surfaces sont calculées à l'échelle de la parcelle agricole, (présentée en partie 2.1, figure 19) et correspondent aux surfaces prises par les pieux des tables. Ces surfaces sont détaillées dans le tableau 13.

Tableau 13 : Surface non exploitable à l'échelle de la parcelle agricole

	Parcelle Nord	Parcelle Sud	Total
Surface de la parcelle agricole (m ²)	31 788 m ²	58 274 m ²	90 062 m ²
Nombre de pieux (30 cm ² /par pieux)	504 pieux	910 pieux	1414 pieux
Surface totale des pieux (m ²)	1,51 m ²	2,73 m ²	4,24 m ²
Surface non exploitable (m ²)	1,51 m ²	2,73 m ²	4,24 m ²
% SNE	0,0048%	0,0047%	0,0047%

La superficie non exploitable à l'échelle des parcelles agrivoltaïques est respectivement de 1,51 m² pour la parcelle Nord, et 2,73 m² pour la parcelle Sud, soit 0,005% de la surface. Cette surface est donc bien en dessous des 10% réglementaires.

4.3 Maintien de conditions normales d'exploitation

Au regard de la deuxième condition, l'installation en trackers avec un espacement de 15 mètres entre les pieux, et la hauteur sous panneau minimale de 2,60 m en présence d'animaux permettent d'assurer la circulation et la sécurité des animaux. En effet, l'ensemble des bovins de l'exploitation (génisses et éventuellement taureaux de race Prim'Holstein et Kiwi) toisent en moyenne au maximum 1,60 m au garrot, ce qui leur permet d'avoir accès à l'ensemble des zones sous panneaux.

Le nombre de paddocks de pâturage a été décidé conjointement avec les exploitants afin de pouvoir bénéficier des limitations de hauteur de tracking tout au long de l'année. Ainsi la parcelle a été divisée en cinq paddocks de 2 à 3 ha chacun. Tous les paddocks seront accessibles grâce à un chemin longeant

le sud de la parcelle sud. Les paddocks seront délimités par des clôtures électriques mobiles. La figure 25 ci-dessous présente un plan prévisionnel de ces différents aménagements.



Figure 25 : Plan prévisionnel des aménagements à destination du pâturage (TSE)

Avant chaque changement de paddock, l'éleveur préviendra les services de TSE afin que le tracking des panneaux soit cohérent avec la présence des bovins sur la parcelle. Les bovins n'auront donc pas à attendre que les panneaux s'ajustent avant de rentrer dans le paddock.

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

Tableau 14 : Dimensions compatibles du matériel agricole

Hauteur max de l'outil	Largeur max de l'outil	Longueur de l'ensemble attelé
Panneaux à l'horizontale : 2,15 m Panneaux à la verticale : pas de max	14 m (50cm de marge de sécurité minimum de chaque côté)	Environ 10 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

L'exploitation des parcelles agricoles du projet se fera grâce au pâturage des génisses.

Sur la prairie, l'éleveur prévoit de réaliser les mêmes opérations d'entretien que sur les autres parcelles pâturées, c'est-à-dire une fauche annuelle, une fertilisation, et éventuellement un passage de herse à prairie et un chaulage.

Les parcelles du projet ne font pas encore partie du plan d'épandage de l'exploitation. Elles devraient cependant être fertilisées au même titre que les autres prairies de l'exploitation, avec du fumier de bovin à hauteur de 15 à 20 tonnes à l'hectare.

Le tableau suivant présente ces différentes opérations culturales, avec le matériel possédé par les éleveurs, et sa compatibilité avec l'installation agrivoltaïque.

Tableau 15 : Opérations et matériels agricoles de l'exploitation compatibles avec l'installation agrivoltaïque

Opération	Matériel	Caractéristiques	Compatibilité
Récolte fourrages	Faucheuse	Une frontale de 2,80 m, une latérale de 4 m	Compatible
	Faneuse	Largeur 8 m	Compatible
	Andaineur	Largeur 8 m	Compatible
Entretien	Herse à prairie	Largeur 4 m	
Fertilisation	Epandeur à fumier	Épandeur à hérissos	Non compatible en l'état
Travail du sol - semis	Combiné de semis	Largeur 3 m	Compatible

L'épandeur, emprunté à la CUMA, sera difficilement compatible avec l'installation agrivoltaïque du fait de la projection de fumier sur les panneaux. D'autres matériels, avec table d'épandage devront être utilisés.. Indépendamment de l'installation du projet, les éleveurs sont également en cours de réflexion pour apporter une fertilisation à base de coproduits animaliers autorisés en agriculture biologique. Ces coproduits se présenteraient sous forme de granulés distribués grâce à un épandeur à engrais, compatible avec l'installation agrivoltaïque.

4.4 Conclusion intermédiaire : l'activité agricole reste l'activité principale

Dans le cadre de l'installation agrivoltaïque, la surface rendue non-exploitable à l'échelle des parcelles agricoles se limite à 4,24 m² soit 0,005% de la surface. Le taux de couverture en conditions d'utilisation normale sur l'ensemble des parcelles agricoles est de 28,67%. Enfin, le design du projet permet la libre circulation des animaux et le maintien de la mécanisation de la parcelle, qui sera exploitée en prairie de pâturage pour le troupeau de génisse. Par conséquent, l'activité agricole reste bien l'activité principale.

5 MAINTIEN D'UNE PRODUCTION AGRICOLE SIGNIFICATIVE AVEC UN REVENU DURABLE

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 ; elle 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, qui 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.

5.1 Production significative

Le taux de chargement, dans le cadre réglementaire de l'agrivoltaïsme, est le rapport entre le nombre d'animaux en UGB (unité gros bétail) et la surface extérieure accessible aux animaux. Plus le taux de chargement est élevé, plus le système herbagé est considéré comme intensif. À l'inverse, plus le taux est bas, plus le système est considéré comme extensif. Les tableaux suivants calculent le chargement de l'exploitation.

Tableau 16 : Calculs des UGB présents sur l'exploitation en moyenne sur la campagne 2024-2025 (d'après le bilan comptable 2025)

Catégories d'animaux	Nombre d'animaux moyen	Coefficient UGB	Nombre d'UGB
Vaches laitières	117	1	117
Génisses laitières	80	0,5	40
Taurillons laitiers	5,7	0,4	2,3
Taureaux lait	1,7	1	1,7
Total UGB			161 UGB

Tableau 17 : Taux de chargement d'après les données d'élevage et le bilan comptable 2025

Chargement de l'EARL du Grand Baigneux	
Nombre d'UGB	161 UGB
SFP (en ha)	161 ha
Taux de chargement	1 UGB/ha

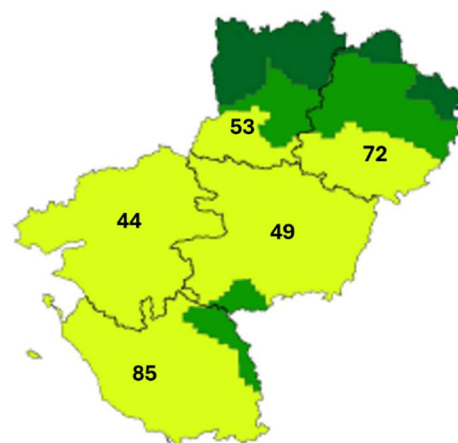
Le taux de chargement de l'exploitation est estimé à 1 UGB/ha de SFP avant l'installation du projet. Cet indicateur est variable en cours d'année. En effet il dépend à la fois du nombre d'animaux, qui varie au long de la campagne, et de la surface accessible au pâturage, elle aussi variable selon les campagnes. Le point de comparaison le plus pertinent reste l'utilisation des données comptables.

La parcelle n'étant pas encore en prairie, ni exploitée par le GAEC des deux Marronniers, il n'existe pas de référence sur sa productivité en prairie.

Des références locales sont publiées par la chambre d'agriculture des Pays de la Loire. Le site du projet se situe dans le secteur sud (Figure 26), qui se caractérise par un démarrage de pousse précoce, mais un déficit hydrique marqué qui pénalise la croissance dès le mois de juin.

Les données de croissance mesurées dans les réseaux (3 501 mesures) ont été confrontées au zonage climatique proposé par Météo France. Il en résulte seulement 3 zones qui présentent des comportements de pousse statistiquement différents.

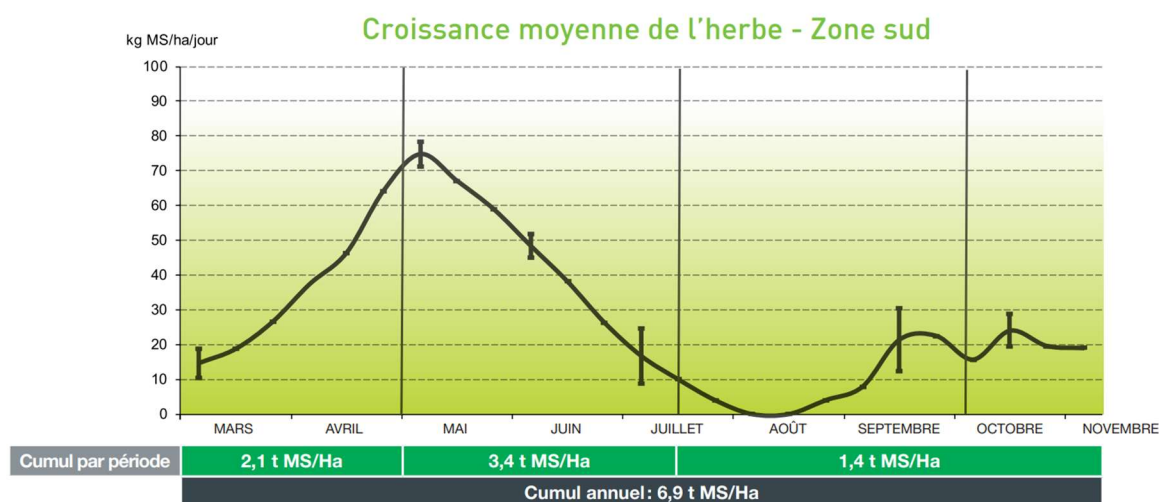
Zone Nord	La croissance de l'herbe est plus tardive avec des conditions froides de début de printemps et un ensoleillement limite. Les sols profonds et arrosés de ce secteur permettent de maintenir un bon niveau de croissance sur la 2 ^{ème} partie du printemps et sur l'été.
Zone Intermédiaire	Cette zone a le comportement de la zone sud au printemps (périodes 1 et 2) et celui de la zone nord sur l'été et l'automne.
Zone Sud	Elle se distingue par un démarrage un peu plus précoce. Cette zone est ensuite marquée par un déficit hydrique qui pénalise la croissance dès le mois de juin et sur la période estivale.



Région Pays-de-la-Loire

Figure 26 : Pousse de l'herbe dans les différentes zones de la région Pays-de-la-Loire (CAPDL, 2018)

Les courbes suivantes montrent les relevés de croissance de l'herbe, avec un pic de pousse observé sur la période d'avril et mai. En revanche, dès le mois de juin et jusqu'à mi-août, la croissance diminue nettement sous l'effet des conditions estivales. C'est précisément durant cette période que l'installation agrivoltaïque présente le plus d'intérêt, puisqu'elle permet de limiter la chute de croissance de l'herbe ainsi que son dessèchement.



Légende : I représente la dispersion autour de la moyenne des données. Elle matérialise les variations de pousse entre les exploitations de chaque zone à un temps donné.

Figure 27 : Croissance moyenne de l'herbe en zone intermédiaire (CAPDL, 2018)

La production de biomasse fourragère de la parcelle du projet sera suivie chaque année. Des mesures régulières seront effectuées sous l'installation et en dehors de celle-ci afin de mesurer les bénéfices de l'ombrage tournant toutes choses égales par ailleurs. Cette prestation de suivi sera confiée à un prestataire indépendant via une contractualisation sur 20 ans.

5.2 Revenu durable

La constitution du revenu de l'exploitation est générée en grande majorité par la vente de lait. Les revenus restants sont générés par la vente d'animaux (broutards, génisses et vaches de réforme). Les productions végétales sont autoconsommées sur la ferme mais peuvent très ponctuellement faire l'objet de vente si l'excédent est important. Le diagramme suivant présente la part de ces différents postes sur l'année 2025.

RÉPARTITION DES PRODUITS D'EXPLOITATION (CAMPAGNE 2025)

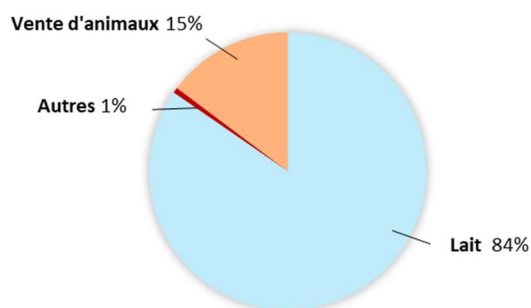


Figure 28 : Part des différents produits d'exploitation du GAEC des Deux Marronniers

Les proportions de ces différents postes sont variables selon les années mais ne seront pas modifiées par la mise en place du projet agrivoltaïque. En effet, le projet n'aura pas d'impact direct sur la production et la vente de lait.

L'ajout des 13,52 ha de surface pâturable joue un rôle positif dans la pérennisation de l'autonomie alimentaire. En effet, cette surface permet d'ajouter une marge de sécurité à la production fourragère et de limiter les besoins d'achat fourragers lors des années les plus sèches.

Dans le cadre de la réglementation, l'indicateur sélectionné pour vérifier la durabilité de l'activité agricole est l'EBE. Le tableau ci-dessous présente cet indicateur pour les 5 dernières années comptables. La moyenne olympique, telle que demandée, est calculée sur la base des données des cinq dernières années de production, en supprimant la valeur la plus basse ainsi que la valeur la plus haute. Elle est donc une moyenne des trois années restantes. Afin d'aider à contextualiser, la somme générée par la production (vendue et stockée) ainsi que la valeur ajoutée sont également présentées.

L'ensemble des chiffres dans le tableau 18 sont issus des bilans comptables de l'exploitation de 2021 à 2025. L'exercice comptable est réalisé sur une année, du 1^{er} avril au 31 mars.

Tableau 18 : EBE du GAEC des deux marronniers de 2021 à 2025

Années	2021	2022	2023	2024	2025	Moyenne	Moyenne olympique
Production (vendue et stockée)	257 744 €	292 700 €	266 895 €	298 215 €	342 132 €	291 537 €	285 937 €
Valeur Ajoutée	75 773 €	100 062 €	77 256 €	127 035 €	107 255 €	97 476 €	94 858 €
EBE	85 013 €	85 925 €	67 604 €	150 731 €	98 144 €	97 483 €	89 694 €

La moyenne olympique de l'EBE de l'exploitation s'élève à 89 694€ € sur les cinq dernières années.

Tel que réalisé, le projet ne devrait pas demander d'investissement à l'éleveur et ne représente pas de surcoûts non négligeables par rapport à la plus-value. Par ailleurs, les contrats passés entre TSE et l'exploitant lui assurent une rémunération fixe annuelle qui vient s'ajouter au revenu de l'exploitation. Cette rémunération apportera à l'exploitation agricole un complément de revenu stable et garanti qui facilitera la transmission au fils des exploitants. Elle 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.

5.3 Réversibilité de l'installation

5.3.1 En cours d'exploitation

Afin d'être réversible, le parc photovoltaïque limitera au maximum la surface de sol imperméabilisée, notamment en privilégiant l'utilisation de pieux battus ne nécessitant pas d'utilisation de béton.

Ainsi, pour une surface clôturée de 13,52 ha, l'imperméabilisation du sol représentera 560 m², soit environ 0,41 % 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 d'ancrage limitant l'artificialisation des sols) que sur la surface occupée (la quantité de pieux supports utilisés étant plus faible). Fruit de l'expertise couverte

par les collaborateurs de TSE, un cahier des charges couvrant la réalisation des travaux d'implantation de la centrale a été élaboré. Celui-ci s'appuie sur les compétences techniques de construction de centrale agrivoltaïque de TSE et les différentes compétences agricoles présentes au sein de la société. Il vise à réaliser l'implantation de la centrale à une période n'impactant pas la production agricole de la parcelle, réduire au strict nécessaire les zones de manœuvre des engins intervenants sur le chantier afin de ne pas engendrer de tassement, inclure une politique de gestion des déchets efficace, viser l'absence de perturbation des horizons de sol lors de la création de tranchées. Le schéma suivant précise et illustre ce protocole.

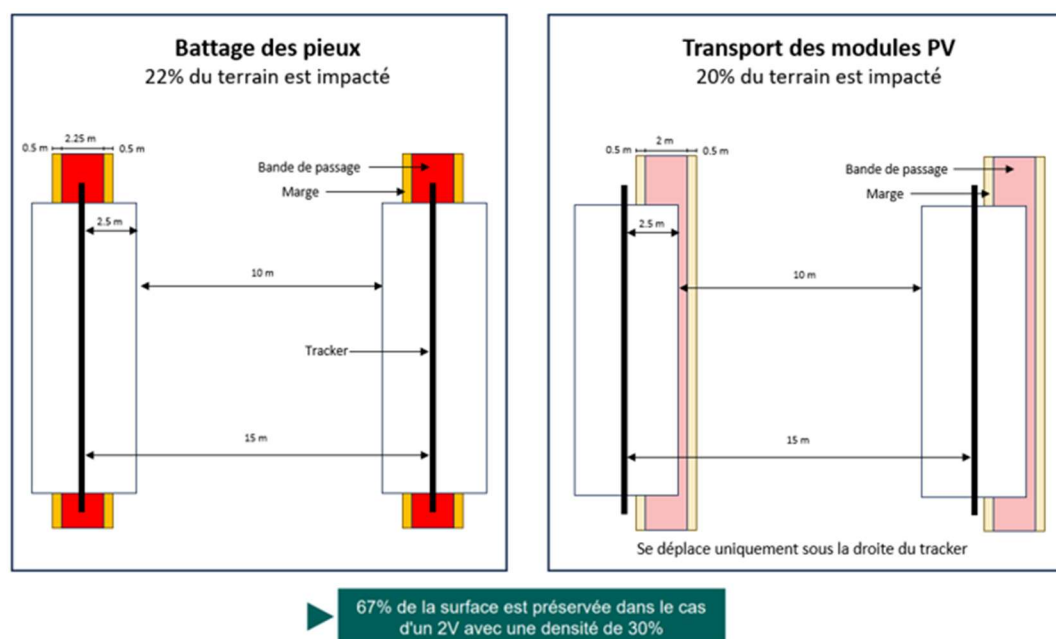


Figure 29 : Protocole pour limiter le tassement de terrain

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

5.3.2 À l'issue de l'exploitation de la centrale

L'installation étant entièrement réversible, celle-ci sera démantelée à l'issue de l'exploitation de la centrale.

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.



6 DESCRIPTION DE LA ZONE TÉMOIN ET SUIVI DE LA PRODUCTION AGRICOLE

6.1 Détermination et caractéristiques de la zone témoin

La mise en place d'une zone témoin est obligatoire pour les installations agrivoltaïques sur culture (sauf dérogation permises par l'article R.314-115 du code de l'énergie). En revanche, les installations agrivoltaïques sur élevage sont exemptées d'obligation de réalisation de zone témoin, l'évaluation de la production agricole significative se faisant par d'autres moyens (article R.314-116 du code de l'énergie).

Le projet de Feneu, répondant aux critères d'installation agrivoltaïque sur l'élevage, n'est pas concerné par l'obligation de zone témoin.

6.2 Suivi agronomique de l'installation

Considérant que la performance d'une prairie est multifactorielle et qu'en plus des potentiels agronomiques, les pratiques de gestion du pâturage et de la fertilisation sont centrales, TSE se rapprochera pour ce projet d'un prestataire indépendant reconnu. Il s'agit de donner à l'éleveur des conseils pointus, associé à un suivi indépendant de la production agricole.

Pour les suivis déjà contractualisés, il est prévu 4 passages par an. Les récoltes de placette seront situées dans la parcelle agrivoltaïque afin d'obtenir des valeurs de quantité, de qualité et de diversité floristique. Le bilan annuel permettra de tirer les enseignements pour chaque saison et au global de l'impact de l'installation agrivoltaïque.

Conformément à la réglementation en vigueur, TSE confiera à un prestataire indépendant le suivi des résultats agricoles. La contractualisation de cette prestation externalisée sera mise en place après l'obtention du PC. Le suivi portera sur le maintien des structures agroécologiques, le suivi des rendements comparativement à l'espace hors panneaux et le suivi de l'EBE de l'exploitation pendant toute la durée d'exploitation de la centrale.

7 BÉNÉFICES POUR LE TERRITOIRE

7.1 Démarche de dialogue territorial engagée

En parallèle des échanges avec les exploitants et le propriétaire des parcelles agricoles concernées par le projet, la société TSE a engagé un dialogue avec les acteurs locaux pour les informer et les associer au développement du projet. Diverses actions, présentées dans le tableau suivant, ont été réalisées.

Tableau 19 : Actions réalisées dans la démarche de dialogue territorial

Dates	Actions réalisées
Octobre 2024	M. Antoine Clémenceau, propriétaire de la parcelles et exploitant a contacté TSE pour réaliser une installation agrivoltaïque sur une parcelle à faible potentiel et dans l'objectif de mettre en place une prairie.
25 février 2025	Rencontre du Maire, M. Jousset, pour présentation du projet
Mars 2025	Envoi d'un courrier d'information au riverain
2 avril, 16 avril et 12 septembre 2025	Rencontre entre les voisins du projet et TSE
20 août 2025	Seconde rencontre avec M. le Maire
9 octobre 2025	Présentation du projet en Pôle EnR à la DDT
5 novembre 2025	Comité de Projet en présence de 3 représentants de l'EPCI, 2 personnes de la commune et un représentant du syndicat intercommunal d'énergies du Maine-et-Loire

7.2 Prise en compte des enjeux environnementaux

7.2.1 Évolutions du projet en phase conception

Au cours de son développement, le projet a évolué pour tenir compte des enjeux environnementaux.

Une étude pédologique a été réalisée pour identifier des éventuelles zones humides. Au total 41 sondages ont été réalisés sur la zone d'étude et mettent en évidence des sols avec une texture sablo-limoneuse ou limono-argileuse. Parmi ces sondages :

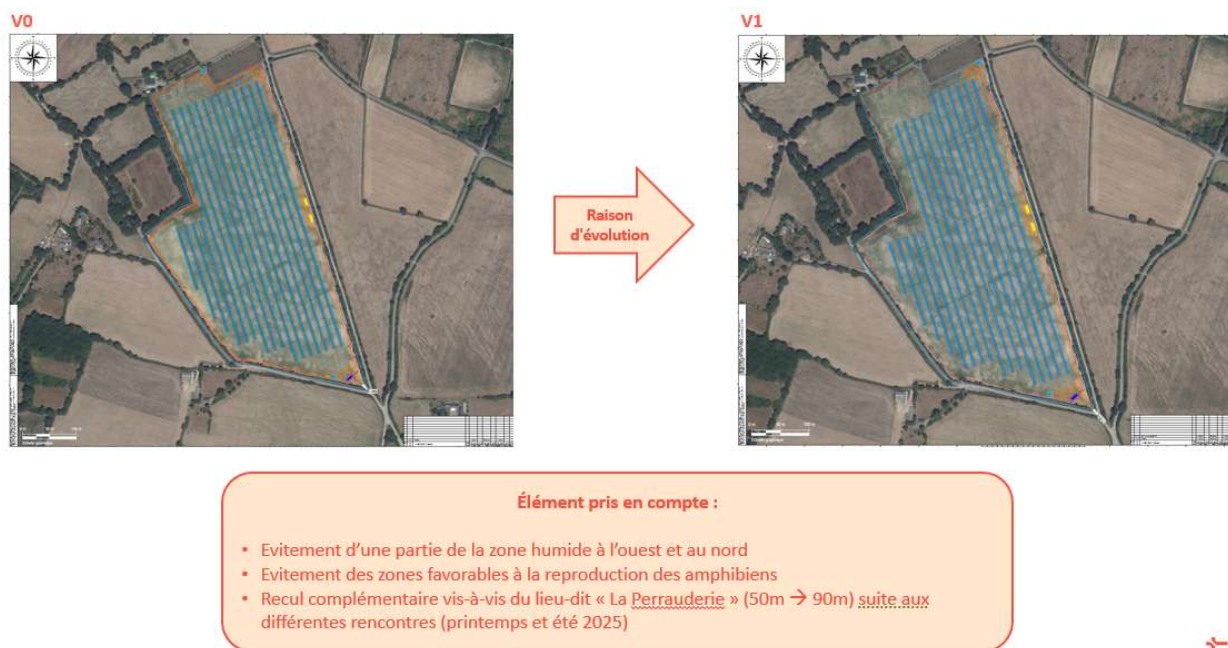
- 32 présentent des traces d'hydromorphie caractéristiques des zones humides.
- 3 présentent une typologie GEPPA de classe Vb et sont donc composés de plus de 5% de traces rédoxiques apparaissant avant 25 cm et s'intensifiant avec la profondeur.
- 28 présentent une typologie GEPPA de classe Va et sont composés de plus de 5% de traces rédoxiques apparaissant avant 25 cm et disparaissant après 50 cm.
- Un sondage marqué refus a également été placé comme humide, par les sondages aux alentours du point.
- 9 sondages ne sont pas caractéristiques de zones humides.
- 2 sondages présentent une typologie GEPPA de classe IVc, c'est-à-dire qu'ils sont composés de plus de 5% de traces rédoxiques apparaissant après 25 cm et s'intensifiant avec la profondeur.
- 5 sondages ne présentent pas de traces d'hydromorphie et sont qualifiés de sols sains

Ainsi, 13,8 ha de zone humide ont été inventoriés. Par conséquent, l'implantation a évolué afin d'éviter une partie de la zone humide à l'ouest et au nord. Au total, l'impact sur les zones humides est

seulement de 4,18 m² sur la parcelle agrivoltaïque avec les pieux de l'installation, mais de 5 171,9 m² sur l'ensemble de la parcelle clôturée principalement en raison des pistes imposées par le SDIS.

Par ailleurs, une zone identifiée comme favorable à la reproduction des amphibiens a été intégralement évitée. Enfin, un recul supplémentaire a été opéré en limite nord du projet à la suite d'échanges avec les riverains, afin de réduire les effets de vis-à-vis.

Evolution du projet



tse

Figure 30 : Présentation des évolutions du projet

7.2.2 Préconisations en phase chantier

Une charte de recommandations agronomiques a été mise en place pour limiter les impacts de la phase chantier et des interventions de maintenance sur le potentiel agronomique de la parcelle agricole. Des mesures préventives et correctives ont ainsi été formalisées pour minimiser le compactage du sol et éviter l'altération de la couche de terre végétale sur toutes les centrales développées par TSE.

Les impacts de la phase chantier sont par ailleurs, intégrés dans les préconisations environnementales émises par le bureau d'études. Des mesures d'évitement, de réduction et de compensation sont déclinées dans un plan d'action afin de limiter les impacts environnementaux de la construction.

7.3 Retombées locales

7.3.1 Fiscalité

L'installation agrivoltaïque est soumise à l'imposition forfaitaire des entreprises de réseaux (IFER), taxe prélevée au profit des collectivités territoriales ou d'organismes divers. L'IFER s'applique aux centrales de production d'énergie électrique d'origine photovoltaïque dont la puissance est supérieure ou égale à 100 kilowatts, tel que ce projet. L'installation est également soumise à la taxe d'aménagement. Le tableau suivant présente les modalités de ces différentes taxes.

Tableau 20 : IFER et Taxe d'aménagement

Taxe	Taxe d'aménagement	IFER*
Païement	Phase de construction	Chaque année pendant la phase d'exploitation
Montant	12 € par m2 de surface de panneau	3,542€ / kW injecté (2025)
Commune	Taux voté	20%
EPCI	/	50%
Département	Taux max de 2,50%	30%

*Taux d'IFER pour les 20 premières années

SIMULATION IFER

- Pour le projet agrivoltaïque de **Feneu** les retombées financières seraient d'environ **4 000€ à 4 500 €** par an pour la commune.
- Entre **10 000€ et 11 000€** pour la Angers Loire Métropole.
- Entre **6 000€ et 6 500€** pour le Département de la Mayenne.

7.3.2 Débouchés de l'énergie produite

L'électricité produite est directement et totalement injectée sur le réseau public via un poste source.

Physiquement, l'électricité produite par la centrale agrivoltaïque alimentera les consommateurs les plus proches de la centrale et contribuera à l'équilibre électrique du réseau local. La production de l'installation représentera l'équivalent de la consommation annuelle (hors chauffage) d'approximativement 4 070 habitants.

Conclusion

Cette note met en lumière les synergies potentielles entre le projet d'agrivoltaïsme, porté par la société TSE, et l'activité agricole sur l'exploitation du GAEC des Deux Marronniers.

Concernant le caractère principal de l'activité agricole, 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 surfaces non exploitables pour l'agriculture se limitent à 4,24 m² non exploitables à l'échelle des parcelles agrivoltaïque, soit 0,0047% de leur surface, ce qui se situe bien en dessous du seuil réglementaire.

Les bénéfices de l'agrivoltaïsme sur l'exploitation ne se limitent pas à la simple cohabitation des deux activités. Les panneaux photovoltaïques apportent un abri et une protection climatique bénéfiques pour les végétaux et les animaux, en particulier dans un contexte de changement climatique. Les panneaux créeront de l'ombre au pâturage pour le troupeau de génisse, ce qui génèrera un impact positif sur leur bien-être lors des périodes de fortes chaleurs. 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.

Au regard de la production significative, le taux de chargement de l'exploitation ne sera pas influencé négativement par le projet, et permet au contraire de sécuriser l'autonomie fourragère grâce à l'ajout de surface pâturable. Enfin, concernant la durabilité des revenus, le projet n'engendrera pas de coûts supplémentaires pour les exploitants.

Le projet, à ce stade, respecte les critères réglementaires permettant sa qualification en tant que projet agrivoltaïque.

Bibliographie

- Agreste. 2022. Recensement agricole 2020 - La Maine-et-Loire, un département d'élevage de granivores et de grandes cultures.
- Bernacchi, Carl J., Ursula M. Ruiz-Vera, Matthew H. Siebers, Nicholas J. DeLucia, et Donald R. Ort. 2023. « Short- and long-term warming events on photosynthetic physiology, growth, and yields of field grown crops ». *Biochemical Journal*. Vol. 480, n°13, p. 999-1014.
- Bessière, Mathieu, et Arnaud Bessière. 2020. *Le pâturage tournant dynamique*. Paris : Editions France agricole, (Agriproduction). ISBN : 978-2-85557-684-8.
- ClimatBat, et Chambres d'agriculture. 2023. « Le stress thermique chez les bovins ». Dans : climatbat.chambres-agriculture.fr [En ligne]. Disponible sur : < <https://climatbat.chambres-agriculture.fr/bovins/stress-thermique-chez-les-bovins/> >
- Deiss, Véronique. 2024. Rapport d'étude sur le bien-être animal – Centrale solaire de CVE à Bissey-sous-Cruchaud.
- Dumont, B, A Farrugia, et J.P Garel. 2007. Pâturage et biodiversité des prairies permanentes.
- 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).
- Gis Sol. 2024. Description de l'Unité Cartographique de Sol (UCS) numéro 60.
- Gis Sol, et Sols & Territoires. 2019. Les sols dominants en France métropolitaine.
- IDELE, et CNIEL. 2020. « Centre de ressources du Programme Climalait ». Disponible sur : < <https://idele.fr/climalait/> > (Consulté le 9 septembre 2025).
- 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.
- Oliveira, Charles Paranhos, Fernanda Campos De Sousa, Alex Lopes Da Silva, Érica Beatriz Schultz, Roger Iván Valderrama Londoño, et Pedro Antônio Reinoso De Souza. 2025. « Heat Stress in Dairy Cows: Impacts, Identification, and Mitigation Strategies ». *Animals*. Vol. 15, n°2, p. 249.
- Sage, Rowan F., et David S. Kubien. 2007. « The temperature response of C₃ and C₄ photosynthesis ». *Plant Cell & Environment*. Vol. 30, n°9, p. 1086-1106.
- Sharpe, K.T., B.J. Heins, E.S. Buchanan, et M.H. Reese. 2021. « Evaluation of solar photovoltaic systems to shade cows in a pasture-based dairy herd ». *Journal of Dairy Science*. Vol. 104, n°3, p. 2794-2806.
- Vallée, Roxane. 2021. Impact du stress thermique sur les vaches laitières.
- Weselek, Axel, Andrea Bauerle, Jens Hartung, Sabine Zikeli, Iris Lewandowski, et Petra Högy. 2021. « Agrivoltaic system impacts on microclimate and yield of different crops within an organic crop rotation in a temperate climate ». *Agron. Sustain. Dev.* Vol. 41, n°5, p. 59.

ANNEXES

<i>Annexe 1 : Attestation MSA prouvant que l'exploitant est actif.....</i>	<i>47</i>
<i>Annexe 2 : Présentation de Climadiag et explication des données</i>	<i>49</i>
<i>Annexe 3 : Modélisations climatiques Climadiag.....</i>	<i>53</i>
<i>Annexe 4 : Présentation des résultats des sites pilotes de ©TSE</i>	<i>56</i>

Annexe 1 : Attestation MSA prouvant que l'exploitant est actif



Beaucouzé, le 12/12/2025

Attestation d'affiliation chef d'exploitation
 n° 49_DDA_20251212_286


Code de sécurité :

254978945461218
 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.maineetloire.msa.fr
 rubrique services en ligne > vérification d'attestations
 - en contactant la MSA de Maine et Loire ou son délégataire
 Ce contrôle peut être effectué pendant un an après publication de l'attestation.

M AUBERT SAMUEL
 LD LE HARDAS
 49220 LONGUENEE EN ANJOU

La MSA de Maine et Loire certifie que :

Monsieur AUBERT SAMUEL
LD LE HARDAS
49220 LONGUENEE EN ANJOU
1730949007382

est affilié(e) en qualité de membre de société non salarié agricole auprès de notre
 organisme depuis le 01/11/1997.

A la date du 12/12/2025 :

- l'activité est exercée à titre principal.
- la superficie mise en valeur est de 167,4087 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 de Maine et Loire

3 rue Charles Lacretelle BEAUCOUZE 49938 ANGERS CEDEX 9

02 41 31 75 75 - www.maineetloire.msa.fr



Beaucouzé, le 12/12/2025

Attestation d'affiliation chef d'exploitation
 n° 49_DDA_20251212_279


Code de sécurité :

25493D4A88E6EBC
 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.maineetloire.msa.fr
 rubrique services en ligne > vérification d'attestations
 - en contactant la MSA de Maine et Loire ou son délégataire
 Ce contrôle peut être effectué pendant un an après publication de l'attestation.

Mme AUBERT CHRISTELLE
 LD LE HARDAS
 49220 LONGUENEE EN ANJOU

La MSA de Maine et Loire certifie que :

Madame AUBERT CHRISTELLE
LD LE HARDAS
49220 LONGUENEE EN ANJOU
2741049277039

est affilié(e) en qualité de membre de société non salarié agricole auprès de notre
 organisme depuis le 01/04/2008.

A la date du 12/12/2025 :

- l'activité est exercée à titre principal.
- la superficie mise en valeur est de 167,4087 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 de Maine et Loire
 3 rue Charles Lacretelle BEAUCOUZE 49938 ANGERS CEDEX 9
 02 41 31 75 75 - www.maineetloire.msa.fr

Annexe 2 : Présentation de Climadiag et explication des données


[À propos](#) [Indicateurs](#) [Données](#) [FAQ](#) [Se déconnecter](#)

DONNÉES DE PROJECTIONS CLIMATIQUES SELON LA TRAJECTOIRE DE RECHAUFFEMENT DE RÉFÉRENCE POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE (TRACC)

Qu'est-ce qu'une modélisation climatique ?

Des modèles climatiques numériques sont utilisés pour projeter l'évolution future possible du système climatique ainsi que pour comprendre le système climatique lui-même. Ils sont construits sur des descriptions mathématiques des processus physiques gouvernants du système climatique (par exemple, la quantité de mouvement, la masse et la conservation de l'énergie, etc.).

Les modèles de circulation générale (GCM) sont des modèles climatiques numériques mondiaux qui sont utilisés pour étudier le changement climatique sur l'ensemble de la planète. Ils décrivent divers composants du système terrestre et les interactions et rétroactions non linéaires entre eux. Afin de simuler le climat passé, les valeurs mesurées de composition atmosphérique (gaz à effet de serre, polluants, aérosols anthropiques) et d'occupation des sols sont utilisées comme données de forçage, tandis que pour les projections futures, les valeurs de scénarios socio-économiques particuliers sont utilisées.

En raison du grand nombre de points de données et de la grande complexité des GCM, leur intégration nécessite une grande quantité de ressources de calcul. La résolution de leur maillage horizontal varie actuellement de 50 à 150 km et ils fournissent une sortie avec une fréquence temporelle de 6 heures.

Avec ce type de projections GCM, il est difficile de prendre en compte les phénomènes météorologiques locaux, comme ceux qui se produisent en montagne ou sur une île dont la taille est inférieure à celle de la maille. Le relief des terres émergées n'est pas très détaillé : les Pyrénées ne dépassent pas 1000 m ; le Massif central et les Alpes ne forment par exemple qu'un seul bloc, ce qui masque le sillon rhodanien et les phénomènes météorologiques qui s'y produisent, comme le mistral (voir figure ci-dessous). Or, des diagnostics fins sur l'évolution future de ce type de phénomènes sont indispensables aux acteurs socio-économiques pour mener des études d'impact du changement climatique, dans des domaines comme l'hydrologie ou la production agricole. Le dernier inconvénient des modèles globaux est leur faible capacité à simuler les événements extrêmes (vents violents, précipitations intenses) qui sont souvent liés à des phénomènes de petite échelle.

Pour affiner le diagnostic issu des modèles globaux, les climatologues produisent des simulations régionalisées, à l'aide de modèles de climat régionaux (RCM pour Regional Climate Models). Ces derniers ne couvrent qu'une partie du globe, l'Europe par exemple, et sont forcés aux bords par les modèles globaux. Ils offrent une haute résolution spatiale (de 10 à 20 km) qui permet une meilleure représentation du climat local (reliefs, contrastes terre-mer, traits de côte complexes) (voir figure ci-dessous : relief et trait de côte).

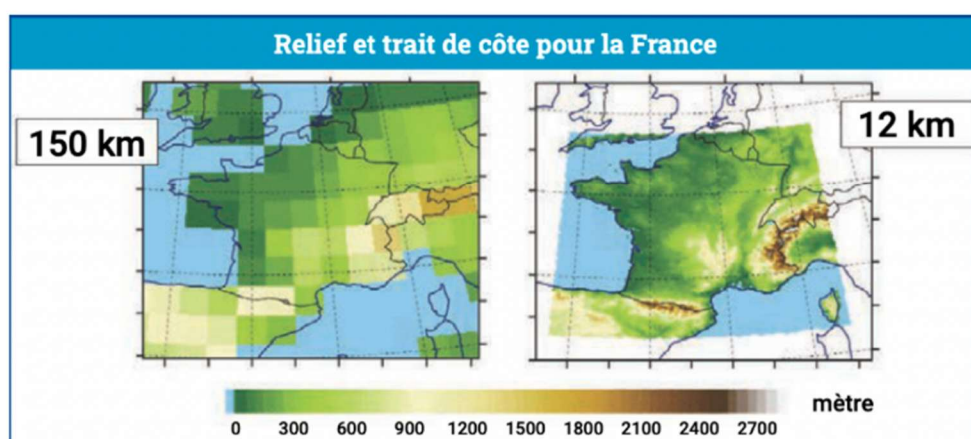
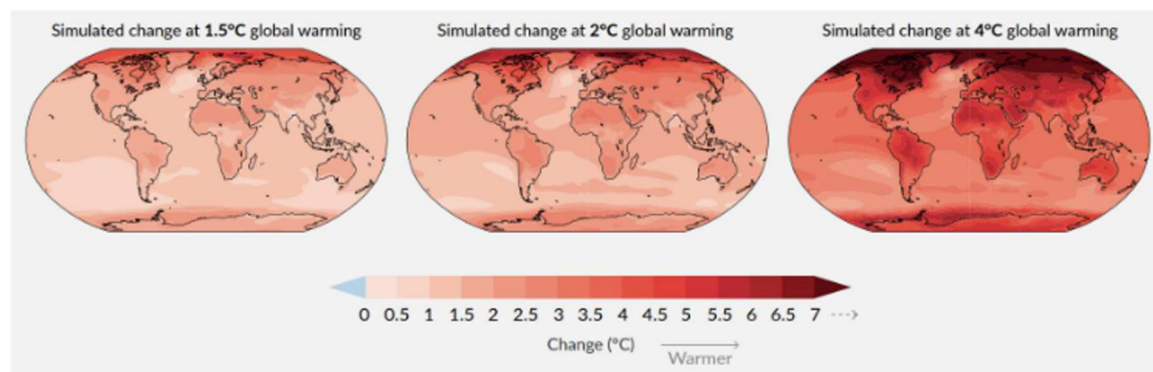


Illustration de la différence de résolution entre la modélisation climatique globale (150 km de résolution) et la modélisation climatique régionale (12 km) sur le relief et le trait de côte de la France (C. Cassou, Cerfacs). L'échelle de couleur représente l'altitude des mailles des modèles (en mètres).

Approche par niveau de réchauffement

Le dernier rapport du GIEC (AR6; IPCC 2021) a mis en avant une approche visant à documenter le climat de la planète pour différents niveaux de réchauffement. L'objectif est de décrire le climat dans un monde à un niveau de réchauffement donné, plutôt qu'à une échéance et pour un scénario d'émissions donnés. On parlera donc par exemple du climat pour un niveau de réchauffement planétaire de +2°C par rapport à la période pré-industrielle (Figure 1).



Changement de température moyenne annuelle (°C) par rapport à 1850-1900 pour les niveaux de réchauffement planétaires +1.5°C (à gauche), +2°C (au centre) et +4°C (à droite). Source : AR6, Figure SPM5(b).

Cette approche repose sur l'hypothèse selon laquelle, à un niveau de réchauffement planétaire donné, les changements climatiques, leurs impacts et les risques qui y sont liés sont les mêmes pour tous les scénarios d'émissions envisagés et indépendants du moment où ce niveau est atteint. De nombreuses études ont montré que, pour la plupart des variables climatiques, la réponse régionale à un niveau de réchauffement donné est cohérente entre les différents scénarios d'émissions.

L'intérêt de l'approche par niveau de réchauffement planétaire est aussi d'établir un lien direct entre les objectifs des négociations internationales (e.g., accord de Paris visant à limiter le réchauffement sous la barre des +2°C) et les impacts locaux en facilitant la comparaison des changements attendus par pays, par exemple au niveau européen. Elle permet aussi de restaurer une certaine cohérence entre les résultats des modèles individuels malgré des rythmes de réchauffement différents (e.g., un modèle CMIP6 est déjà à +2°C de réchauffement en 2022 alors qu'un autre n'atteint +2°C qu'en 2069). En raisonnant à +2°C de réchauffement planétaire, tous les modèles redeviennent pertinents pour décrire les changements climatiques correspondant à un tel réchauffement.

La trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) dont la France s'est dotée au printemps 2023 en préparation du 3e Plan National d'Adaptation au

Changement Climatique (PNACC-3) repose sur une approche par niveau de réchauffement planétaire. L'objectif est de fixer un référentiel pour les actions d'adaptation au réchauffement climatique, commun à tous les secteurs et territoires. Au vu des politiques climatiques mises en place et des engagements actuels des États en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre dont les impacts ont été évalués par le GIEC, trois niveaux de réchauffement planétaire ont été retenus. Ils ont été déclinés sur la France métropolitaine à partir de [correspondances entre réchauffement global et réchauffement national](#), basées sur les données des projections climatiques globales préparées pour le 6e rapport du GIEC et d'une méthode statistique sur les contraintes observationnelles (Ribes et al, 2022).

La TRACC définit ainsi :

- Un niveau de réchauffement planétaire de +1.5°C en 2030 correspondant à un niveau de réchauffement France métropolitaine de +2°C (référence pré-industrielle).
- Un niveau de réchauffement planétaire de +2°C en 2050 correspondant à un niveau de réchauffement France métropolitaine de +2,7°C (référence pré-industrielle).
- Un niveau de réchauffement planétaire atteignant +3°C en 2100 correspondant à un niveau de réchauffement France métropolitaine de +4°C (référence pré-industrielle).

Simulations climatiques disponibles dans Climadiag Agriculture

Crée en 2009, le programme EURO-CORDEX est la branche européenne du projet international CORDEX (Coordinated Regional Downscaling Experiment), un programme soutenu par le Programme Mondial de Recherche sur le Climat (WCRP) qui vise à organiser et coordonner un cadre international de production de projections climatiques régionales pour toutes les régions continentales du globe. EURO-CORDEX met à disposition des simulations climatiques basées à la fois sur des modèles utilisant des descentes d'échelle statistiques et dynamiques, forcés par les modèles globaux utilisés dans le 5^e rapport du GIEC (CMIP5).



Publié à l'automne 2023 sur le portail [DRIAS](#), les [futurs du climat](#), l'ensemble de projections climatiques régionales Explore 2 (mise à jour du précédent ensemble DRIAS-2020) propose une sélection de 17 simulations de l'ensemble européen EURO-CORDEX identifiées comme les plus pertinentes sur le territoire français.

Ces projections bénéficient en outre d'un ajustement statistique à partir des données observées du réseau de Météo-France sur plusieurs décennies. Cet ajustement permet de corriger les biais présents dans tout modèle climatique, ce qui est indispensable pour pouvoir calculer un grand nombre d'indicateurs climatiques basés notamment sur des seuils absolus. Cette étape d'ajustement statistique permet également de proposer une résolution améliorée de 8 km.

Les données utilisées dans l'application Climadiag Agriculture correspondent aux 17 projections du jeu TRACC-2023 distribuées sur le portail DRIAS – les futurs du climat et issues du projet national Explore 2. Elles ont été choisies pour répondre aux trois objectifs suivants :

- Être à haute résolution spatiale, permettant des diagnostics fins sur les phénomènes météorologiques locaux et leur évolution future.
- Couvrir au mieux les incertitudes inhérentes à toute projection.
- Être cohérentes avec l'analyse d'impacts hydrologiques (eaux de surface, eaux souterraines) produits dans le cadre du projet Explore 2 et avec les changements attendus sur la France décrits par des ensembles plus larges tels que CMIP6.

Pour assurer que l'ensemble soit constitué des mêmes simulations quel que soit le niveau de réchauffement ciblé, seules les projections pour le scénario de fortes émissions (RCP 8.5) sont utilisées dans le cadre de la TRACC. Ce scénario a été choisi car c'est celui pour lequel le plus grand nombre de simulations sont disponibles (17 couples GCM/RCM), et le seul qui permet de traiter des niveaux de réchauffement planétaire élevés (+3°C notamment). Rappelons que l'approche par niveau de réchauffement repose sur l'hypothèse selon laquelle le scénario d'émissions influe peu sur les changements climatiques associés à un niveau de réchauffement donné.

Une description détaillée de l'ensemble TRACC 2023 est disponible [ici](#).

GCM/RCM	ALADIN 63 V2	HadGEM3- GA7-05	RACMO22E	RCA4	HadGEM2- ES	HIRHAM5	CCLM4- 8-17	RegCM4- 6	REMO
CNRM-CM5	X	X							
EC-EARTH		X	X	X					
IPSL-CM5A- MR				X	X				
HadGEM2- ES	X	X				X	X		
MPI-ESM- LR						X	X	X	
NorESM1-M					X			X	X

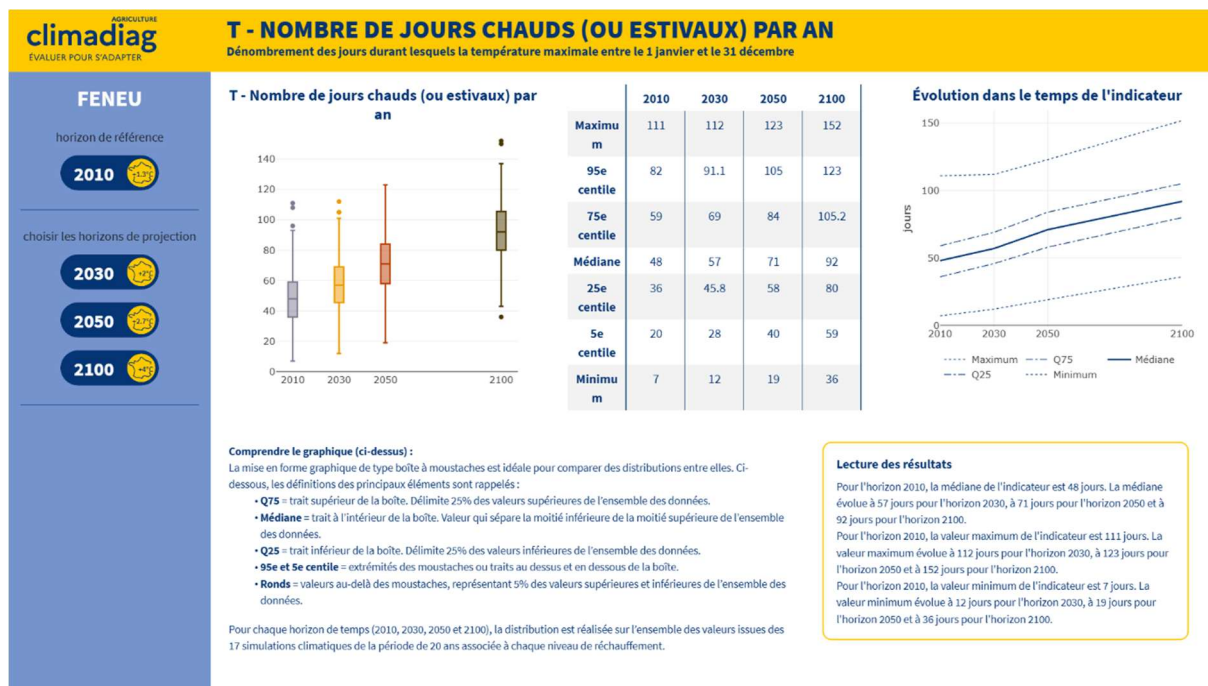
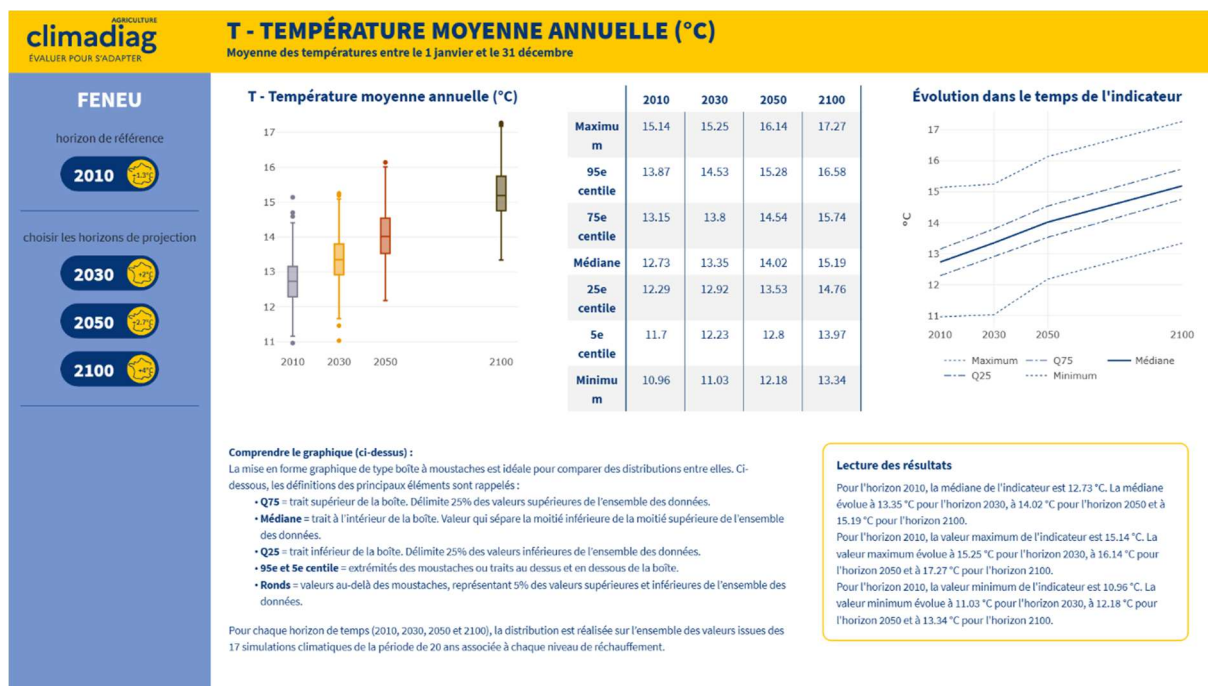
Liste des couples GCM/RCM sous scénario RCP8.5 utilisés pour le jeu de données TRACC

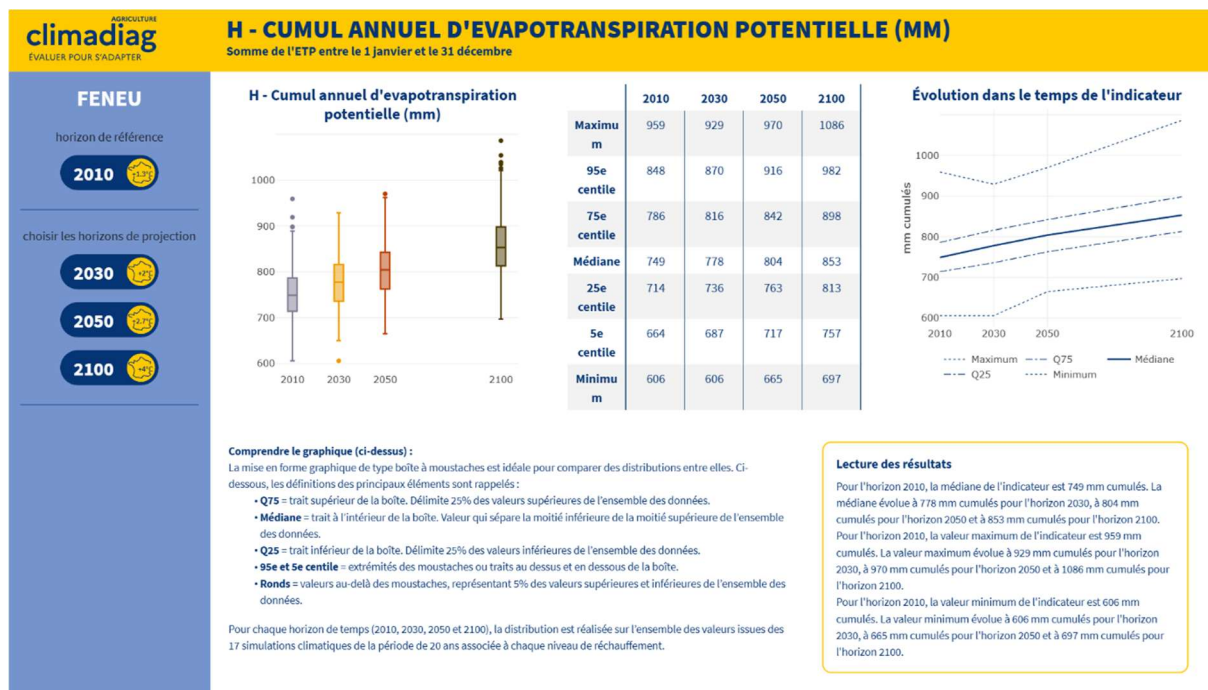
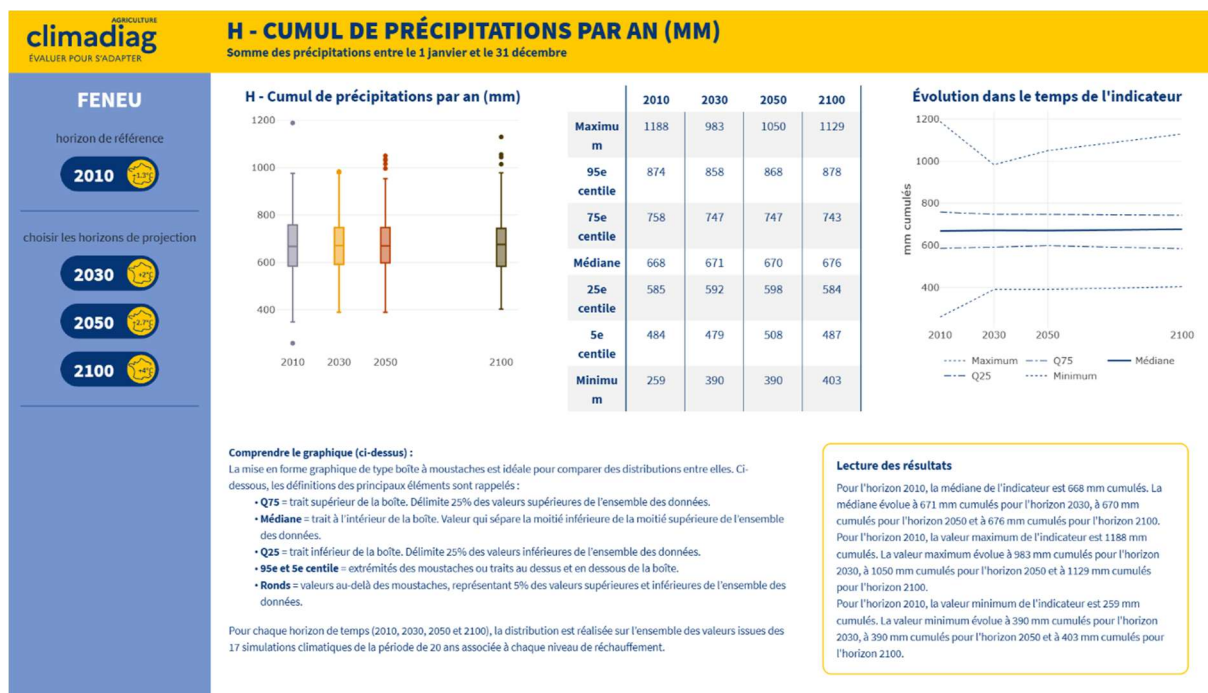
Caractéristiques des simulations Climadiag Agriculture

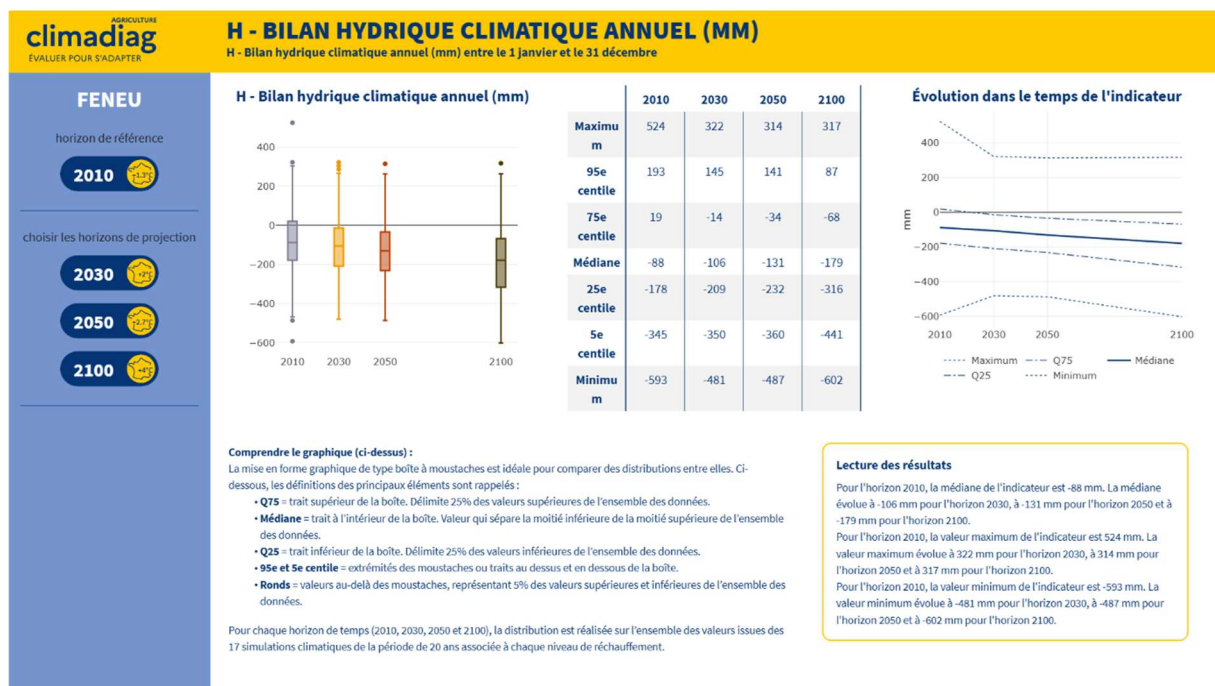
- Résolution géographique : Toutes les simulations proposées correspondent à la résolution géographique de 8 km.
- Niveaux de réchauffement : Les trois niveaux de réchauffement correspondant à la TRACC sont proposés : +2°C en 2030, +2,7°C en 2050 et +4°C en 2100 (niveau pré-industriel). Un niveau de réchauffement France +1,3°C (correspondant au réchauffement planétaire +1°C) est rajouté pour représenter le climat récent des deux dernières décennies.
- Variables climatiques : De nombreuses variables climatiques sont disponibles pour chaque couple GCMxRCM. De manière systématique, les variables précipitations, température minimale, température maximale, température moyenne, et vitesse moyenne du vent sont disponibles. Les données de rayonnement sont aussi proposées pour 5 simulations. L'ETP est également disponible pour tous les couples de simulations proposés (méthode Penman Monteith selon la formulation FAO avec extrapolation Hargreaves 0.175 pour le rayonnement). Une variable SWI (Soil Wetness Index) issue de simulations hydroclimatiques SIM2 réalisées dans le cadre du projet Explore 2, permet de représenter les évolutions du contenu en eau du sol selon les besoins des plantes. La valeur 1 de l'indice correspond à un contenu en eau du sol à capacité au champ et la valeur 0 au point de flétrissement pour la végétation représentée à la maille 8 km.
- Période disponible : Pour chacun des jeux de modélisation et chaque niveau de réchauffement, une période de 20 années est considérée.
- Pas de temps : Pour chaque variable climatique, les données sont journalières.

© 2025 Solagro - Météo-France - Mentions légales - Nous contacter : climadiag-agriculture@solagro.asso.fr

Annexe 3 : Modélisations climatiques Climadiag

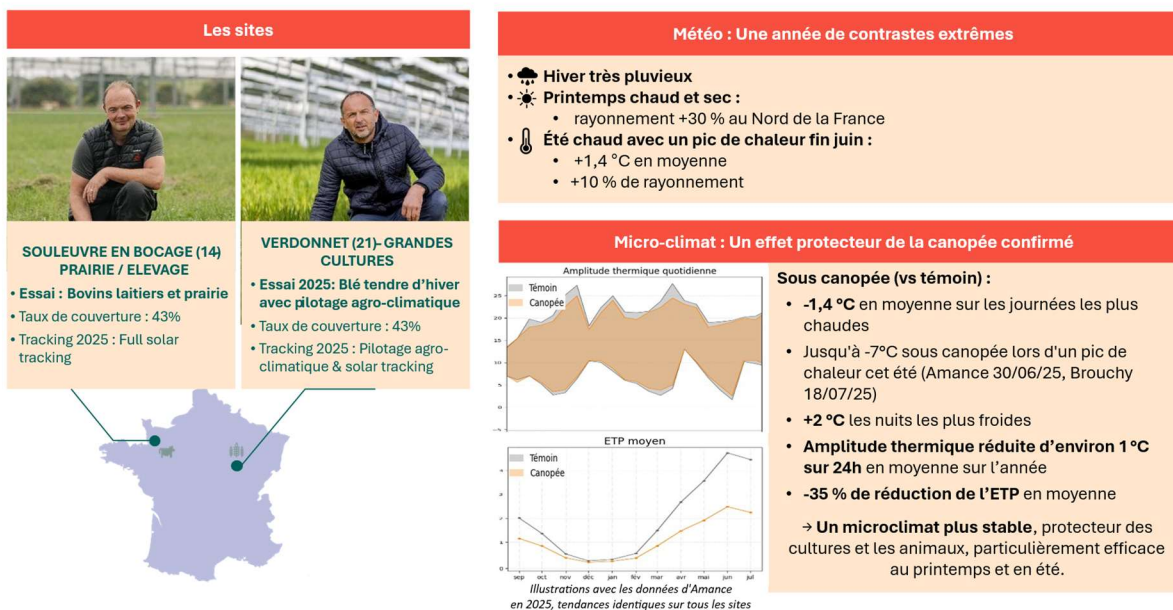




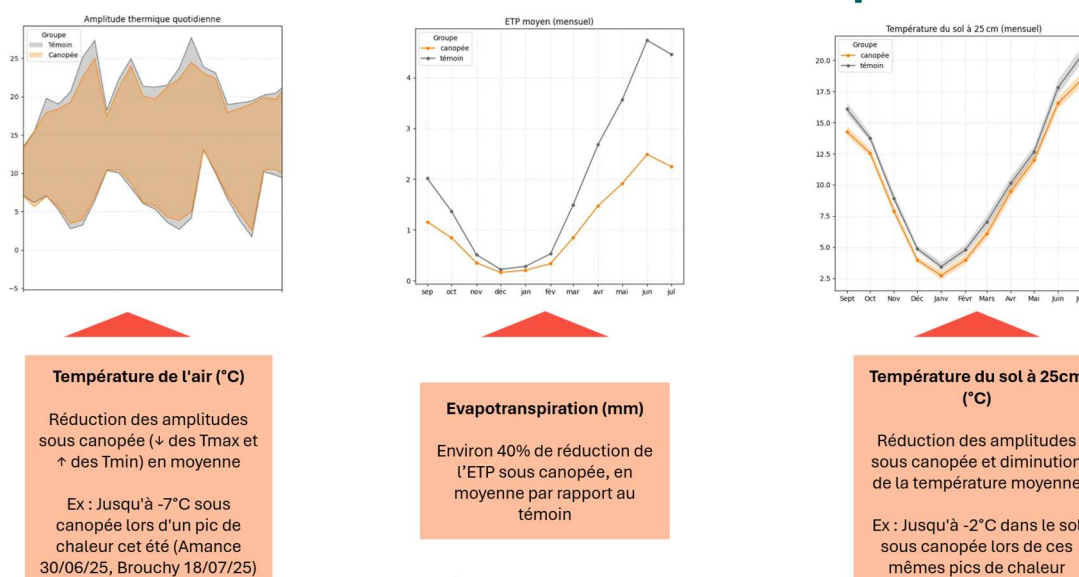


Annexe 4 : Présentation des résultats des sites pilotes de ©TSE

2025 : D'un hiver pluvieux à une année sèche, chaude et lumineuse



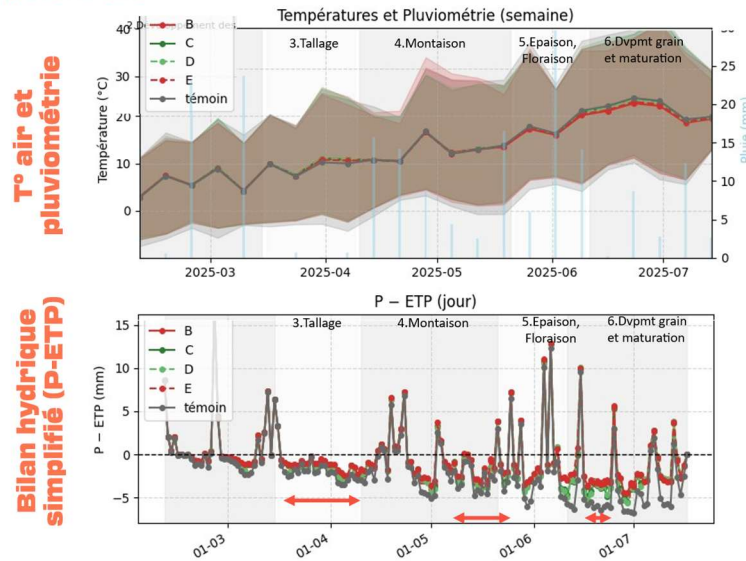
Focus sur le microclimat sous canopée : confirmation des effets observés les années précédentes



tse

Canopée agricole de Verdonnet (21) - Blé tendre d'hiver

Focus sur le pilotage agro-climatique : Impact sur la température et l'évapotranspiration potentielle



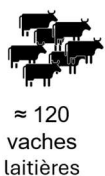
De début tallage (mi-mars) à stade pâteux (début juillet) :

- Amplitudes thermiques réduites sous la canopée
- Température moyenne similaire entre témoin, solar tracking et pilotage agro-climatique, sauf en fin de cycle où le pilotage maintient un air légèrement plus frais.
- Pluviométrie totale : 135 mm entre le 15 mars et le 1^{er} juillet.
 - Réduction de l'ETP :
 - 36 à -41 % sous solar tracking
 - 29 à -30 % sous pilotage agro-climatique par rapport au témoin (période du 15/03 au 01/07).
- Trois périodes sèches principales, compensées par des pluies régulières tout au long du cycle.

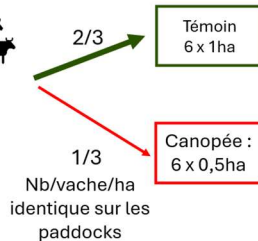
tse

Canopée agricole de Soulevre-en-Bocage (14)

BOVIN LAITIER



≈ 120 vaches laitières



Déc. 2023
Mise en service

3 ha
Parcelle test de 3ha + 6 ha de témoin

9 ans
Suivi agronomique

Partenaires agricoles
INSTITUT DE L'ÉLEVAGE IDELE AGRICULTURES À TERRITOIRES

RESULTATS OBTENUS

- Performances zootechniques: Pas d'impact visibles à ce stade**
 - Données étudiées: Production de lait, Taux protéine, Taux matières grasses, Cellule → analyses détaillées à venir
- Comportement: Aucune différence nette observée**
 - Deux journées d'observations → analyses détaillées à venir
- Le confort thermique est amélioré**
 - L'ombrage diminue le rayonnement et apporte du confort.
 - Par fortes T°, vaches allongées sous canopée ; en témoin, recherche d'abri.
 - 2026: Quantifier avec un indicateur intégratif (type WBGT) adapté aux bovins



tse