

OVILAB, UNE PLATEFORME D'EXPÉRIMENTATION ET DE DÉMONSTRATION AGRIVOLTAÏQUE POUR RÉPONDRE AUX ATTENTES DES FILIÈRES OVINE ET ÉNERGIE RENOUVELABLE

Mise en situation

Ovilab est la première plateforme d'expérimentation et de démonstration agrivoltaïque innovante en production ovine. Cette plateforme, déployée en condition réelle d'exploitation, permettra de tester des technologies agrivoltaïques communément utilisées par les développeurs et de fournir les références attendues par les filières. En complément, un site de démonstration destiné à accueillir des visiteurs permettra d'illustrer la diversité des solutions agrivoltaïques actuelles.

Résumé

Les projets agrivoltaïques sont en plein essor en France et la plupart des dispositifs couplés à de l'élevage concerne des éleveurs ovins allaitants. Depuis 2023, l'agrivoltaïsme est encadré par la loi relative à l'accélération des énergies renouvelables et par ses décrets et arrêtés d'application permettant d'apporter des définitions et un cadre réglementaire. Mais au-delà des exigences législatives, le monde agricole s'interroge toujours aujourd'hui sur les conditions de mises en œuvre de l'agrivoltaïsme. Dans ce contexte, l'Institut de l'Élevage (IDELE) et le Centre Interrégional d'Information et de Recherche en Production Ovine (CIIRPO) se sont associés à l'entreprise QAIR France, pour construire une installation agrivoltaïque de recherche et d'innovation en production ovine sur le site du Mourier (87), dans le bassin du Limousin. Cette plateforme comprendra deux sites : un site expérimental et un site de démonstration. Le site expérimental sera établi sur une parcelle de 16,2ha où seront installés différentes infrastructures agrivoltaïques : panneaux mobiles ou fixes, avec des différences au niveau inter-rangs et hauteur des panneaux. Cette diversité permettra de mesurer l'impact de la centrale sur différents paramètres (production fourragère, microclimat, sol, bien-être et comportement des animaux, travail de l'éleveur...). Le site de démonstration servira de support lors de visites et permettra d'illustrer la diversité des solutions pouvant être déployées à ce jour dans des centrales agrivoltaïques couplées à un élevage ovin. Ce projet baptisé Ovilab, unique et inédit, fournira les références attendues par les filières et permettra de préciser le cadre technique pour un déploiement vertueux de l'agrivoltaïsme.

Summary

Ovilab, an agrivoltaic experimentation and demonstration platform to meet the expectations of the sheep and renewable energy sectors

Agrivoltaic projects are booming in France and most of the systems coupled with livestock farming concern suckler sheep farmers. Since 2023, agrivoltaics has been regulated by the law on the acceleration of renewable energies and by its implementing decrees and orders providing definitions and a regulatory framework. Agrivoltaics can now be clearly distinguished from ground-based photovoltaics, which concerns the power plants built to date. But beyond the legislative requirements, the agricultural world is still wondering today about the conditions for implementing agrivoltaics. In this context, the Livestock Institute (IDELE) and the Interregional Center for Information and Research in Sheep Production (CIIRPO) have joined forces with the company QAIR France to build an agrivoltaic installation for research and innovation in sheep production on the Mourier site (87). This platform will include two sites: an experimental site and a demonstration site. The experimental site will be established on a 16.2 ha plot where different agrivoltaic infrastructures will be installed: mobile or fixed panels, with differences in inter-row and panel height. This diversity will make it possible to measure the impact of the plant on different parameters (fodder production, microclimate, soil, animal welfare and behavior, work of the farmer, etc.). The demonstration site will serve as a support during visits and will illustrate the diversity of solutions that can be deployed to date in agrivoltaic plants coupled with sheep farming. This unique and unprecedented project called Ovilab will provide the references expected by the sectors and will make it possible to specify the technical framework for a virtuous deployment of agrivoltaics.

Auteurs

Marianne D'AZEMAR¹, Denis GAUTIER², Philippe DIMON³, Mickaël BERNARD⁴

1. Institut de l'Élevage, Campus Inrae Auzeville 24 chem Borde Rouge, 31320 Auzeville Tolosane

2. Institut de l'Élevage, le Mourier, 87800 Saint Priest Ligoure

3. QAIR France, boulevard des arcades, maison régionale d'agriculture, 87000 Limoges

4. CIIRPO, le Mourier, 87800 Saint Priest Ligoure

Auteur correspondant:
Marianne.dazemar@idele.fr

Mots clés

Agrivoltaïsme, filière ovine, énergies renouvelables, expérimentation, références

Key words

Agrivoltaism, sheep sector, renewable energies, experimentation, references

Références de l'article

D'Azemar M., Gautier D., Dimon P., Bernard M., Ovilab, une plateforme d'expérimentation et de démonstration agrivoltaïque pour répondre aux attentes des filières ovine et énergie renouvelable, *Fourrages* 262, 91-98.

Article accepté pour publication le 12 mars 2025.

1. Introduction et contexte

En 2019, au titre de la loi « Energie-climat », le Gouvernement a fixé un objectif ambitieux pour la France : atteindre la neutralité carbone en 2050. Pour atteindre cet objectif, l'Etat s'appuie en partie sur la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE). La PPE est l'outil de pilotage de la politique énergétique française, notamment en termes de diversification du mix énergétique, dans laquelle le développement des énergies renouvelables joue une place centrale. Plus précisément, concernant l'énergie photovoltaïque, alors que la précédente PPE publiée en 2016 affichait un objectif de 10,2 GW de puissance installée, la PPE de 2018 fixe un objectif encore plus ambitieux, consistant à multiplier par 3 ou 4 les capacités photovoltaïques d'ici 2028, pour atteindre 35 à 45 GW. Le développement du photovoltaïsme sur les toitures est une priorité, mais la couverture des toits ne sera pas suffisante pour atteindre à elle seule les objectifs de la PPE (Crestey *et al.* 2021). Concernant les surfaces au sol, une étude menée par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie) a estimé qu'il faudrait de 16 000 à 21 000 ha pour atteindre les objectifs de la transition énergétique d'ici 2028 (ADEME, 2021). Les surfaces non agricoles étant limitées en France et contraignantes pour l'installation, l'expansion du photovoltaïque au sol pose la problématique de la concurrence foncière entre la production agricole et la production énergétique. Pour pallier les conflits d'usage des terres, deux chercheurs allemands, Goetzberger et Zastrow (1982) ont introduit, dans les années 80, le concept d'agrivoltaïsme (AgriPV) qui consiste à cumuler, sur la même surface une activité agricole et la production d'énergie photovoltaïque. Depuis, ce concept a été déployé dans le monde entier. Les premières installations de tailles variables ont vu le jour au Japon en 2004 (Movellan, 2013), puis en Europe (Dupraz *et al.*, 2011 ; Amaducci *et al.*, 2018). En France, cette pratique a été introduite en 2019 pour répondre aux objectifs fixés par la loi « Energie-climat ».

Depuis 2019, des acteurs publics (CRE , ADEME) ainsi que de nombreux autres acteurs de la filière agricole et de l'énergie se sont emparés du sujet en proposant des guides opérationnels et de conseil pour le développement de parcs agrivoltaïques ou encore des chartes qui contiennent une liste de préconisations pour veiller à la bonne synergie entre les deux activités et ainsi préserver les activités et le foncier agricoles. À titre d'exemple, la Fédération Nationale Ovine a rédigé en 2020 une « charte pour le développement de projets agrivoltaïques ovins vertueux », mise à jour une première fois en 2022 puis en novembre 2024, pour porter à la connaissance des acteurs du monde agricole et des énergies renouvelables sa vision de l'agrivoltaïsme appliquée à l'élevage ovin et définir un cadre à partager et à adapter au niveau local. Aujourd'hui, la pratique est désormais définie par la loi relative à l'accélération des énergies renouvelables du 10 mars 2023, dont l'application est encadrée par un décret d'application publié le 9 avril 2024 et un arrêté du 5 juillet 2024. Pour les projets

concernant les filières d'élevage, ce décret fixe notamment des obligations en termes de maintien d'une production agricole, d'un rendement et de taux de couverture maximum de la parcelle en panneaux. Mais au-delà des exigences du décret, le monde agricole s'interroge toujours aujourd'hui sur les conditions de mises en œuvre de l'agrivoltaïsme et plus particulièrement comment :

- Garantir aux agriculteurs des revenus complémentaires, source de diversification pour la pérennisation de leur activité agricole au sein des territoires ruraux ;
- Faire bénéficier un maximum de personnes des retombées financières des projets (limiter l'effet d'aubaine aux seuls propriétaires/exploitants du site) ;
- Adapter les technologies pour permettre d'atténuer efficacement les effets du changement climatique et des aléas météorologiques en fonction des productions agricoles végétales et animales ;
- Déployer l'agrivoltaïsme sans compétition pour l'usage des sols (compatibilité entre la production végétale/animale et la centrale photovoltaïque, parcelles non artificialisées et très faiblement imperméabilisées) ;
- Être vigilant à l'acceptabilité sociétale locale, lors de la phase de développement (savoir tenir compte des avis contradictoires pour construire le meilleur compromis).

Pour répondre à ces questions, de plus en plus de travaux expérimentaux se montent afin d'évaluer les impacts de l'activité photovoltaïque sur les activités agricoles et notamment sur la production des prairies. Les principales études bibliographiques, nationales et internationales, ont été référencées dans le guide « l'agrivoltaïsme appliqué à l'élevage des ruminants », publié en 2021 par l'Institut de l'Elevage (Crestey *et al.*, 2021). Depuis cette date, quelques études en France ont permis d'apporter de nouveaux éclairages (Rainon et Dagouneau, 2022 ; Madej *et al.* 2022 ; Berezyiat, 2024). Cependant, la plupart des études réalisées à ce jour concerne des centrales construites avant le cadre réglementaire de l'agrivoltaïsme qui mobilisent des technologies d'ancienne génération (bas de talle, distance d'inter-rang). De plus, les résultats obtenus sont intrinsèquement dépendants du contexte pédoclimatique du site agrivoltaïque et ne peuvent pas toujours être extrapolés à d'autres projets situés dans des contextes pédoclimatiques différents. Plus particulièrement, dans la zone herbagère du bassin allaitant du Limousin, de nombreux projets agrivoltaïques sont en cours de développement sans références spécifiques à ce territoire. Ainsi, dans la filière agrivoltaïque, il subsiste un manque de retours d'expériences pourtant indispensable à la mise en œuvre de projets vertueux. La filière ovine est d'autant plus concernée puisque la recherche de l'optimisation de la rentabilité, principalement par les énergéticiens, a incité les acteurs du secteur de l'énergie à développer des projets agrivoltaïques en élevage ovin. Aujourd'hui, la plupart des dispositifs d'agrivoltaïsme

couplant élevage, prairie et photovoltaïsme concerne des éleveurs ovins allaitants.

Dans ce contexte, l'institut de l'élevage (IDELE) et le Centre Interrégional d'Information et de Recherche en Production Ovine (CIIRPO) se sont associés à l'entreprise QAIR, pour construire une installation agrivoltaïque de recherche et d'innovation en production ovine sur le site du Mourier, dans le contexte du Limousin. Ce projet, baptisé Ovilab, fournira les références spécifiques attendues par les filières. Ce projet, unique, inédit et déployé en conditions réelles d'exploitation sera mené sur des technologies communément utilisées par les développeurs et sur une très longue durée, 20 ans minimum avec un budget alloué aux suivis expérimentaux de 80 000 €/an. Cette durée d'expérimentation permettra de faire évoluer les technologies testées et les thématiques étudiées en fonction des premiers résultats obtenus et de l'évolution du cadre législatif et technique de l'agrivoltaïsme. Le montage juridique permettra une prise en charge des dépenses par la société créée spécialement pour ce projet. Une partie des charges liées à l'expérimentation pourra être prise en charge par des subventions.

2. Matériels et méthodes

2.1. Caractéristiques générales

La ferme du Mourier, propriété de IDELE, est le siège social du CIIRPO, structure professionnelle regroupant 70 organismes agricoles travaillant en amont et en aval de la filière ovine. Elle est située dans la Haute-Vienne, sur la commune de Saint-Priest-Ligoure, au sud de Limoges et compte 95 ha, tout en herbe, dont la moitié en prairies permanentes. 750 brebis sont élevées sur l'exploitation, pour moitié de race Mouton Vendéen et pour l'autre moitié de type F1 (Île de France croisé Romanov).

La ferme du Mourier est le principal lieu de recherche et d'expérimentations du CIIRPO. Ces dix dernières années,

plus de 80 essais ont été conduits sur le site du Mourier avec systématiquement un regard sur les performances techniques et économiques, mais aussi sur les conséquences en termes de travail ou encore d'impact environnemental et de bien-être animal. La ferme du Mourier joue une place centrale dans la diffusion des connaissances en filière ovine, puisque le site accueille tous les ans près de 1000 personnes (éleveurs, techniciens, apprenants, chercheur, ...), dans le cadre de journées techniques, de visites organisées ou de formations.

Dans ce cadre, Ovilab, répond à un objectif de recherche et de démonstration et concerne deux sites avec des objectifs différents (figure 1) : expérimental (zone A) et démonstration (zone B)

2.1.1 Le site expérimental pour la recherche (zone A)

Le site expérimental sera construit sur une parcelle de 16,2 ha. Cette parcelle a été choisie sur la base d'une préanalyse bibliographique et cartographique. Ainsi, les impacts sur le territoire semblent limités : éloignement d'éléments architecturaux protégés, pas de zone humide ni de cours d'eau, en dehors de zones environnementales à forts enjeux (à confirmer avec les études réglementaires), zone isolée facilitant son intégration paysagère vis-à-vis des tiers. Dans cette zone, sept profils d'infrastructures seront testés. Ils ont été retenus car adaptés à des centrales agrivoltaïques combinées à un élevage ovin et fréquemment proposées par les développeurs. L'objectif du site expérimental est d'acquérir des références techniques dans le contexte pédoclimatique du Limousin. Compte-tenu de la forte puissance installée du site, induisant une demande d'autorisation dont les délais d'instruction sont longs, la mise en fonctionnement de ce site est prévue pour le 1er semestre 2028.

2.1.2 Le site de démonstration pour l'information (zone B)

Le site de démonstration, d'une surface de 9 000 m², sera construit pour accueillir 12 infrastructures de technologies agrivoltaïques.

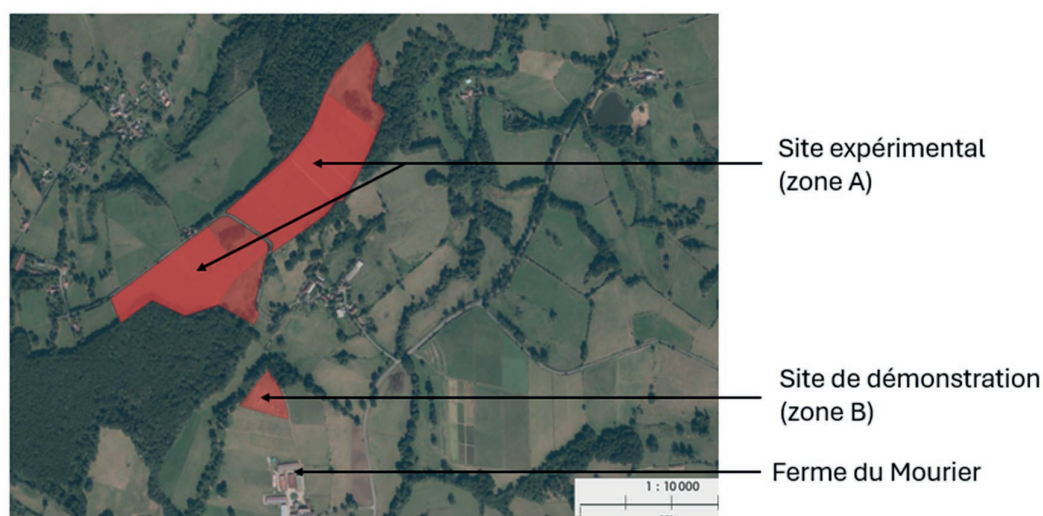


Figure 1 : Localisation du site recherche (zone a) et du site demonstration (zone b) par rapport au siege d'exploitation de la ferme du mourier
Figure 1: Location of the research site (zone A) and the demonstration site (zone B) in relation to the Mourier farm headquarters

Compte-tenu de sa proximité géographique avec le siège d'exploitation de la ferme du Mourier, ce site servira de support lors de visites et permettra d'illustrer la diversité des solutions pouvant être déployées à ce jour dans des centrales agrivoltaïques couplées à un élevage ovin.

Cette zone permettra également de faire des démonstrations de pâturage des animaux, de travail avec le chien, de l'utilisation de la mécanisation (tracteur, semis, fauche...) en centrale agrivoltaïque. La faible puissance installée du site réduira les délais d'instruction de la demande d'autorisation, aussi la mise en fonctionnement de ce site est prévue pour le 2nd semestre 2025. La suite de l'article concerne le site expérimental, sauf si le site de démonstration est mentionné.

2.2. Expérimentations

2.2.1 Modalités testées

Les types de technologies testées sur le site expérimental varient en fonction des critères suivants (figure 2) :

- Type de tables : panneaux fixes ou mobiles (trackers), ancrage au sol en monopieu battu (sans fixation bétonnée) ou vissés trackers¹.

- Hauteur de bas de tables pour les tables fixes. Une des modalités correspondra à la préconisation de la FNO (1,50 mètres). La deuxième est en cours de réflexion.
- Distances d'inter-rang, de pieu à pieu : 8 et 12 mètres.

Ces modalités seront réparties de façon homogène, sur 8 parcelles de 1 à 2 ha (figure 3).

Le design du parc a été conçu sans préjuger des conclusions des études réglementaires (environnementales et agricoles). Cette implantation est un compromis entre les contraintes topographiques (installation des panneaux trackers/fixes vis-à-vis des pentes), les contraintes liées aux ombrages des haies et arbres existants, le maintien de l'activité agricole (conduite du pâturage, récolte des fourrages, entretien et renouvellement des prairies), les attentes expérimentales et l'optimisation de la production électrique pour garantir la meilleure rentabilité possible du projet. Au sein de la parcelle, une zone témoin représentative de la prairie et de même dimension que les autres modalités est également présente.

2.2.2 Domaines étudiés

L'objectif du dispositif expérimental est de répondre le plus exhaustivement possible aux questions concernant l'impact de l'installation d'une centrale agrivoltaïque sur le système

¹ Les trackers sont des tables agrivoltaïques en capacité d'effectuer un mouvement de rotation autour d'un axe, permettant ainsi aux panneaux de suivre la courbe du soleil tout au long de la journée.

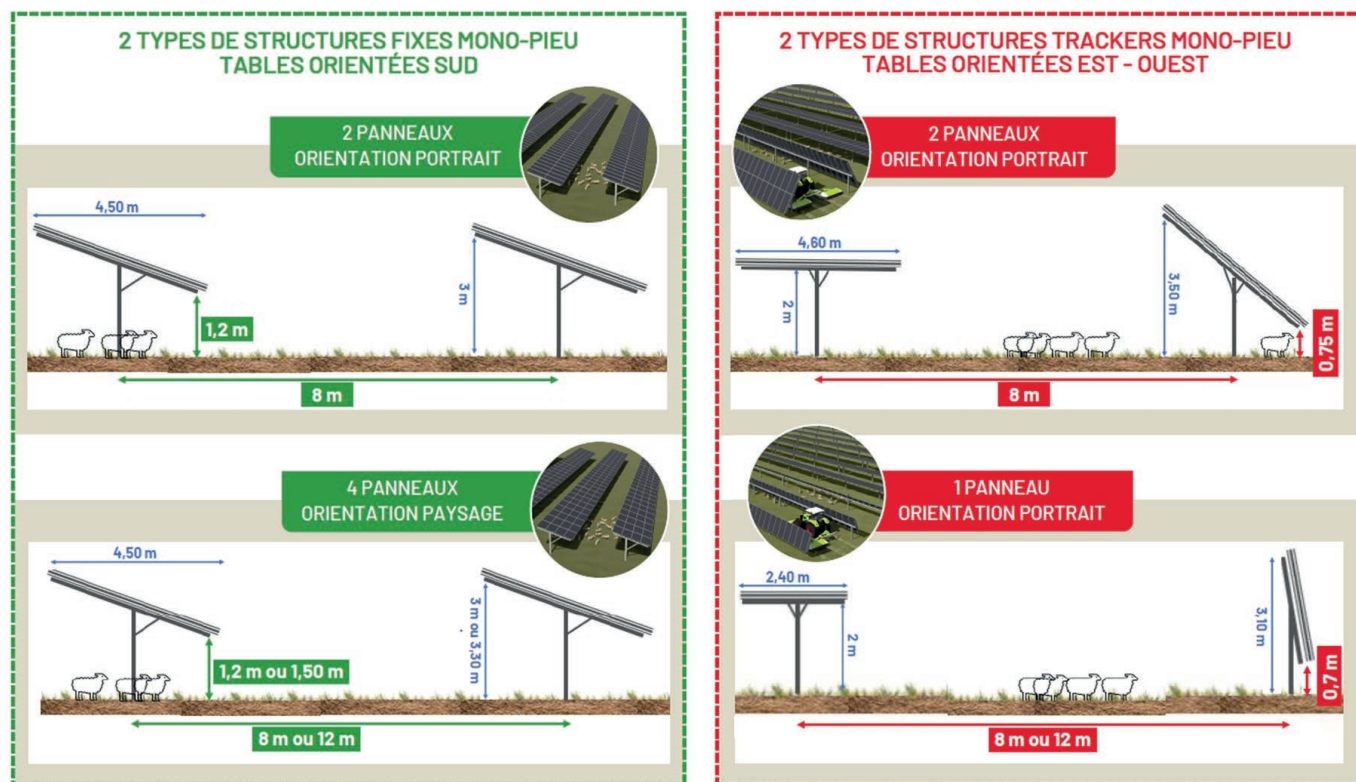


Figure 2 : Technologies deployees dans la centrale agrivoltaïque du Mourier
 Figure 2: Technologies deployed in the experimental agrivoltaic power plant of le Mourier

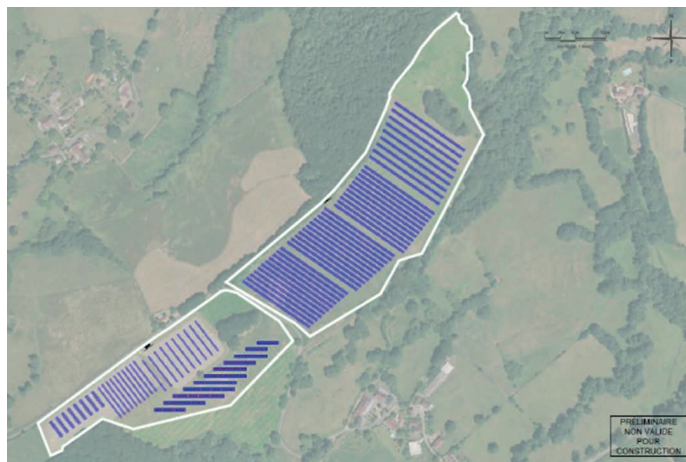


Figure 3 : implantation des modalités agrivoltaïques sur la parcelle.
Figure 3: implementation of agrivoltaic modalities on the plot.

d'exploitation. Plusieurs échelles sont considérées :

- À l'échelle de la parcelle, quel est l'impact du niveau d'ombrage sur les facteurs agronomiques ?
- A l'échelle de l'exploitation, quel est l'impact de la centrale agrivoltaïque sur le système d'élevage ?
- A l'échelle du territoire, quel sont les facteurs de réussite d'un projet agrivoltaïque ?

Dans cet article, nous détaillerons la méthodologie concernant les échelles « parcelle » et « exploitation ». L'approche territoriale, qui concernera l'intégration paysagère et les méthodes d'appropriation et d'acceptabilité locale et collective du projet (enquêtes, participation financière...), ainsi que d'autres thématiques étudiées (phases de conception et de chantier d'une centrale agrivoltaïque, biodiversité, champs électriques, production d'énergie, aspects financiers...) feront l'objet de présentations dans des articles publiés ultérieurement.

2.2.3. À l'échelle de la parcelle, quel est l'impact du niveau d'ombrage sur les facteurs agronomiques ?

• Niveaux d'ombrage dans une centrale agrivoltaïque

Le rayonnement est un facteur de production limitant, partagé entre l'activité photovoltaïque et l'activité agricole. En fonction de la configuration des structures photovoltaïques, des zones d'ombrages, plus ou moins intenses et larges, sont générées par les tables. Sur la figure 4, l'ombre la plus intense est située sous les panneaux (zone A) et la plus faible est située entre les tables (zone B). Les zones C et D constituent quant à elle des zones intermédiaires, dont la surface et l'ombrage sont variables en fonction de la technologie déployée. Pour permettre des comparaisons, la zone témoin est exposée à des conditions où le rayonnement est intégralement disponible pour la production agricole

Au regard de l'envergure du dispositif, deux zones d'ombrage (A et B) ainsi que la zone témoin seront étudiées.

• Microclimat

La présence des panneaux crée un microclimat particulier au sein de la centrale susceptible d'impacter les autres facteurs agronomiques (sols, production fourragère, bien-être des animaux...). Il est donc impératif de le mesurer à l'aide de stations météorologiques installées dans les zones d'intérêt. Les paramètres à suivre, par des stations météorologiques spécifiques, sont (figure 5) :

- La température (stations positionnées à 1m du sol, au sol et en sous-sol) ;
- La température ressentie (globes noirs positionnées à 1m du sol) ;

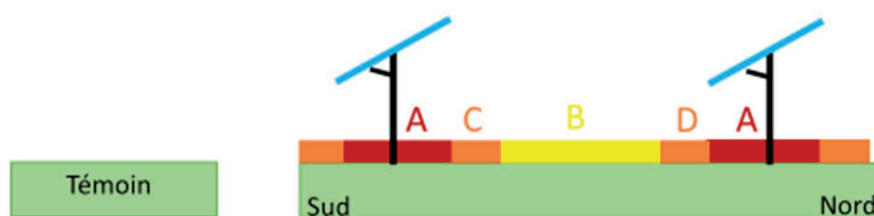


Figure 4 : exemple de repartition des niveaux d'ombrage dans une centrale agrivoltaïque utilisant des panneaux fixes monopile
Figure 4: example of shading level distribution in an agrivoltaic power plant using fixed monopile panels

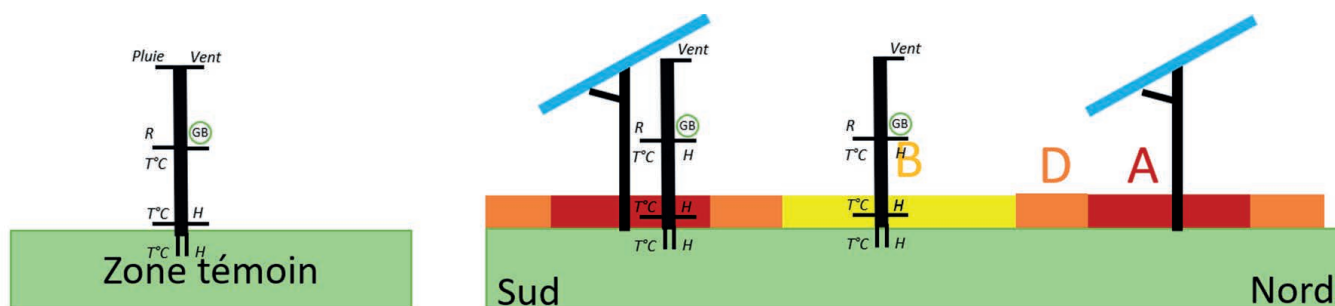


Figure 5 : exemple d'installation des stations meteo
Figure 5: example of weather station installation

- L'humidité (stations positionnées à 1m du sol, au sol et en sous-sol) ;
- Le rayonnement (stations positionnées à 1m du sol) ;
- Le vent et la pluie (positionnement selon le matériel choisi).

- **Sol**

La construction d'une centrale agrivoltaïque ainsi que ses impacts sur la répartition de l'eau et sur les facteurs agronomiques peuvent entraîner des conséquences directes sur le sol. Ainsi, des analyses de sol avant la construction, après la phase de chantier et pendant la phase de fonctionnement seront réalisées pour mesurer l'impact d'une centrale agrivoltaïque sur la texture et la structure du sol : granulométrie, CEC, taux de saturation, pH, taux de matière organique, azote total, P2O5 et K2O.

- **Fourrages**

L'étude des fourrages dans le cadre de Ovilab concernera la production de biomasse, la composition botanique et la valeur alimentaire. Elle sera basée sur des prélèvements de biomasse dans des cases de mise en défens situés dans la centrale agrivoltaïque et dans la zone témoin. 3 cases de mise en défens de 1 m de large seront posées perpendiculairement aux rangées de panneaux photovoltaïques. Ces cases grillagées partiront du dessous d'un panneau jusqu'à quasiment la moitié de l'inter-rang (figure 6). Dans la zone témoin, 3 cases plus petites (2m x 1m) seront réparties sur la surface identifiée. Les cases de mise en défens sous les panneaux photovoltaïques seront plus longues pour couvrir l'ensemble des zones d'ombrage, comme le montre la figure 6.

Chaque année de suivi, ces cases de mise en défens seront changées de place pour profiter de l'ensemble des effets liés au pâturage (piétinement, sélection de la zone pâturée par les animaux, fertilisation organique), remettre en pâture au printemps suivant la case en défens de l'année précédente et limiter les biais.

Dans ces cases mises en défens seront réalisés des prélèvements de biomasse selon le protocole du RMT Prairies Demain (Battegay S. 2018). Les prélèvements seront réalisés dans un quadrat de

50 x 50 cm. Dans les cases de mise en défens placées sous les panneaux, 2 prélèvements seront effectués : un sous les panneaux (zone A) et un à l'autre extrémité où l'ensoleillement est maximum (zone B). 1 prélèvement sera effectué dans les cases de mises en défens situées dans la zone témoin, puisqu'un seul niveau d'ombrage est étudié, correspondant au niveau d'ensoleillement de la parcelle sans panneaux. Les prélèvements seront réalisés une fois par mois, du 1er février au 30 novembre, soit une période d'étude de 10 mois. Ainsi, tous les mois, 15 modalités seront étudiées (7 technologies x 2 zones d'ombrage + 1 zone témoin), correspond à 45 échantillons (3 répétitions). Au moment de la collecte, toutes les mesures seront prises pour conserver les prélèvements au frais, afin de ne pas les détériorer et risquer de créer un biais. Les 45 prélèvements seront pesés (matière brute), regroupés par modalité (15) puis séparés en 2 sous-échantillons : 1 sous-échantillon pour mesurer le taux de matière sèche et la valeur alimentaire (à minima matière minérale, matière azotée, cellulose brute, digestibilité, UFL) et 1 sous-échantillon pour réaliser un comptage des familles botaniques voire des espèces.

En complément, les parcelles seront mesurées hebdomadairement à l'herbomètre afin de mesurer l'impact du type de technologie agrivoltaïque sur la dynamique de pousse de la prairie.

Pour permettre de quantifier et qualifier la production fourragère, la prairie sera retournée et semée avec un mélange représentatif des pratiques de la région avant le démarrage des travaux. Cela permettra de réaliser un état initial homogène afin de ne pas intégrer un biais à l'étude.

2.2.4.A l'échelle de l'exploitation, quel est l'impact de la centrale agrivoltaïque sur le système d'élevage ?

- **Production & reproduction animale**

En tant que site expérimental, la ferme du Mourier est le lieu idéal pour étudier l'impact d'une centrale agrivoltaïque sur la production et la reproduction des animaux, puisqu'elle offre la possibilité de conduire le troupeau en différents lots. Pour limiter les moyens et temps de collecte, ces lots pourront être regroupés dans des

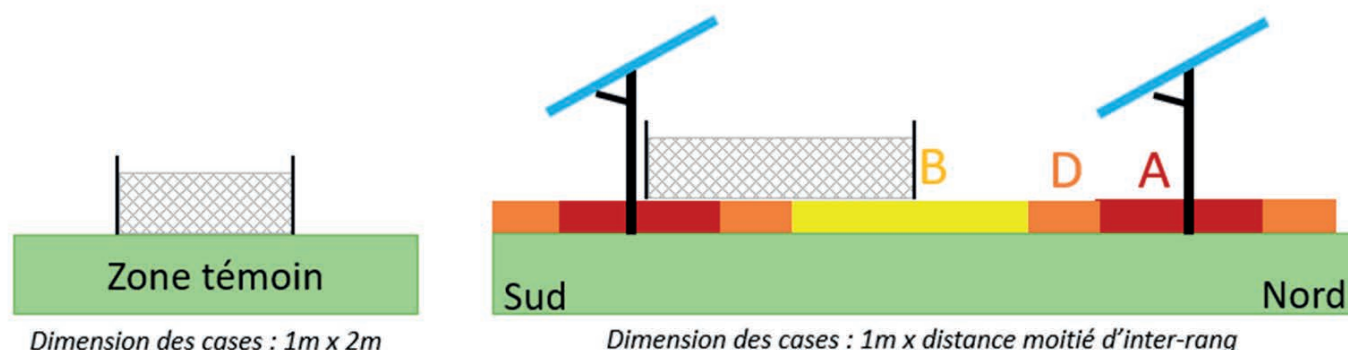


Figure 6 : exemple de positionnement des cases de mise en défens par rapport aux rangées de panneaux photovoltaïques et dans la zone témoin.
 Figure 6: example of the positioning of the defens squares in relation to the rows of photovoltaic panels and in the control area.

agrégats de modalités : panneaux fixes, trackers et zone témoin. Les paramètres mesurés seront : la productivité numérique, le poids des agneaux et la note d'état corporel des mères (NEC). Le regroupement de modalités ainsi que la taille des lots serviront de variables d'ajustement afin d'obtenir des temps de présence minimum pour observer des effets (exemple : 2 semaines pour un effet NEC significatif). La conduite du pâturage et l'impact de la centrale sur le chargement, les temps de présence et de retour dans les parcelles seront également étudiés.

- **Comportement animal**

Le protocole de suivi comportemental sera élaboré avec le service « bien-être animal » de IDELE. Il s'appuiera sur des méthodes d'observation ainsi que sur l'utilisation des nouvelles technologies, comme les boucles RFID UHF, les podomètres ou encore les accéléromètres, tels que utilisés dans le projet PARASOL (agroforesterie en système d'élevage ovin).

- **Santé et bien-être animal**

L'étude de la santé et du bien-être des animaux sera basée sur la grille d'évaluation du bien-être en ovin, mobilisant un système de notation des salissures, boiteries et blessures (Aupiais et al., 2015) et complétée dans le cadre du projet CASDAR CMOUBIENE (Aupiais et al., 2024). Les données collectées seront complétées par des coproscopies afin d'évaluer l'impact de la centrale sur le parasitisme des animaux au pâturage.

- **Travail de l'éleveur**

Le service « Approches Sociales et Travail en Elevage » de IDELE sera partie prenante pour l'élaboration d'un protocole répondant aux questions posées, à savoir qualifier voire quantifier les contraintes ou avantages générés par l'installation d'une centrale agrivoltaïque sur les astreintes et travaux agricoles d'un éleveur : distribution d'aliments, soins, surveillance, agnelage, conduite du pâturage, abreuvement, récolte des fourrages, fauche, entretien des prairies...

2.3. Échantillons prélevés, méthodes et techniques d'échantillonnage

Le prélèvement d'échantillons dans le cadre de Ovilab concernera les thématiques « microclimat », « sol » et « fourrage » (tableau 1).

2.4. Observations effectuées, variables mesurées, méthodes et techniques d'observation, de mesure ou d'analyse

La réalisation d'observations dans le cadre de Ovilab concernera les thématiques « production et reproduction animale », « comportement animal », « santé et bien-être des animaux » et « travail de l'éleveur » (tableau 2).

2.5. Méthodes de traitement statistique des données

Toutes les données collectées dans le cadre des expérimentations menées seront soumises à expertise pour déterminer le niveau d'analyse statistique réalisable et à une analyse statistique le cas échéant, permettant de vérifier la robustesse et la validité des résultats. Cette analyse statistique sera réalisée avec le service Data'Stat de IDELE.

3. Résultats attendus

En termes de calendrier prévisionnel, le site de démonstration sera déployé au second semestre 2025 et le site expérimental sera déployé au 1er semestre 2028. Les premiers résultats, sur les phases de conception et de construction du projet, seront disponibles dès 2025.

L'objectif de Ovilab est d'apporter des éléments de réponse aux interrogations des filières agricoles et de l'énergie concernant les conditions de mises en œuvre de l'agrivoltaïsme en production ovine. Les résultats attendus devront permettre de :

Tableau 1 : liste des échantillons prélevés dans le cadre de Ovilab

Table 1: list of samples taken as part of Ovilab

Domaine d'étude	Méthode	Echantillons
Micro-climat	Stations météorologiques - 1 station par modalité - 15 modalités : 7 technologies x 2 zones d'ombrage + 1 zone témoin.	Données collectées en continu
Sol	Analyses de sol - 1 analyse de sol / an - 8 modalités : 7 technologies + 1 zone témoin.	Répétition : 3 échantillons/modalité Soit 24 échantillons par an
Fourrages (production de biomasse, composition botanique, valeur alimentaire)	Prélèvements de biomasse - 15 modalités (7 technologies x 2 zones d'ombrage + 1 zone témoin) - 1 prélèvement/mois pendant 10 mois	Répétition : 3 cases de mise en défens/modalités = 45 échantillons Analyse de la matière brute des 45 échantillons directement en champ. Regroupement des 45 échantillons par modalité et prélèvement des 2 sous-échantillons pour : matière sèche/valeur alimentaire et comptage botanique. Soit 450 échantillons/an

Tableau 2 : liste des observations réalisées dans le cadre de Ovilab
 Table 2: list of observations carried out within the framework of Ovilab

Domaine d'étude	Méthode	Observations
Production & reproduction animale	Suivi d'indicateurs de production et reproduction	Indicateurs suivis : - Productivité numérique - Poids des agneaux - NEC des mères Taille des lots à définir avec le service « bien-être animal » de IDELE
Comportement	Observations et outils de mesure (boucles rfid uhf, podomètres et accéléromètres)	Repetitions et taille des lots à définir avec le service « bien-être animal » de IDELE
Santé & bien-être	Grille d'évaluation du bien-être en ovine	Repetitions et taille des lots à définir avec le service « bien-être animal » de IDELE
Travail	À définir avec le service « approches sociales et travail en élevage » de IDELE.	Indicateurs de suivi, grille d'enquête.

- Produire des références fiables, indépendantes et pérennes sur la combinaison entre la production d'énergie photovoltaïque et la production ovine : impact des panneaux sur la production fourragère, effets zootechniques et risques sanitaires, impacts sur le travail, impacts sur la biodiversité, conséquences économiques, facteurs de réussite des différentes phases de conception d'un projet (conception, construction, mise en fonctionnement), durabilité dans le temps du système ;
- Tester différents dispositifs et équipement (densité de panneaux /ha, taille de centrale et taille des troupeaux, orientation, inclinaison, hauteur, technologies des panneaux...) pour éclairer les filières agricoles et de l'énergie sur les synergies entre les productions ;
- Appréhender les modèles économiques autour de l'agrivoltaïsme pour informer de manière indépendante les futurs porteurs de projets, pour favoriser le transfert des élevages et le renouvellement des générations ;
- Promouvoir de nouvelles installations en créant un site de visite, de démonstration et de compréhension des enjeux, informer de manière indépendante les futurs porteurs de projets d'élevage ;
- Proposer les fondements d'une filière concertée et une juste répartition de la valeur entre les énergéticiens, les éleveurs et leurs organisations professionnelles.

4. Conclusion

Ovilab est un projet innovant et inédit compte tenu de l'envergure du dispositif expérimental déployé (7 technologies testées, exhaustivité des thématiques étudiées, nombre de mesures réalisées) et de la complémentarité entre un site expérimental pour la création de référence et un site de démonstration pour illustrer la diversité des solutions proposées par les développeurs. Les premiers résultats, concernant la phase de conception du projet et la construction du site de démonstration, seront disponibles dès 2025. La mise en fonctionnement du site expérimental est prévue pour 2028 et permettra d'éclairer les différentes thématiques étudiées. Même si les résultats produits seront inhérents au contexte du Limousin, certaines connaissances, comme l'impact de la centrale sur les animaux (bien-être, comportement) seront extrapolables et pourront servir à l'ensemble de la filière.

Le calendrier de mise en œuvre est cohérent par rapport au contexte législatif de l'agrivoltaïsme et des procédures d'instruction inhérentes. Les caractéristiques techniques du projet présentés dans cet article seront susceptibles d'être modifiées à la suite des conclusions des études environnementales en cours de réalisation. Ovilab viendra en pilote et support pour le développement d'une filière agrivoltaïque vertueuse pour la filière ovine.

Références Bibliographiques

ADEME, (2021). Caractériser les projets photovoltaïques sur terrains agricoles et l'agrivoltaïsme

Amaducci et al. (2018). Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production ; *Applied Energy*. Vol 220 pp 545-561.

Aupiais A, Mialon M.M., Gautier D., Pottier E., Ribaud D., Boissy A., Boivin X., (2015). Validation d'une méthode d'évaluation du bien-être des ovins en ferme et comparaison de deux types de conduites hivernales. *Renc. Rech. Ruminants*, 2015, 22, 179-182.

Aupiais A., Marois M., De Crémoux R., Jean Louis U., Legris M., Faugeras R., Billiez M.A., Renard A., Cornu E., Boivin X., Mialon M.M., Gautier D., Sagot L., Berthelot M., Bailly C. (2024). Développement d'un outil opérationnel d'évaluation et de gestion du bien-être des ovins et des caprins en élevages en France. *Renc. Rech. Ruminants*, 2024, 4p.

Battegay S. (2018). Protocole de la mesure de la densité de l'herbe, RMT Prairies Demain, 4p.

Berezziat N. (2024). Evaluation de l'impact des panneaux photovoltaïques verticaux sur la prairie et les bovins [Rapport de stage de fin d'études]. INRAE.

Crestey M., Dervishi V., Fradin J., Pavie J. (2021). L'agrivoltaïsme appliqué à l'élevage des ruminants. Institut de l'élevage. 79 pages.

Dupraz et al. (2011). Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use : towards new agrivoltaic schemes ; *Renewable Energy*. Vol 36 pages 2725-2752

Goetzberger A. et Zastrow A. (1982). On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation ; *Int. J. Solar Energy*. Vol 1 pages 55-69.

Madej L., Michaud L., Bouhier de L'Ecluse C., Cogny C., Roncoroni M., Colosse D., Falcimagne R., Jacquot S., Picon-Cochard C. (2022). Synthèse de la dynamique végétale sous l'influence de panneaux photovoltaïques et du pâturage sur deux sites prairiaux pâturés. Etude des effets sur une période annuelle [Rapport de recherche]. INRAE

Movellan J. (2013). Japan next-generation farmers cultivate crops and solar energy ; Colloque : *Renewable Energy.world.com*, 10 octobre 2013.

Rainon C., Dagouneau C. (2022). Pâturage des ovins sous panneaux photovoltaïques : Synthèse du suivi réalisé sur le site de Verneuil, dans la Nièvre, en 2021 . *Fourrages* 251, 49-53