



Diagnostic de l'état des fermes agrivoltaïques dans l'UE



31/03/2026

Information du Document

Titre du projet	L'agrivoltaïsme et la résilience dans les zones rurales du territoire de SUDOE
Acronyme du Projet	AgroSOL
Coordinateur du projet	Simon NAVARRO (ESTIA)
Durée du projet	36 mois
Groupe de Travail associé	GT1
Titre du document	Diagnostic de l'état des fermes agrivoltaïques dans l'UE
Numéro du Livrable	E.1.1.1
Partenaire responsable	ESTIA
Contribution des Partenaires	ESTIA, UPNA, ADENE, Consorcio EDER, UBU, GLHD, EREN, U.Évora-IIFA, CICYTEX, ITAGRA
Version	V1
Type de document	Rapport d'information
Niveau de Dissémination	Public
Date d'échéance	31/12/2025
Date de soumission	31/03/2026
Auteurs	Simon Navarro (ESTIA) João Alpalhão (ADENE) Marian De Blas Corral (UPNA)

Historique

Date	Version	Soumis par	Révisé par	Commentaires
31/03/2026	V01	Simon Navarro (ESTIA)	João Alpalhão (ADENE) Marian De Blas Corral (UPNA)	

Sommaire

Résumé	5
1. Introduction	6
2. Modèle économique	7
i. Situation générale du secteur agricole	7
ii. Situation générale photovoltaïque	8
iii. Modèle économique agrivoltaïque	10
3. Type de production photovoltaïque dans l'agrivoltaïsme	12
4. Performances des systèmes agrivoltaïques	15
i. Performance énergétique	15
ii. Suivi agronomique	17
iii. Retour d'expérience agrivoltaïque dans l'espace SUDOE	19
5. Climat et zones géographiques	29
i. Etendue et climat de l'espace SUDOE	29
ii. Tendances climatiques et vulnérabilités	30
iii. Implications pour l'agrivoltaïsme	31
6. Politiques publiques et réglementation	33
i. En France	33
ii. En Espagne	37
iii. Au Portugal	39
iv. Comparaison	42
v. Recommandations	42
7. Conclusion	43

Liste des figures

Figure 1: Centrale au sol	13
Figure 2: Structure fixe surélevée.....	13
Figure 3 : Système orientable.....	14
Figure 4 : Serres photovoltaïques	14
Figure 5 : Haies bifaciales.....	15

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristique des installations et impacts sur la performance énergétique.....	16
Tableau 2 : Projets Agrivoltaïques de l'espace SUDOE	Erreur ! Signet non défini. 3
Tableau 3 : Superficie agricole utile	30
Tableau 4 : Objectifs nationaux de réduction des émissions de CO ₂ équivalent par rapport à 2005...	40
Tableau 5 : Piste indicative et contribution du Portugal à l'objectif contraignant de 2030	40
Tableau 6 : Comparaison des politiques publiques	42

Résumé

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet AgroSOL (S2/2.4/F0226), piloté par l'École Supérieure des Technologies Industrielles Avancées (ESTIA), avec les contributions des partenaires : Universidad Pública de Navarra - Departamento de Ingeniería (UPNA), Agência para a energia (ADENE), Consorcio para las Estrategias de Desarrollo de la Ribera de Navarra (Consortio EDER), Universidad de Burgos - Escuela Politécnica Superior - Departamento de Ingeniería Electromecánica (UBU), Green LightHouse Development (GLHD), Ente público Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), Universidade de Évora-Instituto de Investigação e Formação Avançada (U.Évora-IIFA), Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura - Instituto de Investigaciones Agrarias (CICYTEX), Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (ITAGRA.CT). Le projet AgroSOL est cofinancé par le Fonds européen de développement régional (FEDER) dans le cadre du programme Interreg VI-B Sudoe 2021-2027.

AgroSOL vise à établir une stratégie commune et un plan d'action pour déployer des modèles agrivoltaïques adaptés aux petites et moyennes exploitations du SUDOE, en mettant la primauté sur la production agricole et l'autoconsommation électrique. Dans un contexte de fragilisation du secteur (vieillesse des actifs, concentration foncière, aléas climatiques) et de nouvelles contraintes de la filière photovoltaïque européenne (saturation locale des réseaux, prix diurnes déprimés), la valeur des projets se déplace vers la réduction pérenne de la facture et l'intégration fine aux charges diurnes des fermes, plutôt que vers la vente au réseau.

L'état de l'art montre des bénéfices microclimatiques récurrents et une faisabilité sur de nombreuses cultures, à condition d'ajuster hauteur, densité et pilotage de l'ombrage aux itinéraires techniques et d'objectiver les résultats par un suivi pluriannuel avec parcelles témoins. Les architectures surélevées, dynamiques, serres et panneaux verticaux doivent être associées aux régimes agro climatiques du SUDOE pour optimiser le rayonnement photosynthétique, l'eau et la résilience face aux vagues de chaleur, sécheresses et épisodes extrêmes. Sur le plan réglementaire, la France dispose d'un cadre complet et opposable, l'Espagne avance via appels à projets et initiatives régionales sans norme nationale, et le Portugal mobilise le droit commun des énergies renouvelables dans la trajectoire du PNEC 2030. AgroSOL propose une méthode transférable fondée sur la primauté agricole, des critères mesurables de production significative, la réversibilité et un contrôle en exploitation.

1. Introduction

L'agrivoltaïsme — combinaison de production agricole et d'électricité solaire sur une même parcelle — s'impose progressivement comme une réponse opérationnelle aux défis conjoints de la transition énergétique et de la résilience des systèmes agricoles dans l'espace SUDOE. En articulant usage du sol, services rendus aux cultures et production décarbonée, il vise à maintenir, voire améliorer, la production agricole tout en apportant des bénéfices agronomiques mesurables, une protection face aux aléas et, le cas échéant, une meilleure adaptation au changement climatique.

Dans la zone France–Espagne–Portugal, l'agriculture traverse une fragilisation structurelle marquée par le vieillissement des actifs, la concentration foncière, la pression du capital et l'accroissement des risques climatiques. La diversité agroclimatique du SUDOE — régimes méditerranéens, atlantiques, montagnards et semi-arides — intensifie les vulnérabilités, depuis la sécheresse péninsulaire jusqu'aux épisodes extrêmes et à l'irrégularité des précipitations. Face à cette contrainte, les exploitations doivent conjuguer adaptation agronomique, sécurisation des rendements et soutenabilité économique.

Parallèlement, la filière photovoltaïque européenne poursuit sa montée en puissance mais affronte un nouveau régime de contraintes : ralentissement conjoncturel des installations, files d'attente record, saturation locale des sous-stations et congestion des réseaux, en particulier en Espagne, tandis que la France et le Portugal renforcent l'autoconsommation et la production distribuée. Ce contexte modifie la proposition de valeur des projets agrivoltaïques : l'optimisation ne se joue plus seulement dans la vente d'électricité, mais d'abord dans l'intégration fine aux profils de consommation agricole et à l'ergonomie des systèmes de production.

Sur le plan économique, la baisse des prix de marché en heures ensoleillées et la limitation des capacités d'évacuation conduisent à privilégier des installations de faible puissance en basse tension, dimensionnées pour l'autoconsommation diurne. La logique dominante n'est plus la rente de vente d'énergie, mais la réduction pérenne de la facture, rendue possible lorsque les charges électriques sont concentrées aux périodes chaudes (pompage, irrigation, ateliers de transformation, motorisations). Cette bascule impose un dimensionnement pragmatique, une réversibilité réelle et une co-conception avec les agriculteurs.

C'est dans ce cadre que s'inscrit AgroSOL, dont l'ambition est d'élaborer une stratégie commune et un plan d'action pour des modèles agrivoltaïques adaptés aux petites et moyennes exploitations du SUDOE. Le projet cible prioritairement les productions en plein champ et l'autoconsommation connectée au réseau, en excluant l'élevage, afin de proposer des dispositifs à taille humaine, compatibles avec les itinéraires techniques, l'ergonomie parcellaire et les ressources locales. La démarche intègre des indicateurs agroécologiques, les ressources solaires et technologiques, des recommandations de dimensionnement, de raccordement et, le cas échéant, d'intégration de stockage, ainsi que des actions de formation et d'accompagnement institutionnel.

Le présent document propose d'abord un état de l'art technique et agronomique des systèmes (structures surélevées, dynamiques, serres, dispositifs verticaux), puis analyse leurs performances énergétiques et les retours d'expérience disponibles dans le SUDOE. Il cartographie les zones climatiques et leurs implications pour le choix des cultures et des architectures, avant d'examiner les cadres publics et réglementaires en France, en Espagne et au Portugal, et d'en tirer des recommandations transposables.

2. Modèle économique

i. Situation générale du secteur agricole

Un secteur agricole fragilisé par des défis communs

Dans l'ensemble de la zone France–Espagne–Portugal, l'agriculture reste un pilier économique et territorial, mais elle traverse une crise structurelle profonde. Les exploitants font face à une combinaison de facteurs qui menacent la pérennité des exploitations : vieillissement des actifs, baisse des revenus, endettement croissant, et vulnérabilité accrue aux aléas climatiques. Ces difficultés ne sont pas isolées ; elles s'entrecroisent et dessinent un paysage agricole en mutation rapide.

Le vieillissement des agriculteurs est un problème majeur dans les trois pays. En France, la moitié des exploitants ont plus de 55 ans, et la proportion de jeunes agriculteurs (moins de 29 ans) ne dépasse pas 5 %. Le Portugal présente une situation encore plus critique, avec un âge moyen supérieur à 60 ans, tandis que l'Espagne, bien que légèrement mieux lotie, voit aussi ses campagnes se vider. Ce déficit de renouvellement s'explique par la faible attractivité du métier : revenus instables, conditions de travail exigeantes et perspectives incertaines. Les jeunes générations hésitent à reprendre des exploitations dont la rentabilité est fragilisée par la volatilité des marchés et la hausse des coûts de production.

Des exploitations moins nombreuses, plus grandes et plus capitalisées

La tendance à la concentration des terres est manifeste dans les trois pays. En France, le nombre d'exploitations a chuté de 70 % en cinquante ans, passant de 1,6 million en 1970 à moins de 400 000 aujourd'hui. L'Espagne et le Portugal suivent la même trajectoire : les petites exploitations familiales disparaissent au profit de structures plus grandes, souvent intégrées dans des filières agro-industrielles ou orientées vers l'exportation. Cette évolution répond à une logique économique : pour compenser la baisse des marges, il faut augmenter la taille des exploitations et investir dans la mécanisation, l'irrigation et la technologie. Mais cette course à la taille entraîne un besoin de capitaux considérable, qui alourdit l'endettement des exploitants. En France, le taux moyen d'endettement dépasse 180 000 €, et la situation est similaire en Espagne, où les investissements dans l'irrigation et la modernisation pèsent lourdement sur les bilans.

Cette concentration modifie aussi le modèle social de l'agriculture. Les exploitations deviennent des entreprises, parfois gérées par des sociétés, ce qui accentue la distance entre le monde agricole et les territoires ruraux. Au Portugal, où la structure foncière était historiquement très morcelée, la recomposition est rapide : les exploitations viticoles et oléicoles s'agrandissent pour répondre à la

demande internationale, mais au prix d'une homogénéisation des paysages et d'une pression accrue sur les ressources naturelles.

Une vulnérabilité climatique qui accélère la mutation

Le changement climatique agit comme un catalyseur de ces transformations. Dans la péninsule ibérique, la sécheresse chronique et la pénurie d'eau menacent la viabilité des systèmes intensifs. En Espagne, 70 % du territoire est exposé au risque de désertification, et les cultures irriguées, qui assurent l'essentiel des exportations, dépendent de ressources hydriques de plus en plus rares. Au Portugal, les épisodes de sécheresse et de canicule réduisent les rendements et imposent des investissements coûteux en irrigation. En France, les aléas climatiques se traduisent par des pertes de récoltes récurrentes : gel printanier, grêle, sécheresse estivale. Ces phénomènes fragilisent les exploitants, qui doivent arbitrer entre assurer la production et financer des systèmes de protection ou d'assurance, souvent onéreux.

Cette instabilité climatique renforce la pression économique et sociale. Les exploitants doivent investir pour s'adapter, mais leurs marges sont insuffisantes. Le recours au crédit devient la norme, augmentant le risque de surendettement.

Perspectives : entre adaptation et recomposition

Face à ces défis, les trois pays convergent vers des stratégies similaires : modernisation des exploitations, adoption de pratiques agroécologiques, et diversification des revenus. L'agrivoltaïsme, par exemple, apparaît comme une solution prometteuse pour sécuriser les exploitations. Mais ces innovations ne suffiront pas à enrayer la tendance si elles ne s'accompagnent pas d'une politique volontariste pour soutenir l'installation des jeunes, préserver la diversité des modèles agricoles et garantir la résilience des territoires.

L'avenir du secteur agricole dans la zone France–Espagne–Portugal dépendra de sa capacité à concilier compétitivité et durabilité. Sans une réponse coordonnée aux défis du vieillissement, de la concentration foncière et du changement climatique, le risque est grand de voir s'accroître la disparition des exploitations familiales et la fragilisation des systèmes alimentaires.

ii. Situation générale photovoltaïque

Entre 2024 et 2026, la filière photovoltaïque européenne traverse une période de ralentissement après plus d'une décennie d'expansion continue. En 2025, l'Union européenne installe 65,1 GW de nouvelles capacités solaires, soit une légère baisse de 0,7 % par rapport à l'année précédente, marquant la première contraction depuis 2016. Malgré ce repli, le parc total atteint 406 GW, dépassant l'objectif intermédiaire fixé pour 2025. Ce ralentissement s'explique par la diminution des installations résidentielles, la révision des dispositifs nationaux de soutien, les obstacles de raccordement et la congestion des réseaux électriques. Dans ce contexte général, la France, l'Espagne et le Portugal poursuivent néanmoins une trajectoire de croissance, bien que marquée par des défis structurels communs.

En France, la puissance cumulée du parc photovoltaïque français atteint 26,8 GW au 1er mars 2025, répartie sur plus de 1,21 million d'installations. Cela représente 5% dans le mix énergétique français. Le premier trimestre 2025 a vu 1,4 GW de nouvelles installations raccordées, soit une progression notable par rapport à l'année précédente. Cette croissance est portée à la fois par l'essor de l'autoconsommation, qui progresse fortement (+56 % en un an), et par l'intérêt croissant des ménages et entreprises pour une production d'énergie plus autonome dans un contexte de prix de l'électricité toujours élevés. En parallèle, la France entre dans une phase plus structurante : la file d'attente des projets atteint 34,4 GW, révélant un fort potentiel de développement mais aussi des contraintes croissantes de raccordement et de gestion du réseau. La production solaire, qui a atteint 24,8 TWh en 2024, continue de progresser malgré un ensoleillement plus faible, montrant la montée en puissance du parc. Enfin, la trajectoire fixée par la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) impose une forte accélération du rythme d'installations pour atteindre 44 GW en 2028, ce qui place la filière dans une période de transition stratégique entre volumes, valeur, et intégration réseau.

L'Espagne confirme sa position de leader européen. En 2025, le photovoltaïque représente plus de 18 % de sa production électrique totale, presque autant que l'énergie nucléaire. Avec 32 350 MW installés fin 2024, le solaire constitue 25,1 % de la puissance nationale, porté par des territoires très ensoleillés comme l'Andalousie et l'Estrémadure. Cette croissance spectaculaire s'accompagne toutefois d'un phénomène de saturation aiguë du réseau : 85,7 % des sous stations de plus de 1 kV affichent une capacité d'accès totalement saturée. L'Estrémadure concentre les plus grandes centrales du pays, dont le parc Francisco Pizarro (590 MW) et Nuñez de Balboa (500 MW), et produit en 2023 plus de 68 % de son électricité renouvelable via le photovoltaïque. Certaines régions, comme la Navarre, sont encore en phase d'extension, avec un objectif de 1 500 MW de puissance installée d'ici 2030.

Le Portugal connaît lui aussi une accélération spectaculaire du photovoltaïque. En 2024, le pays installe 1,77 GW de puissance solaire, soit un record historique, portant la capacité totale à 5,66 GW. Cette progression repose à la fois sur l'essor des grandes centrales et sur une croissance significative de l'autoconsommation résidentielle et commerciale, soutenue par des réformes réglementaires et par le relèvement des objectifs nationaux dans le Plan National Énergie-Climat (PNEC), qui vise désormais 20,8 GW de solaire en 2030, contre 9 GW dans la précédente version du plan. Parallèlement, la production électrique renouvelable portugaise atteint un nouveau record en 2024 : 71 % de l'électricité consommée provient de sources renouvelables, dont 10 % issus du photovoltaïque, une croissance de 37 % en un an selon le gestionnaire national REN. Le pays bénéficie d'un ensoleillement particulièrement élevé, compris entre 1 600 et 2 200 kWh/m² par an, faisant du Portugal l'un des territoires les plus favorables d'Europe pour le développement du solaire photovoltaïque.

La comparaison entre les trois pays met en évidence des trajectoires convergentes mais des niveaux de maturité différents. La France progresse rapidement mais reste contrainte par un réseau sous tension et une forte demande de raccordement. L'Espagne, déjà très avancée, se heurte à la saturation de ses infrastructures, paradoxe d'un pays où le solaire est devenu un pilier du mix électrique. Le Portugal, de son côté, combine un fort potentiel solaire avec une politique énergétique volontariste, ce qui lui permet d'afficher une croissance parmi les plus rapides d'Europe et de viser une multiplication par quatre de sa capacité photovoltaïque d'ici 2030.

Dans ces trois pays, le photovoltaïque occupe désormais une place centrale dans la transition énergétique. Il constitue également un levier crucial pour le développement de modèles innovants tels que l'agrivoltaïsme, notamment dans les zones rurales du SUDOE où la disponibilité foncière, l'ensoleillement et les besoins de résilience agricole sont particulièrement marqués. L'Espagne expérimente déjà plusieurs projets pilotes en zone rurale ; le Portugal développe massivement l'autoconsommation et les grandes centrales ; la France mise sur la structuration de la filière et l'intégration aux petites exploitations, ce qui s'inscrit directement dans la stratégie AgroSOL.

iii. Modèle économique agrivoltaïque

Par définition, l'agrivoltaïsme vise à rendre compatible l'utilisation des terres agricoles et d'élevage avec la production d'électricité, généralement en surélevant le champ photovoltaïque et en séparant les lignes de modules solaires les unes des autres afin de rendre compatible l'utilisation du sol inférieur avec les activités propres au secteur primaire.

Même si ce qui précède a une solution technique « facile », le plus grand problème est le raccordement/l'utilisation de l'électricité solaire. Ainsi, l'agrivoltaïsme est présenté/vendu comme une solution permettant aux agriculteurs de maximiser économiquement leurs exploitations agricoles, c'est-à-dire de produire des denrées alimentaires et de disposer d'une deuxième source de revenus grâce à la vente de l'électricité injectée dans le réseau public.

Comme indiqué précédemment, cette vente est de plus en plus limitée par le manque de capacité d'évacuation des réseaux publics déjà saturés, en particulier pour les puissances de production élevées (connectées à des lignes à haute tension) et, d'autre part, par les maigres revenus économiques dérivés de la chute des prix sur le marché de l'électricité (pool) en conséquence, paradoxalement, du succès même du photovoltaïque connecté au réseau qui a déplacé la « courbe en canard » de la demande électrique nationale, entraînant des prix nuls, voire négatifs, pour l'électricité pendant les heures d'ensoleillement (pour 2026, on prévoit des prix inférieurs à 30 €/MWh).

En résumé, le développement de l'agrivoltaïsme sera très limité aux exploitations connectées en basse tension qui ont une consommation électrique, c'est-à-dire celles qui sont raccordées à des lignes électriques sur lesquelles il est possible d'installer des systèmes d'autoconsommation de faible puissance (jusqu'à 100 kW), ce qui élimine de l'équation le fait que « l'agriculteur tire des revenus de la vente d'énergie » et le remplace par le fait que « l'agriculteur réduit les dépenses électriques de son exploitation ».

Il est évident que cette situation sera plus compétitive sur le plan économique dans les exploitations raccordées au réseau de distribution (où il existe encore une capacité de raccordement) qui ont une consommation électrique pendant les heures d'ensoleillement et, surtout, pendant les mois les plus chauds de l'année. Ceci en vue de réaliser des installations d'autoconsommation qui leur permettent de réaliser des économies importantes, le prix de l'électricité achetée étant plus élevé que celui payé

pour l'électricité vendue. Cela qui exigerait, à titre d'exemple, que les exploitations disposent de pompes pour leurs propres puits, de systèmes de traitement et d'irrigation de l'eau, d'activités de transformation dans un hangar continu (lavage à l'eau chaude, transformation, conditionnement, convoyeurs, moteurs électriques, etc.), dans lesquels soient installés des systèmes d'autoconsommation de faible puissance (jusqu'à 100 kW) connectés en basse tension.

LES ACTEURS DE L'AGROVOLTAÏSME

L'écosystème agrivoltaïque mobilise un ensemble d'acteurs aux rôles complémentaires :

- **Exploitants agricoles et organisations professionnelles** : Au cœur du dispositif, ils définissent les besoins agronomiques et assurent l'intégration des installations dans les pratiques agricoles, garantissant le maintien de la production.
- **Développeurs de projets agrivoltaïques** : Ils conçoivent, financent et déploient les systèmes photovoltaïques tout en veillant à leur compatibilité avec les contraintes agricoles, environnementales et territoriales.
- **Acteurs de la filière énergétique** : Producteurs d'énergie, opérateurs de réseaux et gestionnaires d'infrastructures assurent l'insertion des installations dans le système électrique et contribuent à la stabilité et à la valorisation de la production renouvelable.
- **Institutions publiques et collectivités territoriales** : Elles établissent le cadre réglementaire, définissent les politiques d'aménagement et assurent un équilibre entre transition énergétique, protection des terres agricoles et résilience des zones rurales.
- **Organismes de recherche et institutions scientifiques** : Les instituts spécialisés réalisent des études sur les impacts agronomiques, environnementaux et socio-économiques, permettant l'amélioration continue des technologies et des pratiques agrivoltaïques.
- **Bureaux d'études et experts techniques** : Ils conduisent les études de faisabilité, les analyses d'impact et la conception technique des installations, en veillant à leur intégration harmonieuse dans les exploitations agricoles.
- **Experts juridiques et cabinets spécialisés** : Ils encadrent les aspects fonciers, contractuels et réglementaires et sécurisent l'ensemble des procédures nécessaires au développement des projets.
- **Partenaires financiers** : Banques, investisseurs institutionnels et plateformes participatives mobilisent les capitaux nécessaires au déploiement des projets et soutiennent l'émergence de modèles économiques adaptés au monde agricole.
- **Acteurs de la concertation** : Cabinets spécialisés, médiateurs, garants. Avec le comité de projet et les exigences de participation du public, ils deviennent de vrais maillons de l'écosystème.

En France, il existe deux acteurs supplémentaires qui jouent un rôle décisif sur la faisabilité d'un projet :

- **La CDPENAF** rend un avis de conformité sur les projets agrivoltaïques, ce qui en fait un acteur décisif dans l'instruction d'un projet.
- **La MRAe** donne un avis très suivi sur l'étude d'impact du projet

Il existe différents modèles économiques pour un projet agrivoltaïque :

Modèle par tiers-investissement : Dans ce modèle, un investisseur énergétique finance et exploite l'installation photovoltaïque. Le propriétaire agricole met à disposition ses terres via un bail ou une convention d'occupation et bénéficie d'une installation opérationnelle sans engagement financier initial. En contrepartie, il perçoit un loyer annuel et peut valoriser cet apport financier pour renforcer la résilience économique de son exploitation.

Modèle d'autoconsommation individuelle : L'exploitation agricole finance tout ou partie de l'installation et consomme directement l'énergie produite. Ce modèle permet de réduire les coûts d'électricité, d'améliorer l'autonomie énergétique et d'amortir l'investissement sur le long terme. Le surplus peut être vendu ou injecté dans le réseau selon les réglementations nationales.

Modèle coopératif ou participatif : Les agriculteurs et les habitants d'un territoire constituent une coopérative ou une société d'économie mixte afin de financer conjointement l'installation. Les bénéfices liés à la vente d'électricité ou à l'autoconsommation partagée sont redistribués entre les membres. Ce modèle renforce l'ancrage territorial et l'acceptabilité sociale des projets.

Contrat de performance agronomique : L'installation photovoltaïque est conçue pour améliorer directement la production agricole (protection contre le gel, réduction de l'évapotranspiration, ombrage). Le développeur s'engage sur un niveau minimal de performance agricole (rendement, maintien de la qualité des cultures, disponibilité des parcelles, etc.). La rémunération de l'opérateur photovoltaïque dépend partiellement ou totalement de l'atteinte de ces objectifs. Cela favorise la compatibilité entre enjeux énergétiques et productivité agricole.

3. Type de production photovoltaïque dans l'agrivoltaïsme

Différentes solutions sont possibles pour intégrer de la production photovoltaïque dans l'agriculture. Elles varient par leurs coûts d'installation et de maintenance, d'encombrement, de rendement de production électrique et d'impact sur la production agricole.

LES CENTRALES AU SOL

- Panneaux fixes installés à même le sol, facilité d'installation.
- Adapté à du pâturage sur des prairies permanentes.
- Optimisation de la production photovoltaïque.



Figure 1: Centrale au sol

LES STRUCTURES FIXES SURELEVEES

- Panneaux installés à 2–5 m du sol pour permettre le passage des engins agricoles.
- Adaptées aux grandes cultures (blé, maïs) et prairies.
- Avantage : robustesse et coût réduit. Limite : ombrage non modulable.



Figure 2: Structure fixe surélevée

LES SYSTEMES MOBILES OU ORIENTABLES (AGRIVOLTAÏSME DYNAMIQUE)

- Panneaux inclinables ou rotatifs pour ajuster l'ombre selon la saison ou la culture.
- Idéal pour viticulture, arboriculture et cultures sensibles.
- Intègre souvent des capteurs IoT pour optimiser lumière et irrigation.



Figure 3 : Système orientable

LES SERRES PHOTOVOLTAÏQUES

- Panneaux intégrés en toiture, combinant protection climatique et production d'électricité.
- Adaptées au maraîchage, horticulture et cultures à haute valeur ajoutée.
- Permet un contrôle du microclimat et une extension des saisons de production.



Figure 4 : Serres photovoltaïques

LES HAIES SOLAIRES (PANNEAUX VERTICAUX BIFACIAUX)

- Panneaux disposés verticalement, captant la lumière des deux côtés.
- Solution pour élevage et prairies : faible emprise au sol, zones d'ombre pour animaux.
- Réversible et compatible avec rotation des cultures.



Figure 5 : Haies bifaciales

4. Performances des systèmes agrivoltaïques

i. Performance énergétique

L'espace SUDOE concentre des ressources solaires parmi les plus favorables d'Europe continentale, ce qui fait de l'agrivoltaïsme un levier pertinent pour produire simultanément électricité et valeur agricole. En Andalousie (Almería), les irradiations globales horizontales typiques atteignent 1 900–2 100 kWh/m²/an, illustrant le haut potentiel solaire péninsulaire ; la ressource décroît en remontant vers le sud-ouest de la France mais demeure compétitive au regard des standards européens.

Sur le plan énergétique, les synthèses techniques récentes (IEA PVPS, Fraunhofer ISE) convergent : correctement dimensionnés (hauteur suffisante, espacement, GCR maîtrisé), les systèmes agrivoltaïques délivrent des rendements électriques proches des centrales au sol à configuration

comparable, l'écart tenant principalement aux concessions agronomiques (ombrage piloté, espacements) et aux contraintes structurelles (hauteur, fondations).

Les compromis entre production agricole et électrique se quantifient désormais mieux : par exemple, une stratégie de suivi (tracker) optimisée pour respecter les besoins lumineux d'une culture fruitière permet d'atteindre 91 % de l'irradiation-cible côté culture, au prix d'une réduction d'environ 20 % de la production électrique annuelle—un choix assumé lorsque la finalité agricole prime. De même, des analyses menées sur 44 trackers (blé/maïs, Ouest de la France) montrent que des ratios de couverture au sol de 5 à 12 % n'induisent que des pertes agronomiques limitées, et que les designs plus denses > 12 % ne dépassent qu'à peine 10 % de pertes.

Du point de vue macro-potentiel, le Centre commun de recherche de la Commission européenne estime qu'équiper 1 % des terres agricoles de l'UE en agrivoltaïsme permettrait d'installer environ 944 GWc (0,6 MWc/ha), soit davantage que l'objectif solaire européen 2030 (720 GWc) ; ces ordres de grandeur donnent l'échelle du gisement mobilisable dans un bassin agricole et solaire comme le SUDOE.

Le tableau ci-dessous présente les impacts de l'utilisation de panneaux photovoltaïques sur les terres agricoles par rapport à une utilisation conventionnelle des panneaux.

Caractère	Ajustement du système Photovoltaïque sur terre agricole	Conséquence sur la production d'électricité
Configuration des modules : Densité / Hauteur / Répartition	Espacement plus important des rangées de modules PV Nombre moindre de modules par rangées Rehaussement des rangées / modules	W/ha plus faible : Réduction de la puissance installée par unité de surface de foncier.
Modulation de l'orientation des modules PV	Modulation dynamique de l'angle d'inclinaison des modules pour maintenir un certain niveau de production agricole ou l'optimiser.	kWh/kW plus faible : réduction du productible électrique à puissance constante par effet de réduction du nombre d'heures de fonctionnement à puissance nominale.
Technologies de modules PV	Utilisation de technologies permettant de laisser passer une partie du rayonnement (panneau à densité de cellules PV diminuée, modules PV semi-transparents)	W/m² de panneau plus faible : diminution des rendements de conversion énergétique.

Tableau 1 : Caractéristique des installations et impacts sur la performance énergétique

ii. Suivi agronomique

OBJECTIFS DU SUIVI AGRONOMIQUE DANS LES PROJETS AGRIVOLTAÏQUES

En France, le suivi agronomique constitue un pilier central des projets agrivoltaïques. Il répond à une double finalité : (i) démontrer le caractère agrivoltaïque du projet, au sens de la réglementation issue de la loi APER, et (ii) capitaliser des retours d'expérience permettant d'orienter la conception, le pilotage et l'amélioration continue des dispositifs.

Les objectifs principaux du suivi agronomique sont les suivants :

1. Vérifier le maintien d'une production agricole significative

Le suivi vise à objectiver que l'activité agricole demeure réelle, pérenne et économiquement cohérente, à travers :

- le suivi des rendements (ou niveaux de production équivalents),
- la qualité des productions,
- la continuité des itinéraires techniques agricoles.

Cette vérification repose sur une **comparaison à un référentiel agricole**, généralement matérialisé par une zone témoin ou, à défaut, par des références locales ou historiques.

2. Évaluer le service rendu à l'agriculture

Le suivi agronomique permet d'identifier et de quantifier les **services agronomiques et climatiques** rendus par l'installation agrivoltaïque, notamment :

- la réduction des stress thermiques et hydriques,
- l'amélioration du microclimat (température, humidité, rayonnement),
- la sécurisation de la production face aux aléas climatiques.

Ces services sont au cœur de la justification agrivoltaïque, en particulier dans un contexte de changement climatique.

3. Analyser l'impact sur les pratiques et l'organisation agricole

Le suivi documente également :

- les adaptations des itinéraires techniques,
- les contraintes ou opportunités pour la mécanisation,
- les effets sur le temps de travail, la gestion de l'eau et des intrants.

Il permet ainsi de distinguer ce qui relève de l'effet du dispositif agrivoltaïque de ce qui relève d'une évolution volontaire des pratiques agricoles.

4. Alimenter une démarche de retour d'expérience collective

Enfin, le suivi agronomique contribue à la **capitalisation nationale des connaissances**, via :

- des démonstrateurs,
- des programmes de recherche,
- des dispositifs de collecte portés par l'ADEME et l'INRAE.

RESULTATS DISPONIBLES A CE JOUR : ENSEIGNEMENTS TRANSVERSAUX

Les résultats issus des démonstrateurs et suivis existants mettent en évidence plusieurs constats récurrents :

- **Effets microclimatiques avérés** : réduction des températures extrêmes, diminution de l'évapotranspiration, maintien de l'humidité du sol.
- **Effets agronomiques variables** : les impacts sur rendement et qualité dépendent fortement :
 - du type de culture,
 - du taux et de la répartition de l'ombrage,
 - du pilotage (fixe ou dynamique),
 - des conditions climatiques annuelles.
- **Importance du pilotage et de la conception** : les dispositifs intégrant une réflexion agronomique en amont (hauteur, orientation, densité, pilotage) présentent des résultats plus robustes.
- **Nécessité d'un suivi pluriannuel** : les effets ne peuvent être interprétés sur une seule campagne, en raison de la variabilité climatique interannuelle.

RETOURS D'EXPERIENCE PAR TYPE DE CULTURES

1. Viticulture

Les REX en viticulture sont parmi les plus documentés.

- Bénéfices fréquemment observés :
 - réduction du stress hydrique et thermique,
 - limitation des coups de chaleur sur grappes,
 - meilleure stabilité interannuelle.
- Points de vigilance :
 - impacts possibles sur maturité et composition des raisins,
 - nécessité d'un pilotage fin de l'ombrage.

Les résultats sont globalement positifs lorsque le système est **piloté dynamiquement** et intégré à la conduite viticole.

2. Arboriculture

En arboriculture, les REX mettent en évidence :

- une protection contre les aléas climatiques (gel tardif, canicule),
- une amélioration du confort hydrique,
- des effets sur calibre et homogénéité des fruits.

Les résultats restent toutefois **très dépendants de l'espèce** et du stade phénologique au moment des épisodes climatiques.

3. Prairies et élevage

Les suivis sur prairies montrent :

- une meilleure productivité estivale lors des années sèches,
- un maintien de la valeur alimentaire en période de stress climatique,
- un confort accru pour les animaux (ombrage, microclimat).

Ces systèmes apparaissent particulièrement compatibles avec l'agrivoltaïsme, sous réserve de préserver la circulation des animaux et des engins.

4. Grandes cultures

Les REX en grandes cultures sont plus récents et encore majoritairement expérimentaux.

- Effets observés :
 - amélioration du statut hydrique en été,
 - impacts contrastés sur les rendements selon les cultures (blé, maïs, soja...).
- Enjeux spécifiques :
 - compatibilité avec la mécanisation,
 - adaptation des itinéraires techniques,
 - gestion de l'hétérogénéité intra-parcellaire.

Ces filières nécessitent des suivis pluriannuels renforcés avant généralisation.

LIMITES ACTUELLES DES REX DISPONIBLES

Malgré leur richesse, les REX existants présentent encore :

- une hétérogénéité des protocoles,
- des séries temporelles parfois trop courtes,
- une forte dépendance aux contextes locaux.

La structuration du suivi agronomique imposée par la réglementation récente en France devrait permettre, à moyen terme, une **montée en qualité et en comparabilité** des retours d'expérience.

iii. Retour d'expérience agrivoltaïque dans l'espace SUDOE

Les premières années de déploiement de l'agrivoltaïsme en France ont donné lieu à une diversité de projets pilotes, démonstrateurs et réalisations commerciales, qui offrent aujourd'hui un recul plus concret sur les performances agronomiques, le fonctionnement des systèmes et les conditions de réussite de ces installations. Les retours d'expérience montrent un paysage contrasté, avec à la fois des résultats très positifs en termes de résilience climatique et de diversification des revenus, et des limites ou fragilités qui soulignent la nécessité d'un cadrage technique et agronomique rigoureux.

1. Projets d'agrivoltaïsme dynamique en Occitanie (Sun'Agri / AREC « Agence Régionale Énergie Climat »)

En 2020, une première famille de retours d'expérience provient des projets d'agrivoltaïsme dynamique portés par l'AREC Occitanie en association avec Sun'Agri, lauréats de l'appel d'offres Innovation de la CRE. Ces projets, déployés notamment dans les Pyrénées-Orientales, l'Aude, le Gard et l'Hérault, représentent sept sites pour une puissance d'environ 12 MW, autour de systèmes de panneaux mobiles pilotés au-dessus de cultures spécialisées comme la vigne, le maraîchage ou l'arboriculture.

Sur ces sites, l'objectif principal est d'utiliser le pilotage des ombrières pour moduler en temps réel le microclimat au profit de la culture : réduction du stress thermique, protection contre les coups de chaud, gestion de la lumière disponible, limitation des excès de radiations en période sensible. Les premiers résultats agronomiques publiés mettent en avant une baisse des températures de canopée et une réduction des stress hydriques en période estivale, avec, selon les cultures, des effets positifs sur la tenue qualitative (état sanitaire, calibre, homogénéité) plus que sur les rendements bruts en année moyenne.

Ces projets soulignent plusieurs points de vigilance : la nécessité d'un pilotage fin et adapté à chaque culture, l'importance de protocoles d'essais comparatifs (parcelles témoins) et la complexité de l'investissement initial, qui impose de cibler des filières à forte valeur ajoutée pour assurer la viabilité économique. Ils illustrent également le rôle structurant de partenariats de long terme entre développeurs, instituts techniques et agriculteurs, afin de coconstruire les itinéraires techniques adaptés aux systèmes ombrés.

2. Retours d'expérience en grandes cultures (Ombrea – Valpuseaux et Le Channay)

En grandes cultures, plusieurs dispositifs expérimentaux ont été mis en place pour évaluer les effets de structures agrivoltaïques sur des systèmes céréaliers ou oléo protéagineux. Parmi eux, les sites de Valpuseaux et du Channay, mis en service en 2021 et 2022, testent des configurations de panneaux verticaux, en lien avec des partenaires techniques et des structures de conseil agronomique.

Ces plateformes ont pour objectif d'analyser l'impact des structures sur la distribution de la lumière, la dynamique d'évaporation du sol, la portance des engins et les rendements des cultures, dans des contextes de rotation typiques de grandes cultures. Les résultats disponibles montrent que l'implantation de panneaux verticaux peut limiter la perte de surface agricole utile directe et préserver la mécanisation (passage de matériel), mais pose des questions sur la répartition des luminosités et l'hétérogénéité intra-parcellaire des rendements.

Les retours d'expérience insistent sur l'importance de la conception parcellaire (orientation, espacement, largeur des inter-rangs) pour limiter les contrastes trop marqués entre zones fortement ombrées et zones très ensoleillées. Ils confirment aussi que les années extrêmes (sécheresse marquée, excès d'eau) sont déterminantes dans l'évaluation : les effets de l'agrivoltaïsme peuvent se révéler positifs en situation de stress climatique, mais pénalisants lorsque les conditions de base sont déjà très défavorables (retards de semis, saturation hydrique des sols, etc.), d'où la nécessité d'une analyse pluriannuelle.

3. Projets ovins et reconversion de terres à faible potentiel (Haute-Marne et autres sites ovins)

Une autre catégorie de retours d'expérience concerne les projets agrivoltaïques reposant sur l'élevage ovin et la valorisation de prairies sous panneaux, souvent implantés sur des terres à faible potentiel en grandes cultures. Un exemple représentatif est le projet mené en Haute-Marne sur une exploitation de grandes cultures d'environ 270 ha, où l'agrivoltaïsme a servi de levier pour réintroduire un atelier ovin et reconverter des parcelles peu productives en prairies permanentes.

Dans ce cas, l'agrivoltaïsme est présenté comme une opportunité de diversification et de résilience : sécurisation d'un revenu complémentaire lié à la production d'électricité, mise en place d'un système herbager pérenne sur des terres jusque-là fragilisées par les sécheresses récurrentes et les aléas de rendement en céréales. Le retour d'expérience souligne l'importance de centrer le projet sur la logique agricole (dimensionnement du troupeau, besoins fourragers, organisation du travail) avant de définir l'implantation des panneaux, et de travailler de manière itérative avec le développeur pour adapter les choix techniques (hauteur des structures, densité, organisation des couloirs et des zones de rotation).

Au-delà des aspects technico-économiques, ce type de projet met en avant la dimension territoriale : la concertation précoce avec les élus, les riverains et les acteurs locaux est citée comme une des clés de l'acceptabilité et du bon déroulement du projet, en particulier pour répondre aux interrogations sur la préservation du foncier agricole et l'impact paysager. Il confirme également que la gestion agronomique des prairies sous panneaux (choix d'espèces, implantation avant chantier, éventuels sur-semis après travaux) conditionne fortement la réussite à moyen terme.

4. Témoignages d'agriculteurs sous-systèmes agrivoltaïques (TSE et autres développeurs)

Plusieurs développeurs communiquent désormais sur les témoignages d'agriculteurs engagés dans des projets agrivoltaïques, ce qui permet de dégager des tendances transversales sur les bénéfices et les contraintes perçus sur le terrain. Des agriculteurs accompagnés par TSE, par exemple, rapportent des effets sensibles sur le microclimat : températures mesurées jusqu'à 3,5 °C plus basses sous panneaux en période estivale et espoir de réduire de 15 à 20% les consommations d'eau sur certaines productions.

Ces témoignages mettent également en avant la protection vis-à-vis des aléas extrêmes (grêle, coups de chaud, sécheresses) et l'intérêt d'un revenu complémentaire stable, perçu comme un facteur de sécurisation de l'exploitation dans un contexte de forte variabilité climatique et de volatilité des prix. En parallèle, les agriculteurs soulignent plusieurs conditions de réussite : relation de confiance avec le développeur, transparence sur les contrats, co-conception du projet pour qu'il reste au service du système de production existant plutôt que de le contraindre artificiellement.

L'agrivoltaïsme arrive en 3e position parmi les solutions jugées les plus efficaces par les agriculteurs pour faire face aux aléas climatiques.

Ces retours montrent aussi que les projets agrivoltaïques impliquent des ajustements importants de l'organisation du travail (circulation du matériel, gestion des parcelles morcelées, adaptation des itinéraires techniques) et nécessitent un accompagnement technique renforcé, notamment pendant les premières années de mise en service. Ils confirment enfin que la notion de « production agricole significative », désormais inscrite dans le droit, doit être objectivée par un suivi agronomique sérieux, associant agriculteurs, développeurs et organismes techniques, afin de documenter l'évolution des rendements, des pratiques et de la fertilité des sols sous panneaux.

5. Pilote agrivoltaïque de Haut Mauco : Ferme du Futur (GLHD X Agrolandes X La Région Nouvelle Aquitaine)

Le pilote agrivoltaïque Ferme du Futur constitue aujourd'hui un des démonstrateurs de référence pour documenter, en conditions réelles, les effets d'un système agrivoltaïque sur différentes familles de cultures. Installé sur 1 ha à Haut Mauco dans les Landes et livré fin 2022, il est réellement mis en exploitation agricole à partir de la campagne 2023, avec un programme d'essais pluriannuel.

Sur le plan technique, le site est structuré autour de 16 rangées de trackers solaires disposés à deux hauteurs distinctes (axes à environ 1,7 m et 2,5 m), ce qui permet de tester différents niveaux d'ombrage et de passage du matériel. L'installation intègre un dispositif d'irrigation en micro-aspersion.

Chaque année depuis 2023, le pilote teste plusieurs cultures de nature différente sur des bandes expérimentales : grandes cultures (orge, maïs...) et cultures à plus forte valeur ajoutée (asperges, légumes de plein champ, édamame, betteraves rouges, menthe poivrée...). Les premiers retours mettent en avant que « ça pousse partout, entre et sous les panneaux », ce qui confirme la faisabilité agronomique d'une large palette de cultures sous structure agrivoltaïque. Jusqu'ici, l'effet le plus marqué observé sur les cultures concerne le décalage d'atteinte des stades de maturité, avec un retard moyen de l'ordre de 3 à 6 jours sous panneaux par rapport aux témoins en plein champ.

6. Conclusions

La synthèse de ces retours d'expérience permet de dégager plusieurs enseignements majeurs pour l'agrivoltaïsme en France. D'abord, le potentiel de protection face aux aléas climatiques (stress thermique, sécheresse, grêle) est confirmé sur de nombreuses cultures, à condition que les systèmes soient bien dimensionnés et pilotés en fonction des besoins agronomiques réels. Ensuite, les projets les plus robustes sont ceux où le projet agricole est défini en premier (filrière, système de production, trajectoire de l'exploitation) et où le photovoltaïque vient en appui, plutôt que l'inverse.

En parallèle, les limites identifiées sont importantes pour éviter les dérives : risque de perte significative de rendement lorsque la densité de panneaux est trop élevée ou mal adaptée aux cultures, complexité technique et coût des systèmes dynamiques, nécessité d'un suivi pluriannuel pour bien interpréter des résultats fortement dépendants des conditions climatiques de chaque campagne. Les retours insistants sur la concertation, la transparence contractuelle et la qualité des études agronomiques montrent également que la réussite d'un projet agrivoltaïque ne se joue pas seulement sur la technologie, mais sur la gouvernance globale du projet et son inscription dans le territoire.

Dans ce contexte, les pilotes et dispositifs expérimentaux français constituent un socle précieux pour consolider les référentiels techniques et agronomiques, affiner les seuils de performance acceptables et alimenter l'évolution du cadre réglementaire. Ils montrent que l'agrivoltaïsme ne peut être considéré ni comme une solution miracle, ni comme une menace systématique pour l'agriculture, mais comme une option d'adaptation qui doit être conçue au cas par cas, en s'appuyant sur des protocoles d'essais rigoureux, des retours d'expérience documentés et une forte implication des agriculteurs.



AgroSOL

Projet	Localisation	Type de structure	Activité / culture	Puissance PV	Statut	Entités / financement	Références
AGRIFLEX – DRAPC	Viseu	Structures élevées	Vergers (petits fruits)	N/D	Réalisé	Instituto Politécnico de Coimbra; Plan de Relance et Résilience (PRR) – 693 700,00 €	agriflex.webnode.pt
AGRIFLEX – ESAC	Coimbra	Serre	Légumes	N/D	Réalisé	Instituto Politécnico de Coimbra; PRR – 693 700,00 €	agriflex.webnode.pt
FRUITPV	Alcobaça	Structures élevées	Exploitation fruitière	N/D	Réalisé	COTHN; PRR – 990 454,37 €	fruitpv.webnode.pt
AGROVOLTEP	Évora	Structures élevées	Légumes	50 kWp	En cours	Fundación MUSOL; Interreg (POCTEP) – 992 375,34 €	agrovolttep.eu
Beja Agro-Photovoltaic Park	Beja	Structures élevées	Irrigation & pâturage	123 MW	En cours	Iberdrola	en.hidroerg.pt
Horta Solar FCUL	Lisbonne	Structures élevées	Légumes	7,14 kWp	En cours	IMAGE4ALL	ciencias.ulisboa.pt
Monte do Pasto	Cuba (Beja)	Structures élevées	Élevage	124,2 kWp	En cours	Monte do Pasto; PRR	montedopasto.pt
AgriPV, ISA	Lisbonne	Structures élevées (avec suivi solaire)	Vigne	130 kWp	En cours	GALP	galp.com

ATE	Évora	Structure élevée & structure verticale inter-rang	Légumes & céréales	80 kWp et 60 kWp	Prochainement en construction	Universidade de Évora; PRR (ATE – Aliança para a Transição Energética)	uevora.pt
Central Solar Cercal	Santiago do Cacém	Modules au sol	Projet-pilote agrivoltaïque expérimental (en étude)	N/D	Études scientifiques	Aquila	N/D
AgroSOL	Herdade da Mitra, Évora	Modules en toiture de serre	Légumes sous serre	15 kWp	Phase de conception	Universidade de Évora; Interreg SUDOE	N/D
WINE SOLAR	Guadamur (Tolède)	Suiveurs à un axe (2V), entre rangs	Vignoble	40 kW	Réalisé	Iberdrola	iberdrola.com
AGRIVOLTAICA SAN GABRIEL	Aranda de Duero (Burgos)	Élevée à 4 m; 3 m entre rangs; suivi à un axe	Vignoble	26 kW	Réalisé	Powerful Tree; Repsol; CIFP San Gabriel	powerfultree.com
ALHENDÍN II	Alhendín (Grenade)	Fixe; espacement suffisant pour engins; culture entre panneaux	Fourrage	5,1 MW	Réalisé	BayWa r.e.	baywa-re.es
AUGUSTO	Badajoz	Fixe; 3 ha de plantes aromatiques entre rangs	Plantes aromatiques	50 MW	Réalisé	Endesa; Enel Green Power	power-technology.com
CORTIJO DEL CURA	Laujar de Andarax (Almería)	Fixe, 3 m de haut; 4,2 m entre rangs; modules en damier	Vignoble bio	10,8 kW	Réalisé	Bettergy; DLR	agrivoltea.org

HUERTO CARRASCO	Fuentealbilla (Albacete)	Suivi à deux axes; 5 m de haut; 21 m entre rangs	Vignoble	900 kW	En cours	Tornasol Fotovoltaica	agrivoltea.org
HUERTO LOS HITOS	Fuentealbilla (Albacete)	Suivi à deux axes	Pâturage	2 MW	En cours	Tornasol Fotovoltaica	agrivoltea.org
HUERTO SOLAR DE PICASSENT	Picassent (Valence)	Modules semi-transparentes en damier; double inclinaison E-O; marquise orientée sud (serre); structure ancrée au sol	Fruits tropicaux; champignons; plantes médicinales	1,5 MW	Réalisé	INDEREN; TRANESOL	tranesol.es
CASTILBLANCO I & II	Castilblanco (Séville)	Toiture de serres à deux pentes en « dents de scie » (modules versant sud)	Légumes	2 MW	En cours	WSP	wsp.com
LAS CORCHAS	Carmona (Séville)	Modules bifaciaux sur structures fixes	Pâturage; coriandre; aloé-vera; romarin; thym	50 MW	Réalisé	Endesa; CTAEX	endesa.com
VALDECABALLEROS	Valdecaballeros (Badajoz)	Modules monofaciaux sur structures fixes	Thym, romarin, pissenlit, aloé-vera; prairie pour alimentation animale	43 MW	Réalisé	Endesa; CTAEX	N/D

TORREALBA	Almodóvar del Río (Cordoue)	Rangées fixes (1 m de haut; 3 m d'écart); monitoring T°/humidité du sol	Fèves; tomates; blé dur; pois chiches	10 kW	N/D	Universidad de Córdoba; CDP Torrealba	agrivoltea.org
GO SOLARWINE	Pilote à Sant Martí Sarroca (Barcelone)	Élevée à 5 m; modules opaques & semi-transparents bifaciaux; 1 000 m ² ; autoconsommation; passage de la machinerie	Vignoble bio	N/D	En cours	INNOVI	solarwine.es
FRUTALES IRTA I	Mollerussa (Lleida)	Élevée (max 5,5 m); modules bifaciaux	Pommiers	165 kW	En cours	IRTA	irta.cat
Domaine de Nidolères – Sun'Agri (Tresserre)	Tresserre (Pyrénées-Orientales)	Persiennes solaires mobiles sur structures élevées	Vigne	2,85 MWc	En service	Sun'Agri	L'Echo du Solaire · Sun'Agri (site projet)
Domaine de Besombes – Sun'Agri	Claira (Pyrénées-Orientales)	Persiennes solaires mobiles sur structures élevées	Vigne	N/D	En service	Sun'Agri	Entreprises Occitanie
Clair Fruits – Sun'Agri (cerisiers)	Loriol-sur-Drôme (Drôme)	Persiennes solaires mobiles sur structures élevées	Cerisiers	2.2MW	En service	Sun'Agri; Chambre d'Agriculture 66	pv magazine France · L'Echo du Solaire
Campus Provence Ventoux – Sun'Agri (Carpentras)	Carpentras (Vaucluse)	Persiennes mobiles sur structures élevées	Cerisiers	N/D	En service	Sun'Agri	Sun'Agri (site projet)

« La Croix de Fer » – Sunti x Sun'Agri	Vestric-et-Candiac (Gard)	Persiennes mobiles sur structures élevées	Vigne (bio)	3,8 MWc	En construction	Sunti; Sun'Agri; Vignobles de la Voie d'Héraclès	pv magazine France
Canopée agrivoltaïque – TSE (Brouchy)	Brouchy (Somme)	Canopée PV surélevée (grandes travées)	Grandes cultures	N/D	En service	TSE	pv magazine France
« Camelia » – ENGIE Green x INRAE (vertical)	Laqueuille (Puy-de-Dôme)	Haies PV bifaciales verticales	Prairie/pâturage bovin	≈ 100 kWc	En service	ENGIE Green; INRAE	INRAE (actu) · pv magazine France
Fontenet – BayWa r.e. (prairies & ovins)	Fontenet (Charente-Maritime)	Structures fixes au sol (allées mécanisables)	Pâturage ovin / fourrage	N/D	En service	BayWa r.e.	pv magazine International
Serres agrivoltaïques – REDEN (Ariège)	Lorp-Sentarraille & sites REDEN	Serres PV (toiture équipée)	Avocat; kiwi rouge	4 MWc (3,5 ha)	En service	REDEN	pv magazine France – Ariège · pv magazine France – Kiwi/Avocat
« Fragolab » – Qair x Insolight (fraise)	Uchaux (Vaucluse)	Chapelles semi-translucides pilotables (suivi lumière)	Fraise (maraîchage sous abri)	N/D	En service	Qair; Insolight	Insolight (communiqué)
Rians – Ombrea (vigne)	Rians (Var)	Ombrière translative pilotée	Vigne (grenache)	84 kWp	En service	Ombrea; Société du Canal de Provence	Ombrea (fiche site)
Domaine de Rivals – TotalEnergies x Ombrea	Villemoustassou (Aude)	Ombrières dynamiques (algorithmes)	Vigne & grenadier	85,6 kWc	En service (pilote)	TotalEnergies; Ombrea; IFV; SudExpé; CA Aude	TotalEnergies (CP) · L'Echo du Solaire

Combes Cave – TotalEnergies (élevage bovin)	Lendou-en-Quercy & Montcuq-en-Quercy-Blanc (Lot)	Structures surélevées (co-activité pâturage/fauche)	Élevage bovin (Aubrac)	N/D	En développement	TotalEnergies	Site projet
Démonstrateur bovin – Voltalia (Poisy)	Poisy (Haute-Savoie)	Structures surélevées (parcelles d'élevage)	Élevage bovin	N/D	En service (pilote)	Voltalia	pv magazine France
Ferme de YoLa – Sun'Agri (Granges-sur-Lot)	Granges-sur-Lot (Lot-et-Garonne)	Serre agrivoltaïque (persiennes pilotées)	Maraîchage diversifié sous serre	N/D	En service	Sun'Agri	Sun'Agri (site projet)

Tableau 2 : Projets Agrivoltaïques de l'espace SUDOE

5. Climat et zones géographiques

i. Etendue et climat de l'espace SUDOE

La zone SUDOE se caractérise par une grande diversité climatique. Cette diversité résulte de la combinaison de la latitude, de l'influence atlantique et méditerranéenne, du relief et de la continentalité. Le zonage climatique explique la répartition des cultures et l'organisation du territoire agricole, car, comme le souligne la FAO, le zonage agroécologique qui détermine l'aptitude agricole de chaque zone repose sur la combinaison du climat, du sol et des caractéristiques physiques du terrain.

De manière générale, on peut distinguer quatre grands domaines climatiques dans le SUDOE :

1. Climat méditerranéen (chaud et continentalisé)
2. Climat océanique atlantique
3. Climat de montagne
4. Climat semi-aride ou méditerranéen sec

Chacun présente des caractéristiques thermiques et pluviométriques particulières qui conditionnent la productivité, les systèmes de culture et la surface agricole utile (SAU) disponible.

Le climat méditerranéen chaud prédomine en Catalogne, dans la Communauté valencienne, en Murcie, aux Baléares, en Andalousie méditerranéenne, dans le sud de la France méditerranéenne (Occitanie, Provence intérieure) et dans les zones côtières du sud du Portugal. Il se caractérise par des étés chauds et secs, des hivers doux, des précipitations irrégulières (concentrées en automne et au printemps) et une évapotranspiration estivale élevée. Le climat méditerranéen continentalisé est caractéristique de la Castille-et-León, de la Castille-La Manche, de l'intérieur de l'Aragon, de l'Estrémadure et de Madrid. Les principales caractéristiques climatiques sont des hivers froids et des étés très chauds (grande amplitude thermique annuelle) et des précipitations faibles et irrégulières. Le climat méditerranéen est l'un des plus productifs du SUDOE car il permet une longue saison propice à la croissance végétale. Cependant, la pénurie d'eau en été oblige à recourir à l'irrigation dans de nombreuses régions. Le climat méditerranéen concentre la majeure partie de la SAU du SUDOE, en particulier en Espagne et au Portugal, où les zones irriguées occupent de très vastes étendues. La structure agricole combine des exploitations intensives irriguées avec de grandes surfaces non irriguées. Les cultures prédominantes sont : l'olivier, la vigne, l'amandier, les agrumes, le pêcher, les légumes irrigués (tomate, poivron, laitue, courgette), le tournesol, la luzerne, le maïs et les céréales d'hiver (blé dur et orge).

Le climat océanique atlantique couvre le nord de l'Espagne (Galice, Asturies, Cantabrie, Pays basque), le nord du Portugal et l'ouest de la France (Nouvelle-Aquitaine). Les caractéristiques de cette région climatique sont les suivantes : températures douces toute l'année, précipitations abondantes et régulières, faible amplitude thermique et humidité élevée. Ce régime climatique correspond aux zones les plus pluvieuses enregistrées sur les cartes agroclimatiques élaborées à partir des stations

météorologiques. Le climat atlantique favorise les pâturages naturels, l'élevage et les cultures herbacées adaptées à l'humidité. Les cultures les plus courantes sont : le maïs fourrager, les prairies permanentes et les pâturages pour le bétail, la pomme de terre, le pommier (cidre dans les Asturies et au Pays basque) et les légumes de climat frais. La superficie agricole est inférieure à celle du climat méditerranéen en raison de la fragmentation du paysage et de la présence de forêts et de prairies naturelles. Les petites et moyennes exploitations, orientées vers l'élevage laitier et bovin, prédominent.

Le climat montagnard caractérise les zones élevées des Pyrénées, de la cordillère Cantabrique, du système ibérique, du système central et de la Sierra Nevada, ainsi que du Massif central français. Ses caractéristiques climatiques typiques sont les suivantes : températures basses, hivers longs et froids, précipitations abondantes (sous forme de neige en hiver) et saison de croissance courte. L'altitude limite la variété des cultures, mais favorise les systèmes extensifs et les produits de qualité différenciée. Les cultures prédominantes sont : les céréales de montagne (seigle, orge), la pomme de terre d'altitude, les fourrages pour l'élevage et les potagers d'été dans les vallées. La superficie agricole est réduite et dispersée. L'activité agricole est combinée à l'élevage extensif (ovin, bovin) et à l'exploitation forestière.

Le climat semi-aride ou méditerranéen sec caractérise le sud-est de l'Espagne (Murcie, Almería, l'intérieur d'Alicante), l'est de La Mancha et certaines zones de la vallée de l'Èbre. Les caractéristiques climatiques les plus importantes sont : des précipitations très faibles (<300 mm/an), des étés extrêmement chauds, une évapotranspiration élevée et un risque de désertification. L'agriculture dépend presque entièrement de l'irrigation et de cultures très résistantes à la sécheresse. Les cultures prédominantes sont : les légumes intensifs sous serre (Almería), la vigne en sec (variétés résistantes), les amandiers, les pistachiers et les fourrages à cycle court. La superficie agricole est limitée par l'aridité, mais les zones d'irrigation intensive présentent l'une des productivités les plus élevées du SUDOE.

À titre indicatif, on peut considérer la répartition suivante de la superficie agricole utile de chaque pays du territoire SUDOE dans les zones agroclimatiques établies :

	Méditerranéen	Océanique	Semi-aride	Montagneux
Espagne	55% (13,1 Mha)	15% (3,6 Mha)	15% (3,6 Mha)	15% (3,6 Mha)
Portugal	35% (1,26 Mha)	55% (1,98 Mha)	0%	10% (0,36 Mha)
France SUDOE	30% (4,2 Mha)	55% (7,7 Mha)	0%	15% (2.1 Mha)

Tableau 3 : Superficie agricole utile

ii. Tendances climatiques et vulnérabilités

La zone SUDOE est particulièrement sensible au changement climatique en raison de sa situation géographique, à la jonction des climats atlantique, méditerranéen et montagnard. Au cours des 20 dernières années, on a observé une augmentation des températures, une fréquence accrue des

phénomènes climatiques extrêmes et des changements dans les régimes de précipitations. Ces tendances coïncident avec les indicateurs mondiaux et européens documentés par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et l'AEMET (Agence météorologique nationale espagnole).

Dans la zone méditerranéenne (Espagne méditerranéenne, sud de la France, côte sud du Portugal), on observe une augmentation notable des températures estivales : des vagues de chaleur plus nombreuses et plus longues, une baisse des précipitations annuelles, associée à une plus grande concentration d'épisodes torrentiels (goutte froide), ainsi qu'une augmentation de l'évapotranspiration, ce qui intensifie l'aridité. En conséquence, les cultures non irriguées (oliviers, amandiers, vignes) sont soumises à un stress hydrique accru, les besoins en irrigation des cultures méditerranéennes traditionnelles augmentent et le risque d'incendies de forêt affectant les zones agricoles est croissant.

Dans la zone au climat atlantique (Espagne humide, nord du Portugal, côte atlantique française), on observe une augmentation de la température moyenne, une plus grande irrégularité des précipitations (on observe des années plus sèches alternant avec des épisodes de pluies intenses) et une augmentation des événements extrêmes (tempêtes plus intenses et fréquence accrue des vents forts). L'impact agricole de cette tendance climatique entraîne une baisse de la productivité des prairies pendant les années sèches, une avancée des phases phénologiques des cultures, ainsi qu'une augmentation des ravageurs associés aux températures hivernales plus douces.

Dans les zones montagneuses, on observe également une augmentation de la température moyenne, en particulier en hiver, qui entraîne une réduction de l'accumulation de neige et un raccourcissement de la saison neigeuse. Les précipitations sous forme de pluies intenses, plutôt que de neige, sont plus fréquentes. Cela entraîne des changements dans la disponibilité de l'eau, en raison d'une fonte des neiges moins importante, ainsi qu'un risque accru d'érosion dû aux pluies intenses.

Dans les zones continentales intérieures (plateau espagnol, intérieur du Portugal, Aquitaine intérieure), l'amplitude thermique annuelle a augmenté (les étés sont plus chauds et les hivers moins froids), les vagues de chaleur sont plus fréquentes et les précipitations sont plus irrégulières, avec une tendance à la baisse annuelle. Ces changements climatiques entraînent une baisse du rendement des céréales non irriguées pendant les années sèches, augmentent les besoins en irrigation des cultures extensives et provoquent des changements phénologiques dans la vigne et l'olivier.

iii. Implications pour l'agrivoltaïsme

Face à la tendance générale décrite d'augmentation des températures et de fréquence accrue des phénomènes de précipitations extrêmes, l'installation de systèmes de production photovoltaïque sur la même surface que celle utilisée pour la production agricole permet un ombrage partiel des cultures qui, de manière générale, présente les avantages suivants :

- Réduit l'évapotranspiration, diminuant ainsi les besoins en eau des cultures et favorisant une réduction de l'eau d'irrigation nécessaire.
- Modère le stress thermique et lumineux, en particulier dans les zones chaudes et semi-arides, en évitant la photo-inhibition et les brûlures solaires sur les feuilles et les fruits (tomates, poivrons, fruits).

- Protège contre les phénomènes extrêmes tels que la grêle, les pluies torrentielles ou l'insolation excessive, en agissant comme une structure de protection (similaire aux filets d'ombrage).
- Ils réduisent l'impact des éventuelles gelées tardives en modifiant le microclimat.
- Ils améliorent l'efficacité de l'utilisation de l'eau et stabilisent le microclimat de la culture, un aspect essentiel dans les zones méditerranéennes et semi-arides du SUDOE.

Il est toutefois nécessaire de modéliser correctement l'ombre appropriée pour chaque type de culture, en fonction de ses caractéristiques, car il est important d'optimiser le rayonnement photosynthétiquement actif (PAR) que reçoit la culture en fonction de son état phénologique. La densité et la hauteur des modules doivent être déterminées avec soin, en fonction de la culture.

Dans la zone agroclimatique atlantique, les cultures qui peuvent bénéficier de l'ombrage des installations agrivoltaïques sont les fourrages, les pâturages, les fruits rouges et les plantes aromatiques.

Dans la zone continentale intérieure, les cultures adaptées à l'ombrage partiel sont la vigne, les jeunes oliviers, les céréales et les légumineuses. Dans les cultures à cycle court (céréales d'hiver), un ombrage excessif mal conçu peut réduire le rendement.

Dans la zone méditerranéenne, les cultures qui s'améliorent sous un ombrage partiel sont certains légumes (tomates, laitues, épinards), les fruits (pêches, nectarines) et les plantes aromatiques. D'autres arbres qui nécessitent un ensoleillement important, comme les agrumes et les oliviers adultes, peuvent être affectés par un ombrage excessif.

Les zones semi-arides, où il existe un risque de désertification en raison des sécheresses prolongées et des températures extrêmes, sont également des zones à fort potentiel de production photovoltaïque en raison de l'important ensoleillement annuel. Les installations agrivoltaïques, en plus de produire de grandes quantités d'électricité, améliorent le rendement agricole, réduisent la température du sol et de l'air ainsi que la demande en eau, peuvent protéger contre les tempêtes de poussière et de grêle et, en général, améliorent la qualité des fruits et légumes intensifs tels que les tomates, les poivrons et les courgettes. Les jeunes amandiers et les arbres fruitiers tropicaux tels que l'avocatier et le manguier bénéficient également de l'ombrage partiel. En revanche, les amandiers adultes ou les vignes en conditions de culture non irriguée peuvent voir leur production réduite si l'ombrage est excessif à certains moments du développement de la culture.

Bien que la planification d'une nouvelle installation agrivoltaïque pour une culture, déjà implantée ou non, dans une exploitation agricole donnée nécessite une étude spécifique à cette exploitation afin de sélectionner la conception la plus appropriée de la structure photovoltaïque, on peut, de manière générale, considérer les relations suivantes entre les types de systèmes photovoltaïques et les cultures les plus adaptées à chacun d'entre eux.

Les systèmes surélevés (à des hauteurs comprises entre 4 et 6 m) sont recommandés pour les cultures permanentes (vigne, olivier, amandier et arbres fruitiers à noyau). Ces systèmes facilitent la mécanisation et maintiennent un microclimat sous les modules qui réduit le stress hydrique sans compromettre le rayonnement nécessaire.

Les systèmes dynamiques avec des modules mobiles guidés par un système de suivi s'orientent automatiquement pour réguler l'ombre en fonction de la phase phénologique de la culture. Ils

permettent d'optimiser la PAR, de réduire le stress hydrique et de contrôler le microclimat autour de la culture. Ils sont recommandés pour les cultures sensibles à l'ombre telles que les légumes, les fruits rouges et les herbes aromatiques, ainsi que pour les cultures qui ont des phases critiques de besoin de rayonnement pendant leur développement (comme la floraison ou la nouaison).

Les systèmes fixes à haute densité consistent en des modules installés à faible hauteur (2-3 m), généralement inclinés, mais aussi verticaux. Ils génèrent un ombrage important. Ils sont utilisés avec des cultures maraîchères à feuilles telles que les épinards, la laitue ou les blettes ; avec des cultures sensibles aux brûlures du soleil telles que les poivrons, les tomates et les fraises ; et avec les plantes aromatiques. Ce type d'installation protège les cultures contre la chaleur extrême et le rayonnement, réduit l'évapotranspiration (jusqu'à 30 % selon des études expérimentales) et améliore la qualité des fruits dans les cultures sensibles.

6. Politiques publiques et réglementation

i. En France

Loi APER publiée en mars 2023

La loi relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables (APER) introduit pour la première fois une définition légale de l'agrivoltaïsme dans le Code de l'énergie, à l'article L.314-36. Ce texte vise à faciliter le développement des énergies renouvelables tout en veillant à ce que l'activité agricole reste prioritaire sur les surfaces agricoles concernées. Il distingue les installations agrivoltaïques des installations photovoltaïques dites compatibles avec l'exercice d'une activité agricole et pose les principes fondamentaux encadrant ces installations.

La loi APER s'inscrit dans une séquence de politiques publiques visant à accélérer le déploiement des EnR tout en améliorant leur acceptabilité territoriale et leur intégration dans la planification locale :

- création d'un mécanisme de zones d'accélération définies par les communes (ZAEnR), consolidées et arrêtées à l'échelle de l'État (préfets), sur la base des principes inscrits à l'article L.141-5-3 du code de l'énergie ;
- mise en place (hors ZAEnR et au-delà de certains seuils) d'un comité de projet obligatoire, pour discuter faisabilité et conditions d'intégration territoriale (cf. plus bas) ;
- encadrement renforcé de l'implantation du photovoltaïque au sol en espaces agricoles, naturels et forestiers, notamment via des articles introduits au code de l'urbanisme (section dédiée).

Définition légale de l'agrivoltaïsme au sens du code de l'énergie (L.314-36):

« 1. [...] 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.

II.-Est considérée comme agrivoltaïque une installation qui apporte directement à la parcelle agricole au moins l'un des services suivants, en garantissant à un agriculteur actif [...] une production agricole significative et un revenu durable en étant issu :

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

III.-Ne peut pas être considérée comme agrivoltaïque une installation qui porte une atteinte substantielle à l'un des services mentionnés aux 1° à 4° du II ou une atteinte limitée à deux de ces services.

IV.-Ne peut pas être considérée comme agrivoltaïque une installation qui présente au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- 1° *Elle ne permet pas à la production agricole d'être l'activité principale de la parcelle agricole ;*
- 2° *Elle n'est pas réversible ».*

L'apport majeur de l'article L.314-36 est de poser une définition nationale unique et des critères de qualification (services rendus + primauté agricole + production significative + réversibilité), permettant :

- de distinguer juridiquement l'agrivoltaïsme du "PV au sol" classique ;
- d'outiller l'instruction de ces projets (DDT/DREAL/DRAAF, préfets) via un cadre opposable ;
- de sécuriser la conception des projets (démonstration "point par point" dans le permis).

La loi APER a aussi créé dans le code de l'urbanisme une section sur les installations photovoltaïques en terrains agricoles/naturels/forestiers, distinguant :

- les installations agrivoltaïques (sous-section dédiée) ;
- et les installations dites "compatibles avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière", encadrées notamment par un document-cadre (articles L.111-29 et s.)

Décret du 8 avril 2024

Ce décret est le texte d'application principal de la loi APER pour l'agrivoltaïsme. Il précise comment appliquer la définition légale introduite par la loi, notamment les conditions d'implantation des installations agrivoltaïques sur des terrains agricoles, naturels et forestiers et les critères à respecter pour qu'un projet soit considéré comme agrivoltaïque. Il traite aussi des installations photovoltaïques compatibles avec l'exercice d'une activité agricole, ainsi que des modalités d'autorisation d'urbanisme, des contrôles, des sanctions et de l'élaboration des documents-cadres départementaux.

Arrêté de juillet 2024

Cet arrêté vient compléter et préciser le décret du 8 avril 2024 en détaillant plusieurs modalités techniques de mise en œuvre des projets agrivoltaïques. Il fixe notamment les montants des garanties financières que peuvent exiger les autorités dans le cadre des autorisations, et précise les modalités des contrôles, notamment du rapport de contrôle préalable à la mise en service des installations et les éléments que doivent contenir ces contrôles.

Cet arrêté précise notamment le contenu du rapport de contrôle préalable à la mise en service et son articulation avec le régime de contrôle prévu au code de l'urbanisme (ex. article R.463-1).

Instruction ministérielle du 18 février 2025

Cette instruction a été publiée pour clarifier l'application pratique des textes législatifs et réglementaires (loi APER, décret du 8 avril 2024 et arrêté du 5 juillet 2024) par les services de l'État (préfectures, DDT, DREAL, DRAAF, etc.). Elle explicite comment les autorités doivent interpréter et appliquer les critères techniques et agricoles du cadre agrivoltaïque, comment instruire les dossiers de projet, comment effectuer le suivi et le contrôle des installations et comment articuler le régime agrivoltaïque avec les autres régimes d'urbanisme et d'environnement. Cette instruction est un outil méthodologique essentiel pour l'application concrète du cadre réglementaire.

Zonage territorial : zones d'accélération (ZAEnR) et logique "hors zones"

La loi APER a institué la définition de zones d'accélération pour l'implantation d'installations terrestres de production d'EnR (ZAEnR), selon une démarche "communes → intercommunalités/État → préfet", encadrée par l'article L.141-5-3 du code de l'énergie.

Les communes proposent des secteurs qu'elles jugent favorables/prioritaires ; l'État met à disposition des données ; la consolidation est réalisée au niveau départemental puis arrêtée par le préfet (selon les modalités précisées localement).

Comité de projet : nouvelle séquence de dialogue territorial (APER)

Indépendamment de la concertation CNDP (code de l'environnement), la loi APER a créé une obligation de comité de projet (code de l'énergie, art. L.211-9) pour certains projets EnR situés en dehors des ZAEnR.

Il est composé du porteur de projet, des représentants des communes d'implantation, de l'EPCI et des communes limitrophes, du préfet (ou représentant) et des gestionnaires de réseaux. Il est possible d'inviter d'autres parties intéressées.

Dépôt du permis de construire et contenu du dossier pour un projet agrivoltaïque

En France, un projet agrivoltaïque est soumis au droit commun de l'urbanisme et nécessite le dépôt d'un permis de construire ensuite généralement instruit par le préfet (instruction par les services de l'État). Le dépôt du permis constitue une étape structurante, car il concentre l'essentiel de la démonstration de conformité du projet au cadre agrivoltaïque défini par la loi et ses textes d'application.

Le projet peut également déclencher, selon les caractéristiques et seuils applicables, des procédures environnementales et de participation du public (enquête publique ou participation électronique).

Le dossier de permis de construire comprend les pièces classiques prévues par le code de l'urbanisme (plans, notices, insertion paysagère, accès, réseaux, etc.), auxquelles s'ajoutent, pour les projets agrivoltaïques, des pièces spécifiques liées à l'activité agricole et à la compatibilité du projet avec l'article L.314-36 du code de l'énergie, ainsi que le dossier d'étude d'impact.

Les textes post-APER ont aussi introduit des exigences de contrôle préalable à mise en service (et contrôles en phase d'exploitation), notamment dans le code de l'urbanisme pour certaines installations "compatibles".

La CDPENAF et son rôle dans l'instruction des projets agrivoltaïques

Définition et rôle général :

La CDPENAF (Commission départementale de préservation des espaces naturels, agricoles et forestiers) est une instance consultative prévue par le code rural. Elle rend des avis sur l'opportunité de certaines procédures ou autorisations d'urbanisme au regard de l'objectif de préservation des terres naturelles, agricoles ou forestières.

Un avis désormais structurant en espaces agricoles/ naturels/ forestiers :

Pour les projets d'ouvrages de production d'électricité à partir de l'énergie solaire implantés sur les sols des espaces naturels, agricoles et forestiers, l'autorisation est, en principe, subordonnée à un avis de la CDPENAF, avec une articulation particulière selon que le département dispose ou non d'un document-cadre pris au titre de l'article L.111-29 du code de l'urbanisme. Cette logique a été confirmée par la jurisprudence du Conseil d'État (décision n°495025 du 18 septembre 2025).

Agrivoltaïsme : avis conforme et audition du pétitionnaire :

Le code de l'urbanisme prévoit que, pour les installations agrivoltaïques au sens de l'article L.314-36 du code de l'énergie, la CDPENAF doit rendre un avis conforme et auditionne le pétitionnaire avant de rendre cet avis.

Concrètement, l'avis CDPENAF devient une étape charnière du calendrier d'instruction :

- il impose une démonstration agricole robuste (production significative, primauté agricole, réversibilité, services rendus) ;
- il renforce l'importance des pièces agricoles du dossier (EPA / notice de compatibilité / engagements de suivi) ;
- il peut conduire à des prescriptions ou demandes de compléments avant stabilisation du projet.

La MRAe et son rôle dans l'instruction (évaluation environnementale)

Qui est la MRAe ? La Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) est l'une des autorités environnementales compétentes désignées par le code de l'environnement pour rendre un avis sur le projet qui lui est soumis. Pour la majorité des projets "courants" (hors cas spécifiques), l'autorité environnementale est la MRAe de la région où le projet est réalisé.

À quels moments intervient-elle ? La MRAe intervient notamment :

- lors de l'examen au cas par cas (pour déterminer si une étude d'impact est requise) ;
- et/ou lors de l'avis sur l'étude d'impact lorsque celle-ci est obligatoire. La compétence et les délais associés sont encadrés par le code de l'environnement.

Contenu typique de l'avis : points de vigilance pour l'agrivoltaïsme

Les avis MRAe sur des projets photovoltaïques (dont projets au sol) portent exclusivement sur l'étude d'impact et classiquement sur :

- la qualité de l'état initial (biodiversité, paysages, eau, sols, enjeux agricoles) ;
- la séquence ERC (éviter–réduire–compenser) et la justification des choix d'implantation ;

- l'analyse des variantes ;
- les photomontages et la démonstration de l'insertion paysagère ;
- le suivi et l'efficacité des mesures proposées.

Exemples d'éléments fréquemment demandés dans des avis publiés par les MRAe (photomontages supplémentaires, justification paysagère).

ii. En Espagne

Suite à la mise en œuvre de nouvelles politiques axées sur la durabilité et la transition énergétique à la fin des années 90 et au début des années 2000, la technologie photovoltaïque a été progressivement intégrée dans les systèmes de production d'électricité décentralisée (dans le mix électrique).

Ce cadre a permis d'établir et de réglementer, par le biais de la réglementation nationale en vigueur, la manière dont les installations doivent être raccordées au réseau électrique public afin d'y injecter la totalité de leur production. De cette manière, ces installations participent au marché de l'électricité, percevant initialement une prime pour l'électricité injectée dans le réseau, qui a été progressivement réduite et remplacée en 2014 par un régime spécifique basé sur la rentabilité de l'investissement des installations et, à partir de 2020, en vendant directement la production sur le marché ou en participant à des enchères de capacité en fonction du prix proposé par les producteurs.

Enfin, la réglementation espagnole a été mise à jour en 2018-2019 afin d'autoriser l'autoconsommation électrique, c'est-à-dire le raccordement des installations au réseau intérieur des consommateurs (en aval du point frontière qui délimite leur réseau intérieur et le réseau de distribution public), ce qui permettait l'autoconsommation instantanée de l'électricité produite par l'installation (avec les économies qui en découlent grâce à la réduction des achats d'électricité sur le réseau) et son injection, dans certaines circonstances et pour certains types et puissances, dans le réseau public.

Ainsi, bien que l'autoconsommation désigne également les installations isolées du réseau, cette terminologie est aujourd'hui utilisée presque exclusivement pour la dernière modalité mentionnée.

En Espagne, aucune réglementation n'a été adoptée pour régir l'activité agrivoltaïque, ni au niveau national ni dans les différentes communautés autonomes. La Catalogne est la seule communauté autonome à avoir élaboré en 2024 une instruction technique qui établit les critères permettant de rendre compatible la production d'énergie agro-photovoltaïque sur les terres agricoles. Cette réglementation exige le maintien de l'activité agricole, en garantissant que le rendement des cultures soit au moins égal à 60 % du rendement de référence et en interdisant les structures fixes en béton.

En ce qui concerne l'élaboration d'une réglementation spécifique sur les installations agrivoltaïques en Espagne, l'Union espagnole du photovoltaïque (UNEF) est le principal acteur sectoriel qui promeut :

- Le débat réglementaire avec l'administration (IDAE, MAPA).
- L'organisation de journées techniques avec les gouvernements régionaux et les ministères (Situation de l'agrivoltaïque en Espagne).

- Des propositions de mise en conformité réglementaire et de compatibilité avec la PAC.

Les débats techniques se concentrent sur cinq aspects :

1. Définition juridique de l'agrivoltaïque.
2. Compatibilité des utilisations des sols.
3. Intégration dans la PAC et aides directes.
4. Traitement énergétique et accès au réseau.
5. Lignes de financement spécifiques.

Voici quelques propositions formulées par l'UNEF pour faire avancer l'élaboration de la réglementation :

Définition de l'agrivoltaïsme :

- Proposition initiale (octobre 2024) :

Système de production conjointe d'énergie solaire photovoltaïque et d'agriculture sur le même terrain, dans le but d'avoir un impact positif sur l'agriculture et la production énergétique en diversifiant les revenus des agriculteurs, en rendant l'agriculture plus résistante au changement climatique et en réduisant la dépendance énergétique.

- Proposition modifiée (novembre 2024)

Système de production double qui intègre de manière synergique l'activité du secteur primaire et la production d'électricité grâce à la technologie photovoltaïque sur le même espace physique.

Exigences auxquelles doivent répondre les projets agro-voltaïques :

Caractéristiques générales

1. Maintenir des accords avec les agriculteurs ou les éleveurs.
2. Maintenir un modèle économique agricole durable
3. Intégrer des critères de durabilité environnementale et d'utilisation efficace des sols

Pour être considéré comme un projet synergique avec une activité agricole, il doit :

1. Maintenir une activité agricole active. La conception doit permettre le développement des travaux agricoles, le passage des machines et la gestion des cultures.
2. Conserver au moins 60 % de la superficie consacrée aux cultures. L'installation photovoltaïque doit être suffisamment haute et espacée pour que les ombres soient compatibles avec la culture.
3. Conserver le titre foncier agricole.

Pour être considéré comme un projet synergique avec une activité d'élevage, il doit :

1. Maintenir une activité d'élevage active
2. Maintenir une production de biomasse destinée à l'alimentation du bétail
3. Maintenir son enregistrement en tant qu'exploitation d'élevage

Appels à Projets

En ce qui concerne les aides publiques aux projets agrivoltaïques en Espagne, il convient de souligner les deux appels à projets du Programme d'incitations pour les projets innovants dans le

domaine des énergies renouvelables et du stockage, ainsi que pour les systèmes thermiques renouvelables dans le cadre du PRTER, financé par l'UE-Next Generation.

Le premier appel à projets innovants d'installations agrivoltaïques avec stockage, doté d'un budget de 72 millions d'euros pour les projets agrivoltaïques, a clôturé la présentation des candidatures en novembre 2024 et prévoit un délai d'exécution des projets jusqu'à fin 2028. Trois sous-programmes ont été mis en place dans le cadre du programme d'incitation :

- Sous-programme 1.1 : Agrivoltaïque intercalé avec la culture.
- Sous-programme 1.2 : Agrivoltaïque avec structure au-dessus de la culture Hauteur : $2\text{ m} \leq h \leq 4\text{ m}$.
- Sous-programme 1.3 : Agrivoltaïque avec structure au-dessus de la culture Hauteur : $h > 4\text{ m}$.

Le deuxième appel à projets, ouvert jusqu'au 19 février 2026, établit les mêmes sous-programmes que le premier appel et dote le programme d'un budget de 68 millions d'euros. Il convient de souligner que le rapport demande comme condition préalable d'expliquer comment l'installation contribue à la mise en place, au maintien ou au développement de la culture et, dans le cas de parcelles mécanisées, comment le passage des machines est garanti. Il est également nécessaire de disposer de parcelles témoins permettant de comparer le rendement agricole avec et sans PV. Les projets obtiennent une meilleure note s'ils impliquent des coopératives et/ou des communautés énergétiques, s'ils concernent l'agriculture biologique et s'ils ont conclu des accords avec des universités ou des centres de recherche pour le développement du projet.

Un autre programme remarquable pour le développement d'installations agro-voltaïques en Espagne est celui des aides à l'innovation AEI_Agri, promu par le MAPA (ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation).

iii. Au Portugal

La trajectoire du Portugal à l'horizon 2030 repose sur une transformation profonde du système énergétique, le secteur de l'énergie portant l'essentiel des réductions d'émissions. Le PNEC 2030 combine politiques publiques et trajectoires technologiques pour atteindre les objectifs environnementaux tout en renforçant compétitivité, cohésion sociale et développement durable.

Le solaire photovoltaïque y est central grâce à la baisse des coûts et à une ressource abondante, faisant de cette technologie l'une des plus compétitives avec l'éolien et la plus dynamique d'ici 2030. Pour une croissance équilibrée, le pays favorise la production décentralisée, l'usage de surfaces non conventionnelles (réservoirs, abords d'infrastructures routières) et l'intégration avec d'autres activités via l'agrivoltaïsme, permettant un partage des sols entre agriculture et énergie.

Cette trajectoire s'inscrit dans un cadre aligné sur l'UE, fondé sur le PNEC 2030, la Feuille de route pour la neutralité carbone 2050 et la loi-cadre sur le climat, avec des instruments complémentaires en agriculture et sylviculture cohérents avec les cinq dimensions de l'Union de l'énergie (décarbonation, efficacité, sécurité d'approvisionnement, marché intérieur, innovation). Le PNEC 2030 fixe des objectifs quantifiés en émissions, renouvelables, efficacité et sécurité, et oriente vers un système plus

décentralisé (autoconsommation, communautés énergétiques), tout en soutenant des solutions innovantes comme l'agrivoltaïsme et le solaire flottant.

La neutralité carbone d'ici 2050 exige des réductions soutenues dans tous les secteurs : -55 % d'ici 2030, -65 à -75 % d'ici 2040 et au moins -90 % d'ici 2050 par rapport à 2005. Les objectifs sectoriels visent des baisses marquées dans les services, le résidentiel, les transports, les déchets et les eaux usées, avec une contribution plus modeste mais essentielle de l'agriculture (de -8 % en 2020 à -11 % en 2030). Des efforts supplémentaires sont nécessaires, surtout dans les transports et l'agriculture.

Objectifs	2030	2040	2050
PNEC 2030	-45 % à -55 %	65 % à 75 %	-85 % à -90 %
PNEC 2030 Révisé	-55 %	65 % à 75 %	-90 %

Tableau 4 : Objectifs nationaux de réduction des émissions de CO₂ équivalent par rapport à 2005

Dans le domaine des énergies renouvelables, le Portugal reste l'un des pays les plus ambitieux d'Europe. La trajectoire nationale prévoit une augmentation continue de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute, qui devrait atteindre environ la moitié de la consommation énergétique nationale totale d'ici 2030, comme le montre le tableau 5.

Énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie	2020	2022	2025	2027	2030
PNEC 2030	31 %	34 %	38 %	41 %	47 %
PNEC 2030 Révisé	31 %	34 %	40 %	44 %	51 %

Tableau 5 : Piste indicative et contribution du Portugal à l'objectif contraignant de 2030

L'agrivoltaïsme prend de l'ampleur car elle accroît la capacité solaire sans nuire à l'activité agricole : usage dual des sols, autoconsommation renforcée dans les exploitations, pertes réseau réduites, autonomie énergétique des zones rurales, décarbonation des pratiques et nouvelles opportunités économiques pour les PME.

Politiques et mesures

Les politiques et mesures s'articulent autour de huit objectifs stratégiques : accélérer l'électricité renouvelable pour atteindre au moins 80 % dès 2025 et doubler la capacité installée d'ici 2030 ; développer la production distribuée, l'autoconsommation et les communautés énergétiques ; élaborer des guides techniques pour l'agrivoltaïsme ; et promouvoir les renouvelables en agriculture et sylviculture (solaire PV, géothermie superficielle, éolien), y compris pour l'irrigation et les infrastructures d'élevage.

Le PNEC 2030 est mis en œuvre à travers des lignes d'action et des mesures concrètes, identifiant l'agriculture comme l'un des secteurs nécessitant des efforts supplémentaires d'atténuation. L'une des priorités centrales consiste à accélérer la production d'électricité à partir de sources renouvelables, avec pour objectif d'atteindre au moins 80 % de production renouvelable d'ici 2025, ce qui implique de doubler la capacité installée d'ici 2030.

Une autre ligne d'action fondamentale encourage la production distribuée, l'autoconsommation et les communautés énergétiques, en vue de réduire les pertes dans le système électrique et de renforcer la participation locale. Dans ce contexte, le PNEC 2030 prévoit l'élaboration d'orientations et de guides techniques spécifiques pour l'agrivoltaïsme (mesure d'action 3.2.9), mesure qui peut être articulée avec le projet AgroSOL, contribuant ainsi à la création d'un cadre clair pour le dimensionnement des systèmes et la future réglementation de cette solution.

En outre, le plan encourage l'adoption des énergies renouvelables dans les secteurs de l'agriculture et de la sylviculture (ligne d'action 6.1), en soutenant la mise en place de systèmes solaires photovoltaïques, géothermiques superficiels et éoliens, y compris des applications dans les systèmes d'irrigation et les infrastructures d'élevage.

Cadre réglementaire de l'agrivoltaïsme au Portugal

Le Portugal ne dispose pas encore d'un régime juridique spécifique dédié exclusivement à l'agrivoltaïsme. Ces systèmes sont actuellement régis par la législation générale sur les énergies renouvelables, les règles d'aménagement du territoire et le cadre juridique de la production d'électricité à partir de la technologie solaire photovoltaïque. Le principal instrument est le décret-loi n° 15/2022, qui réglemente les systèmes d'autoconsommation et les communautés d'énergie renouvelable et établit les conditions d'installation de panneaux solaires sur les terres agricoles, à condition que les normes environnementales et d'utilisation des sols soient respectées. Bien que ce texte ne réglemente pas spécifiquement l'agrivoltaïsme, il définit un domaine destiné à la mise en œuvre de projets d'innovation et de développement dans le cadre de la compatibilité de l'utilisation des sols pour les activités agricoles et la production d'électricité.

Le décret-loi n° 30-A/2022 a simplifié les procédures d'autorisation des installations photovoltaïques, en particulier pour les systèmes d'une puissance inférieure à 30 kW. Plus récemment, le décret-loi n° 99/2024 a introduit de nouvelles dispositions alignées sur la directive RED III de l'Union européenne, permettant la mise en œuvre de projets d'énergies renouvelables dans des zones de la réserve agricole nationale, sous certaines conditions spécifiques.

Malgré ces progrès, des défis subsistent. La compatibilité entre les installations solaires et les sols agricoles de haute qualité est une question sensible, et le gouvernement a fait part de son intention de revoir les règles afin de garantir que l'aptitude des sols soit dûment prise en compte. Les exigences en matière de permis varient également de manière significative en fonction de la puissance installée, les projets de plus grande envergure nécessitant souvent des évaluations d'impact environnemental et des permis de construire municipaux. À un niveau plus large, l'absence d'une définition harmonisée de l'agrivoltaïsme à l'échelle de l'Union européenne rend difficile la classification de l'utilisation des sols et peut affecter l'éligibilité aux subventions agricoles et aux régimes fiscaux.

iv. Comparaison

À l'échelle de l'Union, il n'existe pas encore de définition ni de standard harmonisé de l'agrivoltaïsme ; plusieurs États publient des guides ou textes techniques, mais seul le cadre français combine une définition légale, des critères techniques opposables, des procédures d'autorisation dédiées et des mécanismes de contrôle en exploitation. En Espagne, l'instruction catalane constitue un jalon régional exigeant (seuil de rendement $\geq 60\%$ et contraintes d'implantation), mais il n'y a pas de norme nationale d'implantation agrivoltaïque ; la dynamique est portée par les appels IDAE et l'amorçage PAC. Au Portugal, la montée en puissance passe par le droit commun de l'électricité et la transposition RED III, sans régime agrivoltaïque spécifique pour l'instant, bien que des financements ciblés apparaissent.

Éléments comparés	France	Espagne	Portugal
Définition légale « agrivoltaïque »	Oui, art. L.314-36 C. énergie avec critères positifs et négatifs	Non au niveau national ; première instruction technique en Catalogne	Non, recours au droit commun ENR
Textes d'application	Décret 2024-318 et arrêté du 05/07/2024 détaillant conditions, contrôles et garanties	Appels IDAE fondés sur Orden TED/765/2024 ; pas de décret national d'implantation	DL 15/2022, DL 30-A/2022, DL 99/2024 (RED III) pour ENR en général
Procédures spécifiques	Avis conforme CDPENAF, compétence préfectorale, contrôle à 6 ans	Procédures ENR classiques ; exigences catalanes régionales	Procédures ENR simplifiées, pas de filtre « agrivoltaïque » dédié
Planification/acceptabilité	ZAE nR et comité de projet hors ZAE nR	Planification régionale/locale ; appels IDAE	PNEC 2030, simplifications RED III
Financements publics dédiés	Mécanismes EnR généraux ; intégration possible dans AO	Programme IDAE « Renovables Innovadoras » – Agrivoltaïque + stockage	Fonds environnemental : 15 M€ (2025)

Tableau 6 : Comparaison des politiques publiques

En conclusion, au regard des critères de complétude (définition + normes techniques + procédures + contrôles), seule la France a, à ce jour, mis en place une vraie réglementation agrivoltaïque de bout en bout.

v. Recommandations

Au niveau européen, il serait pertinent d'aligner la régulation sur l'architecture française, en transposant trois piliers : d'abord, une définition commune de l'agrivoltaïsme fondée sur la primauté agricole, l'apport de services directs à la parcelle (agronomie, adaptation climatique, protection contre les aléas, bien-être animal) et la réversibilité ; ensuite, des critères opératoires et mesurables de

« production agricole significative » et de « revenu durable », assortis d'un contrôle initial et d'un contrôle de suivi à horizon fixe ; enfin, une procédure d'autorisation dédiée avec avis d'une instance agricole indépendante et responsabilisée, inspirée du rôle conféré à la CDPENAF. La loi française et ses textes d'application offrent un canevas robuste pour cette convergence.

La Commission pourrait publier, en appui des États membres, une recommandation ou un acte d'exécution établissant des lignes directrices techniques sectorielles, à l'instar des « bonnes pratiques » portées par SolarPower Europe, mais en les rendant opposables dans les procédures nationales ; une telle démarche comblerait l'absence actuelle de standard commun dans l'UE et réduirait l'hétérogénéité des pratiques nationales.

Pour accélérer l'investissement, deux leviers sont décisifs. Sur le volet revenu, privilégier des mécanismes de soutien stables et lisibles (contrats pour différence, bonus d'appels d'offres) ciblant les configurations agrivoltaïques et intégrant explicitement la rémunération des services rendus à l'agriculture. L'expérience espagnole des appels « Renovables Innovadoras » montre l'efficacité d'une fenêtre dédiée aux projets agrivoltaïques, surtout lorsqu'elle cadre les typologies et exige un stockage minimal pour la valeur système. Sur le volet procédures, importer au niveau européen l'idée de « zones d'accélération » et un mécanisme de « comité de projet » quand un dossier est hors zone ; ces outils, déjà en vigueur en France, ont vocation à clarifier l'intégration territoriale en amont et à réduire les délais d'instruction.

Enfin, l'articulation avec la PAC doit être consolidée pour sécuriser l'admissibilité des surfaces agrivoltaïques de petite taille et lorsque l'activité agricole demeure prédominante ; l'exemple espagnol d'éligibilité PAC à compter de 2026 constitue une piste utile pour harmoniser les règles d'aide et lever un frein majeur au financement des projets.

Les retours d'expérience opérationnels mettent en évidence l'importance de stabiliser les horizons de développement et d'instruction, encore longs et hétérogènes, ainsi que la nécessité d'un signal-prix cohérent pour l'électricité produite ; ces exigences doivent accompagner la convergence réglementaire afin de rendre les projets investissables tout en préservant la fonction nourricière des terres.

7. Conclusion

Le présent état de l'art confirme que l'agrivoltaïsme peut devenir un levier majeur de résilience pour les petites et moyennes exploitations du SUDOE, à condition de concevoir les projets d'abord au service de la production agricole, puis de les outiller énergétiquement. Dans un contexte de fragilité économique des fermes et de dérèglement climatique, le projet AgroSOL apporte une stratégie commune centrée sur l'autoconsommation et la soutenabilité des systèmes, avec pour finalité de sécuriser les revenus, de stabiliser les rendements et de renforcer la viabilité des territoires ruraux.

Du point de vue économique et système, la saturation croissante des réseaux et la baisse des prix en journée imposent de privilégier des installations de faible puissance raccordées en basse tension, dimensionnées sur les profils de consommation diurnes des exploitations. La valeur provient prioritairement des économies sur la facture plutôt que de la vente au réseau, ce qui requiert un dimensionnement pragmatique, une intégration ergonomique sur l'outil de production et un accompagnement de long terme avec les agriculteurs.

Sur le plan technico agronomique, les retours d'expérience montrent des bénéfices microclimatiques répétés et une faisabilité sur un large éventail de cultures, dès lors que la densité, la hauteur et le pilotage de l'ombrage sont ajustés aux besoins et que le suivi est pluriannuel. Les compromis entre productible électrique et objectifs agronomiques doivent être assumés dans la conception, en particulier pour les systèmes dynamiques ou surélevés qui offrent la meilleure latitude d'arbitrage. Ces enseignements convergent vers une doctrine de co-conception, d'évaluation continue et d'amélioration progressive des dispositifs.

Le cadre public et réglementaire dessine une géographie d'opportunités différenciée : la France dispose d'un référentiel complet et opposable (loi APER, décret du 8 avril 2024, arrêté de juillet 2024 et instruction de 2025, rôle conforme de la CDPENAF) facilitant l'instruction et le contrôle ; l'Espagne avance surtout par appels nationaux à l'innovation et initiatives régionales, sans norme nationale dédiée ; le Portugal mobilise le droit commun des énergies renouvelables dans la trajectoire du PNEC 2030. Cette asymétrie renforce l'intérêt d'une méthode AgroSOL transférable, adossée à des critères mesurables de production agricole significative, de services rendus et de réversibilité.

À l'échelle climatique, la diversité des régimes agro écologiques du SUDOE impose d'associer chaque famille de systèmes (surélevés, dynamiques, semi transparents, verticaux) aux cultures et aux calendriers phénologiques appropriés, en optimisant la PAR et l'irrigation. L'agrivoltaïsme apparaît ainsi comme un outil d'adaptation crédible face aux stress thermiques et hydriques, notamment dans les zones méditerranéennes et semi arides, tout en restant pertinent pour les prairies et certaines productions en climat atlantique.

La trajectoire proposée pour AgroSOL est opérationnelle : cibler des fermes à charges diurnes marquées, dimensionner l'autoconsommation, formaliser un protocole agronomique commun avec témoins, fixer des indicateurs de suivi partagés (rendements, qualité, microclimat, eau, disponibilité parcellaire), structurer la gouvernance de projet et sécuriser les schémas de financement adaptés (autoconsommation, tiers investissement, modèles coopératifs).