



# Les notes de l'Observatoire de l'Industrie Électrique

Usages de  
l'électricité

Systeme  
électrique

Politique  
énergétique

Décembre 2023

## DES CHAMPS ET DES PANNEAUX TOUT COMPRENDRE SUR L'AGRIVOLTAÏSME

En 2022, lors de son discours à Belfort, le Président de la République a fixé pour la filière photovoltaïque française l'objectif d'atteindre la barre symbolique des 100 GW<sup>1</sup> d'ici 2050. Pour contribuer à ce défi, l'agrivoltaïsme émerge comme une filière prometteuse combinant production agricole et production d'énergie solaire.

En effet, le développement de cette filière permet à la fois de contribuer à la lutte contre le changement climatique en augmentant la production nationale d'électricité bas carbone, et d'augmenter la résilience du secteur agricole aux aléas climatiques.

Alors que le secteur agricole est à l'origine de 20 %<sup>2</sup> de la production d'énergie renouvelable, l'Observatoire de l'Industrie Électrique (OIE) présente au travers de cette note les principes et enjeux de la filière agrivoltaïque.



1 Correspondant à une multiplication par 6 par rapport au parc installé de 16,3 GW au 31/12/2022 (RTE, Bilan électrique 2022)  
2 « Rapport (...) l'agriculture face au défi de la production d'énergie » R. Courteau et J.L. Fugit, Vie publique, 2020



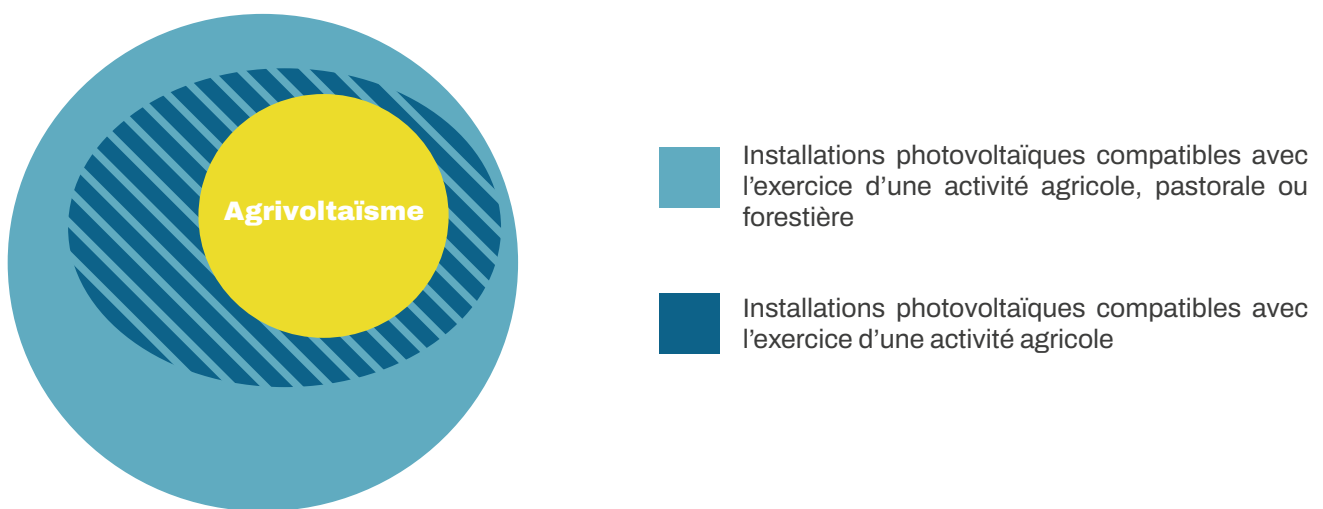
# I. LES PRINCIPES DE L'AGRIVOLTAÏSME

## 1. Définition et réglementation

Il existe deux types d'installations distinctes couplant production agricole et production photovoltaïque : les installations compatibles avec la production agricole, pastorale ou forestière et, parmi les installations compatibles avec la production agricole, les installations agrivoltaïques.

Les installations agrivoltaïques se différencient des autres installations par la synergie qui existe entre les deux productions. En effet, afin d'être considérées comme agrivoltaïques, les centrales photovoltaïques doivent être utilisées comme **un outil au service de l'agriculture**, c'est-à-dire qu'elles sont utiles à la production agricole.

### Différents couplages entre photovoltaïque et agriculture



En mars 2023, un premier cadre légal est apporté à cette notion d'agrivoltaïsme. En effet, la loi n° 2023-175 du 10 mars relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables, dite loi APER, dispose en son article 54<sup>3</sup>, qu'« **une installation agrivoltaïque est une installation de production d'électricité utilisant l'énergie radiative du soleil et dont les modules sont situés sur une parcelle agricole où ils contribuent durablement à l'installation, au maintien ou au développement d'une production agricole** ».

Pour être considérée comme agrivoltaïque, l'installation doit garantir une production agricole significative et un revenu durable issu de cette production (des précisions sur ces notions seront apportées via un décret d'application en cours d'élaboration). L'installation doit aussi apporter au moins l'un des services suivants à la parcelle sans nuire à aucun autre :

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

Enfin, l'installation ne peut être considérée comme agrivoltaïque si elle ne permet pas une production agricole prioritaire ou si elle n'est pas réversible, c'est-à-dire que la structure nécessaire à la production d'électricité n'est pas démantelée en fin de vie de la centrale.

La loi APER prévoit qu'un décret en Conseil d'État détermine les modalités d'application des différents critères évoqués.



## 2. Les différents acteurs clés et mécanismes de vente de l'électricité

Différents acteurs sont impliqués dans le développement d'une centrale agrivoltaïque.

### Différentes parties prenantes d'un projet agrivoltaïque



Au sein de ces grandes catégories d'acteurs, nous retrouvons :

- **Le propriétaire du terrain**, qui loue son terrain pour la production d'électricité ;
- **L'exploitant agricole** (généralement le propriétaire du terrain) qui est à l'origine de la production agricole ;
- **Le développeur agrivoltaïque**, c'est-à-dire l'entreprise qui s'occupe de porter le projet, d'obtenir les autorisations administratives et les aides financières ;
- **L'exploitant de la centrale** (différent du développeur pour certains projets), en charge du bon fonctionnement de l'installation pendant toute la durée de vie du projet ;
- **L'acheteur d'électricité**, dans les cas où l'électricité n'est pas vendue sur le marché, l'acheteur est lié au vendeur par un contrat qui détaille les conditions de rachat de la production électrique ;
- **Les autorités publiques**, qui contrôlent le projet et valident les autorisations<sup>4</sup>. Deux autorisations sont nécessaires pour la construction d'une centrale sur terrain agricole : une autorisation sur la compatibilité entre le photovoltaïque et l'agriculture et une autorisation de construction.

Le rôle de ces acteurs et leurs relations peuvent varier selon le projet, un même acteur pouvant jouer plusieurs rôles. Dans tous les cas, **l'entreprise photovoltaïque, et éventuellement d'autres acteurs (comme le propriétaire du terrain)**, couvrent les coûts d'investissement du projet et récupèrent les bénéfices liés à la vente d'électricité.

Pour financer un projet agrivoltaïque et garantir sa rentabilité, il existe différents mécanismes qui permettent aux investisseurs de vendre leur production d'électricité à un prix garanti par un contrat. Dans certains cas, l'électricité n'est pas vendue pour les usages de l'autoconsommation<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Les préfectures, les régions, la CDPENAF (commission de préservation des espaces naturels, agricoles et forestiers) et les communes accordent l'autorisation de compatibilité. Les mairies et plus rarement les préfectures accordent le permis de construire.

<sup>5</sup> Pour plus d'informations, voir OIE, « [Autoconsommation : développement et enjeux](#) »



## Vente de l'électricité des projets agrivoltaïques

### 1) Les appels d'offres (AO) émis par la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE)

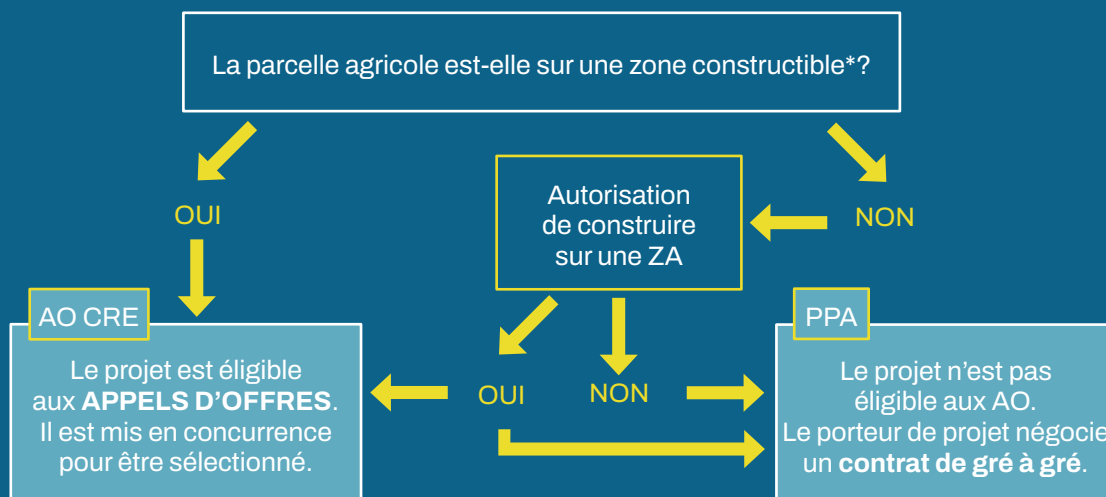
Des projets agrivoltaïques sont mis en concurrence avec d'autres projets photovoltaïques pour bénéficier d'un complément de rémunération<sup>6</sup> (à titre d'illustration, les projets agrivoltaïques lauréats du dernier appel d'offres ont obtenu un prix d'environ 100 € le MWh). À chaque procédure d'AO, les porteurs de projet remplissent un questionnaire renseignant notamment la puissance et la superficie de l'installation, l'empreinte carbone du projet et un prix de rachat de l'électricité leur permettant d'assurer la rentabilité de leur projet. À ce jour, il existe deux AO auxquels les porteurs de projet agrivoltaïque peuvent répondre. Le premier concerne les centrales sur bâtiments, serres agrivoltaïques, hangars, ombrières et ombrières agrivoltaïques de puissance supérieure à 500 kWc (kilowatt-crête). Le second concerne les centrales au sol de puissance comprise entre 500 kWc et 30 MWc (Mégawatt-crête) pour les projets compatibles avec l'activité agricole dont font partie les projets agrivoltaïques. Ces AO disposent de différentes périodes de candidatures allant jusqu'en 2026.

### 2) Les contrats de gré à gré

Les producteurs d'électricité agrivoltaïque négocient un contrat de gré à gré avec des potentiels clients (un *Power Purchase Agreement*<sup>7</sup>) dans lequel le prix de rachat de l'électricité est fixé pour toute la durée du contrat. Les clients sont généralement des entreprises qui cherchent à décarboner leur consommation d'énergie.

Le choix de passer par un AO ou un PPA dépend des autorisations de construire :

#### Eligibilité d'un projet agrivoltaïque aux appels d'offres



\*Une zone constructible est définie par le Plan Local d'Urbanisme. Ce dernier découpe les terres en quatre types de zonage : les zones urbaines, les zones à urbaniser, les zones agricoles et les zones naturelles et forestières. Si la parcelle est en Zone Agricole (ZA), elle n'est pas sur une zone considérée comme constructible, le porteur de projet demande alors une autorisation de construire sur ZA, lorsque celle-ci est accordée la zone est alors considérée comme constructible. Cette autorisation permet au porteur de projet de candidater aux AO, sinon il doit passer par un PPA pour vendre son électricité.

### 3. Méthodes et fonctionnement

#### Types de panneaux solaires

Il existe deux types de panneaux solaires : les panneaux solaires thermiques et les panneaux photovoltaïques. Les panneaux solaires thermiques transforment l'énergie solaire pour chauffer de l'eau ou de l'air, alors que les panneaux photovoltaïques transforment les rayonnements du soleil en électricité grâce aux cellules photovoltaïques qui le composent.

6 Pour plus d'informations, voir OIE, « [Le fonctionnement des mécanismes de soutiens aux énergies renouvelables en France](#) »

7 Pour plus d'informations, voir OIE, « [Corporate PPA : Fonctionnement et modalités contractuelles](#) »



Les fermes agrivoltaïques disposent de panneaux photovoltaïques inclinés à environ 30° (pour les panneaux fixes) qui permettent la production d'électricité. Ces installations peuvent être implantées sur tout type de parcelles agricoles, mais prennent différentes formes selon l'activité principale de l'exploitant (culture en plein air ou en serre, élevage, pisciculture).

S'agissant **des terres d'élevage**, les développeurs agrivoltaïques favorisent la pose de panneaux fixes, sur le sol pour le bétail (bovins ou ovins) ou bien sur flotteurs pour la pisciculture.

S'agissant **des terres de culture en plein air**, les panneaux sont au sol ou en ombrière (en hauteur sur des pylônes). Les centrales au sol sont des panneaux fixes et les panneaux en ombrière peuvent être fixes ou mobiles (sur trackers). Ces panneaux sur trackers permettent à l'exploitant de choisir l'inclinaison des panneaux la plus adaptée pour protéger sa culture du soleil et des intempéries ou bien au contraire favoriser l'exposition au soleil et donc la croissance des plantes. Parmi les cultures compatibles avec les installations photovoltaïques, on retrouve les grandes cultures (céréales, certains légumes, oléagineux etc.), la viticulture (vignes) ou encore l'arboriculture (pommiers, poiriers, etc.).

Enfin, s'agissant des **cultures sous serres**, les panneaux sont directement posés sur la toiture de ces dernières.

Dans ces deux derniers cas, l'installation ne doit pas gêner la production agricole et doit permettre aux engins agricoles de passer entre les rangs des cultures sans difficulté.

Point vocabulaire sur les différentes installations agrivoltaïques évoquées précédemment :

<b>Centrales au sol</b>	Les panneaux photovoltaïques sont posés au sol, légèrement surélevés pour permettre la production agricole.
<b>Ombrières fixes</b>	Les panneaux photovoltaïques reposent sur une structure fixe en hauteur permettant le passage des engins agricoles.
<b>Ombrières mobiles</b>	Les panneaux photovoltaïques sont posés sur une structure motorisée appelée « traqueur » qui suit la course du soleil.
<b>Serre photovoltaïque</b>	Les panneaux sont installés sur le toit de la serre, une structure semi-transparente destinée à laisser passer la lumière tout en favorisant l'humidité.
<b>Panneaux bifaciaux verticaux</b>	Les panneaux sont placés perpendiculairement au sol, en rangées espacées d'environ 15 mètres permettant aux engins agricoles de circuler normalement. Généralement orientés Est/Ouest, ils permettent une production d'électricité le matin et le soir et donc de mieux correspondre aux pics de demande. L'avantage de cette méthode, encore à un stade expérimental en France, est de limiter la surface occupée par l'installation.

Dans tous les cas, une centrale agrivoltaïque s'adapte à la production agricole pour que cette production reste prioritaire. Ce critère d'installation limite ainsi la production d'énergie pour répondre aux besoins de la production agricole. Cependant, **l'adaptation aux besoins agricoles permet aux producteurs photovoltaïques de bénéficier de technologies plus performantes pour produire de l'énergie par rapport à une centrale classique** (centrale au sol sur terres dégradées ou centrale sur bâtiment), comme les panneaux bifaciaux ou les systèmes de trackers qui permettent tous deux d'optimiser l'absorption des rayonnements du soleil.



## II. LES AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'AGRIVOLTAÏSME

L'analyse des impacts de l'agrivoltaïsme sur les différents acteurs (propriétaire foncier, exploitant agricole, entreprise responsable du projet, etc.) ainsi que sur l'environnement permet de mieux appréhender la trajectoire de développement de cette filière.

### 1. Du point de vue économique

L'investisseur loue généralement le terrain au propriétaire foncier grâce à une partie des revenus générés par la vente de sa production d'électricité. **Cette rente représentant un revenu supplémentaire pour le propriétaire, qui est bien souvent l'exploitant de la parcelle, elle peut créer un risque de glissement du métier d'agriculteur vers des activités de production d'électricité. Dans le contexte d'une diminution croissante de la surface des terres consacrées à l'agriculture en France**, et dans les cas où l'exploitant et le propriétaire du terrain sont la même personne, une augmentation de ses revenus grâce au projet agrivoltaïque peut venir occulter le principe de la juste rémunération des agriculteurs issu de la loi dite EGAlim<sup>8</sup>. L'augmentation des revenus des agriculteurs liée à la production énergétique peut présenter le risque que ces derniers réorientent leur activité, réduisant ainsi le temps consacré à l'activité agricole et donc le volume de production. **Afin d'éviter ce type de dérive, la loi sur l'accélération de la production des énergies renouvelables encadre l'accélération en consacrant la production agricole comme significative et devant constituer l'activité prioritaire.**

**Comme pour tout projet photovoltaïque, les revenus issus de la vente de l'électricité permettent également à la société développeuse du projet de rembourser le coût d'investissement et de financer les coûts d'exploitation.** En effet, les sommes investies pour la construction de la centrale peuvent s'élever à plusieurs dizaines de millions d'euros, et les installations sont exposées à des risques de détérioration liés à l'activité d'exploitation agricole (engins, bétail, etc.). Les mécanismes de soutien à l'énergie photovoltaïque jouent ainsi un rôle d'assurance en limitant ce risque économique en offrant de la visibilité sur plusieurs années (*cf. supra*).

**Les potentielles dérives liées à un projet agrivoltaïque augmentent proportionnellement aux revenus générés par la vente d'électricité.** Ainsi, certains acteurs craignent la mise en place de **projets alibi** à unique but lucratif, tandis que d'autres redoutent une **spéculation foncière** entraînant une hausse des prix des terres agricoles environnant les projets. Néanmoins, ce risque devrait être limité grâce à la nouvelle définition législative et à la publication du futur décret (*cf. partie I.1.*). En outre, cet enjeu concerne plus largement l'ensemble des projets de production d'énergie renouvelable liés au secteur agricole.

### 2. Du point de vue de la production agricole

Comme l'indique la définition législative, pour être considérée comme agrivoltaïque, une centrale photovoltaïque doit être au service de la production agricole. En ce sens, **le principal avantage des panneaux étant de protéger les parcelles des fortes chaleurs**, les projets agrivoltaïques sont essentiellement déployés dans le sud de la France où l'ensoleillement est plus important. Les panneaux permettent également de protéger les récoltes des autres aléas climatiques notamment le gel. Néanmoins, la présence de panneaux crée de l'ombre qui réduit la photosynthèse et par la suite la production. Les rendements sont alors légèrement plus bas en cas de bonnes conditions climatiques mais sont préservés en cas de mauvaises (contrairement à une parcelle sans panneaux). **Ainsi, les rendements sont plus réguliers d'une année sur l'autre et les agriculteurs ne subissent pas de grosses pertes en cas d'aléa climatique.**

En ce qui concerne les animaux, les panneaux sont espacés pour permettre leur passage mais également pour qu'ils disposent de zones ensoleillées.

Aujourd'hui, il est encore difficile de mesurer précisément les conséquences de l'agrivoltaïsme sur le rendement et la qualité des récoltes. En effet, plusieurs années sont nécessaires pour obtenir des retours d'expérience fiables (puisque les rendements de chaque année dépendent par ailleurs grandement des conditions météorologiques) et certaines parcelles ne disposent pas de zone témoin pour observer l'impact de l'agrivoltaïsme sur la production agricole.

<sup>8</sup> LOI n° 2018-938 du 30 octobre 2018 pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire et une alimentation saine, durable et accessible à tous.



Selon le type de culture, les avantages de l'agrivoltaïsme sont différents :

<b>Culture plein air</b>	Les ombrières permettent de protéger du soleil ou des intempéries les cultures se trouvant sous les panneaux. Lorsque ces ombrières disposent d'un tracker, l'exploitant peut choisir la position des panneaux pour s'adapter à la photosynthèse.
<b>Culture sous serre</b>	Les panneaux sur serre permettent une réduction de la chaleur en été par rapport aux serres transparentes et le maintien de la chaleur en hiver. La pose de panneaux apporte également une augmentation de l'humidité et une baisse des besoins en eau.
<b>Élevage</b>	Les panneaux posés au sol diminuent la température du sol et assurent un ombrage pour les animaux qui peut améliorer leur bien-être et leur développement. Les panneaux protègent également l'herbe et favorise son développement.
<b>Pisciculture</b>	L'ombrage lié aux panneaux assure une luminosité équivalente tout le long de la journée et améliore le bien-être des poissons en diminuant le stress lié aux variations d'ombres sur les bassins. Les panneaux permettent aussi de diminuer l'évaporation de l'eau et offrent la possibilité d'accrocher des filets pour protéger les poissons des prédateurs.

### 3. Du point de vue environnemental

**L'impact majeur de l'agrivoltaïsme sur l'environnement est la contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.** En effet, les projets agrivoltaïques permettent l'augmentation de la production d'électricité bas carbone et donc la réduction de l'utilisation d'énergies fossiles<sup>9</sup>.

Cependant, certains projets d'agrivoltaïsme, comme toute installation, peuvent contribuer à l'artificialisation des sols, c'est-à-dire à la transformation d'espaces naturels, agricoles ou forestiers par des aménagements en espace construit et imperméabilisé (cf. *infra*). Pour rappel, en France métropolitaine, la surface artificialisée représente 10 % du territoire et cette proportion continue d'augmenter, contribuant notamment à l'effondrement de la biodiversité. Pour limiter ce phénomène, **l'objectif zéro artificialisation nette<sup>10</sup> a été instauré en 2018** dans la loi « climat et résilience ». Cet objectif concerne notamment le milieu agricole.

Afin de quantifier la contribution de l'agrivoltaïsme à ce phénomène, il convient de détailler les éléments qui composent une centrale agrivoltaïque :

- Des **panneaux** photovoltaïques et la structure métallique permettant leur fixation ;
- Des **câbles** électriques pour transporter le courant ;
- Un **onduleur** pour transformer ce courant continu en courant alternatif ;
- Un **transformateur** pour adapter la tension électrique des panneaux à celle du réseau de distribution ;
- Un **point de raccordement** au réseau de distribution.

Avec une densité de surface artificialisée de 0,09 ha/MW dont 0,002 ha/MW<sup>11</sup> de surface imperméabilisée, **le photovoltaïque ne participe que faiblement à l'artificialisation et l'imperméabilisation des sols**, et ce pour plusieurs raisons. D'une part, les panneaux peuvent être installés sur des surfaces déjà artificialisées (comme des serres ou des hangars). D'autre part, les installations sur des surfaces non artificialisées reposent sur des structures dont l'utilisation de béton est minime voire nulle, limitant ainsi l'artificialisation des sols. Cette artificialisation minime permet aux agriculteurs de bénéficier d'une surface exploitable inchangée avec ou sans le

9 Pour plus d'informations, voir OIE, « [Le couplage des marchés européens de l'électricité](#) »

10 Cela signifie que chaque année la surface construite donc artificialisée doit être inférieure ou égale à la surface renaturée, pour permettre de compenser l'artificialisation. Cette loi concerne tous les secteurs dont le secteur agricole.

11 RTE, « Futurs énergétiques horizon 2050 », 2021.



projet. Le décret futur devrait préciser les modalités liées à l'artificialisation des sols d'une centrale agrivoltaïque. Il pourrait considérer que l'agrivoltaïsme ne participe pas à l'artificialisation notamment dû au caractère réversible des installation photovoltaïques.

**L'agrivoltaïsme est donc une solution pertinente pour lutter contre le changement climatique tout en limitant l'artificialisation des sols.**

### Que deviennent les panneaux après leur utilisation ?

La durée de vie d'une centrale agrivoltaïque est estimée entre 25 et 30 ans. L'agence de la transition écologique (ADEME) évalue que 85 % des composants d'un panneau photovoltaïque peuvent être recyclés. Depuis 2012, la collecte, le tri et le recyclage des panneaux photovoltaïque par SOREN<sup>12</sup> est une obligation légale. Ce recyclage est financé par une éco-participation<sup>13</sup> (tarif ajouté au prix d'achat des panneaux). Cette obligation légale assure le propriétaire du terrain de ne payer aucun frais pour le démantèlement.



12 Organisme à but non lucratif agréé par les pouvoirs publics.

13 Le barème des éco participation à retrouver sur le site de SOREN dépend du poids des panneaux.





### III. QUEL AVENIR POUR LA FILIÈRE AGRIVOLTAÏQUE ?

#### 1. Les freins actuels

**Le premier frein au développement de projets agrivoltaïques est règlementaire.** En 2023, le premier cadre légal est apporté par l'Etat pour soutenir l'émergence de la notion d'agrivoltaïsme au sein de la filière photovoltaïque tout en protégeant les activités agricoles traditionnelles. Celui-ci est cependant imprécis à de nombreux égards. Il existe par exemple un vide législatif/règlementaire concernant les instances chargées de délivrer les autorisations de développement des projets. Ainsi, nombre d'entre elles ne veulent pas prendre le risque d'autoriser des projets non conformes à la définition de l'agrivoltaïsme.

**Un deuxième frein rencontré par un projet de centrale agrivoltaïque est le manque de compétitivité face aux centrales classiques, limitant ainsi leur sélection lors des appels d'offres de la CRE.** En effet, le coût d'une centrale agrivoltaïque étant plus élevé du fait des infrastructures spécifiques nécessaires, les montants des compléments de rémunération doivent également être supérieurs pour permettre la rentabilité des projets et prendre en compte les externalités positives que ces projets ont sur l'exploitation agricole. Cependant, sans cette aide financière, de nombreux projets agrivoltaïques ne peuvent voir le jour.

#### 2. Quel avenir ?

**Le nombre de projets agrivoltaïques augmentera très probablement dans les prochaines années, en réponse à un double enjeu de diminution des émissions de gaz à effet de serre nationale ainsi que d'adaptation de la filière agricole aux conséquences du changement climatique.** Ainsi, alors que les projets sont aujourd'hui pour la plupart déployés dans le sud de la France, les terres agricoles situées au nord pourraient nécessiter de plus en plus d'installations agrivoltaïques pour les protéger du soleil.

**L'avenir de la filière de production photovoltaïque en milieu agricole dépendra quant à elle en grande partie de la publication du décret d'application de la loi APER devant faciliter la mise en place des projets agrivoltaïques et de sa bonne appropriation par l'ensemble des acteurs.** Paradoxalement, le décret pourrait augmenter le temps d'instruction des projets agrivoltaïques pour s'assurer de leur éligibilité, augmentant ainsi le temps de réalisation d'une centrale, mais surtout risque de limiter le nombre de projets réalisables en milieu agricole et, par conséquent, la production d'électricité à faible empreinte carbone.

