

L'agrivoltaïsme en débat : Une approche par les acteurs au service d'une transition énergétique inclusive

Zoé Zerbib¹, Xavier Arnauld de Sartre², Frédéric Wurtz¹

¹ Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP*, G2Elab, 38000 Grenoble, France

² Univ. De Pau et des Pays de l'Adour, CNRS, TREE, 64000 Pau, France

RESUME - L'agrivoltaïsme apparaît comme un levier pour accélérer le déploiement photovoltaïque en France et permettre d'atteindre les objectifs de production d'énergie renouvelable. Cependant, son développement a mis à l'écart une partie des acteurs du territoire, engendrant de nombreuses controverses sociotechniques. Cet article explore la manière dont une base de données open-source, recensant les sites agrivoltaïques en France, peut devenir un support pour mieux comprendre les enjeux territoriaux. En facilitant les échanges entre chercheurs de diverses disciplines et acteurs locaux, cet outil vise à renforcer les discussions autour des projets agrivoltaïques, avec pour ambition de favoriser des approches plus concertées et adaptées aux contextes spécifiques des projets.

Mots-clés — *Agrivoltaïsme, base de données, technologies, controverses, science ouverte, acteurs.*

1. INTRODUCTION

Dans le contexte actuel de la transition énergétique, l'électrification des usages et la décarbonation de la production de l'électricité par le biais des énergies renouvelables constituent des enjeux majeurs [1]. L'agrivoltaïsme, à l'intersection de l'agriculture et de la production d'énergie électrique photovoltaïque, apparaît comme une opportunité prometteuse pour contribuer à la transition énergétique en évitant les conflits d'usage des sols. Son développement soulève pourtant de multiples controverses, à l'échelon de l'exploitation agricole, du territoire local et même aux échelles nationales. Ces débats mettent en lumière le manque de prise en compte des caractéristiques des exploitations agricoles, des contextes locaux et des perceptions des parties prenantes[2]. La recherche interdisciplinaire présentée ici propose une première démarche pour réintégrer les acteurs locaux dans la problématisation des enjeux de l'agrivoltaïsme. A cette fin, une base de données Opensource recensant les sites d'agrivoltaïsme en France est constituée, et une typologie des technologies agrivoltaïques est produite. Si cette base ne saurait à elle seule résoudre les problèmes posés par le déploiement de l'agrivoltaïsme, elle a pour vocation de permettre une vision d'ensemble des projets et d'échanger sur les succès et les difficultés rencontrées.

2. L'AGRIVOLTAÏSME, UN PROBLÈME D'INGÉNIERIE ?

2.1. Une recherche internationale principalement centrée sur les sciences agronomiques

La recherche scientifique internationale est foisonnante sur le sujet, avec 531 résultats pour le mot clé « agrivoltaïcs » dans le moteur de recherche Scopus, qui s'appuie sur la base de données ScienceDirect.

267 publications -soit 50% des résultats-, sont issues des sciences de l'environnement et de l'agriculture, ainsi que de la biologie. Elles ont pour objectif d'analyser l'impact de la présence des panneaux solaires sur les cultures [3]. L'étude du

microclimat sous les panneaux a fait l'objet de plusieurs expérimentations [4, 5]. Les chercheurs se sont intéressés à différentes cultures afin d'étudier l'impact de l'ombre sur le rendement agricole et la qualité des récoltes, parmi lesquelles le céleri [6], le blé [7], le maïs [8] ou encore la laitue [9]. Les expérimentations ont aussi été menées dans différentes conditions climatiques, en étudiant l'impact des systèmes agrivoltaïques sur l'irrigation des cultures [10, 11].

Un autre aspect majeur de la recherche concerne le design des systèmes agrivoltaïques. La production électrique permise par différentes technologies de panneaux [12] est étudiée. Des modèles d'optimisation permettant de tester différents designs sont proposés [13], et des structures innovantes pour soutenir les panneaux sont mises au point [14, 15]. La littérature compare notamment ces différents designs de systèmes agrivoltaïques afin de mieux comprendre l'impact des dimensions des installations [16] ainsi que les rendements électriques permis par les différentes technologies agrivoltaïques [17, 18]. En particulier, différentes technologies de trackers et stratégies de pilotage des panneaux solaires sont mises en œuvre [19, 20]. L'étude de R. A. Gonocruz et al. [21] offre une perspective inédite en analysant l'impact sur le réseau électrique japonais de l'intégration à grande échelle d'une production électrique issue de sites agrivoltaïques.

Les matériaux constituant les panneaux solaires font eux aussi l'objet d'une intense recherche, à la fois pour tenter d'optimiser le partage du rayonnement solaire dans les panneaux transparents [22] mais aussi pour mieux comprendre les impacts de la présence de polluants générés par l'activité agricole sur le vieillissement des installations agrivoltaïques [23].

Plusieurs études technico-économiques ont aussi été réalisées pour déterminer les conditions permettant d'atteindre une rentabilité financière pour les installations [24, 25] ou pour conseiller les décideurs politiques sur les espaces les plus favorables à l'implantation de projets agrivoltaïques [26].

Enfin, les articles en sciences sociales représentent 10% des résultats obtenus avec Scopus. Les publications se concentrent principalement sur les conséquences sociales et environnementales des installations agrivoltaïques - principalement abordées à travers le bilan carbone, la circularité et l'intégration paysagère des systèmes [27, 28], ou encore par le biais de la justice énergétique [29] perçue comme un levier pour améliorer l'acceptabilité sociale des projets et orienter les politiques publiques.

2.2. La trajectoire française de l'agrivoltaïsme : une régulation en construction et en débat

En France, quelques travaux de recherche en sciences politiques, en géographie et en sociologie ont retracé l'histoire du secteur agrivoltaïque. Ils documentent les politiques publiques et les modes de gouvernance mis en place pour réguler

son déploiement [2, 30] et analysent les positionnements des institutions et de différents acteurs de l'énergie et de l'agriculture à l'échelle nationale [31].

A l'origine, l'agrivoltaïsme est impulsé par le secteur énergétique pour accélérer le développement de la filière photovoltaïque. Il est perçu comme un moyen d'atteindre les objectifs énergétiques fixés par la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) de 35.1 à 44 GW de photovoltaïque installés à horizon 2028*. L'encadrement juridique de la filière est lui aussi très récent : la définition de l'agrivoltaïsme a fait son entrée dans la loi en mars 2023**, et a été précisée par un décret et un arrêté (Décret n° 2024-318 du 8 avril 2024, Arrêté du 5 juillet 2024). Si ce cadre législatif établit la priorité donnée à la préservation de l'activité agricole [32] à travers différents critères techniques (maintien d'au minimum 90 % du rendement agricole de la parcelle, une perte de la surface exploitable de maximum 10 % de la surface totale de l'installation agrivoltaïque ou encore l'obligation d'assurer la réversibilité de l'installation), la coordination entre les secteurs de l'énergie et de l'agriculture est pourtant loin d'être évidente [2], et le développement de l'agrivoltaïsme fait l'objet de controverses. Ces dernières se déploient aussi bien localement, lors de l'implantation dans les territoires des premiers projets agrivoltaïques***, qu'à l'échelle nationale où les modalités d'encadrement des projets agrivoltaïques sont âprement débattues. Les critiques de l'agrivoltaïsme craignent une spéculation foncière et un bouleversement du modèle du fermage, ainsi qu'une artificialisation déguisée [33]. Les opposants ne sont pas les seuls à s'inquiéter : les acteurs favorables au développement de ce secteur s'interrogent eux aussi sur son encadrement, témoignant de la fébrilité du secteur : Quelles modalités de suivi et de contrôle faudrait-il mettre en place ? Comment assurer une juste répartition de la valeur économique dégagée par les exploitations ? Faut-il limiter la taille et la puissance des installations ?

Ces questions se cristallisent actuellement dans la proposition de loi "visant à assurer le développement raisonné et juste de l'agrivoltaïsme" (n° 962) du 13 février 2025, qui suggère notamment de limiter la puissance maximale des installations à 5 MWc et à 10 hectares, afin de multiplier les petites exploitations et assurer un meilleur partage de la valeur. Cette proposition a néanmoins rencontré l'opposition de la part des développeurs photovoltaïques et suscité la réserve des syndicats agricoles.

2.3. Des controverses sociotechniques qui agitent le secteur de l'agrivoltaïsme

Les controverses étudiées par les sciences sociales, et en particulier par le champ de l'étude des sciences et des techniques (STS), sont des « conflits qui (...) ont toujours une structure triadique : ils renvoient à des situations où un différent entre deux parties est mis en scène devant un public, tiers placé dès lors en position de juge » [34]. Le public est traditionnellement composé de pairs, et les controverses se déroulent au sein des arènes scientifiques. Toutefois, depuis les années 1990, les controverses ont tendance à acquérir un caractère socio-technique et à sortir des seules arènes scientifiques pour mobiliser également un public profane [35, 36].

Les controverses sociotechniques sont fréquemment liées à l'absence de prise en compte des utilisateurs lors de la

conception de la technologie, et à la mise à l'écart d'un certain nombre d'acteurs du territoire [37]. Dans le cas de l'agrivoltaïsme, on retrouve cet oubli d'une partie des personnes impactée par les projets [2] : les riverains, les décideurs politiques, les associations de protection de l'environnement, ou encore les autres agriculteurs présents sur le territoire et ne bénéficiant pas de projets agrivoltaïques, ne sont pas pensés comme des acteurs.

3. OUTILLER LES ACTEURS LOCAUX DANS LA FORMULATION DES ENJEUX DU SECTEUR

3.1. Hypothèse de recherche

Dans la littérature scientifique, différents modèles d'aide à la conception ont été développés, par exemple pour déterminer le design des systèmes agrivoltaïques le plus adapté en fonction des conditions climatiques et du choix des cultures [38], ou encore pour optimiser la rentabilité économique des installations [39]. Pour autant, ces modèles restent encore assez théoriques et ne prévoient pas d'adaptation à des contextes territoriaux et des acteurs spécifiques. Par ailleurs, il existe déjà des modèles d'aide à la décision qui intègrent les contraintes et les objectifs des parties prenantes, notamment dans le cas des systèmes énergétiques locaux bas-carbone [40], dont il serait possible de s'inspirer ici.

Nous faisons l'hypothèse que la connaissance des controverses actuelles autour de l'agrivoltaïsme pourrait permettre de prendre en compte les différents acteurs du territoire, leurs contraintes et leurs intérêts dès les premières phases de conception d'un projet agrivoltaïque, assurant ainsi une meilleure insertion de ce dernier dans le territoire.

La recherche décrite ici vise à comprendre les différents types de structures agrivoltaïques effectivement mises en œuvre sur les territoires et les conflits qu'elles ont générés. Notre objectif est, ce faisant, de proposer des clefs d'analyses de ce que sont les projets qui se déploient effectivement, afin de comprendre comment les technologies agrivoltaïques s'adaptent à la fois aux évolutions législatives et aux réalités dans lesquelles elles se déploient.

3.2. Méthodologie.

Deux démarches sont pour cela menées en parallèle :

D'une part, une approche par l'analyse de controverses est poursuivie. Elle conduit à la réalisation d'entretiens semi-directifs avec des acteurs de différents exploitations agrivoltaïques. Notre objectif est de comprendre la logique à partir de laquelle les projets agrivoltaïques sont développés, mais aussi les oppositions qu'ils suscitent.

D'autre part, la construction d'une base de données Opensource a été initiée afin de servir de support de réflexion et de discussion entre les chercheurs travaillant sur l'agrivoltaïsme (chercheurs du génie électrique, géographes, politologues, écologues, juristes, agronomes...), mais aussi avec les différents acteurs du secteur. De plus, une typologie des sites a été réalisée à partir des différentes technologies recensées dans la base (ombrières solaires fixes, ombrières solaires mobiles en tracking

*D'après le site du Ministère de la Transition Ecologique, consulté le 10/01/25, <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energies-renouvelables-2021/4-objectifs-dans-le-cadre-de>.

**LOI n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables (APER)

***On peut par exemple citer les titres de presse suivants : *Dans la Nièvre, la colère gronde contre les 64 projets de parcs agrivoltaïques*, sur France Info le 4/04/2023 ; *Agri-voltaïsme : « évitons le massacre ! », s'empare Hervé Morin*, dans la revue Réussir le 13/11/2023 ; *Projet agrivoltaïque : la commune va se défendre*, dans le Dauphiné le 3/08/2023.

solaires, ombrières solaires en pilotage dynamique, parcs PV au sol, serres photovoltaïques, haies de panneaux verticaux bi-faciaux). De la combinaison des analyses menées en suivant les résultats fournis par nos entretiens et par les données collectées dans notre base, il ressort que les technologies pilotables nous intéressent tout particulièrement. Elles impliquent en effet des arbitrages sociotechniques entre les productions électrique et agricole. Le pilotage dynamique développé par quelques acteurs industriels (Sun'Agri et Ombrea en France) repose sur des algorithmes complexes, qui prennent en compte les conditions météorologiques, la course du soleil mais aussi des modèles agronomiques de croissance des cultures sous les panneaux ainsi que les données de capteurs d'humidité et de vent déployés sur la parcelle. Ces algorithmes constituent une véritable boîte noire qu'il convient d'ouvrir pour comprendre quels sont les différents arbitrages sociotechniques en jeu, la façon dont ils sont réalisés ainsi que leurs conséquences sur l'exploitation, de façon concrète sur les productions agricoles et énergétiques, mais aussi en termes d'argumentaire et de vision de l'agrivoltaïsme.

Nous nous sommes donc concentrés sur l'étude des ombrières avec tracking solaire et avec pilotage dynamique, ainsi que sur les parcs photovoltaïques au sol avec une structure fixe, qui nous servent de référence. Ces trois types de technologie orienteront le choix des terrains sélectionnés dans le cadre de notre enquête.

C'est la première version de cette base de données et de cette typologie qui est présentée dans cet article comme un résultat préliminaire de la recherche.

4. UNE BASE DE DONNÉES OPENSOURCE COMME SUPPORT DE D'INTERACTION ENTRE ACTEURS

4.1. Intérêt d'une base de données Opensource

Alors que les données ouvertes sont essentielles à la transition énergétique, la recherche dans le secteur de l'énergie en général, et dans le génie électrique en particulier, a pu se distinguer par un retard dans la promotion de la science ouverte [41]. La recherche proposée ici s'inscrit dans la lignée de travaux œuvrant à plus de transparence et un meilleur partage des connaissances, qu'il s'agisse du cycle de vie des données énergétiques [42] ou de la modélisation de systèmes énergétiques [43].

Par ailleurs, le secteur de l'agrivoltaïsme étant très récent, il n'existe que très peu de bases de données ouvertes qui recensent les sites agrivoltaïques en France. La base de données d'Agrisolar* répertorie des sites agrivoltaïques actifs en Europe, en indiquant le constructeur, l'activité agricole, la puissance installée, l'emplacement du site et la technologie agrivoltaïque. Deux autres bases de données, collaboratives et citoyennes, recensent des projets agrivoltaïques et photovoltaïques. La première répertorie les projets dans le département de la Nièvre** en fonction de leur statut (installé, abandonné, en projet, permis de construire accepté...) tandis que la seconde porte sur la France entière et classe aussi les projets selon le type de sol sur lequel ils sont implantés (terres agricoles, milieu naturel ou forestier, plan d'eau et zones artificialisées). Cette base de données, appelée "Veille photovoltaïque"***, est alimentée par des citoyens et des collectifs qui s'opposent à des projets. Les informations renseignées pour chaque site varient fortement.

4.2. Construction d'une base de données

La base de données que nous développons répertorie des sites de projets agrivoltaïques en France. Les données correspondant aux différents sites recensés sont en libre accès et ont d'abord été collectées par des recherches sur les sites web de développeurs photovoltaïques, puis de « proche en proche ». Elles ont ensuite été rassemblées dans une feuille de calcul. Si elle ne saurait prétendre à l'exhaustivité, le mode de recueil de données ne permet pas de supposer qu'un type de structure est sur-représenté par rapport à d'autres, assurant – c'est une hypothèse qu'il faudra toutefois vérifier – une bonne représentativité de notre base de données.

Huit rubriques ont été construites afin de classer les informations collectées.

Tableau 1. Détails des rubriques de la base de données.

Rubriques	Informations collectées
Emplacement	Département ; Numéro de département ; Commune
Caractéristiques du projet	Nom du site ; Installateur PV ; Etat du projet ; Technologie agrivoltaïque ; Type d'exploitation ; Année d'installation ; Existence d'un suivi scientifique, académique ?
Activité agricole	Type de culture ou d'élevage ; Agriculture biologique ?
Surface	Surface de panneaux solaires ; Surface de champs en AV ; Surface témoin
Production solaire	Puissance installée ; Énergie produite ; Nombre de modules solaires
Montage économique	Prix de l'installation ; Financeurs ; Nombre d'exploitants agricoles ; Statut juridique de l'exploitation agricole
Intégration sur le territoire	Controverse ? ; Autoconsommation (collective) ? ; Recours à des acteurs économiques et/ou industriels locaux
Éléments annexes	Sources, Commentaires, Contacts

Ces catégories ont été constituées afin de rendre compte de tendances dans le développement de la filière en France : que peut-on dire sur la taille des installations ? Certains acteurs s'imposent-ils de façon prépondérante ?

Une attention particulière est accordée aux enjeux territoriaux de l'agrivoltaïsme : Comment la valeur économique dégagée par les projets est-elle partagée ? Comment les acteurs locaux se mobilisent-ils et s'organisent-ils ? Quels sont les modes de consommation de l'électricité produite ?

4.3. Constitution d'une typologie de projets agrivoltaïques

Les sites recensés dans la base de données sont classés en six catégories de technologies : les technologies fixes (ombrières fixes, centrales solaires au sol, serres photovoltaïques et panneaux verticaux bi-faciaux) et les technologies pilotables (ombrières dynamiques et tracking solaire).

*Base de données européenne : <https://agrisolareurope.org/map/>, Consultée le 14/05/2025.

**Base de données de projets dans la Nièvre : https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/projets-photovoltaïques-dans-la-nievre_882885#9/47.1720/2.8537, Consultée le 14/05/2025.

***Base de données "Veille photovoltaïque" : <https://nuisances-pv.gogocarto.fr/map#/fiche/Ferme-agrivoltaïque-Gourlizon/OD/@48.019,-4.267,12z?cat=all@d7i9k11m13o15q17>, Consultée le 14/05/2025.

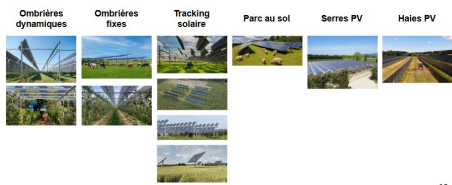


Fig. 1. Les différentes technologies recensées dans la base de données

La typologie constituée pour ce travail de recherche se focalise sur les technologies pilotables, mais considère aussi les centrales solaires au sol comme référence.

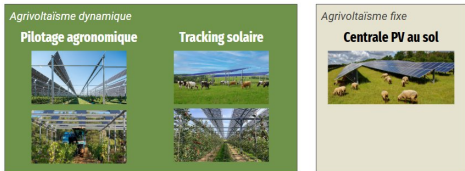


Fig. 2. La typologie de projet retenue.

5. RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

5.1. Vue d'ensemble de la base de données

162 sites sont listés dans cette base de données, parmi lesquels 85 sont actuellement en exploitation. Les chiffres présentés dans la Figure 3 sont calculés à partir des informations collectées pour les sites en activité, excepté le nombre controverses et les cultures recensées qui concernent aussi des projets en développement et des projets rejetés.



Fig. 3. Principaux chiffres issus de la base de données.

La typologie proposée rassemble 119 sites, dont 62 centrales au sol, 21 sites en tracking solaire et 36 ombrières en pilotage agricole. Les trois catégories sont ensuite comparées entre elles.

Tableau 2. Surfaces et puissances installées des exploitations agrivoltaïques selon le dispositif technique mis en place.

Type de technologie :	Pilotage agricole	Tracking solaire	Centrales PV au sol
Surface minimale	0.008 ha	0.144 ha	0.15 ha
Puissance minimale	0.061 MWc	0.1 MWc	0.29 MWc
Surface maximale	53.2 ha	700 ha	151 ha
Puissance maximale	42.9 MWc	450 MWc	116 MWc
Surface moyenne	3.1 ha	61.5 ha	32.8 ha
Puissance moyenne	2.3 MWc	38.1 MWc	24.7 MWc
Surface médiane	1.8 ha	3.4 ha	30 ha
Puissance médiane	1.3 MWc	4.6 MWc	18.9 MWc

Les sites en pilotage agricole sont en moyenne plus petits (3 hectares) que les exploitations en tracking solaire (57 ha) ou que les centrales au sol (32 ha). Cela s'explique

*Il s'agit du projet Terr'Arbouts, présenté dans l'article *Le projet agrivoltaïque Terr'Arbouts autorisé*, publié sur le site de Green Light House Development le 2 septembre 2024, et consulté le 14/05/25. <https://glhd.fr/type-form-actus/le-projet-agrivoltaïque-terrarbouts-autorisé/>

notamment par la présence de nombreux petits projets expérimentaux (démonstrateurs, projets pilotes, dispositifs expérimentaux), qui représentent 27.8% des projets d'ombrières en pilotage agricoles, contre 20% pour le tracking solaire et 0% pour les centrales au sol. De plus, le chiffre de 57 ha de surface moyenne pour les sites en tracking solaire est à nuancer, car la médiane se situe à seulement 3.4 ha (voir Tableau 2). Un très gros projet* de 700 hectares et 450 MWc vient en effet considérablement modifier les valeurs moyennes de cette catégorie. De la même façon, la puissance installée moyenne des installations en pilotage agricole est plus faible (2.3 MWc contre 66 MWc pour le tracking solaire et 25 MWc pour les centrales au sol).

5.2. Impact de l'agrivoltaïsme sur le réseau électrique

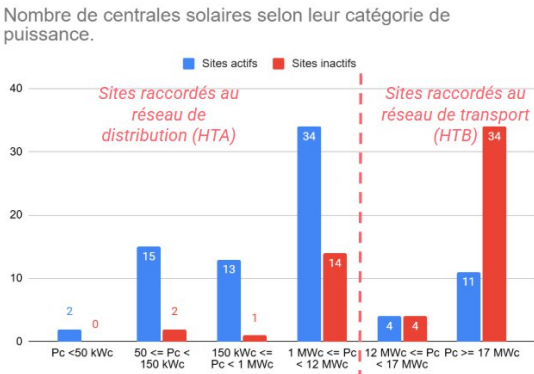


Fig. 4. Comparaison des puissances des projets agrivoltaïques entre les sites actifs et inactifs.

Dans la base de données, nous avons obtenu des informations sur la puissance installée pour 146 sites sur les 162 projets répertoriés. Parmi eux, 78 sites sont actuellement en activité, et 68 autres sont inactifs : il s'agit principalement des sites en développement (50), mais aussi des sites actuellement en construction (3), des projets annulés (1) ou démantelés (1) ainsi que des études prospectives (2) et des sites dont l'état est inconnu (11). Comparer les sites actifs et les sites inactifs permet donc de visualiser les puissances installées actuelles et celles qui pourraient être développées dans le futur. Au-delà de 12 MW, ou de 17 MW selon dérogation, les installations sont connectées au réseau de transport HTB (arrêté du 9 juin 2020, JORF n°0156). Si la majorité des exploitations agrivoltaïques actuellement en fonctionnement sont raccordées au réseau de distribution, une évolution potentielle du secteur suggérée par la base de données tendrait vers de plus grandes puissances, et donc plus de sites raccordés au réseau de transport. Comprendre le développement de ce secteur est donc un enjeu essentiel pour les gestionnaires de réseaux, qui doivent adapter les capacités d'accueil des réseaux électriques à l'aide d'outils comme les Schémas Régionaux de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables (S3REnR).

5.3. Analyse des productions agricoles

Les données collectées permettent de constater que les exploitations en pilotage agricole sont toutes en monocultures (cf Fig. 5), principalement de l'arboriculture et de la viticulture, alors que les exploitations en centrales au sol et en

tracking solaire ont davantage tendance à être en polyculture, principalement avec des doubles productions animales et de fourrage qui représentent 43 % des cultures pour le tracking solaire contre 69 % pour les centrales au sol.

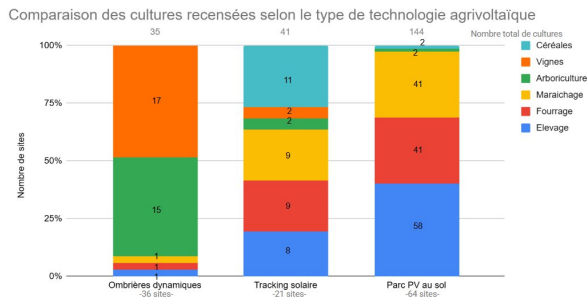


Fig. 5. Comparaison des cultures recensées selon différents types de technologie

On recense de plus 26 sites en agriculture biologique dans la base de données, dont 7 sites en pilotage agronomique (19%), 5 sites en tracking solaire (24%) et 8 sites pour les centrales PV au sol (12.5%).

5.4. Les acteurs industriels du secteur agrivoltaïque

D'après la Figure 6, les exploitations en pilotage dynamique sont très majoritairement installées par deux développeurs, Sun'Agri et Ombrea (détenue par TotalEnergies), qui représentent à eux seuls 92% des sites. alors que pour le tracking solaire et les centrales au sol, les développeurs mobilisés sont bien plus nombreux (respectivement 11 et 17).

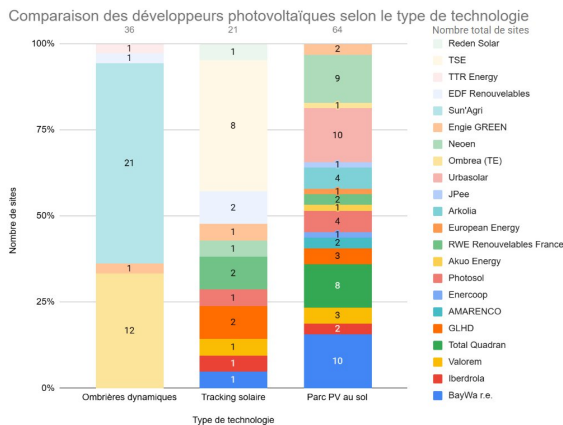


Fig. 6. Comparaison des entreprises développant des projets agrivoltaïques selon les types de technologie

On retrouve les acteurs dominants de l'industrie photovoltaïque, EDF Renouvelables, Engie GREEN, TotalEnergies, Photosol, Urbasolar ou encore Neoen. Ces derniers étaient classés parmi les 25 producteurs les plus importants en 2018 dans une étude produite par le cabinet de conseil Finergreen*, et représentaient plus de 55 % de la capacité solaire installée en France. Ce sont aussi les entreprises qui ont remporté le plus de projets sur les 10 premières tranches du quatrième appel d'offre de la CRE, achevé en novembre 2021, (Commission de Régulation de l'Énergie) : 1006 MWc pour Engie GREEN, 691 pour TotalEnergies, 597 MWc pour EDF Renouvelables, 582 MWc pour Urbasolar, 496 MWc pour Neoen et 194 MWc pour Photosol**.

*Électricité solaire : le classement des producteurs français, selon Finergreen, L'Echo du Solaire le 8/01/2018, consulté le 14/05/25, <https://www.lechodusolaire.fr/electricite-solaire-classement-producteurs-francais-selon-finergreen/>

**80 lauréats pour la dixième tranche de l'appel d'offres CRE 4 IAS, article publié sur le site internet L'Echo du Solaire le 23/11/21, consulté le 14/05/25, [https://www.lechodusolaire.fr/80-laureats-pour-la-dixieme-tranche-de-lappel-doffres-cre-4ias/#:~:text=Le%20classement%20cumul%C3%A9%20sur%20les,140%2C%20MWc\)%20et%20Valorem%20](https://www.lechodusolaire.fr/80-laureats-pour-la-dixieme-tranche-de-lappel-doffres-cre-4ias/#:~:text=Le%20classement%20cumul%C3%A9%20sur%20les,140%2C%20MWc)%20et%20Valorem%20)

***Répertoire de données de l'OTE : <https://entrepot.recherche.data.gouv.fr/dataverse/ote>

5.5. Identification des controverses de la base de données

Trente-deux controverses ont été identifiées en ligne. Nous considérons qu'un site fait l'objet d'une controverse lorsqu'il est possible de trouver en ligne une opposition visible, dans la presse locale, sur les réseaux sociaux ou via des sites internet dédiés. Les formes d'opposition rencontrées sont les suivantes : organisation de collectifs de riverains et de militants, de manifestations et autres mobilisations collectives ; création et animation de groupes Facebook ; ou encore réalisation d'actions de communication, notamment des déclarations dans la presse locale.

Parmi ces controverses, 4 concernent des sites en pilotage agronomiques (soit 11% des sites déployant ce dispositif), 4 sites en tracking solaire (19%) et 17 sites de centrales au sol avec structures fixes (~27%). Il s'agit d'un premier ordre de grandeur pour analyser le caractère conflictuel ou non du développement de l'agrivoltaïsme en général, et de certaines technologies en particulier. Contrairement aux bases de données présentées en 4.1., notre méthodologie présente l'avantage de rassembler à la fois des sites agrivoltaïques dont l'implantation fait ou a pu faire l'objet d'une dispute, tout comme des projets dont le déploiement apparaît consensuel. Néanmoins, cette démarche doit être perfectionnée. Les controverses recensées ici ont en effet été rencontrées pendant la collecte d'informations sur les sites agrivoltaïques, mais n'ont pas fait l'objet d'une recherche systématique. Il serait donc pertinent d'établir une méthodologie d'identification des controverses. Cela permettrait d'assurer un traitement équivalent de tous les projets agrivoltaïques recensés, et donc de se prémunir d'une sur-représentation ou à l'inverse d'une sous-évaluation des controverses dans notre échantillon.

6. CONCLUSIONS

Cette base de données a vocation à être publiée en libre accès sur le site de l'Observatoire de la Transition Énergétique (OTE)***.

Elle constitue un outil de réflexion et de discussion pour mobiliser des arènes distinctes (chercheurs du génie électrique en synergie avec des chercheurs d'autres disciplines, acteurs locaux...), mais aussi une brique essentielle pour s'intéresser au développement de l'agrivoltaïsme dans une perspective de gestion du réseau électrique et de planification. En termes de production de connaissance, cette base de données doit permettre d'analyser les dispositifs technologiques qui se développent, pour comprendre les logiques à l'œuvre et cibler les questions à se poser. Cette base constituera en outre un outil essentiel pour comparer les technologies en cours de déploiement.

7. REMERCIEMENTS

Ce travail est rendu possible par le soutien du CNRS, via la MITI (Mission pour les Initiatives Transverses et Interdisciplinaires), par le programme MITI : 80 / PRIME 2024 - Les installations agrivoltaïques : des infrastructures vertes 2.0 ? (INFRAVOLT) ainsi que le programme de l'Observatoire de la transition énergétique : ANR-15-IDEX-02.

8. REFERENCES

- [1] IEA (2024), « World Energy Outlook 2024 », IEA, Paris.

- [2] R. Carrausse et X. Arnauld de Sartre, « Does agrivoltaism reconcile energy and agriculture? Lessons from a French case study », in *Energ Sustain Soc* 13, 8 (2023).
- [3] C. Dupraz, H. Marrou, G. Talbot, L. Dufour, A. Nogier, Y. Ferard, « Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes », in *Renewable Energy*, Volume 36, Issue 10, 2011.
- [4] AL-agele, H.A.; Proctor, K.; Murthy, G.; Higgins, C. « A Case Study of Tomato (*Solanum lycopersicon* var. Legend) Production and Water Productivity in Agrivoltaic Systems », in *Sustainability* 2021, 13, 2850.
- [5] Weselek, A., Bauerle, A., Hartung, J. et al. « Agrivoltaic system impacts on microclimate and yield of different crops within an organic crop rotation in a temperate climate », in *Agron. Sustain. Dev.* 41, 59 (2021).
- [6] Weselek, A.; Bauerle, A.; Zikeli, S.; Lewandowski, I.; Högy, P. « Effects on Crop Development, Yields and Chemical Composition of Celeriac (*Apium graveolens* L. var. rapaceum) Cultivated Underneath an Agrivoltaic System », in *Agronomy* 2021, 11, 733.
- [7] Ved Prakash, Manoj M. Lunagaria, A.P. Trivedi, Ashutosh Upadhyaya, Rakesh Kumar, Anup Das, Anand Kumar Gupta, Yogesh Kumar, « Shading and PAR under different density agrivoltaic systems, their simulation and effect on wheat productivity », in *European Journal of Agronomy*, Volume 149, 2023.
- [8] Sekiyama, T.; Nagashima, A. « Solar Sharing for Both Food and Clean Energy Production: Performance of Agrivoltaic Systems for Corn, A Typical Shade-Intolerant Crop », in *Environments* 2019, 6, 65.
- [9] Y. Elamri, B. Cheviron, J.-M. Lopez, C. Dejean, G. Belaud, « Water budget and crop modelling for agrivoltaic systems: Application to irrigated lettuces », in *Agricultural Water Management*, Volume 208, 2018.
- [10] Barron-Gafford, G.A., Pavao-Zuckerman, M.A., Minor, R.L. et al. « Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands », in *Nat Sustain* 2, 848–855 (2019).
- [11] Ukwu, U.N., Muller, O., Meier-Grüll, M. et al. « Agrivoltaics shading enhanced the microclimate, photosynthesis, growth and yields of vigna radiata genotypes in tropical Nigeria », in *Sci Rep* 15, 1190 (2025).
- [12] Cho, J.; Park, S.M.; Park, A.R.; Lee, O.C.; Nam, G.; Ra, I.-H. « Application of Photovoltaic Systems for Agriculture: A Study on the Relationship between Power Generation and Farming for the Improvement of Photovoltaic Applications in Agriculture », in *Energies* 2020, 13, 4815.
- [13] Pietro Elia Campana, Bengt Stridh, Stefano Amaducci, Michele Colauzzi, « Optimisation of vertically mounted agrivoltaic systems », in *Journal of Cleaner Production*, Volume 325, 2021.
- [14] Stefano Amaducci, Xinyou Yin, Michele Colauzzi, « Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production », in *Applied Energy*, Volume 220, 2018.
- [15] Jamil U, Vandewetering N, Pearce JM (2023) « Solar photovoltaic wood racking mechanical design for trellis-based agrivoltaics », in *PLoS ONE* 18(12): e0294682.
- [16] Toledo, C.; Scognamiglio, A. « Agrivoltaic Systems Design and Assessment: A Critical Review, and a Descriptive Model towards a Sustainable Landscape Vision (Three-Dimensional Agrivoltaic Patterns) », in *Sustainability* 2021, 13, 6871.
- [17] Tekai Eddine Khalil Zidane, Sebastian Zainali, Yuri Bellone, Mohammed Guezgouz, Arash Khosravi, Silvia Ma Lu, Sultan Tekie, Stefano Amaducci, Pietro Elia Campana, « Economic evaluation of one-axis, vertical, and elevated agrivoltaic systems across Europe: a Monte Carlo Analysis », in *Applied Energy*, Volume 391, 2025.
- [18] B. Valle, T. Simonneau, F. Sourd, P. Pechier, P. Hamard, T. Frisson, M. Ryckewaert, A. Christophe, « Increasing the total productivity of a land by combining mobile photovoltaic panels and food crops », in *Applied Energy*, Volume 206, 2017.
- [19] F.J. Casares de la Torre, Marta Varo, R. López-Luque, J. Ramírez-Faz, L.M. Fernández-Ahumada, « Design and analysis of a tracking / backtracking strategy for PV plants with horizontal trackers after their conversion to agrivoltaic plants », in *Renewable Energy*, Volume 187, 2022.
- [20] Lama, R.K.; Jeong, H. « Design and Performance Analysis of Foldable Solar Panel for Agrivoltaics System », in *Sensors* 2024, 24, 1167.
- [21] R. A. Gonocruz et al., « Modeling of large-scale integration of agrivoltaic systems: Impact on the Japanese power grid », in *Journal of Cleaner Production*, Volume 363, 2022.
- [22] Othmane Essahili, Mouad Ouafi, Omar Moudam, « Recent progress in organic luminescent solar concentrators for agrivoltaics: Opportunities for rare-earth complexes », in *Solar Energy*, Volume 245, 2022.
- [23] A. Debon, A. Julien, A. Rebai, N. Schneider, J. -F. Guillemoles and P. Volovitch, « Influence of Agricultural Environment on the Degradation of CIGS-Based Solar Cells », 2024 in *IEEE 52nd Photovoltaic Specialist Conference (PVSC)*, Seattle, WA, USA, 2024.
- [24] H. Alam et al., « Techno Economic Modeling for Agrivoltaics: Can Agrivoltaics Be More Profitable Than Ground Mounted PV? », in *IEEE Journal of Photovoltaics*, vol. 13, no. 1, pp. 174-186, Jan. 2023.
- [25] Harshavardhan Dinesh, Joshua M. Pearce, « The potential of agrivoltaic systems », in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 54, 2016.
- [26] Brecht Willockx, Cas Lavaert, Jan Cappelle, « Geospatial assessment of elevated agrivoltaics on arable land in Europe to highlight the implications on design, land use and economic level », in *Energy Reports*, Volume 8, 2022.
- [27] A. Agostini, M. Colauzzi, S. Amaducci, « Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment », in *Applied Energy*, Volume 281, 2021.
- [28] I. Sirnik, J. Sluijsmans, D. Oudes, S. Stremke, « Circularity and landscape experience of agrivoltaics: A systematic review of literature and built systems », in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 178, 2023.
- [29] M. Taylor, J. Pettit, T. Sekiyama, M.M. Sokolowski, « Justice-driven agrivoltaics: Facilitating agrivoltaics embedded in energy justice », in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 188, 2023.
- [30] Ronan Le Velly et Françoise Jarrige, « Le développement du photovoltaïque sur des terres agricoles, entre régulations publiques et jeux d'acteurs », in *Vertigo O - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne]*, 23-2 | Septembre 2023.
- [31] Hrabanski, Marie & Verdeil, Sidonie & Ducastel, Antoine. (2024). « Agrivoltaics in France: the multi-level and uncertain regulation of an energy decarbonisation policy ». in *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*.
- [32] Grimonprez, Benoît. « Agrivoltaïsme : vers un nouvel horizon juridique », in *Rencontres de droit rural : Le photovoltaïque agricole à la lumière du droit*. Paris, France: Agridéas, 2023.
- [33] Romain Carrausse, « À l'ombre des panneaux solaires, l'agrivoltaïsme. Retour sur une trajectoire sociotechnique de légitimation », in *Développement durable et territoires [En ligne]*, Vol. 15, n°3 | Décembre 2024.
- [34] Lemieux, C. (2007). « À quoi sert l'analyse des controverses ? », in *Mil neuf cent. Revue d'histoire intellectuelle*, 25(1), 191-212.
- [35] Pestre, D. (2007). « L'analyse de controverses dans l'étude des sciences depuis trente ans Entre outil méthodologique, garantie de neutralité axiologique et politique », in *Mil neuf cent. Revue d'histoire intellectuelle*, 25(1), 29-43.
- [36] Chateauraynaud, F. (2011). « Sociologie argumentative et dynamique des controverses : l'exemple de l'argument climatique dans la relance de l'énergie nucléaire en Europe », in *A contrario*, 16(2), 131-150.
- [37] Akrich, Madeleine. (1992). « The De-scription of Technical Objects », in *Shaping Technology- Building Society: Studies in Sociotechnical Change*.
- [38] Emily Warmann et al 2024, « Agrivoltaic system design tools for managing trade-offs between energy production, crop productivity and water consumption », in *Environ. Res. Lett.* 19 034046.
- [39] A. Feuerbacher et al., « An analytical framework to estimate the economics and adoption potential of dual land-use systems: The case of agrivoltaics », in *Agricultural Systems*, Volume 192, 2021.
- [40] L. Morriet, « Conception multiacteur de systèmes énergétiques locaux bas-carbone : outils, modèles et analyses qualitatives », thèse de doctorat en génie électrique, Grenoble, Université Grenoble Alpes, 2021.
- [41] S. Pfenninger, et al., « The importance of open data and software: Is energy research lagging behind? » in *Energy Policy*, Volume 101, Pages 211-215, 2017.
- [42] Osonuga S., Imard V., Delinchant B., Wurtz F., « Lifecycle of a sub-metered tertiary multi-use (GreEn-ER) building's open energy data: from resource mobilisation to data re-usability », in *arXiv*, 2406.11846, 2024.
- [43] Sacha Hodencq. « Méthodes et outils pour un processus de modélisation collaboratif et ouvert des systèmes énergétiques. », thèse de doctorat en génie électrique. Université Grenoble Alpes [2020-...], 2022. Français.