



Demande d'examen au cas par cas
Présentée par Mana SGE

Projet d'ombrières agrivoltaïques
Commune de Sainte-Gemme
(Gironde)

Annexe 10 – Dossier Technique

Table des matières

1	Rappel Règlementaire	3
1.2	Procédure d'évaluation environnementale	3
1.3	Caractère agrivoltaïque du projet.....	3
2	Situation du projet	4
2.1	Localisation du secteur d'étude	4
2.2	Description générale du site	5
2.3	Le projet agricole.....	6
2.4	Plan de masse du projet	8
2.5	Description technique du projet	10
2.5.1	Modules photovoltaïques du projet.....	10
2.5.2	Tables des modules	Erreur ! Signet non défini.
2.5.3	Ancrages au sol des structures	12
2.5.4	Equipements électriques	12
2.5.5	Modules de stockage	13
2.5.6	Dispositifs de sécurisation	14
2.5.7	Raccordement	16
3	Construction des ombrières agrivoltaïques	17
3.1	Chronologie des travaux	17
3.2	Organisation du chantier	18
3.3	Mise en place des équipements	19
3.4	Remise en état du site	20
3.5	Gestion des déchets pendant le chantier	20
4	Exploitation et maintenance des ombrières agrivoltaïques	20
4.1	Maintenance	20
4.2	Entretien du site	21
4.3	Sécurité.....	21
4.4	Gestion du Bruit	21
4.5	Gestion des ondes électromagnétiques	22
5	Démantèlement du parc photovoltaïque	23
5.1	Démantèlement du site	23
5.2	Recyclage des modules photovoltaïques après exploitation.....	24
6	Bilan carbone du projet.....	25

1 Rappel Règlementaire

1.2 Procédure d'évaluation environnementale

Selon l'article R122 - 2 du code de l'environnement, « Les projets relevant d'une ou plusieurs rubriques énumérées dans le tableau annexé au présent article font l'objet d'une évaluation environnementale, de façon systématique ou après un examen au cas par cas, en application du II de l'article L. 122 - 1, en fonction des critères et des seuils précisés dans ce tableau ».

Le projet d'ombrières agrivoltaïques de Montastruc, relève de la catégorie 30 du tableau suivant, annexé à l'article R122 - 2 du code de l'environnement :

CATÉGORIES de projets	PROJETS soumis à évaluation environnementale	PROJETS soumis à examen au cas par cas
30. Installations photovoltaïques de production d'électricité (hormis celles sur toitures, ainsi que celles sur ombrières situées sur des aires de stationnement)	Installations d'une puissance égale ou supérieure à 1 MWc, à l'exception des installations sur ombrières.	Installations d'une puissance égale ou supérieure à 300 kWc

Il peut donc être soumis à un examen au cas par cas.

1.3 Caractère agrivoltaïque du projet

Les projets photovoltaïques situés en zone agricole doivent relever du cadre règlementaire de l'agrivoltaïsme. C'est le cas du projet.

L'agrivoltaïsme est défini par l'article L.314-36 du Code de l'énergie, issu de l'article 54 de la loi n° 2023-175 du 10 mars 2023, relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables (loi APER) :

« Une installation agrivoltaïque est une installation de production d'électricité utilisant l'énergie radiative du soleil et dont les modules sont situés sur une parcelle agricole où ils contribuent durablement à l'installation, au maintien ou au développement d'une production agricole. »

Le décret du 8 avril 2024 est venu préciser les critères techniques et réglementaires permettant de qualifier une installation comme agrivoltaïque, afin d'assurer la primauté et la pérennité de l'activité agricole.

L'agrivoltaïsme peut se décliner sous différentes formes, en fonction :

- *Du type de production agricole concernée* : pisciculture, ostréiculture, élevage de volailles, pâturage ovin, arboriculture, viticulture, maraîchage, grandes cultures céréalières, etc.

- *Du type de dispositif photovoltaïque utilisé* : ombrières fixes ou mobiles, serres photovoltaïques, panneaux fixes inclinés, systèmes sur trackers (panneaux orientables suivant la course du soleil), structures dynamiques ajustables à la hauteur des cultures ou aux besoins des animaux.

Critères de l'agrivoltaïsme :

Au sein de l'exploitation :

- La production agricole doit rester la principale activité (articles R.314- 118 et R.314-119 du code de l'énergie).
- L'installation agrivoltaïque doit garantir une productivité agricole (R.314-115 et R.314-116 du code de l'énergie)
- Ainsi qu'un revenu durable (R.314-117 du code de l'énergie).

Pour ce faire, l'installation doit apporter au moins l'un des services suivants :

- 1) Amélioration du potentiel et de l'impact agronomique ;
- 2) Adaptation au changement climatique ;
- 3) Protection contre les aléas ;
- 4) Amélioration du bien-être animal.

Une installation portant une atteinte substantielle à l'un de ces services ou une atteinte limitée à deux de ces services ne peut être considérée comme agrivoltaïque.

Le projet porté par Mana SGE répond à l'ensemble des critères définissant l'agrivoltaïsme, de sorte que l'installation pourra être qualifiée d'agrivoltaïque.

Les notes techniques jointes au dossier de permis de construire (Art. R. 431 - 27 du code de l'Urbanisme), qui détaillent la conformité à chacun des critères définissant l'agrivoltaïsme, viendront compléter les éléments du présent document.

2 Situation du projet

2.1 Localisation du secteur d'étude

Le projet d'ombrières agrivoltaïques se situe aux lieux-dits Renateau, Les Grands Eyriaux Nord et les Grands Eyriaux sud, sur la commune de Sainte Gemme, à l'Est du département de la Gironde (33), proche du Lot-et-Garonne (47).

Les parcelles concernées par le projet d'aménagement sont situées à environ 1,4 km au sud-est du bourg de Sainte-Gemme et sont accessibles via la Route Départementale 124 (RD 124) à l'est du bourg puis par la route des lieux dits suivant : Les Faures, Les Grands Eyriaux Nord et Renateau.



Localisation du projet

2.2 Description générale du site

Le site d'étude de 20 ha se situe au sein d'un secteur rural et agricole.

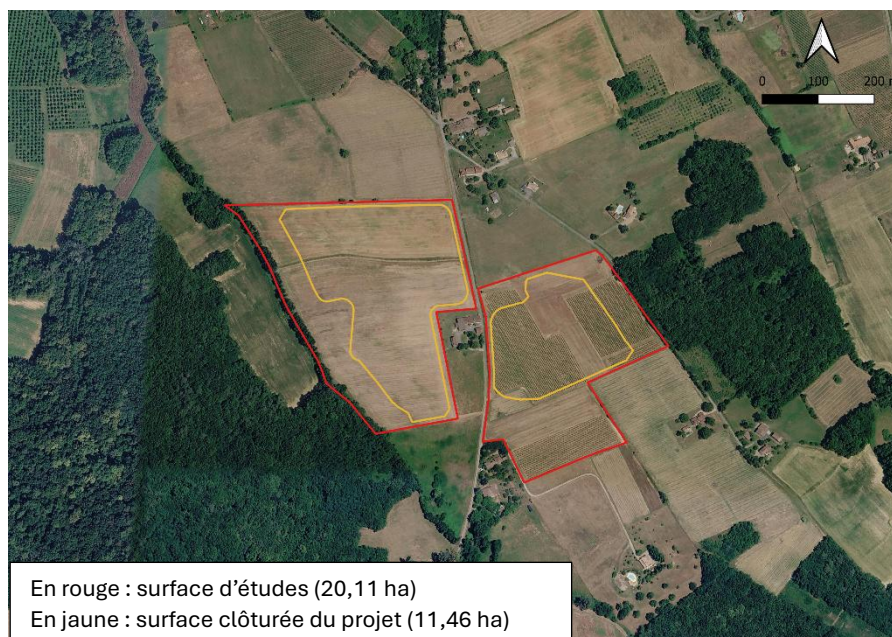
La zone d'étude est implantée dans un paysage typique des paysages de l'Entre-deux-mers.

Le site est relativement plat, avec une légère pente descendante vers la partie ouest qui est bordée par un ruisseau et un bois. Il est également masqué sur sa partie est par une lisière boisée.

Le site est cultivé pour partie en grandes cultures avec un assolement tournant et pour partie en vignes (qui ont vocation à être arrachées), avec des rendements très moyens. Les terres ne sont pas irrigables.

Des bâtiments (agricoles et habitations) sont présents à proximité de la zone étudiée. Les parcelles du projet sont longées par une route communale desservant quelques habitations.

La présence de forêts limite en partie la visibilité. Afin de réduire la visibilité depuis les habitations les plus proches, des mesures de réduction des vues sont prévues (recul des panneaux, implantation de haies...).



Carte du périmètre d'étude et du périmètre d'implantation du projet

Le projet d'ombrières agrivoltaïques porte sur les parcelles suivantes :

Aire d'études du projet	Section	Numéro	Surface parcellaire (m²)
Centrale d'ombrières agrivoltaïques au sol	ZD	53	38 225
	ZE	1	1 180
	ZE	4	37 660
	ZE	5	4 902
	ZE	6	4 052
	ZE	106	69 890
	ZE	107	6 324
	ZE	130	23 751
	ZE	112	15 177
TOTAL			201 161 soit 20,11 ha

2.3 Le projet agricole

Le propriétaire des terres souhaite préparer sa prise de retraite (c'est un exploitant âgé de 53 ans) et diversifier ses revenus en développant une activité d'Entreprise de Travaux Agricoles, (ETA). Aussi, il souhaite transmettre 20 hectares à un exploitant plus jeune.

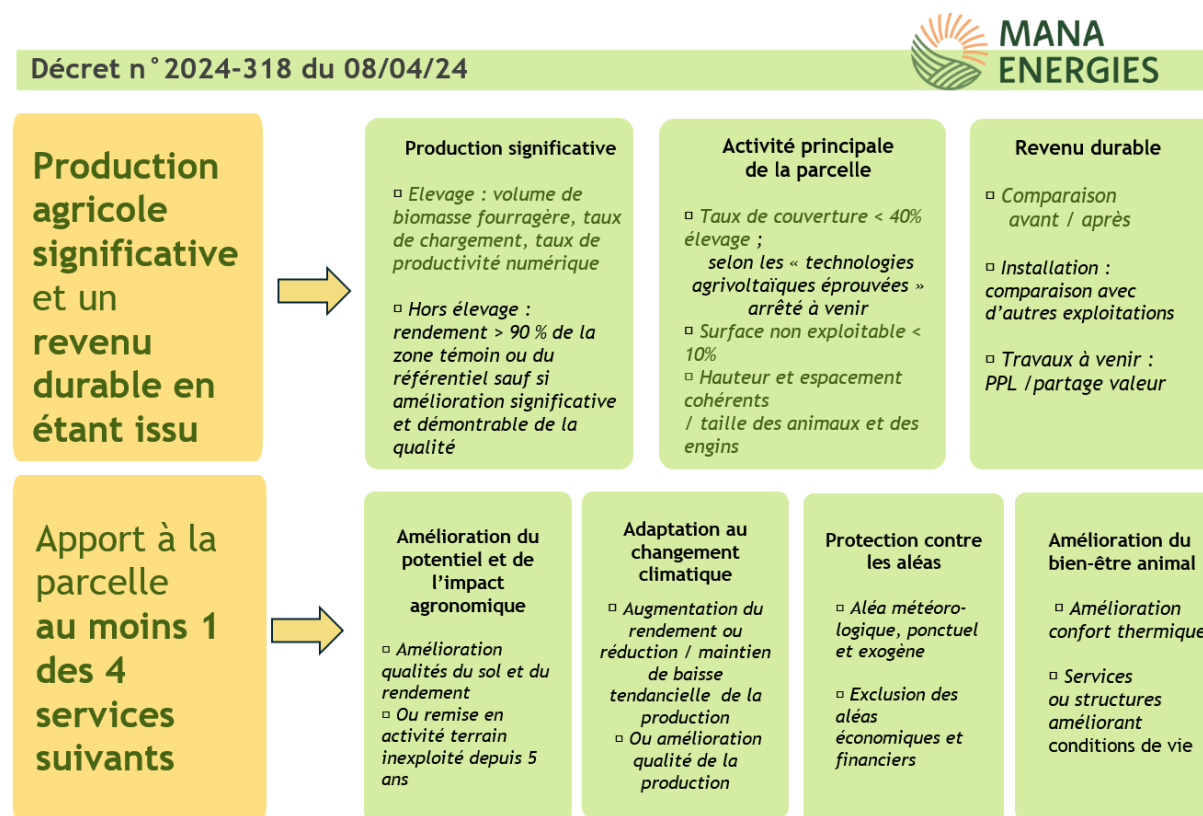
Le futur exploitant des terres, Vincent COLLINEAU (36 ans – gérant de l'EARL La petite Cigogne) est un jeune éleveur installé sur la commune de Monségur, à moins de 3 km à vol d'oiseau du site du projet. Il cherche des terres agricoles à proximité de son exploitation afin de produire de l'herbe à destination des cheptels ovins et bovins viande présents sur son exploitation.

L'objectif de cet exploitant est de limiter ses achats de fourrages à l'extérieur afin d'améliorer son autonomie tout en protégeant ses productions (fourrages et animaux) des aléas climatiques de plus en plus impactants.

Le projet agrivoltaïque s'inscrit dans une démarche de développement de l'exploitation. Le projet permettra d'augmenter la surface pâturable de l'exploitation grâce à l'aménagement et la sécurisation du site en faveur de l'installation d'un élevage mixte ovin et bovins (clôtures, abreuvoirs automatiques...), le bien-être du troupeau et l'augmentation du cheptel. Le projet permettra également la perception d'un revenu fixe pour l'entretien du site au profit de l'exploitant.

Respect du cadre de l'agrivoltaïsme

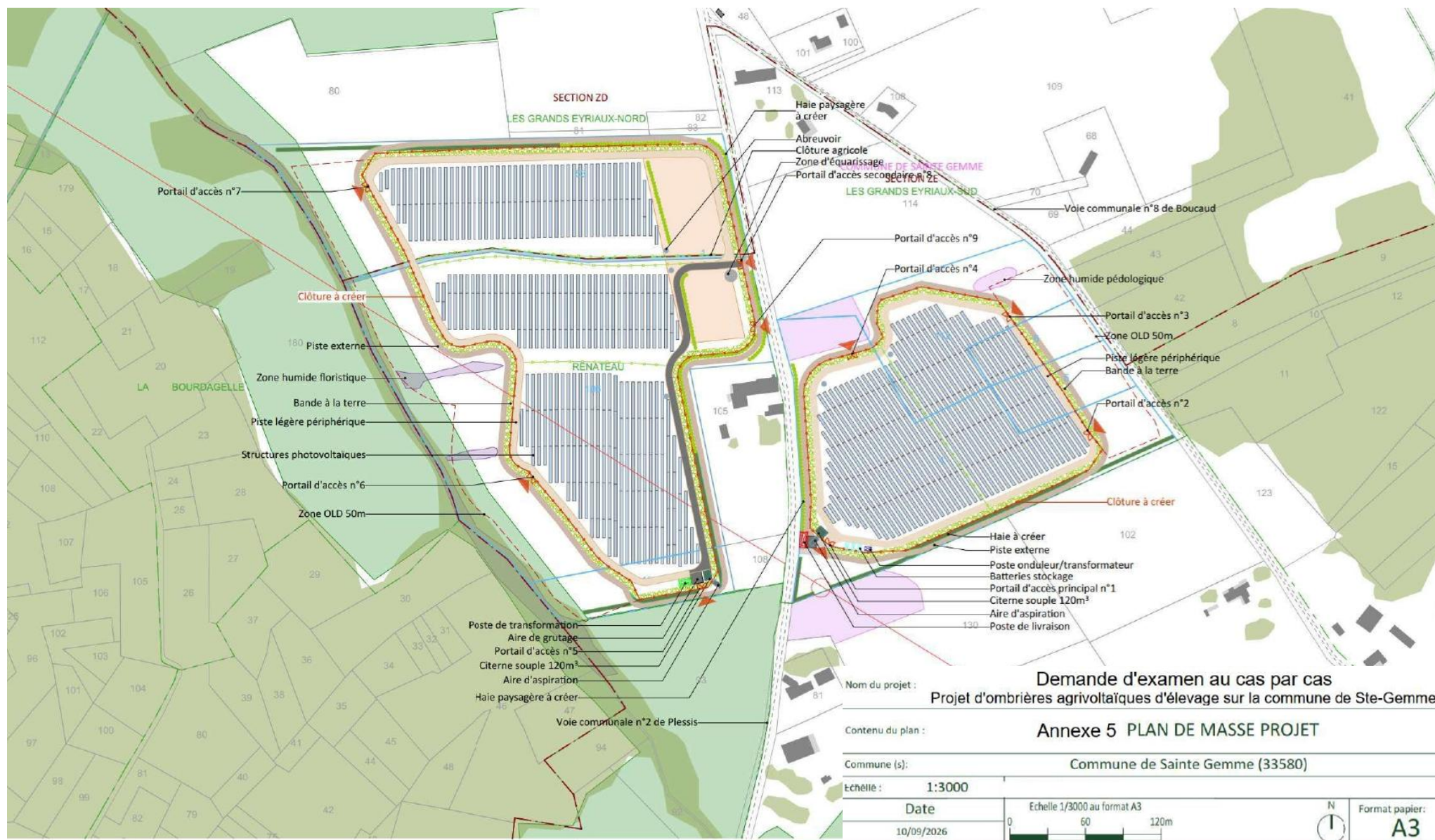
Le projet respectera le cadre réglementaire de l'agrivoltaïsme :



Caractéristiques techniques agricoles

- Installation de trackers
- Hauteur minimum des panneaux à 2,20 m ;
- Espace entre les rangées de panneaux de 5,0 mètres ;
- Aménagement d'une zone de contention (sans ombrières) ;
- Mise à disposition de matériels pour l'éleveur ;
- Parcelles ensemencées en prairie pour pâture ;
- Chargement du troupeau adapté pour un pâturage extensif (environ 1UGB/ ha)

2.4 Plan de masse du projet



2.5 Description technique du projet

Rappel :

Une installation d'ombrières est composée de différentes parties :

- Les modules (ou panneaux) solaires photovoltaïques ;
- Les structures de support ;
- Les fondations ;
- Les réseaux d'énergie et les postes de conversion d'énergie ;
- Les pistes d'accès nécessaires à la maintenance du site ;
- La clôture délimitant la zone, avec portails et système de surveillance.

Le projet concerne l'implantation d'ombrières agrivoltaïques au sol sur une surface clôturée d'environ 11,46 ha.

Fiche d'identité du projet :

Commune	Sainte-Gemme (33)
Emprise	11,46 ha
Technologie implantée	Structures trackers
Surface plancher des locaux techniques	Poste de transformation et de livraison : 51 m²
Surface imperméabilisée	Locaux techniques : 51 m ² , pieux : 12 m ² , citernes (2) : 212 m ² , batteries (3) : 45 m ² , local onduleur batteries : 17 m ²
Surface projetée de panneaux à 0°	3,2 ha
Puissance installée (selon les performances des panneaux actuels)	8,3 MWc

2.5.1 Modules photovoltaïques du projet

Les modules choisis seront conformes aux normes internationales IEC 61646 ou 61215, et appartiendront à la classe II de sécurité électrique.

Les caractéristiques données ci-après correspondent aux types de modules les plus fréquemment utilisés aujourd'hui dans les deux principales technologies : les modules au silicium monocristallin bifaciaux présentant des rendements d'environ 23%.

Chaque module est constitué de cellules photovoltaïques, semi-conducteurs pris « en sandwich » entre deux électrodes métalliques. Chaque cellule est capable de produire un courant électrique à une tension constante.

Ce courant dépend de l'apport d'énergie en provenance du soleil. Lorsque le module est exposé à la lumière, une tension est créée entre les bornes et les cellules génèrent un courant. L'irradiation solaire étant variable, le courant qu'un module fournit l'est également.

La puissance crête (puissance délivrée par module pour une puissance solaire incidente de 1 000 W/m² et une température de cellule de 25°) est la puissance indiquée par le constructeur. Les modules sont aussi munis d'une plaque de verre afin de les protéger des intempéries. Ils comprennent également des connexions adéquates aux raccordements principaux du parc.

Selon les matériels disponibles actuellement, chaque panneau fait 2.7 m², pour une puissance unitaire de 700 Wc.

Le projet devrait compter environ 7.0 ha de parcelles agricoles (dans le sens du décret agrivoltaïque) pour une puissance totale installée prévue à date de 8.3 MWc.

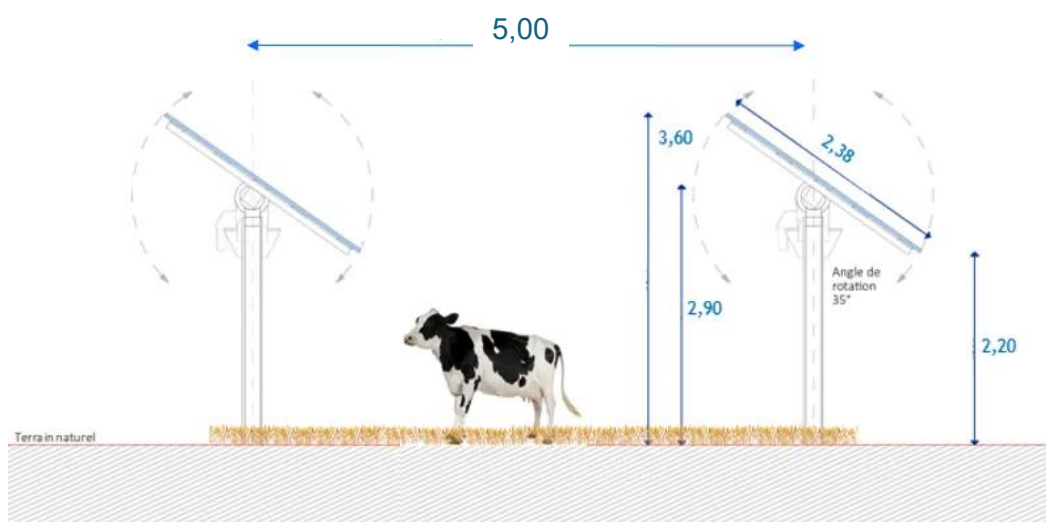
A noter que ces caractéristiques techniques sont données à titre informatif, et évolueront certainement d'ici la construction en raison des améliorations technologiques rapides de la filière. Le choix définitif du fabricant sera fait en fonction des prix du marché, des stocks disponibles mais prendra en compte également le critère bilan carbone, rendement, prix, qualité et provenance, lors du lancement de la construction.

2.5.2 Structures portantes

Les panneaux sont regroupés par structure/table. L'espacement entre 2 rangées de tables sera de 5,0 mètres de façon à laisser circuler un tracteur.

Les panneaux seront installés sur des structures « trackers », mono-pieu, suivant la course du soleil d'est en ouest durant la journée.

Les structures seront en acier galvanisé et seront similaires à celles présentées sur la figure ci-après.



Lors du montage, les lignes horizontales de panneaux ne sont pas jointives (espace de 2cm entre chaque panneau environ), de façon à laisser la pluie s'infiltrer pour que l'herbe puisse pousser sous les tables. D'autre part, cet espacement permet de ne pas créer une imperméabilisation nette conformément à la loi climat et résilience de 2021.

Chaque structure sera équipée de 26 ou 13 panneaux de dimensions 2,38 m par 1,13 m, sur 1 rangée créant ainsi des structures de 30,8 m ou 15,9 m de long environ. Etant en technologie tracker, le point bas minimal de l'installation sera de 2,20 m de sorte que les bovins et ovins

circulent correctement. Avec l'inclinaison de 35° le point haut sera de 3,60 m. Le couvert végétal permanent en bas de panneau permettra d'éviter l'apparition de rigole ou d'érosion du sol.

2.5.3 Ancrages au sol des structures

Les fondations prévues préférentiellement seront en pieux battus. Ce sont des pieux en acier galvanisé, enfoncés dans le sol par une machine battante à une profondeur d'environ 150cm. Celle-ci sera précisée à partir des études géotechniques réalisées.

Ces pieux présentent de nombreux avantages : pas de terre excavée, installation rapide, emploi d'engins légers, pas de béton à couler. Il n'y a pas de temps de séchage contrairement au béton, ce qui rend la fondation directement « disponible ».

2.5.4 Equipements électriques

Onduleurs

Les onduleurs permettent de transformer le courant continu produit par les modules photovoltaïques en courant alternatif. Dans ce cas de figure, ils sont décentralisés, il s'agit de petits onduleurs facilement fixables directement sur les structures en bout de rangées. Cela rend la maintenance de la centrale plus facile avec une meilleure disponibilité de l'actif et surtout une emprise au sol nulle de l'équipement.

La tension en sortie d'onduleur est ensuite élevée de la Basse Tension à la Haute Tension (20 kV) grâce au transformateur (poste de transformation) avant l'acheminement de la puissance vers le poste de livraison, via les lignes électriques de raccordement enterrées qui raccordent entre elles les cellules Haute tension des postes de transformation et du poste de livraison.

Postes électriques

Le projet compte 1 poste de livraison / transformation et 1 poste de transformation.

La surface unitaire de ces postes considérée est de 30 m² pour le poste de livraison et de 21 m² pour celui de transformation, il s'agit de bâtiments préfabriqués en béton.

Chaque poste sera implanté en bordure des pistes lourdes internes et le poste de livraison en limite de clôture pour que le gestionnaire du réseau ait accès à cette interface entre le réseau public et privé.

Pour une meilleure intégration paysagère, les locaux techniques en béton sont conçus avec un bardage bois.

Par sécurité, deux réserves incendie de 120 m³ seront placées à proximité de chacune des installations.

Dimensions du poste de transformation : 7m x 3m x H 2,8m

Couleur : bardage bois vertical

Le bardage, réalisé en bois naturel ou traité, permet de :

- Adoucir l'aspect visuel de l'ouvrage par l'emploi d'un matériau chaleureux et en cohérence avec les teintes locales ;
- S'harmoniser avec le bâti environnant souvent caractérisé par l'usage de matériaux naturels et de tonalités sobres ;
- Réduire l'impact visuel des installations techniques associées aux installations photovoltaïques.



Illustration d'un bardage bois

2.5.5 Modules de stockage

Le projet prévoit l'installation d'unité de stockage compacte par batteries.

Justification

Les installations photovoltaïques ont une production d'énergie en forme de cloche de part et d'autre de milieu de la journée (soleil au zénith). Ainsi le profil peut diverger quelque peu du profil de consommation français avec certes une consommation en heure de forte production photovoltaïque mais également le matin et le soir avec deux pics de consommation.

Le réseau a par ailleurs besoin d'un équilibrage permanent pour répondre à l'équilibre consommation/production ou demande/offre. En France, un mécanisme de réserve primaire, secondaire et tertiaire existe, la puissance de ces services va augmenter dans les prochaines années en plus de l'arbitrage nécessaire pour lisser la production photovoltaïque.

Caractéristiques techniques

Le projet prévoit l'installation de 3 batteries pour une capacité cumulée de 18MWh. Ces batteries sont de technologie Lithium Fer Phosphate (LFP). Cette technologie offre à ce jour un rendement énergétique de l'ordre de 120 Wh/kg et une cyclabilité d'environ 6000 cycles de charge/décharge.

Fonctionnement

Les 3 unités de batteries sont connectées à un conteneur comprenant une unité onduleur et transformateur. Les onduleurs transforment la tension d'un état continu à un état alternatif en état de décharge, et réciproquement en état de charge des batteries. Le transformateur agit en réhausseur de tension dans le cas d'une décharge et abaisseur dans le cas d'une charge des batteries. Ce couple batterie/transformation du signal électrique est raccordé au poste de livraison de l'installation photovoltaïque.

Un Energy Management System (EMS) permet de faire les arbitrages en fonction des ordres donnés par le gestionnaire du réseau de distribution de l'électricité, les prévisions météorologiques, l'état de fonctionnement de la centrale photovoltaïque, les éventuels ordres de charge/décharge (rampe) imposés par le gestionnaire ou un cahier des charges techniques.

- Local type conteneur : 6,06m x 2,44m x H 2,9m, soit 45m² au total
- Unité onduleur/transformateur : 5,30m x 3,20m x H 2,90 m, soit 17m²
- Couleur : Blanc.

Respect de la réglementation applicable aux unités de stockage

Conformément au code de l'environnement et plus précisément l'article L511-1, l'installation de stockage est soumise à déclaration des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. La déclaration a été effectuée en date du 03 décembre 2025 (référence A-5-RZIG4AT6Q – déclaration initiale).

L'installation des batteries répond à l'arrêté Arrêté Ministériel des prescriptions générales (AMPG) en vigueur ainsi, qu'en prévision d'un renforcement des mesures de sécurité, de l'arrêté en cours de révision depuis 2023.

L'exploitant mettra à disposition et tiendra un dossier comportant les documents suivants :

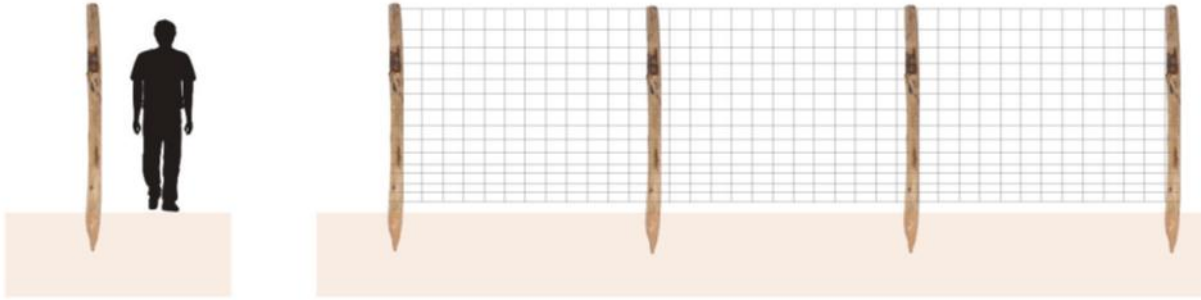
- Les plans de l'installation tenus à jour ;
- La preuve du dépôt de déclaration et les prescriptions générales ;
- Les arrêtés préfectoraux relatifs à l'installation concernée, pris en application de la législation
- relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, s'il y en a ;
- Les résultats des dernières mesures sur le bruit ;
- Les dispositions prévues en cas de sinistre.

2.5.6 Dispositifs de sécurisation

Clôture et portail

La sécurisation des installations photovoltaïques est exigée par les compagnies d'assurance pour la protection des installations et des personnes.

Le parc sera entièrement clôturé, soit environ à 2050 ml de clôture au total, clôture d'une hauteur de 1.8 m, les poteaux seront en bois avec un grillage type Ursus ainsi que des passes-faunes 20*20cm tous les 50m, RAL7004 (gris).



L'agriculteur aura la possibilité d'installer des fils barbelés sur la clôture ou de l'électrifier. Cette approche permettra d'empêcher la prédation des brebis

Les accès se font via des portails battant de 8m à deux vantaux, RAL7004 (gris).

L'accès du SDIS à la centrale pourra se faire avec une serrurerie adaptée via les 9 portails répartis l'ensemble du périmètre.

Par ailleurs, le projet intègre des clôtures et portails agricoles. Ces éléments répondent à des besoins de l'agriculteur pour la gestion de son exploitation.

Accès et pistes

Les parcelles sont accessibles depuis la route de Renateau (aussi appelée route du Plessis n°2). L'accès à la partie est et ouest se fait le long de la voirie.

Des voies d'accès sont nécessaires pendant la construction, l'exploitation et le démantèlement de l'installation.

Une aire de stationnement et de manœuvre est aménagée à proximité de chaque poste. Pendant les travaux, un espace sera prévu pour le stockage du matériel et la base vie, à l'entrée de la partie est du projet.

Plusieurs types de pistes seront employées pour le projet :

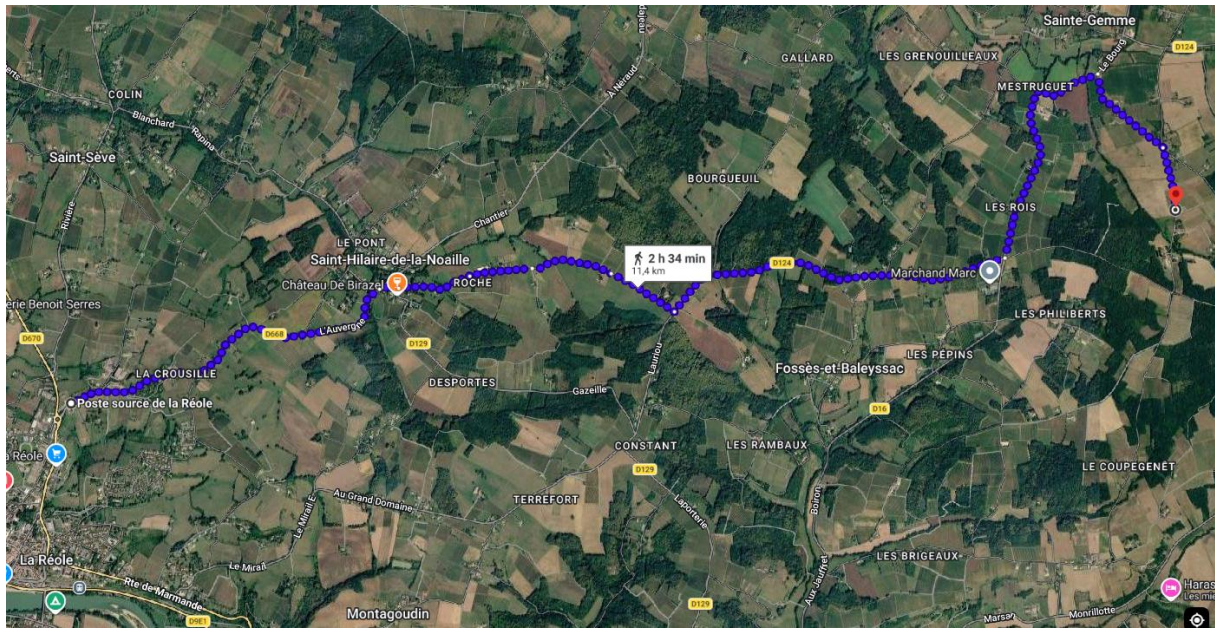
- Piste interne lourde : Cette piste est conçue pour accueillir de lourde charge (40T) pour la livraison des locaux techniques. Ainsi sa longueur est réduite au strict minimum et mesure 6 m de large. Elle sera renforcée avec une couche de forme de 30 cm (GNT 0/31,5) et une finition sur 10 cm de Grave Traitée plus fine avec mélange de terre (GNT 0/10). Les aires de chargement/déchargement des postes et les voies d'accès sont de même contenu.
- Piste interne légère : Cette piste permet de faire le tour de l'installation avec un véhicule. Ainsi, si la nature du terrain ne le rend pas carrossable un apport de matériau superficiel sera fait sur une largeur de 6 m.
- Piste externe : Cette piste permet de faire le tour de l'installation par l'extérieur sur une piste carrossable de 5 m de large. Elle est distante de 5 m de la piste interne légère.

Des portails placés le long des périmètres permettent de passer des pistes internes à externes.

2.5.7 Raccordement

Le raccordement de la centrale agrivoltaïque au réseau électrique national se fera sous une tension de 20 000 Volts depuis le poste de livraison de la centrale, qui constitue l'interface entre le réseau public et celui des installations. C'est dans ce poste de livraison que seront situées, entre autres, les cellules de comptage de l'énergie produite.

Le raccordement de la centrale est envisagé sur le poste source de La Réole. La ligne envisagée est située à 11,4 km du site par la route.



Tracé hypothétique du raccordement des ombrières agrivoltaïques

À ce stade du projet, le tracé du raccordement électrique externe ainsi que les modalités de raccordement ne sont pas connus précisément.

Tracé du raccordement déterminé et géré par ENEDIS

Le raccordement externe est déterminé et géré par ENEDIS, en charge également du renforcement de lignes si nécessaire.

ENEDIS exige la fourniture d'un arrêté de permis de construire pour réaliser une Offre De Raccordement (ODR) définissant la solution technique de raccordement et le coût du raccordement. A ce jour, et sans cette ODR, nous n'avons pas d'éléments précis permettant de mesurer l'impact sur l'environnement des travaux de raccordement. Ceux-ci sont sous la responsabilité d'ENEDIS qui doit également se charger des démarches réglementaires associées.

Modalités du raccordement

Habituellement, le réseau externe est enterré sous les voies et chemins existants et ne viendra pas perturber les milieux naturels sensibles notamment.

En effet, ces zones d'accotement sont principalement colonisées par des pelouses siliceuses dégradées possédant de faibles enjeux écologiques. Elles sont essentiellement composées de plantes annuelles communes et peuvent être assimilées à des zones rudérales.

En pratique, la tranchée d'enfouissement du câble ainsi que le remblaiement de la tranchée se feront de manière simultanée, de façon continue sur le linéaire d'enfouissement, et sur un temps limité. L'emprise de ce chantier, qui est mobile, sera alors réduite : elle occupera le linéaire à parcourir, sur environ 1 m de largeur. En une journée de travail, jusqu'à 500 m de câble peuvent être enfouis.

3 Construction des ombrières agrivoltaïques

3.1 Chronologie des travaux

Le chantier se déroulera selon la chronologie suivante :

- Fauche préalable au chantier pour préparer la zone
- Création des pistes de circulation et pose des clôtures,
- Creusement des tranchées électriques,
- Mise en place des structures portantes,
- Pose des modules,
- Raccordement des réseaux basse tension,
- Installation des postes de transformation, du poste de livraison, des batteries.
- Plantation des haies en période favorable avant ou après la fin du chantier et remise en état du site

Une fois le montage des panneaux et des modules réalisés, le raccordement du circuit électrique entre le réseau de câbles, les onduleurs, les postes de livraison et les modules sera effectué.

Planning des travaux

La durée du chantier dépend de la phase concernée et si elles sont simultanées ou espacées dans le temps. Au sein de l'exécution, la durée du chantier commence avec la préparation de travaux et se termine avec le raccordement du local technique. La durée des travaux du projet prend entre 6 à 10 mois.

Voici un exemple de calendrier des travaux :

Tableau 1 : Calendrier de Chantier

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Terrassement										
Battage pieux										
Montage structure										
Montage panneaux										
Lot électrique										
Mise en service										

3.2 Organisation du chantier

L'emprise des travaux concernera l'emprise clôturée de la future centrale ainsi que les abords immédiats pour la plantation de haies et les pistes externes.

Les plans délimitant les différentes zones et précisant les modalités d'organisation seront mis au point lors de la phase préparatoire du chantier.

Ainsi, seront identifiés et délimités les secteurs dédiés :

- Au stationnement (véhicules et engins de chantier, véhicules de livraison des matériels, véhicules du personnel),
- Aux cantonnements (locaux destinés aux vestiaires, réfectoires, lavabos, WC, douches, bureaux, ...),
- Aux aires de livraison et stockage des approvisionnements,
- Aux aires de manœuvre des grues,
- Aux aires de tri et stockage des déchets, avant évacuation pour valorisation ou traitement approprié à la dangerosité du déchet (ou des éléments le constituant).
- Une sensibilisation aux enjeux écologiques du site sera adressée également par l'écologue en début de chantier.

Circulation sur le chantier

Le chantier et les abords seront avertis par panneaux et limitation de la vitesse de roulage lorsque nécessaire.

Également, le chantier sera nettoyé régulièrement pour éviter l'accumulation de boues qui rendraient la circulation dangereuse.

Au sein de la zone de chantier, la circulation sera effectuée au travers :

- D'une voie principale matérialisée (piste lourde) menant aux abris pour les postes de transformation
- De cheminements non aménagés pouvant emprunter les différentes rangées.

L'espacement entre les panneaux photovoltaïques permettra aux véhicules de chantier de circuler sans encombre.

Base de vie

Elle disposera d'un système d'assainissement autonome, évitant tout rejet d'effluent liquide sur le site et sera équipée d'un dispositif de tri des déchets ménagers (containers). Un affichage spécifique permettra la sensibilisation du personnel intervenant à la gestion d'un chantier respectueux des règles environnementales. La base vie sera démontée à la fin des travaux.

Sécurité sur le chantier

Un panneau d'information indiquera le numéro de téléphone et/ou l'indication des permanences, permettant aux éventuels porteurs de doléances de pouvoir s'adresser au responsable du chantier.

Un plan d'organisation et d'installation du chantier sera soumis à l'avis du coordinateur SPS (Sécurité, Protection et Santé).

Le chantier sera sécurisé par la clôture installée dès le début des travaux.

Les routes seront laissées dans un bon état de chaussée.

3.3 Mise en place des équipements

Modalité d'ancrage des tables photovoltaïques

Nous utiliserons des pieux ancrés dans le sol. Nous effectuerons une analyse géotechnique, qui viendra déterminer :

- La longueur des pieux ;
- La nécessité ou non d'un préforage ;
- La nécessité ou non d'utiliser du béton pour assurer une résistance suffisante à l'arrachement, dans le respect de la réglementation existante.

Installation des panneaux

Les panneaux sont vissés sur les supports avec un espacement d'environ 1 cm entre chaque panneau afin de laisser l'eau s'écouler.

Installation du local technique

Le local technique comportant les onduleurs et transformateurs sera implanté à l'intérieur du parc selon une optimisation du réseau électrique interne au parc. Il sera déposé à l'aide de camions-grues.

Construction du réseau électrique

Le réseau électrique interne au parc agrivoltaïque comprend les câbles électriques de puissance et les câbles de communication (dispositifs de télésurveillance, etc.). Le réseau est entièrement étanche.

Pour la construction de ce réseau, des tranchées de 0,5 à 1m de profondeur seront creusées et les câbles seront disposés sur un lit de sable. C'est la terre extraite lors de la réalisation de ces tranchées qui sera réutilisée pour les combler. La terre sera donc stockée à proximité directe du lieu d'extraction, en attendant d'être réutilisée.

Les câbles sont passés dans les conduites préalablement installées. Ils sont fournis sur des tourets de diamètre variable (entre 1 et 2m) en fonction de la section, de la longueur et du rayon de courbure de ces câbles.

Toutes les descentes de câbles vers les onduleurs seront isolées pour que les bêtes n'y aient pas accès.

3.4 Remise en état du site

En fin de chantier, les aménagements temporaires (zone de stockage...) seront supprimés et le sol remis en état. Les aménagements paysagers et écologiques seront mis en place au cours de cette phase.

3.5 Gestion des déchets pendant le chantier

Le maître d'ouvrage prévoit un plan de gestion des déchets de chantier, dont les principes sont exposés ci-après.

- Aucun déchet ne sera brûlé à l'air libre ;
- Aucun déchet ne sera abandonné dans des décharges sauvages. Ils ne seront pas enfouis ;
- Aucun déchet toxique ne sera rejeté dans les réseaux d'assainissement ou dans le milieu ;

Quotidiennement, le personnel du chantier prendra soin de ramasser tous les déchets présents sur le chantier, à la fin des horaires de chantier.

4 Exploitation et maintenance des ombrières agrivoltaïques

4.1 Maintenance

La phase d'exploitation et de maintenance est coordonnée par Mana SGE, dans le cadre d'un suivi à distance des performances de l'installation. Elle permet d'identifier les pannes et de déclencher, le cas échéant, les opérations de maintenance.

Un projet d'ombrières photovoltaïques nécessite une maintenance préventive, réalisée, selon la nature des opérations, à une fréquence trimestrielle, semestrielle, ou annuelle.

Pour les interventions, Mana SGE fera appel à des entreprises spécialisées. Les installations seront maintenues par des entreprises locales avec lesquelles le maître d'ouvrage contractualisera pour la réalisation des opérations d'ordre électrique et mécanique ainsi que l'entretien du terrain si nécessaire. Ces contrats incluront des opérations préventives annuelles (partie électrique DC, structures, locaux onduleurs et local technique, partie électrique AC et HTA, matériel de communication et station météo, accès) et des opérations curatives (y compris astreintes WE et jours fériés).

4.2 Entretien du site

Entretien des panneaux

Un nettoyage des modules photovoltaïques sera réalisé si l'analyse visuelle réalisée lors de la visite de la maintenance préventive et une chute anormale de production des ombrières mettent en évidence sa nécessité. Cette opération sera réalisée à l'eau claire, sans ajout de produit quelconque.

Entretien de la végétation

Afin que la végétation ne devienne source d'ombrage pour la production de la centrale, l'opérateur devra également entretenir la végétation sous les panneaux et environnantes. Cet entretien pourra cependant être réalisé par la mise en place d'une coactivité de pâturage sur le site.

4.3 Sécurité

Sécurité du site

Pendant les travaux et pendant toute la durée de l'exploitation de la centrale, Mana SGE assurera une sécurisation du site par vidéosurveillance.

Pour se prémunir d'éventuels vol ou dégradation de panneaux photovoltaïques ou autres installations, le dispositif de surveillance contient un système de détection d'intrusion. Ce dernier alerte une société de surveillance et de gardiennage.

La sécurité du site vis-à-vis du risque incendie est assurée en phase amont du chantier et en phase d'exploitation par des échanges avec le SDIS. L'ensemble de nos plans sera validé par les services des pompiers.

Sécurité des personnes

Le site sera ceinturé par une clôture de 1,80m de haut et l'accès ne sera autorisé qu'au personnel habilité et aux personnes autorisées.

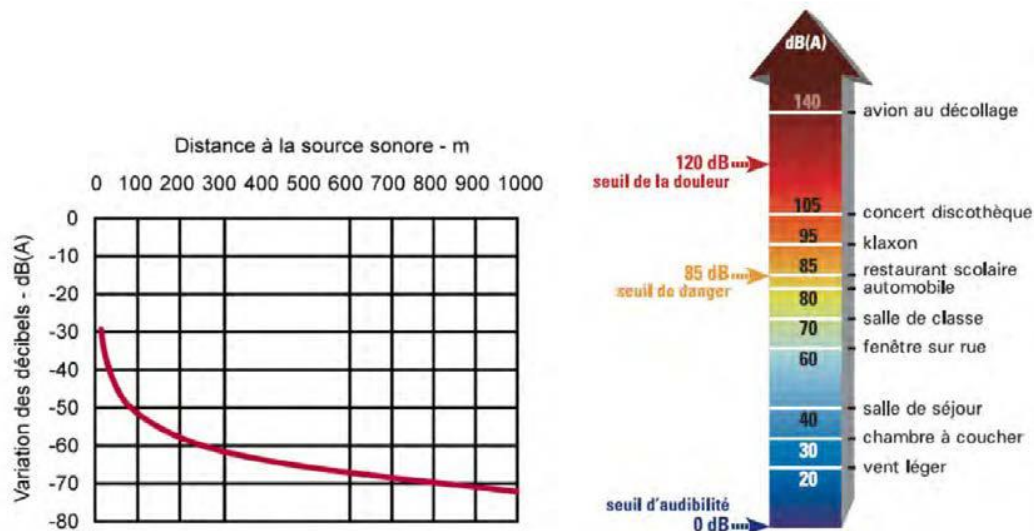
Toutes les personnes entrant sur le site recevront des explications sur les risques existant (fils sous tensions sous les panneaux...) et le comportement à adopter (ne pas toucher les équipements...).

4.4 Gestion du Bruit

Une centrale agrivoltaïque est une installation globalement silencieuse. Seul l'onduleur ou le transformateur émettent un niveau sonore audible (à proximité de la « source »), le bruit principal provenant de leur système de refroidissement par ventilation.

Selon la nature du poste onduleur (avec ou sans ventilateurs par exemple), le niveau sonore peut être d'« à peine perceptible » à « gênant » dans son environnement immédiat. Ce niveau sonore diminue très vite avec la distance (on précise qu'une différence de +3 dB(A) correspond à un doublement de la sensation du bruit à l'oreille). Le niveau sonore des postes onduleurs et postes de transformation doivent donc être pris en compte pour le choix de leurs emplacements, par rapport à d'éventuels riverains.

Dans le cadre d'une centrale agrivoltaïque, l'onduleur fonctionne uniquement en phase de production, en journée, lors des périodes d'ensoleillement. La nuit, en l'absence de soleil, aucune électricité ne sera produite et l'ensemble des équipements sera « au repos ».



Variation du niveau sonore avec la distance et Echelle du bruit

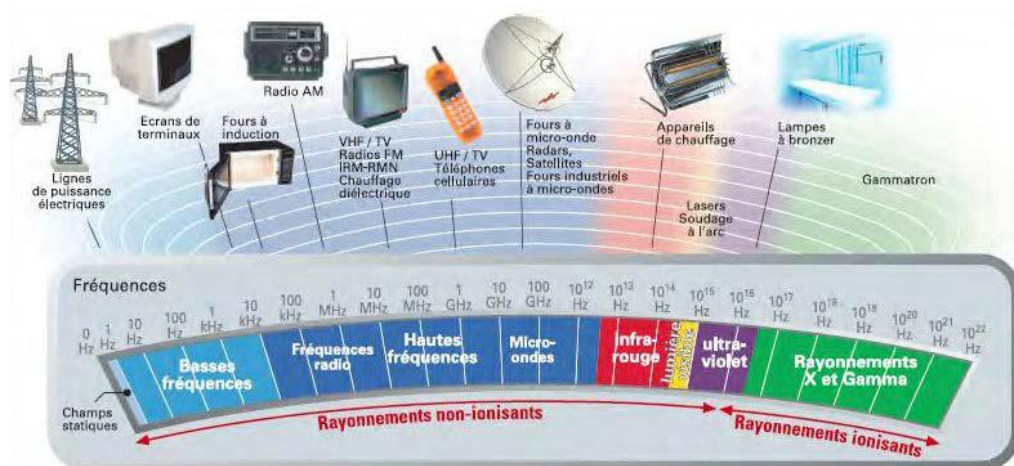
Etant donné que, pour les projets photovoltaïques, le niveau sonore de chaque poste de transformation se situe entre 60 et 70 dB(A), cela signifie que le bruit sera imperceptible par les riverains les plus proches (200 m), y compris pendant les phases de fonctionnement à pleine puissance (milieu de journée, entre les mois d'avril et d'août). Les appareils seront, de surcroît, intégrés dans un poste préfabriqué.

La configuration du site, la distance aux premières habitations, ainsi que les caractéristiques sonores des appareils permettent de conclure que le niveau de bruit induit par la centrale agrivoltaïque sera imperceptible pour le voisinage. L'exposition des populations aux risques sanitaires (en phase exploitation de la centrale) sera donc nulle.

4.5 Gestion des ondes électromagnétiques

Tout courant électrique génère un champ électrique et un champ magnétique autour des câbles qui transportent le courant ainsi qu'à proximité des appareils alimentés par ce courant.

Le champ électrique provient de la tension électrique. Il est mesuré en volt par mètre (V/m) et est arrêté par des matériaux communs tels que le bois ou le métal. L'intensité des champs électriques générés autour des appareils domestiques sont de l'ordre de 500 V/m.



Sur une installation agrivoltaïque, les éléments susceptibles de générer ces champs sont :

- Ceux parcourus par un courant continu (modules de production, boîte de jonction, câbles, ...),
- Ceux parcourus par un courant alternatif, c'est-à-dire au niveau des onduleurs et du poste de livraison.

L'ensemble des éléments du projet agrivoltaïque respectera les normes d'émission de champs électromagnétiques.

En outre, on rappelle que :

- L'intensité de ces champs diminue très rapidement avec la distance de la source émettrice. Ainsi, à une distance de 10 mètres, les valeurs sont généralement plus faibles que celles générées par des appareils ménagers.
- Le champ électrique des câbles électriques enterrés est nul.

Ces effets n'auront pas d'impact pour l'environnement humain, du fait d'une part de l'éloignement des ouvrages électriques vis-à-vis des riverains et d'autre part de l'intégration des onduleurs dans des armoires dédiées.

5 Démantèlement de l'installation

5.1 Démantèlement du site

Le pétitionnaire s'engage à provisionner à cet effet un montant minimal, pour le démantèlement de la centrale.

Ainsi, MANA SGE garantit dans le cas de la centrale solaire le démantèlement et la remise en état du site :

- Evacuation des modules, structures aluminium, pieux en acier, connectiques, câbles, etc.,
- Démantèlement des postes électriques,
- Travaux de remodelage du site,
- Suivi par un ingénieur écologue de la phase de re-végétalisation.

Le démantèlement en fin d'exploitation se fera en fonction de la future utilisation du terrain.

Ainsi, il est possible qu'à la fin de vie des modules, ceux-ci soient simplement remplacés par de nouveaux modules de dernière génération ou que la centrale soit reconstruite avec une nouvelle technologie. Les terres peuvent également devenir vierges de tout aménagement.

S'il fallait rendre le terrain dans son état initial, les travaux suivants seraient réalisés :

- Récupération des modules et évacuation vers la filière de recyclage SOREN,
- Démontage et évacuation des structures et matériels hors-sol,
- Récupération des postes,
- Pistes et plateformes empierrées enlevées,
- Ensemencement prairie ou remise en culture.

Chaque année d'exploitation, MANA SGE constituera des garanties financières de démantèlement afin d'assurer un budget dédié au démontage de tous les appareillages et la remise en état du site.

5.2 Recyclage des modules photovoltaïques après exploitation

L'industrie du photovoltaïque connaît actuellement un fort développement et s'est fortement engagée à s'organiser dès aujourd'hui pour anticiper sur le devenir des panneaux lorsqu'ils arriveront en fin de vie, environ 30 ans après leur installation.

L'éco-organisme Soren agréé par les pouvoirs publics pour la collecte et le traitement des panneaux photovoltaïques usagés en France s'est récemment associé à Envie 2 Aquitaine pour ouvrir la première ligne de réemploi et de traitement des panneaux photovoltaïques en Europe. Le site s'est ouvert en septembre 2022 à Saint-Loubès.

La technologie développée au sein du site permet de recycler 94% d'un panneau photovoltaïque. Elle possède une ligne de réemploi utilisant un procédé de délamination par lame chaude permettant de récupérer du verre plat et d'isoler la couche en polymère contenant les cellules plutôt que de procéder à un broyage.

Concernant les autres équipements, notamment les onduleurs, la directive européenne n°2002/96/CE (DEEE ou D3E) portant sur les déchets d'équipements électriques et électroniques, a été adoptée au sein de l'union européenne en 2002. Elle oblige depuis 2005 les fabricants d'appareils électroniques, et donc les fabricants d'onduleurs, à réaliser à leurs frais la collecte et le recyclage de leurs produits.

La prise en compte anticipée du devenir des modules et des différents composants de la centrale photovoltaïque en fin de vie permet ainsi :

- De réduire le volume de modules photovoltaïques arrivés en fin de vie,
- D'augmenter la réutilisation de ressources de valeur comme le verre, le silicium et les autres matériaux semi-conducteurs,

- De réduire le temps de retour énergétique des modules et les impacts environnementaux liés à leur fabrication.

6 Bilan carbone du projet

Le bilan carbone présenté ci-après reprend des valeurs issues de retour d'expérience et d'informations publiques ADEME. Les émissions sur toute la chaîne de valeur sont prises en compte selon la méthodologie de calcul de l'ADEME.

Au vu de cette méthodologie, le bilan des émissions pour la construction et l'exploitation du dossier est d'environ 8 676 T eq CO₂.

Synthèse du bilan carbone par poste

Poste	Valeur	Unité	Emission en kg eq CO ₂
Bilan carbone module	400	kg eq CO ₂ /kWc	3 320 000
Acier structure	155	kg eq CO ₂ /kWc	1 286 500
Aluminium structure	240	kg eq CO ₂ /kWc	1 992 000
Fondation structure	10	kg eq CO ₂ /kWc	83 000
Béton locaux techniques	10	kg eq CO ₂ /kWc	83 000
Onduleur, câble..	100	kg eq CO ₂ /kWc	830 000
Clôture, portail	70	kg eq CO ₂ /kWc	581 000
Transport routier	20	kg eq CO ₂ /kWc	166 000
Transport maritime	4	kg eq CO ₂ /kWc	33 200
Divers chantier	94	kg eq CO ₂ /kWc	780 200
Maintenance	2,145	kg eq CO ₂ /MWc/an	534
Demantèlement	47	kg eq CO ₂ /kWc	390 100
Recyclage	-240	kg eq CO ₂ /kWc	-1 992 000
Batteries (cellules uniquement)	15,1	kg eq CO ₂ /kg de cellules	1 036 464
Stockage d'énergie (hors cellules)	1	T eq CO ₂ /T de machine	51 040
Transport Stockage d'énergie	293	kg eq CO ₂ /T	35 069
Total			8 676 107

Si l'on se base sur la durée de vie minimale de 30 ans, la production d'énergie avec décote annuelle de 0,30% sera d'environ 340 004 MWh.

Ramené sur l'énergie produite, le bilan carbone exprimé en kg eq CO₂/kWh est de 0,0255 kg eq CO₂/kWh. Une valeur très proche de ce qui est communiqué dans les bases de données publiques de l'ADEME, 0,0252 kg eq CO₂/kWh.

Par ailleurs, nous n'avons pas comptabilisé les émissions de captage de carbone liées au passage en prairies permanentes qui seront d'un réel bénéfice pour le territoire en plus des haies plantées.

Dans son étude « Stocker du carbone dans les sols Français », l'INRA confie que des valeurs de stock de carbone par mode d'occupation du sol pour l'horizon 0-30 cm (données RMQS - GIS Sol). Les prairies permanentes offrent un stock carbone de 84,6 TC/ha sur l'horizon 0-30cm contrairement à une terre arable qui offre en moyenne 51,6 TC/ha.

Le temps de retour des émissions carbone est égal au coût d'émission liée au cycle de vie du projet (extraction des matières premières, fabrication, installation, démantèlement, recyclage) sur l'économie annuelle de CO₂.

Deux propositions de temps de retour carbone sont détaillées :

Proposition 1 : temps de retour carbone par rapport au mix Français et de ces voisins Européens

La production Française est essentiellement basée sur le nucléaire et l'hydroélectricité. Deux sources d'énergie bas carbone complétées par les énergies renouvelables et le gaz. Les énergies renouvelables n'ont pas vocation à se substituer à l'énergie électrique d'origine nucléaire. Elles peuvent permettre de faire moins appel à l'hydroélectricité et de préserver les ressources en eaux plus rares en sécheresse. Le photovoltaïque se substituera aux autres sources de production d'électricité (sortie du charbon souhaitée par les politiques publiques par exemple, réduction du gaz à périmètre de consommation constant).

Concernant les temps de retour carbone mix Français et Européens, les résultats montrent qu'ils sont respectivement de 24,4 et 3,6 ans.

Synthèse des émissions et des économies mix France et mix Europe :

Durée de vie	30 ans
Puissance	8 300 kWc
Production solaire sur 30 ans	340 004 MWh
Emissions du projet sur 30 ans	0,0255 kg eq CO ₂ / kWh
Emission Mix France	0,0569 kg eq CO ₂ / kWh
Emissions mix Europe	0,2400 kg eq CO ₂ / kWh
Economies mix Français	10 670 t eq CO ₂
Economies mix Europe	72 925 t eq CO ₂

Proposition 2 : temps de retour carbone en fonction des combustibles fossiles

Cette deuxième proposition fait davantage sens en raison d'une adéquation avec les objectifs et les réelles substitutions aux sources d'énergies fossiles. En effet, en matière de consommation d'énergie, encore 60% des usages sont carbonés. Il s'agit principalement des produits pétroliers (de l'ordre de 40%), du gaz naturel (de l'ordre de 20%) et du charbon (moins de 1%). L'intérêt du photovoltaïque et plus généralement de toutes les énergies renouvelables est de se substituer à ces consommations via le déploiement par exemple de solutions de mobilité décarbonée, de verdissement des process industriels dont les lignes directrices sont clairement évoquées dans la Stratégie Nationale Bas Carbone Française.

Synthèse des émissions consommées et évitées par le photovoltaïque

Type d'énergie	Facteur d'émission (kgco2/tep)	Emissions annuelle (kgco2/an)	Emission annuelle (kg CO2/kWh)	Emissions photovoltaïque (kg CO2/kWh)	Emission par rapport au photovoltaïque	Emissions évitées (kgco2)
Gazole/diesel ou pétrole brut	3 100	3 028 768	0,267	0,0255	10 ×	2 739 565
Gaz naturel	2 300	2 247 151	0,198	0,0255	8 ×	1 957 947
Charbon (à coke, sous-bitumeux ou autres bitumeux)	4 000	3 908 088	0,345	0,0255	14 ×	3 618 885

Dans ces conditions de substitution à des produits fossiles qui représentent encore une part importante de notre mix énergétique global, le temps de retour carbone de la centrale agrivoltaïque oscille entre 2,4 et 4,4 ans selon le type d'énergie.

Synthèse du temps de retour carbone de la centrale photovoltaïque

Retour sur émission	Substitution pétrole	Substitution gaz	Substitution Charbon
Emissions consommée (kg éq CO2)	8 676 107	8 676 107	8 676 107
Emissions annuelle évitées (kg éq CO2)	2 739 565	1 957 947	3 618 885
Temps de retour carbone (années)	3,2	4,4	2,4
