



LES ÉNERGIES
QUI NOUS RASSEMBLENT

Annexe 9

Étude technico économique du **Projet agricole**



Table des matières

Contexte Général	3
1.9 Solaire Photovoltaïque Et Transition Ecologique	3
1.10 Climat De La Region Du Projet	5
1.11 Principes Fondamentaux De L'ombrage En Agriculture	8
Le Projet Agricole	9
1.12 Les Parties Prenantes	9
1.12.1 L'exploitant Agricole	9
1.12.2 Le Porteur De Projet : Solveo Energies	10
1.13 Le Projet D'ombrières Photovoltaïques	11
1.13.1 L'ensemble De Parcelles	11
1.13.2 Plan De Masse Et Caractéristiques Techniques	12
1.14 Les Besoins De L'exploitant Et Les Services Apportés Par Le Dispositif D'ombrières Photovoltaïques A Usage Agricole	13
1.14.1 Une Synergie Technique	13
1.14.2 Une Synergie Economique	15
1.15 Etat De La Filiere Et Débouchées	18
1.15.1 Etat Des Lieux De La Filière Œufs En France, Et Dans Le Département De La Creuse	18
Adaptation De La Structure Photovoltaïque Au Projet Agricole	20
1.16 Dimensionnement Des Installations Au Regard Des Productions Envisagées	20
1.16.1 Les Productions Envisagées	20
1.16.2 Description De La Structure	20
1.17 Adéquation Du Projet Et Incidences Eventuelles Sur La Production Envisagée	21
1.17.1 Taux De Couverture	21
1.17.2 Gestion Des Eaux Pluviales	21
Analyse De La Durabilité De L'exploitation	22
1.18 Modele Economique Et Plan D'affaires Prévu Sur La Durée De Vie Du Projet	22
1.18.1 Impact Du Dispositif Sur Les Rendements	22
1.18.2 Protection Face Au Stress Thermique	22
1.18.3 Protection Face A La Prédation	23
1.18.4 Baisse De L'exposition Aux Maladies Extérieures	23
1.18.5 Calcul Du Ler	23
Démantèlement Et Réversibilité	25
Conclusion	26
Bibliographie	27

Contexte général

1.9 SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE ET TRANSITION ECOLOGIQUE

En Europe, la puissance photovoltaïque installée à travers l'Union Européenne en 2023 poursuit son ascension. Elle représente 53,1 GWc contre 32,8 GWc en 2022, ce qui porte à 248,5 GWc la puissance installée cumulée fin 2023 (source : EurObserv'ER).

L'attractivité du solaire photovoltaïque reste forte, malgré une reprise économique post-Covid difficile, en raison des prix élevés du marché de l'électricité en 2021. Depuis 2022, l'instabilité géopolitique en Europe s'est répercutée sur les marchés de l'énergie. Ainsi, de nombreux pays du monde souhaitent accélérer le développement de la production d'électricité d'origine renouvelable.

La production solaire a atteint les 205,2 TWh en 2022, contre 157,5 TWh en 2021, soit une augmentation de 29,6 % (+ 46,9 TWh), grâce à un ensoleillement record. En 2022, le solaire photovoltaïque a ainsi représenté 15 % de la production brute d'électricité de l'Union à 27 (comparé à 7 % en 2021 et 6 % en 2020).

La couverture par l'énergie solaire de la demande en électricité en Europe en 2022 est estimée à 8,7 %. Elle s'élève à 19,1 % en Espagne, 17,5 % en Grèce, 15,9 % aux Pays-Bas ou encore 12,4 % en Allemagne (source : Snapshot of Global PV Markets 2023, International Energy Agency).

En Europe, afin de lutter contre le réchauffement climatique, plusieurs accords ont été conclus depuis 2000. Le dernier en date, en mars 2023, engage les 27 pays à porter la part des énergies renouvelables à 42,5 % en 2030.

L'installation annuelle de sources de production d'énergie renouvelable produite à partir de photovoltaïque a connu une forte croissance au cours des vingt dernières années en Europe pour atteindre 205,2 GWc en 2022, contre 12 MWc en 2000. L'Allemagne est le pays qui a la plus forte puissance installée, suivie de l'Italie, des Pays-Bas, de l'Espagne et de la France.

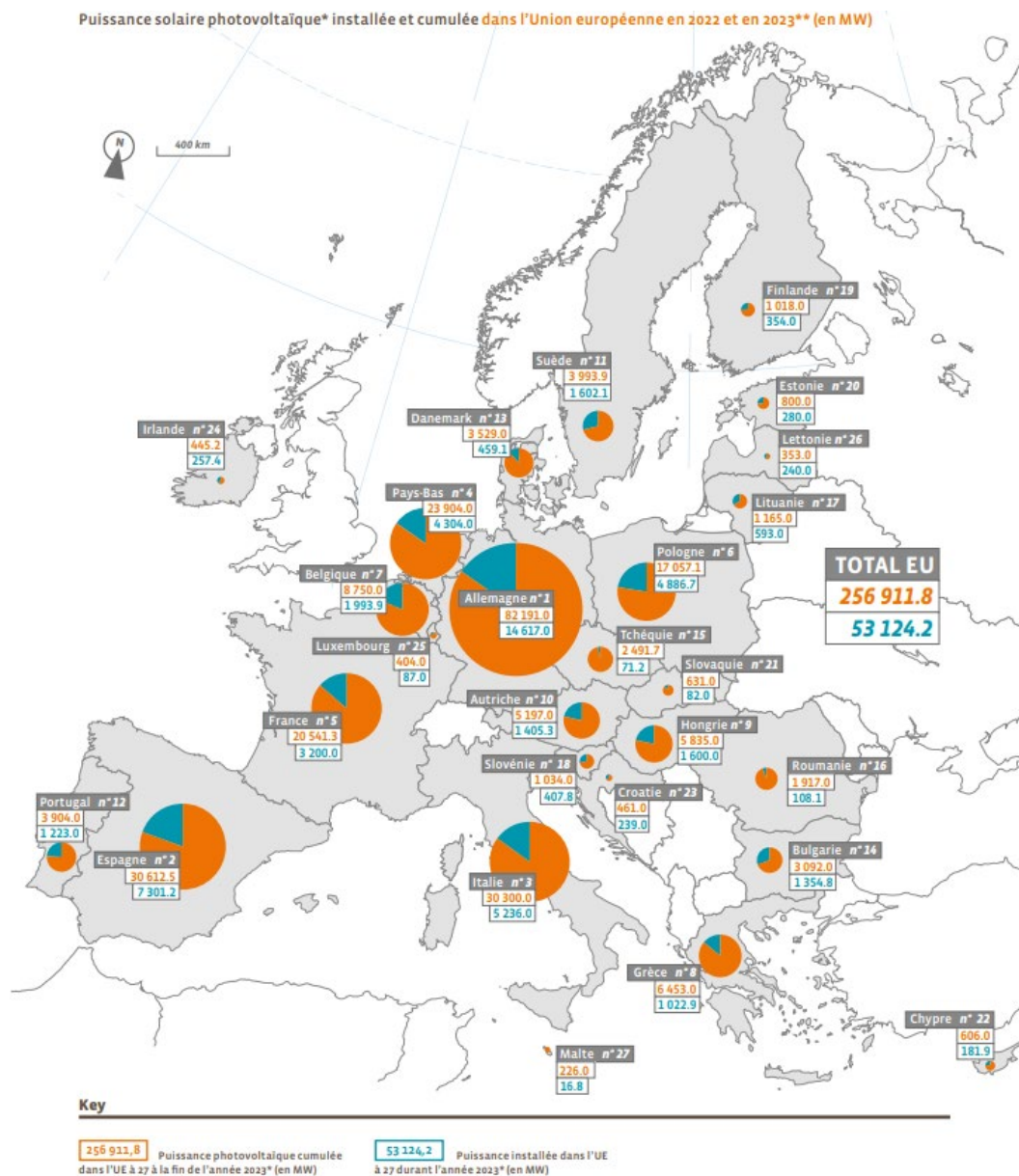


Figure 1 : Puissance photovoltaïque installée et cumulée en Europe fin 2022 (source : EurObserv'ER, 2023)

La France a l'une des meilleures capacités d'ensoleillement d'Europe avec l'Espagne et le Portugal. Si l'énergie solaire connaît en France une croissance significative, elle reste encore bien en retard par rapport à ses voisins européens.

Au 30 septembre 2024, le parc solaire au sol en France atteint une capacité installée de 23,7 GWc, et l'électricité produite par la filière a atteint un nouveau record avec près de 21,1 TWh produits sur ces 3 trimestres. La région Nouvelle-Aquitaine est la plus productive, suivi par l'Occitanie et la région Provence-Alpes Côte d'Azur. La production solaire a représenté en 2023, 5% de la consommation électrique nationale.

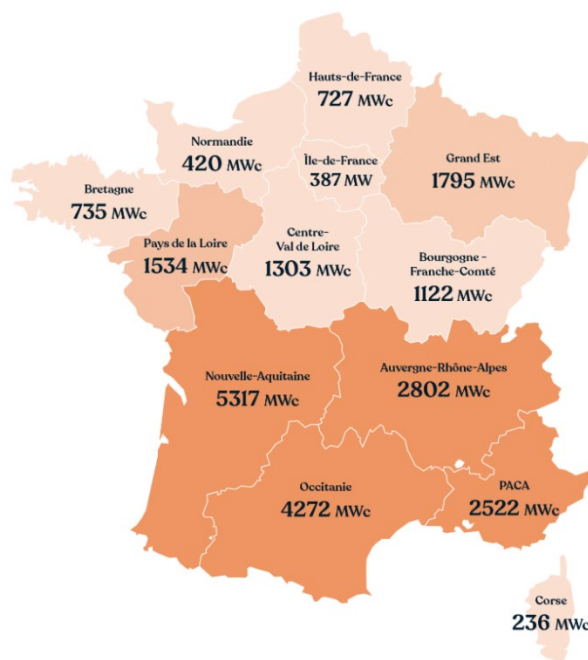


Figure 2 : Puissance solaire photovoltaïque installée par région au 30 septembre 2024 (source : France Renouvelables)

Les objectifs en matière d'énergie solaire photovoltaïque au sol en France sont ambitieux. Le pays vise à augmenter encore davantage sa capacité installée dans les prochaines années à un rythme d'environ 5 GW par an selon le dernier bilan prévisionnel de RTE pour la période 2023-2035.

Pour atteindre ces objectifs, la France s'appuie sur trois textes principaux pour le développement des énergies renouvelables : la loi de transition énergétique, la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) et la loi relative à l'Accélération de la Production d'Énergies Renouvelables (APER).

La loi de transition énergétique a pour objectif de porter à 32 % la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie d'ici 2030. La PPE fixe un objectif de 35,1 à 44,0 GW de puissance totale installée en 2028 pour le photovoltaïque. La loi APER vise à accélérer le déploiement des énergies renouvelables sur le territoire.

Le parc photovoltaïque en exploitation qui atteignait 21,6 TWh en 2023 a permis de couvrir 4,9 % de la consommation d'électricité nationale en 2023.

1.10 CLIMAT DE LA REGION DU PROJET

La localisation de la commune sur les contreforts du nord-ouest du Massif Central lui font bénéficier d'un climat océanique dégradé des plaines du Centre et du Nord.



Figure 3 : Localisation de Boussac-Bourg en France, source : Google Earth

Il s'agit d'une zone de transition entre le climat océanique et les climats de montagne et le climat semi-continental. Les écarts de température entre hiver et été augmentent avec l'éloignement de la mer. La pluviométrie est plus faible qu'en bord de mer, sauf aux abords des reliefs. [1]

Les principaux paramètres du climat de la commune sont indiqués ci-dessous :

Paramètres climatiques communaux sur la période 1991-2020 [2]

- Moyenne annuelle de température : 11 °C
- Nombre de jours avec une température inférieure à -5 °C : 13,1 j
- Nombre de jours avec une température supérieure à 30 °C : 16,3 j
- Amplitude thermique annuelle : 15,1 °C
- Cumuls annuels de précipitation : 896,4 mm
- Nombre de jours de précipitation en janvier : 13,1j
- Nombre de jours de précipitation en juillet : 8,7 j

Ces chiffres sont amenés à changer. Les scénarios étudiant le changement climatique prévoient une hausse de la température moyenne. Cependant, le cumul des précipitations devrait se maintenir, de même que la variabilité saisonnière qui se verrait même accentuée. [3]

Température moyenne par saison (en °C)

2050 

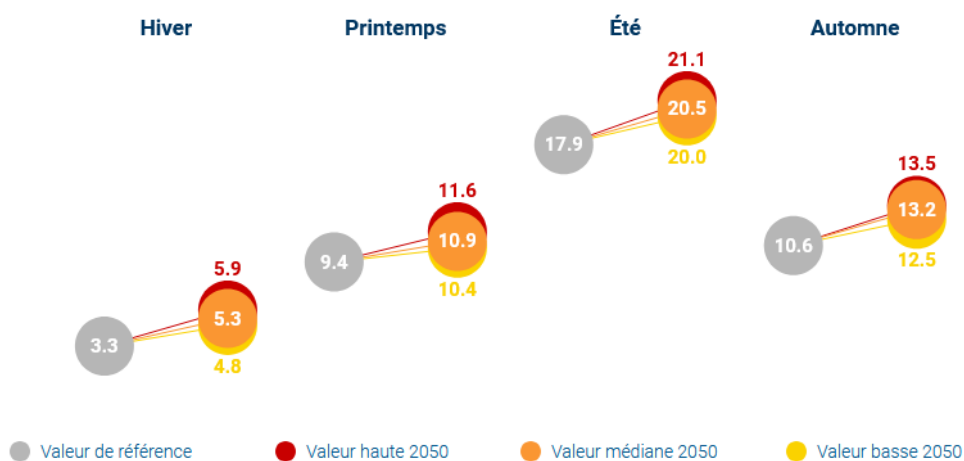


Figure 4 : Évolution de la température moyenne par saison à Boussac-Bourg [3]

Cumul de précipitations par saison (en mm)

2050 

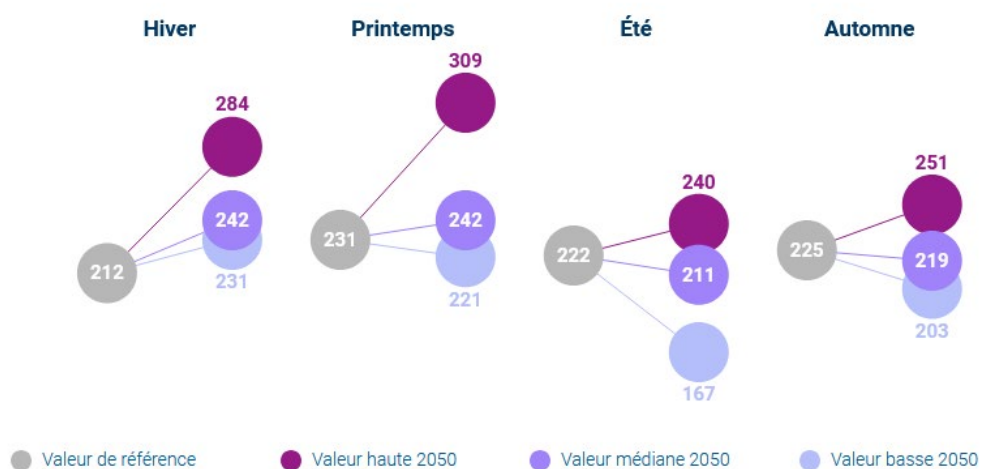


Figure 5 : Évolution du cumul de précipitations par saison à Boussac-Bourg [3]

1.11 PRINCIPES FONDAMENTAUX DE L'OMBRAGE EN AGRICULTURE

La protection et l'adaptation des élevages vis-à-vis des aléas liés au changement climatique d'une part et la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'autre part constituent des problématiques majeures de notre société. Afin de répondre à ces défis, des recherches sont menées pour développer de **nouveaux systèmes de production agricole efficaces, résilients et durables** reposant sur les éléments de l'agroécologie tel que les systèmes agroforestiers.

La dimension verticale, apportée par les panneaux, confère une protection climatique aux animaux et aux cultures (excès de températures, grêle, pluies...). Cependant, si dans les systèmes forestiers l'ombrage est difficilement maîtrisable et dépend des phases de croissance de l'arbre, les panneaux photovoltaïques peuvent **diminuer le stress thermique des animaux et améliorer ainsi leur confort et leurs performances**. Les volailles sont particulièrement sensibles aux températures élevées et ils mettent rapidement en place des méthodes pour réguler au mieux leur température, au détriment des performances zootechniques.

L'ITH (Indice Température Humidité) est un critère pour déterminer si les animaux sont dans des conditions de stress. Cet indice combine la température extérieure à l'humidité de l'air : plus l'humidité de l'air est élevée, moins la dissipation thermique par la transpiration est efficace et par conséquent plus la régulation thermique est difficile.

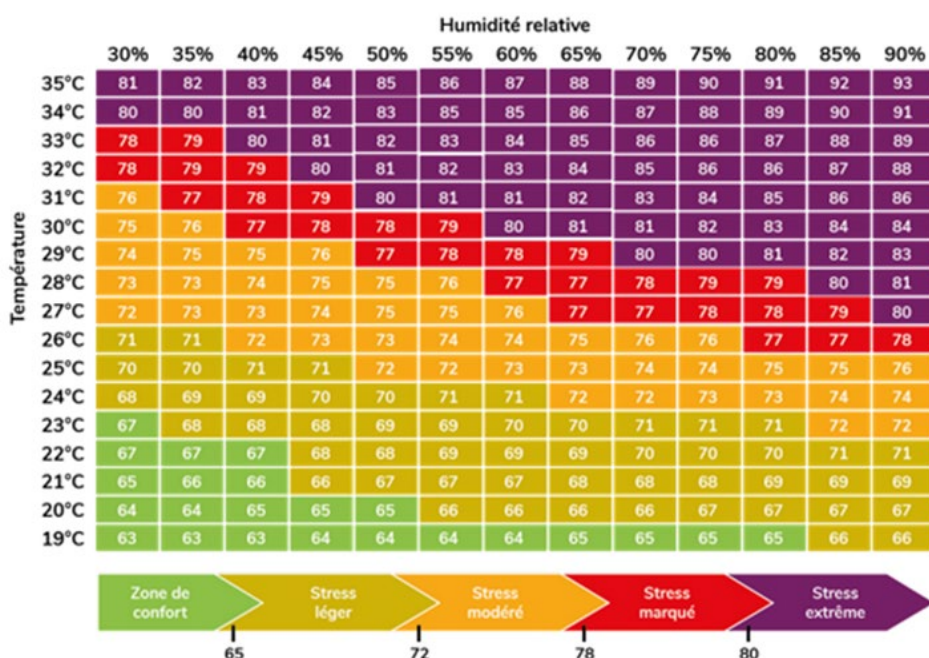


Figure 6 : Tableau des ITH pour les poules pondeuses [4]

La conception des ombrières photovoltaïques à usage agricole prend en compte cet indice, de manière que les animaux bénéficient des meilleures conditions possibles.

Le projet agricole

1.12 LES PARTIES PRENANTES

1.12.1 L'exploitant agricole

Le GAEC AUTISSIER (SIRET 45060202400017) a été créée en 2003, le siège de l'exploitation est situé au lieu-dit « Gaudeix » dans la commune de BOUSSAC-BOURG (23600).

Elle est aujourd'hui composée de 3 associées :

- Jean Pierre AUTISSIER
- Sylvie AUTISSIER
- Dylan AUTISSIER

Le GAEC exploite environ 400 ha de SAU et conduit :

- Un élevage bovin de 30 vaches mères de race Charolaises ;
- exploitation de grandes cultures sur 245 ha
- **un nouveau projet d'élevage de 29 999 poules pondeuses avec parcours plein air pour 2026.**

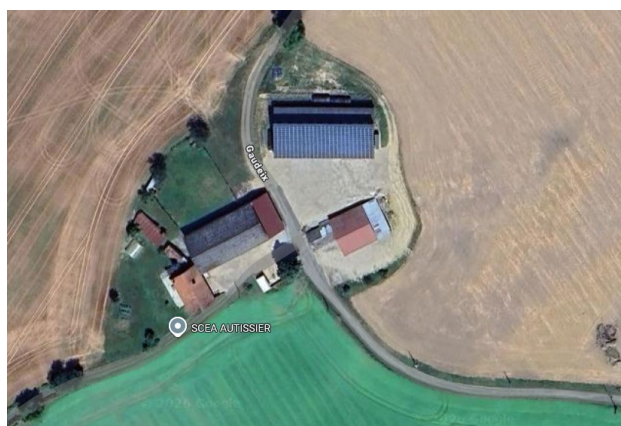
Celui-ci comprend un bâtiment d'hébergement de 2 883 m² avec volières, un parcours attenant de 16 ha et des installations annexes (hangar à fientes, silos, groupe électrogène, ...).

Le site d'élevage de poules pondeuses est situé sur la commune de BOUSSAC-BOURG (23600), au lieu-dit « Brande de Montmoulard », sur les parcelles cadastrales BC31, BC32 et BC33.

Le GAEC AUTISSIER a obtenu le permis de construire pour le bâtiment avicole et ses annexes n° PC 23032 24 D0008 en date du 19/12/2024. Les bâtiments sont en cours de construction et l'activité d'élevage démarrera en septembre 2026.

Situation ICPE : l'installation dispose d'un récépissé de déclaration datant du 07/01/2025 correspondant à 29 999 animaux-équivalents.

L'atelier poules pondeuses est en intégration avec Tellus, une coopérative agricole faisant partie du groupe Avril. Grâce à un approvisionnement en aliments et à des débouchées garanties, l'atelier poules pondeuses est un levier supplémentaire pour assurer la pérennisation de l'exploitation.



Vue satellite du siège de l'exploitation

Le projet consiste à équiper des parcours de plein air poules pondeuses existants en implantant des ombrières d'élevage à couverture photovoltaïque de type volière photovoltaïque.

Les parcours existants sont sur les parcelles cadastrales BC46, BC32 et BC33 pour une surface d'environ 16 hectares.



1.12.2 Le porteur de projet : SOLVEO Energies

Filiale du groupe SOLVEO, la S.A.S. SOLVEO Energies a été créée en 2008 à Fenouillet (31), au capital social de 600 000 €. SOLVEO Energies est positionnée sur toute la chaîne de valeur des projets d'énergie renouvelable, de l'identification de nouveaux sites, la conception, le développement technique et administratif, le financement, la construction, jusqu'à l'exploitation et la maintenance.

Depuis sa création, SOLVEO Energies a construit, et exploite plus de 117 MWc photovoltaïques sur plus de 380 centrales de production (hors WT).

L'activité Photovoltaïque France, première activité de SOLVEO Energies englobe trois pôles différents représentant les trois phases clés d'un projet photovoltaïque : le développement, la construction et l'exploitation. Cette activité est certifiée ISO 9001 : 2015, ISO 14001 : 2015 et ISO 45001 : 2018.

SOLVEO Energies est pionnière en ombrières d'abris de cultures. Depuis 10 ans, l'entreprise développe des projets photovoltaïques en synergie avec des cultures agricoles, notamment le ginseng. Cette racine a besoin d'un ombrage et d'une humidité maîtrisés durant tout le cycle de production (4 à 6 ans). Début 2023, SOLVEO Energies et France Ginseng ont mis en service et cultivent 35 ha d'ombrières sur les régions Occitanie et Nouvelle Aquitaine.

1.13 LE PROJET D'OMBRIERES PHOTOVOLTAIQUES

1.13.1 L'ensemble de parcelles

Le projet d'ombrière est sur les parcelles cadastrales BC 32, 33 et 46 propriétés de la famille AUTISSIER. Le bâtiment d'élevage de poules pondeuses en construction est sur la parcelle BC 45.



Figure 7 : Photographie aérienne, source : Géoportail

La parcelle a été choisie pour de multiples raisons :

- **Environnementale** : elle est éloignée du village et des habitations. Les bois et les haies qui entourent la zone limitent la visibilité du projet.
- **Agronomique** : le sol est sablo-limoneux et de faible épaisseur. Le sous-sol argileux freine l'infiltration de l'eau. La parcelle présente des signes d'hydromorphie pendant les périodes humides. Par conséquent, son potentiel agronomique est réduit.
- **Economique** : depuis l'entrée de Dylan dans le GAEC, l'exploitation tente de cultiver cette parcelle en grandes cultures. Cependant, avec le même itinéraire technique que sur les autres parcelles de l'exploitation, les rendements sont environ 25% plus faible. La rentabilité de la parcelle est diminuée d'autant.
- **Surfacique** : La surface correspond à un atelier de 29 990 poules pondeuses en plein air.

1.13.2 Plan de masse et caractéristiques techniques

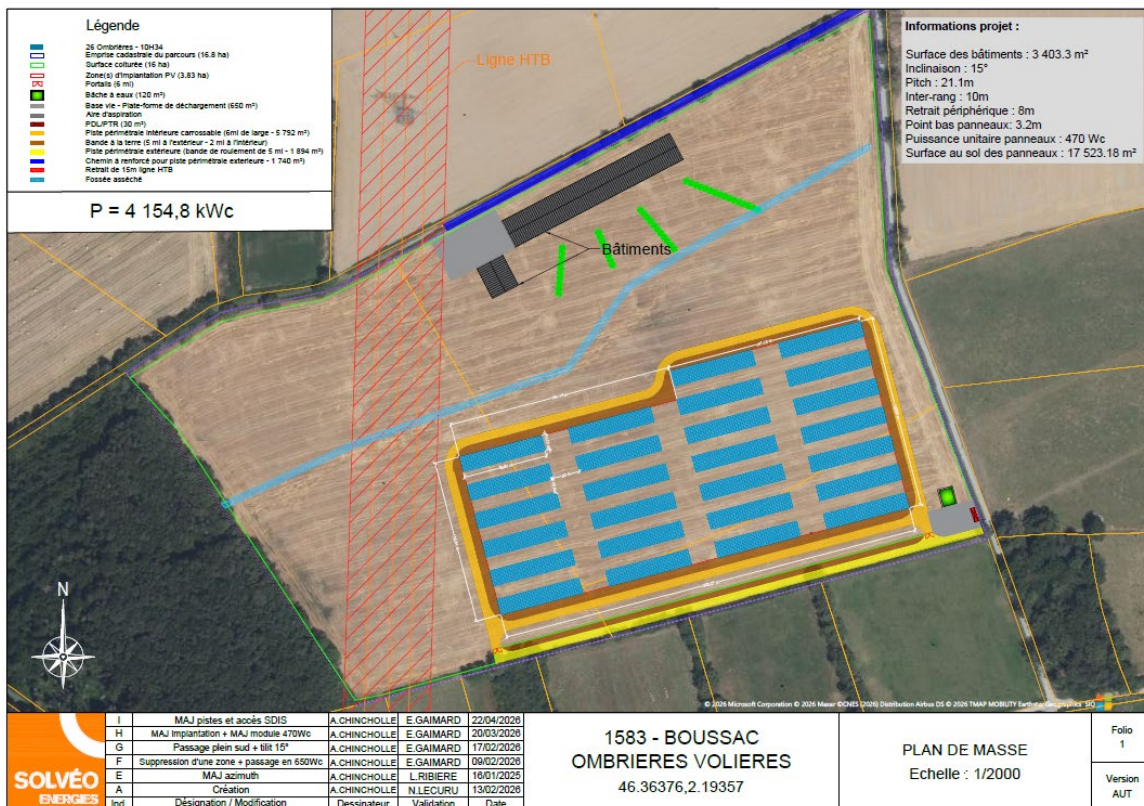
Le parcours proposé par SOLVEO Energies consiste en une succession d'abris, avec couverture photovoltaïque, espacés les uns des autres et pouvant soutenir des filets. Ils présentent un point bas à 3.20 mètres, et un point haut à environ 6.25 mètres.

Le tableau ci-dessous recense les principales données techniques du projet :

Figure 8 : Synthèse des informations techniques du projet

Paramètres	Valeurs
Puissance de la centrale estimée	4 154.8 kWc
Surface projetée des panneaux	17 523, 3 m ²
Technologie/ Angle d'inclinaison	Fixe/15°
Ancrage au sol	Fondations classiques ou pieux battus
Hauteur point bas des panneaux	2.8 m
Hauteur point haut des panneaux	6.11 m
Productible estimé	1216 kWh/kWc/an

Le plan de masse du projet est présenté ci-après :



1.14 LES BESOINS DE L'EXPLOITANT ET LES SERVICES APPORTÉS PAR LE DISPOSITIF D'OMBRIÈRES PHOTOVOLTAÏQUES A USAGE AGRICOLE

1.14.1 Une synergie technique

Une poule pondeuse a une température de confort comprise entre 19 et 23°C. Au-dessus de cette température, la poule met en place des systèmes de régulation de sa température corporelle qui entraînent des effets négatifs sur ses performances zootechniques (baisse de l'alimentation, baisse du nombre d'œufs pondus...).

Les ombrières photovoltaïques apportent de l'ombre sur le parcours, abaissant ainsi la température du sol et la température ressentie, créant des zones de confort thermique pour les volailles. Elles protègent également les animaux des intempéries et des sols détrempés. Les poules sont particulièrement sensibles à l'humidité et préfèrent les zones sèches pour s'abriter.

Les ombrières procurent donc des oasis de confort placées à différents endroits du parcours, favorisant ainsi la dispersion des animaux et limitant les concentrations autour des trappes du bâtiment.

On peut diviser un parcours de volailles en 3 parties distinctes :

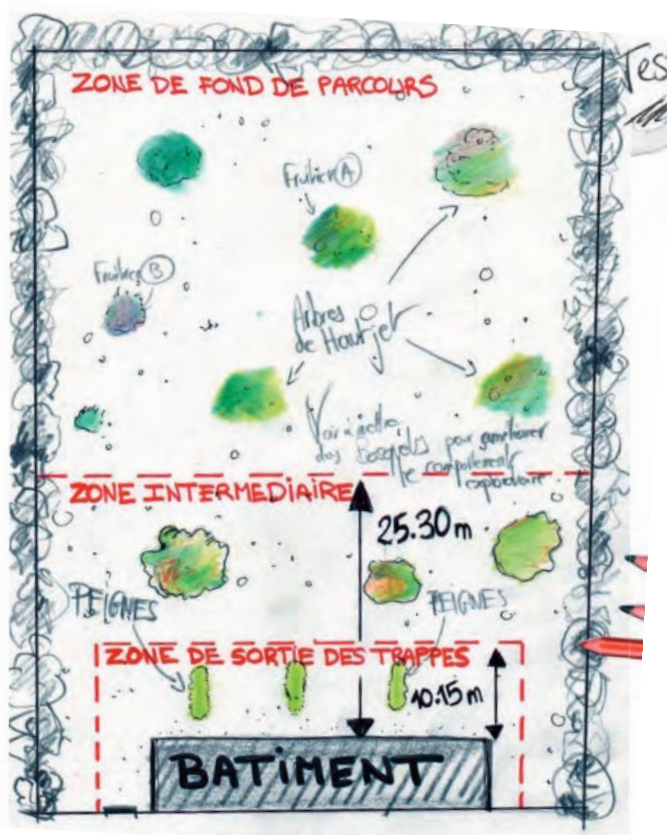


Figure 10 : Principe de végétalisation d'un parcours de volailles [6]

La **zone de sortie** est à la périphérie immédiate du bâtiment. Elle comprend les 10 premiers mètres à partir des trappes. C'est la première zone explorée par les poules. Elle doit être accueillante, présenter un sol sain, être abritée des vents et courants d'air. Ces conditions sont nécessaires pour inviter les poules à sortir du bâtiment. La zone immédiate doit également proposer des « peignes » : des arbustes

de petites tailles, alignés qui servent de zones de couvert où les poules se sentent en sécurité et qui les encouragent à les suivre pour explorer le reste du parcours.

La **zone intermédiaire** doit continuer de proposer un environnement agréable aux volailles : une zone protégée du vent et des prédateurs, grâce à l'implantation d'arbustes de haut jet. L'aménagement proposé doit continuer de guider les poules vers le reste du parcours.

L'**espace de fond** du parcours est aménagé par les ombrières photovoltaïques présentées précédemment. Elles offrent grâce à leur couverture, des zones de sécurité et de confort thermique, ce qui invite les poules à les rejoindre, explorant ainsi la totalité de la surface du parcours. [6]

La plantation d'arbres et de haies est par conséquent réfléchi pour faciliter l'utilisation complète du parcours par les poules.

a. Réduction de la prédation et des zoonoses

Les ombrières photovoltaïques apportent une protection pour les poules qui y trouvent un abri contre les prédateur aériens (ex : buses) en se réfugiant dessous. Cette protection est complétée par des filets tenus entre les rangées de panneaux.

Les structures photovoltaïques gênent également l'atterrissage de l'avifaune sauvage et limitent ainsi son contact avec les poules pondeuses de l'exploitation. Les oiseaux sauvages, et en particulier les migrateurs sont des vecteurs connus des épidémies qui touchent les élevages avicoles comme la grippe aviaire.

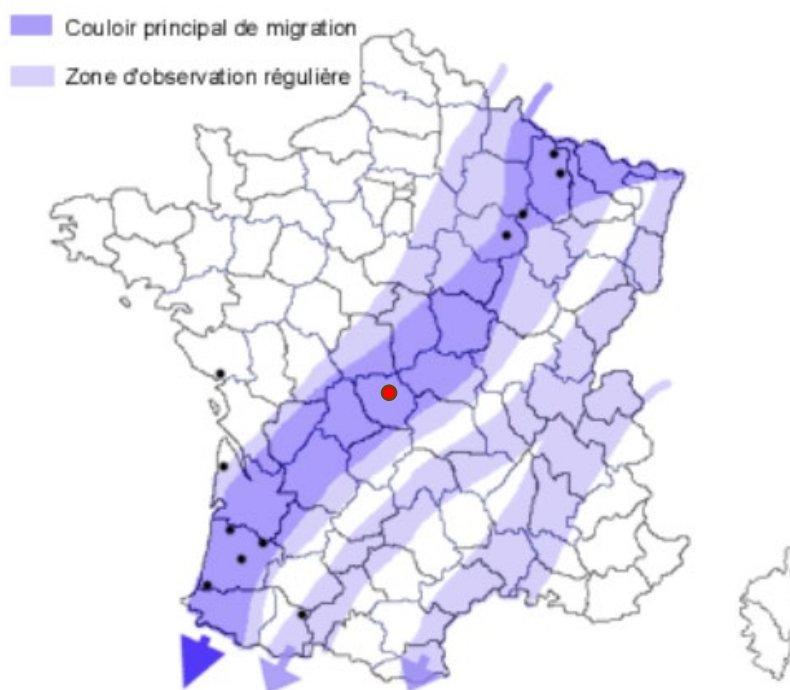


Figure 11 : Couloirs de migration de la grue cendrée (le point rouge situe Boussac-Bourg) [7]

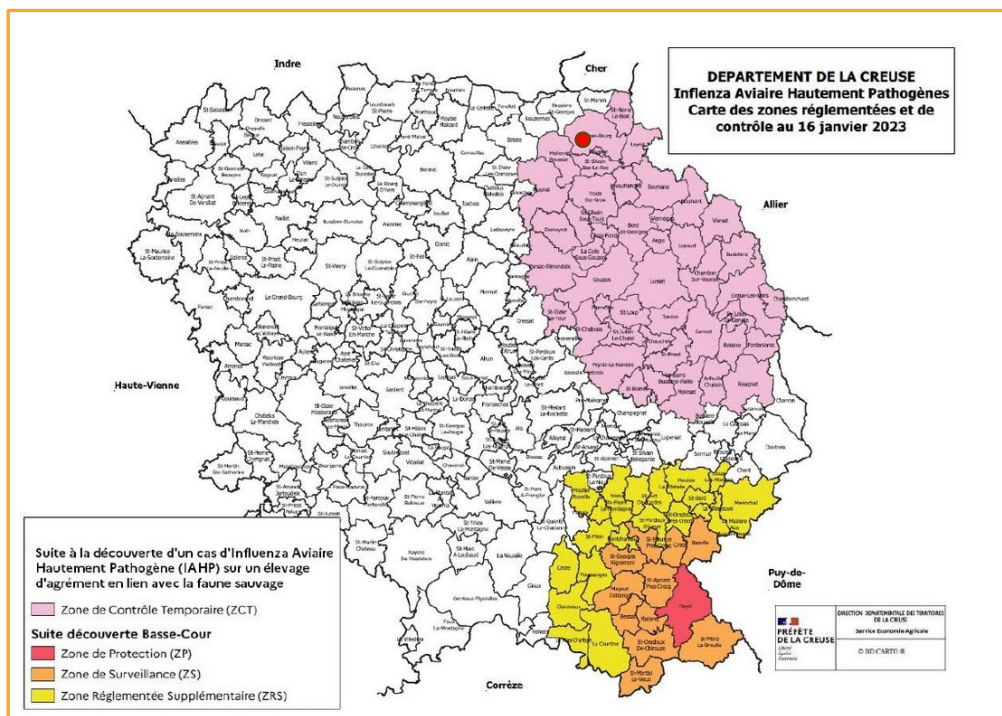


Figure 12 : Exemple de recensement de l'IAHP début 2023 dans le département de la Creuse, Source : Préfecture de la Creuse

La faune aviaire n'est pas la seule à pouvoir introduire des agents infectieux dans un élevage. Des mammifères sauvages peuvent également transmettre des bactéries pathogènes comme par exemple, la maladie de Rouget (*Erysipelothrix rhusiopathiae*), par contamination de l'environnement par des sangliers ou d'autres mammifères porteurs de la bactérie [8]

La clôture de 1,80m tout autour du parcours est doublée par un fil électrique empêchant ainsi l'intrusion de mammifères et de prédateurs terrestres tels que les renards.

Le contact avec la faune sauvage est donc nul, protégeant les animaux de tout contact avec des individus potentiellement infectieux.

b. Amélioration des conditions sanitaires

L'exploration de la totalité du parcours par les poules pondeuses évite la stagnation des animaux aux abords du bâtiment ou dans la zone intermédiaire. La densité de volailles est par conséquent répartie de manière plus homogène sur la totalité du parcours : la création de zones boueuses est retardée et les déjections sont mieux réparties, amélioration des conditions sanitaires et le confort des animaux.

1.14.2 Une synergie économique

a. Valorisation agricole de la parcelle

La parcelle visée par le projet a un historique de grandes cultures entrecoupées de prairies temporaires. Cependant, les rendements réalisés sont plus faibles que la moyenne de l'exploitation, de l'ordre de 25% plus bas avec un itinéraire technique identique. Cette parcelle est donc moins rentable pour l'exploitation, qui cherche un autre moyen de valoriser son potentiel de production.

L'élevage avicole, représente cette solution.

Cet élevage va également produire des fientes qui seront utilisées pour fertiliser les grandes cultures de l'exploitation. Le plan d'épandage évalue la production de fumier de fientes à 576t/an, ce qui correspond à 11 840 kgN /an, 10480 kg/ P2O5/an et 10 000 kg K2O/an.

LE GAEC a besoin d'environ 31 000 uN pour la fertilisation de ses grandes cultures. L'exploitation agricole devient donc autonome à 37% pour couvrir les besoins azotés de ses cultures. Les fientes apportent également le phosphore et le potassium, nécessaires au développement des cultures annuelles. Dans un contexte de volatilité du cours des intrants agricoles (au 05/03/2025, le prix de l'ammonitrate à 33% est de 455 €/t [9], soit 0,7 €/uN), **l'exploitation économise 8 288 €/an en achat d'engrais.**

Cet engrais apporte également de la matière organique en plus de l'azote. Il s'intègre mieux au sol et limite les problèmes de lessivages d'intrants dans une commune classée en zones vulnérables et où l'impact des nitrates d'origine agricole est important.

L'atelier de production d'œufs de plein air permettra au GAEC AUTISSIER une diversification des revenus (voir plan financier en ANNEXE 1).

L'investissement total de la GAEC AUTISSIER dans le projet d'atelier de poules pondeuses de plein air se monte à **1500 000€**.

Les volières photovoltaïques représentent un cout supplémentaire de 4 200 000€, cet investissement sera porté par la société SOLVEO ENERGIES en contrepartie d'équipement et de redevance d'occupation des sols.

Résumé des investissements nécessaires à la mise en place d'ombrière agricole de type volière

	Prise en charge GAEC AUTISSIER	Prise en charge SOLVEO ENERGIES
Installation des volières	0	4 200 000€
Fourniture de matériels spécifiques à l'activité poules pondeuses de plein air	0	20 000€
Installation des matériels spécifiques (filets, abreuvoirs, ...)	3 000€	0€
Fourniture des clôtures	0	40 000€
Pose des clôtures internes et adaptation des parcours	5 000€	0€
Aménagement paysagers	0€	3 500€
Création des pistes externes, portails SDIS, réserve incendie...	0	35 000€
TOTAL INVESTISSEMENT	8 000 €	4 298 500 €

Résumé des contributions du partenariat entre SOLVEO ENERGIES et GAEC AUTISSIER en contrepartie de la mise en place de volières photovoltaïques pendant 35 ans :

	Dotation de SOLVEO ENERGIES au GAEC AUTISSIER
Prise en charge des clôtures (périphériques et internes)	40 000€
Fourniture de matériels spécifiques à l'activité poules pondeuses de plein air (filets, pondoirs, mangeoires, ...)	20 000€
Indemnité annuelle	16 000€ / an

b. Réduction des coûts d'entretien

Avec une structure plus robuste conçue et dimensionnée pour durer et résister aux aléas climatiques, les volières photovoltaïques ne nécessitent aucun entretien particulier de la part de l'éleveur. Les structures photovoltaïques sont reliées entre elles par des barres métalliques qui renforcent l'armature générale. En option, des filets anti-oiseaux peuvent être fixés sur ces barres.

L'éleveur peut ainsi entretenir sa parcelle à l'aide d'un simple tracteur ce qui augmente grandement son confort de travail.

1.15 ÉTAT DE LA FILIERE ET DÉBOUCHÉES

1.15.1 Etat des lieux de la filière Œufs en France, et dans le département de la Creuse

Avec 930 000 tonnes d'œufs produits en 2023, la France est le premier pays européen en termes de production d'œufs. Afin de maintenir une qualité de production, la filière s'est fixée en 2016 l'objectif d'atteindre 50% de productions alternatives à la cage aménagée avant 2022. Ce but a été atteint dès 2019 et la transition continue de se poursuivre : les élevages en plein air continuent de tirer vers le haut la production d'œufs français (+10,5% de production d'œufs de plein air en février 2025 par rapport à 2024). [10]

L'élevage français de poules pondeuses se situe principalement dans les régions Bretagne et Pays de la Loire. Un second pôle remonte la vallée du Rhône et bifurque sur le nord du département de l'Allier.

Le GAEC Autissier se trouve à l'extrémité ouest de cette zone, dans un secteur agricole beaucoup plus tourné vers l'élevage bovin. La filière avicole n'est cependant pas déstructurée. En effet, plusieurs coopératives englobent la Creuse dans leurs rayons d'actions, comme par exemple, L'œuf de Nos Villages ou Tellus (anciennement Axéreal Elevage).

La filière avicole de Tellus, Force Centre représente 600 000 poules réparties chez près de 70 éleveurs. Force Centre cherche à proposer la meilleure qualité d'œufs possible avec la moitié des œufs produits selon le mode de production biologique et l'autre moitié dans des élevages de plein air. Une démarche supplémentaire concernant le confort animal a été engagée : le projet du GAEC Autissier s'inscrit donc pleinement dans la filière de Force Centre : élevage avec un parcours de plein air optimisé pour améliorer le confort des poules pondeuses.

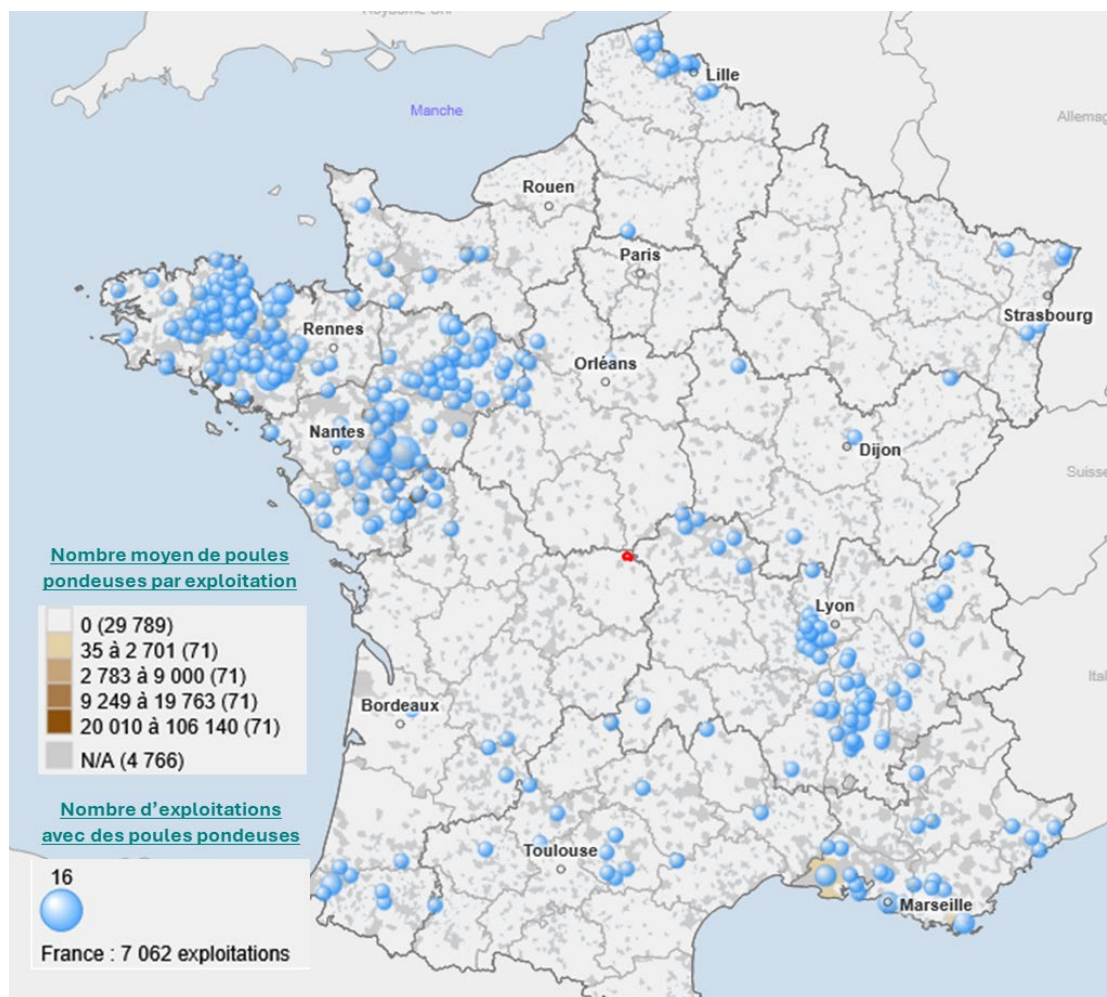


Figure 13 : Représentation des élevages de poules pondeuses par commune en France.[12]

Le projet s'insère dans une filière déjà construite, garantissant la pérennité du débouché. Ce projet de diversification des ateliers de production se réalise donc en sécurité, grâce à l'expertise d'une filière établie sur un produit plébiscité par les consommateurs.

L'installation d'ombrières photovoltaïques à usage agricole sécurise la production agricole et assure la rentabilité de l'exploitation en offrant une protection durable contre les excès de chaleur aux animaux, améliorant leur confort et leurs performances zootechniques.

Le dispositif est en place pour 35 ans.

Adaptation de la structure photovoltaïque au projet agricole

1.16 DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS AU REGARD DES PRODUCTIONS ENVISAGÉES

1.16.1 Les productions envisagées

Une ombrière à usage agricole offre une réelle synergie à un parcours de volaille. Les volières solaires leur apportent une zone de confort thermique, un abri face aux conditions climatiques défavorables (précipitations, vent), et une sécurité vis-à-vis des prédateurs qui ne peuvent pas les atteindre grâce aux filets posés entre les panneaux.

Le confort animal passe par deux actions :

- Donner aux animaux la possibilité d'exprimer un comportement naturel (voilage, grattage du sol)
- Eviter de leur occasionner des blessures

L'installation est conçue dans cette approche.

La structure a un point bas à 2.80m, ce qui offre tout l'espace nécessaire aux poules pour voler sans qu'elles se sentent restreintes par les panneaux au-dessus d'elles. Cette hauteur, combinée aux filets, les empêche de se poser sur les panneaux. Le risque de blessures et de brûlures est ainsi évité.

Le grattage et la fouille du sol sont des comportements naturels et essentiels chez la poule. Le parcours est semé avec un mélange variétal robuste (mélange de fétuque/ray-grass/trèfle) permettant de garder un couvert végétal malgré la présence des animaux.

1.16.2 Description de la structure

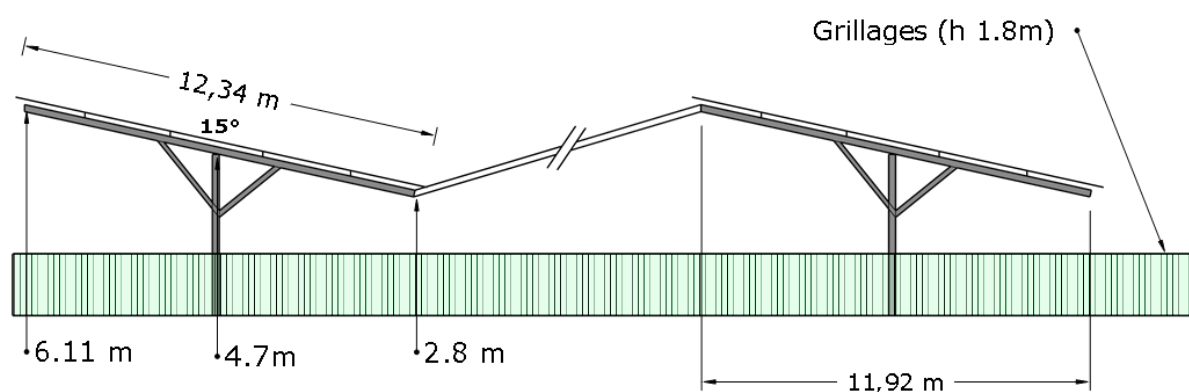


Figure 14 : Plan de coupe

Les ombrières sont implantées dans une direction générale Sud-Ouest/Nord-Est, inclinées d'environ - 15° au sud est. La distance poteau à poteau est de 20m. Les panneaux sont inclinés à 15° et leur pendant a une longueur de 12,34m. Leur surface projetée au sol est par conséquent de 11,92m et l'inter-rang fait 8,03m de large.

La hauteur sous panneaux permet le passage des engins agricoles. L'agriculteur peut donc travailler sa parcelle sans contraintes.

1.17 ADÉQUATION DU PROJET ET INCIDENCES ÉVENTUELLES SUR LA PRODUCTION ENVISAGÉE

1.17.1 Taux de couverture

La densité de couverture des ombrières photovoltaïques est calculée grâce à la formule suivante :

$$\frac{\text{Surface projetée au sol}}{\text{surface du parcours}} * 100$$

La surface projetée des panneaux étant de 17 523m² et la surface du parcours de 160 000m², ce qui donne **un taux de couverture du parcours égal à 10,55%**.

1.17.2 Gestion des eaux pluviales

Seuls les postes de transformation et de livraison et les poteaux entraînent une imperméabilisation du sol sur une surface très limitée (119m² soit 0,071 % de la surface totale de la parcelle).

Après les travaux, la terre sera semée sur la totalité du parcours pour reconstituer un couvert végétal, facilitant l'infiltration de l'eau et limitant également les effets d'érosion et de ruissellement.

La solution envisagée pour la gestion des eaux pluviales est la suivante :

Infiltration naturelle avec un espace de quelques centimètres (environ 2cm) entre les panneaux pour limiter l'érosion due à la chute de l'eau. L'eau tombant directement sur le sol s'infiltré ensuite naturellement.

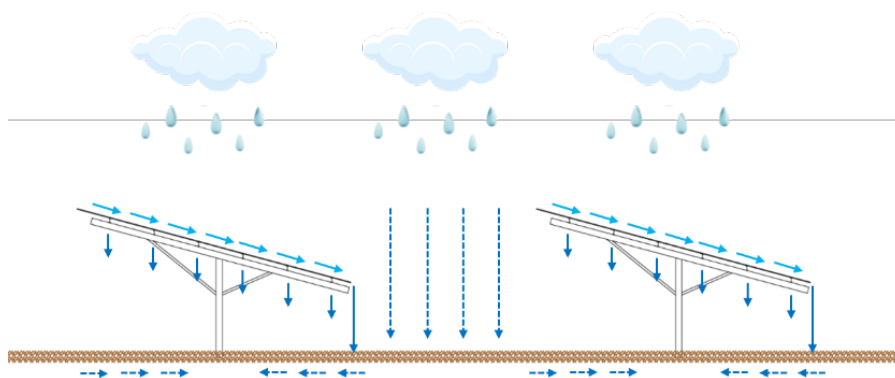


Figure 15 : Options possibles pour la gestion des eaux pluviales

Analyse de la durabilité de l'exploitation

1.18 MODELE ÉCONOMIQUE ET PLAN D'AFFAIRES PRÉVU SUR LA DURÉE DE VIE DU PROJET

1.18.1 Impact du dispositif sur les rendements

Les volières photovoltaïques apportent des solutions aux problèmes rencontrés par l'exploitant : la protection des poules face au stress thermique, face à la prédation et l'exposition aux maladies transmises par la faune sauvage. Les incidences sur l'élevage sont donc positives.

L'impact économique de ces problèmes est difficile à quantifier. Toutefois, certaines études scientifiques, combinées aux données météorologiques ainsi que l'étude économique réalisée par l'intégrateur, permettent de donner une estimation.

1.18.2 Protection face au stress thermique

Selon le portail DRIAS,[13] le nombre de journées chaudes (température moyenne supérieure à 25°C) va augmenter de 40% entre la période de référence (1975- 2005) et la période (2021 -2050), passant de 29 à 41journs. L'humidité relative à Boussac varie entre 60 et 65% pendant l'été.

Ces deux facteurs combinés placent les poules pondeuses dans une plage de stress modéré.

L'étude réalisée sur l'effet du stress thermique sur les performances zootechniques des poules pondeuses indique que sous un stress modéré, la production moyenne d'œufs diminue de 5,6% et le poids moyen des œufs diminue de 5,1%.

L'étude réalisée par l'intégrateur Tellus (ex-Axérial) (document en annexe) indique qu'une poule a une productivité moyenne de 87,1% et que le poids moyen d'un œuf est de 60,8 g. Le stress thermique fait chuter ces niveaux à 82,2% et 57,7g.

Les premiers résultats de la thèse qui réalise le suivi d'une installation d'ombrières photovoltaïques à usage agricole de SOLVEO Energies indique que pendant les jours chauds, la température sous panneaux est de l'ordre de -8°C par rapport à la zone témoin. Cette différence de température permet aux volailles de retrouver une zone de confort où les performances zootechniques sont préservées.

Sur les 29 990 poules de l'exploitation, la différence de volume d'œufs produits est de 218,3 kg/j. En prenant un prix de l'œuf à 1,28€/kg, sur les 41j chauds moyens prévus par les modèles climatiques, l'impact sur la production est estimé à 11 456 €. L'installation d'un parcours de volières photovoltaïques permettrait de réduire cette perte.

La valeur de la production d'œufs est estimée à 979 213 €/an. Une perte de 11 456€ représente une perte de 1,16% du chiffre d'affaires.

1.18.3 Protection face à la prédation

Une étude réalisée sur des élevages de poules pondeuses en plein air estime à 3,7% le taux de mortalité dû à la prédation [14]. L'étude indique que cette proportion est sûrement sous-estimée puisque certaines des volailles tuées par la faune sauvage sont emportées hors du parcours et n'entrent donc pas dans le calcul des animaux tués. Cette prédation est majoritairement réalisée par les rapaces mais les mammifères terrestres (renards, mustélidés, ...) participent également, à une proportion plus faible. Le parcours est entièrement grillagé et doublé par une clôture électrique, interdisant l'accès à toute la faune sauvage.

L'aménagement du parcours grâce aux volières, et à l'implantation de haies, offre des zones de sureté aux volailles : les volières abritent 11% du parcours. En appliquant une baisse correspondante à la prédation, on obtient une baisse de 1,4% de la mortalité due à la prédation.

L'élevage du projet est destiné à accueillir 29 990 poules : cette baisse de la prédation revient à protéger 553 poules.

Selon l'étude économique réalisée par l'intégrateur, Tellus, une poule pond en moyenne 28,6 kg d'œufs sur la durée de production de 539 jours, soit 19,36 kg/an.

La protection apportée par les volières permet de sauvegarder une production de : $553 \times 19,36 = 10\,706$ kg d'œuf/an.

Le prix moyen des œufs étant de 1,28€/kg, les volières photovoltaïques permettent de conserver une valeur de 13 703 €/an en limitant la prédation des volailles.

1.18.4 Baisse de l'exposition aux maladies extérieures

La volière photovoltaïque protège une partie du parcours de l'intrusion de l'avifaune sauvage. Le parcours est également entouré d'un grillage doublé d'une clôture électrique empêchant l'entrée de la faune terrestre.

Le contact avec des porteurs de maladies ou de parasites est donc limité. Les maladies transmissibles aux poules pondeuses ont des occurrences faibles mais des conséquences potentiellement dévastatrices : la maladie du Rouget, transmissible par la faune sauvage comme les sangliers, peut tuer rapidement 50% des animaux de l'élevage. La limitation du contact avec des porteurs de ces maladies constitue par conséquent une mesure prophylactique essentielle et apportant un bénéfice économique à l'exploitation :

- Baisse de la mortalité
- Maintien des performances zootechniques et de la qualité des produits

Ces impacts économiques sont toutefois difficilement quantifiables.

1.18.5 Calcul du LER

Le Land Equivalent Ratio (LER) est une mesure qui compare la productivité d'une production agricole sous ombrières par rapport à une production classique associée à une parcelle de photovoltaïque sans les aménagements.

Le Land Equivalent Ratio a pour formule :

$$LER = \frac{Y(\text{cropin AV})}{Y(\text{monocrop})} + \frac{Y(\text{electricity AV})}{Y(\text{electricity PV})}$$

Avec :

Y : le rendement, agricole ou électrique.

AV : un système d'ombrière à usage agricole.

cropin AV : la culture sous dispositif AV.

monocrop : la culture sans dispositif AV.

electricity AV : la production électrique du dispositif AV.

electricity PV : la production électrique sans les aménagements nécessaires au dispositif AV.

Le rendement agricole sur la parcelle équipée prend en compte le maintien des performances zootechniques pendant les jours de stress thermique (équivalent à 1,16% du chiffre d'affaires), ainsi que la baisse de prédation, équivalent à (1,4% du chiffre d'affaires).

Le ratio de la partie « Production agricole » est donc de

$$1 + \frac{1 \times 1,014}{100} + \frac{1 \times 1,016}{100} = 1,0203$$

Concernant la partie « Production électrique », l'installation n'étant pas orientée plein sud et les panneaux ayant un angle de 12° (et non 20° pour l'optimisation maximale), il existe une différence de production entre une installation fixe classique et les volières photovoltaïques :

$$\frac{Y(\text{electricity AV})}{Y(\text{electricity PV})} = \frac{1196}{1218} = 0,9819$$

Par conséquent, le LER obtenu est le suivant :

$$LER = 1,0203 + 0,9819$$

$$LER = 2,0022$$

Ce LER supérieur à 1 démontre la synergie opérée entre la partie agricole et la partie photovoltaïque prouvant ainsi l'intérêt du projet.

Démantèlement et réversibilité

Chantier et démantèlement

A l'issu du bail liant la société projet à l'exploitation agricole, trois possibilités s'offrent aux exploitants :

- 1) L'exploitation agricole devient gratuitement propriétaire de la centrale et sous-traite la maintenance des modules et de la structure à un tiers ;
- 2) L'exploitation agricole choisit le démantèlement complet de l'installation à la charge de la société projet ;
- 3) L'exploitation agricole choisit le démantèlement du lot électrique à la charge de la société projet. Dans l'objectif de renouveler les équipements.

Dans le second cas, SOLVEO Energies s'engage à réaliser le démantèlement et le recyclage de la totalité de l'installation dont les tranchées, fondations, structures, appareils de conversion électrique et modules photovoltaïques. Ces derniers se recyclent par le biais de l'association Soren dont SOLVEO Energies est adhérent. La filière assure une traçabilité de toutes les étapes de recyclage des panneaux.

Un traitement thermique permet de dissocier les différents éléments du module et de récupérer séparément les cellules photovoltaïques, le verre et les métaux (aluminium, cuivre et argent). Les plastiques (film en face arrière des modules, joints, gaines de câble...) sont brûlés par le traitement thermique. Une fois séparés les composants sont alors :

- Soit intégrées dans le process de fabrication de nouvelles cellules photovoltaïques,
- Soit fondues pour la fabrication de nouveaux lingots de silicium.

Le recyclage des panneaux photovoltaïques et des onduleurs est obligatoire en France depuis 2014, via la directive 2002/96/CE (DEEE ou D3E). Les fabricants et importateurs opérant en UE sont enregistrés et sont responsables de la collecte et du recyclage des panneaux.

A l'issu du démantèlement, le terrain est remis en état. Pour cela, SOLVEO Energies s'appuie sur l'éventuel état des lieux dressé par huissier avant le chantier de construction.

Lors du démantèlement en fin de vie de l'installation, tous les câbles et fourreaux sont détachés. Le site sera restitué vierge de toute trace de l'installation photovoltaïque. Les câbles en tranchées seront retirés du sol et recyclés à 100%. La solution ne nécessite que très peu d'enfouissements ce qui réduit considérablement le nombre de tranchées creusées. Grâce au système photovoltaïque, les câbles circulent sous la structure. Seule une petite tranchée entre le bloc d'ombrières et le raccordement est nécessaire.

Le site n'est que très peu impacté par le projet. Une fois les installations démantelées, les parcelles retrouvent leurs états initiaux. La réversibilité du site est donc assurée.

Conclusion

Le projet d'élevage de poules pondeuses sous volières photovoltaïques porté par le GAEC Autissier s'inscrit pleinement dans une démarche agroécologique.

En effet, les volières améliorent le confort des animaux en leur offrant des zones de confort thermique à l'abri des prédateurs. Les volières étant éloignées du bâtiment d'élevage, les poules sont encouragées à explorer l'intégralité du parcours. Par conséquent, la densité d'animaux est plus homogène et les poules ne restent pas à proximité du bâtiment d'élevage, ce qui évite la dégradation du couvert végétal et l'apparition de boue autour du bâtiment.

L'impact des volières sur la surface agricole est négligeable : le parcours est toujours utilisable sous les volières. De plus, aucune fondation bétonnée n'est utilisée car les structures sont ancrées dans le sol par pieux battus. La perte de surface agricole se résume à la section des poteaux soutenant la structure, au poste de livraison et de transformation, soit 0,071% du parcours.

Ce projet présente donc des avantages environnementaux (production d'énergie renouvelable, utilisation d'engrais organiques plutôt que minéraux, amélioration du confort animal), économiques (diversification des sources de revenus, indépendance vis-à-vis des engrais minéraux), et sociaux (pérennisation du GAEC grâce aux revenus générés, et à terme l'embauche d'un demi-ETP). Il est un exemple de transition d'une exploitation agricole vers un modèle plus résilient.

Ce projet, comme les autres projets de cette filière, prouve et démontre les nombreux avantages agronomiques économiques et environnementaux de la mise en place d'ombrières de volières. Leur construction est donc une absolue nécessité pour l'activité agricole du GAEC Autissier.

Bibliographie

- [1] ORACLE Nouvelle Aquitaine 2020.
- [2] Climate Date : [://fr.climate-data.org/europe/france/limousin/boussac-728191/](https://fr.climate-data.org/europe/france/limousin/boussac-728191/)
- [3] Climadadiag Commune : <https://meteofrance.com/climadiag-commune>
- [4] Xin, Hongwei et Harmon, Jay D., "Installations et environnement de l'industrie de l'élevage : indices de stress thermique pour le bétail" (1998) Publications de vulgarisation agricole et environnementale. Livre 163, Université d'État de l'Iowa
- [5] Mashaly, M.M., G.L Hendricks III, M.A. Kalama, A.E. Gehad, A.O. Abbas et P.H. Patterson. 2004. « Effect of Heat Stress on Production Parameters and Immune Responses of Commercial Laying Hens ». Poult. Sci. 83 : 889-894.
- [6] CASDAR Parcours Volailles 2011-14 : Evaluation environnementale des parcours de volailles de chair label rouge et biologiques.
- [7] LPO Occitanie : <https://lot.lpo.fr/2024/10/28/et-revoila-les-grues-cendrees/>
- [8] Guérin J-L, Répérant J-M, Risques sanitaires spécifiques liés aux productions avicoles en Plein-air : quels risques ? Quelles stratégies de protection sanitaire ?, Quatorzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, 9 et 10 mars 2022
- [9] Marchés agricoles : <https://www.terre-net.fr/marche-agricole>
- [10] France Agrimer – Fiche filière Œufs, janvier 2023
- [11] Plaquette de présentation Tellus : https://www.tellus.com/sites/default/files/2024-09/Plaquette_TELLUS.pdf
- [12] Agreste : https://stats.agriculture.gouv.fr/cartostat/#bbox=-214006,7122394,1869003,1093581&c=indicator&i=elev_2020_3.nbpoulespond20&i2=elev_2020_3.poulespondmoy20_&selcodgeo=36040&t=A02&t2=A02&view=map15
- [13] Portail DRIAS : <https://www.drias-climat.fr/>
- [14] Bestman M, Bikker-Ouwejan J. Predation in organic and free-range egg production. *Animals*. (2020) 10:1-17. doi: 10.3390/ani10020177

ANNEXE 1 : Calcul de rentabilité économique



04/09/2024

CALCUL DE RENTABILITE TECHNICO ECONOMIQUE ŒUFS BLANCS PPA

DONNEES TECHNIQUES			
Nombre mis en place	39 500 poules / m²		
Densité	9 poules / m²		
Age de réforme	95 semaines		
Durée de production	539 jours		
	perf moyenne	Perf basse	Perf haute
Nbre total d' œufs produits	470	450	490
Calibre moyen	60,8	60,7	60,9
Kg œuf par poule	28,6	27,3	29,8
consommation/gr/ poule/ jour	0,118	0,120	0,114
DONNEES ECONOMIQUES			
prix contrat			
Prix moyen aliment	400,60 €/tonne		
Prix des œufs CI A	1,28 €/kg		
Prime batiment	2,85 €/an		
Charges de production			
Coût Aliment	25,48 €	25,91 €	24,62 €
Poulette à 18 semaines	4,00 €	4,00 €	4,00 €
Charges variables			
Produits nutritionnels	0,80 €	0,90 €	0,80 €
Eau , électricité , assurance	0,63 €	0,63 €	0,63 €
Coût analyse	0,07 €	0,07 €	0,07 €
Divers (dont lavage)	1,10 €	1,10 €	1,10 €
TOTAL DES CHARGES	32,08 €	32,61 €	31,22 €
PRODUITS			
Vente des œufs	36,64 €	35,02 €	38,26 €
Vente poule de réforme (1,6 kg à 0,1525)	0,21 €	0,21 €	0,21 €
Prime batiment	4,22 €	4,22 €	4,22 €
Prime qualité	0,30 €	0,30 €	0,30 €
TOTAL DES VENTES	41,37 €	39,75 €	42,99 €
RESULTAT PAR POULE hors charges variables	11,89 €	9,84 €	14,37 €
RESULTAT BRUT PAR POULE avant annuités et MSA	9,29 €	7,14 €	11,77 €
RESULTAT BRUT TOTAL avant annuités et MSA	366 930 €	282 060 €	465 111 €
	Somme empruntée	Taux interet	Durée d'emprunt
	1 850 000	4,0%	15
			Annuités
			166 391,04 €
			Par lot
			246 386,73 €
RESULTAT APRES ANNUITE (Hors MSA) par lot	120 544 €	35 673 €	218 724 €
RESULTAT APRES ANNUITE (Hors MSA) PAR AN	88 822	26 286	161 165
RESULTAT APRES ANNUITE (Hors MSA) par POULE par lot	3,05	0,90	5,54
RESULTAT APRES ANNUITE (Hors MSA) par POULE par an	2,25	0,67	4,08