Sun'Agri
-
Dispositif expérimental agrivoltaïque
-
Dossier de Presse

Table des matières

Table des matières 2
I. Présentation de la technologie agrivoltaïque – Sun'Agri 3
A. Le concept 3
B. Le dispositif expérimental de Lavalette 5
1. Etape n° 1 : Agrivoltaïsme « fixe » 5
2. Etape n° 2 : Agrivoltaïsme « dynamique » 5
C. Quelques résultats théoriques 6
D. Un potentiel commercial de grande ampleur 7
II. Présentation du groupe Sun'R 7
III. Les autres partenaires du projet 8
A. Les partenaires scientifiques et techniques 8
1. INRA 8
2. IRSTEA 8
3. CIRAD 8
4. CEA-INES 9
5. Photowatt 9
6. Optimum Tracker 10
7. Le Domaine de Nidolères 10
B. Les partenaires financiers 10
IV. Contacts Sun'R 11

I. Présentation de la technologie agrivoltaïque – Sun'Agri

A. Le concept

La technologie **agrivoltaïque** s'inspire du principe simple de **culture étagée** : sur un même espace plusieurs espèces sont cultivées sur différents niveaux, créant ainsi une synergie entre elles. Ce concept n'est pas nouveau et est déjà fortement développé non seulement dans les zones oasiennes mais également par le passé pour diverses cultures en France ou en Europe du Sud, dans les vignes notamment. La nouveauté ici provient du fait que l'étage haut est minéral plutôt que végétal.

Un système agrivoltaïque est ainsi conçu pour fonctionner sur 2 étages :

- Un étage bas réservé à la culture agricole ;
- Un étage haut constitué d'une centrale photovoltaïque installée sur une structure porteuse, destiné à la production d'électricité photovoltaïque. La structure porteuse est surélevée à environ 4.5 m afin de permettre le passage d'engins agricoles usuels.

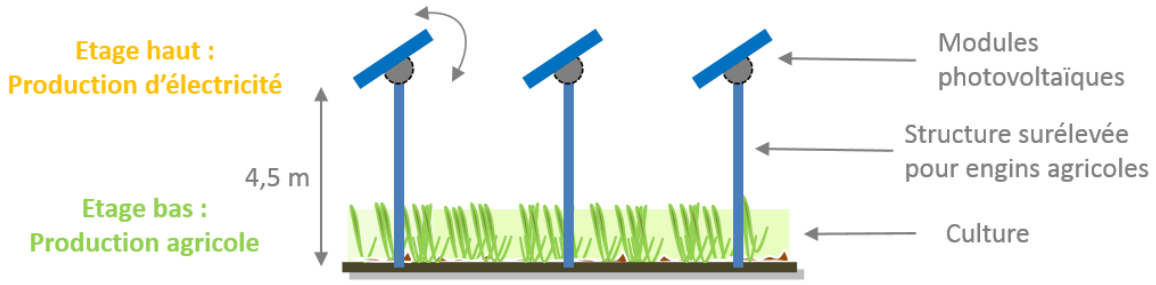

Figure 1 : principe d'un système agrivoltaïque

Le fonctionnement d'un projet agrivoltaïque est basé sur le principe du **partenariat entre 2 exploitants, animé par un coordinateur,** sur un même terrain :

- Un **agriculteu**r qui exploite l'étage bas ;
- Un **producteur photovoltaïque** qui assure la construction du système et exploite le système photovoltaïque en vue de générer une électricité redistribuée sur le réseau ;
- Un **pilote du système agrivoltaïque** et particulièrement de l'inclinaison des panneaux, dont le rôle est de maximiser la valeur globale, à savoir la valeur de la production agricole (quantitativement et/ou qualitativement) et la production électrique.

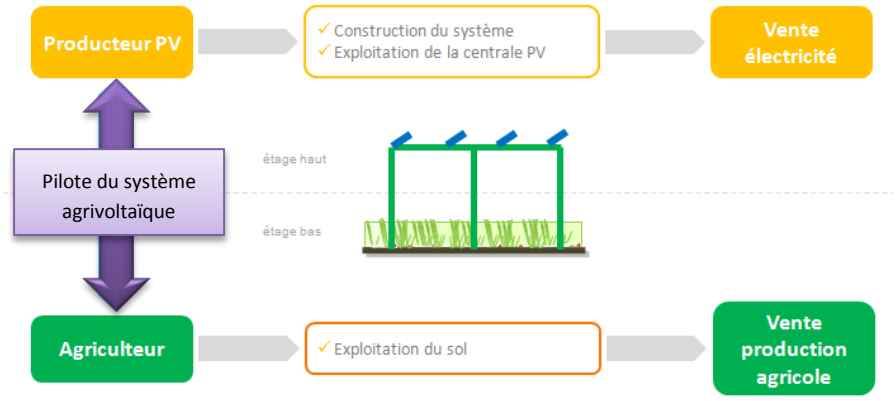

Figure 2 : parties prenantes d'un système agrivoltaïque

Ce concept innovant est né du partenariat entre la société française Sun'R – productrice d'électricité photovoltaïque – et l'INRA de Montpellier, qui ont démontré **l'intérêt de tels systèmes pour l'énergie et l'agriculture** à travers leurs programmes de recherche et développement menés depuis 2009.

Au-delà du simple fait de cohabiter sur un même terrain, **les systèmes agrivoltaïques créent une réelle symbiose entre agriculture et production d'énergie**. L'utilisation de solutions dynamiques composées de trackers photovoltaïques contrôlés par un système de commande spécifique à même de piloter en temps réel et à la demande l'orientation des panneaux permet :

- D'une part d'améliorer les rendements agricoles en régulant la quantité d'ombrage au sol selon le besoin des cultures, conduisant à une réduction très nette de leur consommation en eau, mais aussi au lissage des conditions de culture qui réduit le risque de « mauvaise année » ;
- D'autre part d'augmenter la production photovoltaïque par rapport à une centrale au sol fixe classique ;
- Enfin d'améliorer l'économie globale des systèmes.

Les systèmes agrivoltaïques apportent à l'agriculture **une arme véritable contre le changement climatique**, par la création d'un microclimat contrôlé et une économie substantielle des flux intrants, là où les sols agricoles offrent aux développeurs photovoltaïques de **nouvelles possibilités de raccordement et d'intégration au réseau électrique**.

Les systèmes agrivoltaïques apportent ainsi une réponse à la question du conflit d'usage des sols. **L'agriculture et l'énergie** ne sont plus concurrentes mais **deviennent partenaires**. Les systèmes agrivoltaïques permettent d'employer et de valoriser une unique surface pour le **maintien concomitant de la sécurité alimentaire et de la sécurité énergétique**.

L'agrivoltaïsme a pour effet de réduire les ressources en eau employées pour l'agriculture, de réduire l'amplitude thermique sous structure et de se développer sur les cultures à forte valeur ajoutée, tout en produisant une électricité photovoltaïque compétitive. **Le potentiel de l'agrivoltaïsme s'exprime**

pleinement dans les zones de forts stress hydrique et thermique, comme par exemple le pourtour méditerranéen.

B. Le dispositif expérimental de Lavalette

1. Etape n° 1 : Agrivoltaïsme « fixe »

Dès 2009 et pour permettre le bon déroulement d'une première thèse en partenariat avec l'INRA, un dispositif agrivoltaïque fixe a été installé sur le site de l'IRSTEA, avec deux densités de panneaux photovoltaïques (Half et Full Density).

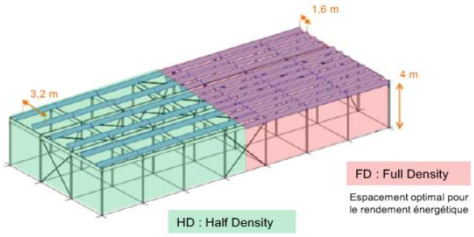

Figure 3 : dispositif "fixe" en deux zones

Ce dispositif a permis de comprendre dans quelles conditions les plantes réagissent ou s'adaptent sous différentes configurations d'ombrage.

Ces premiers travaux (2009-2012) ont abouti à des résultats contrastés et fortement encourageants (maintien des rendements agricoles, économie d'eau de 30%), et ont conclu à la nécessité de disposer de systèmes où les panneaux sont mobiles – agrivoltaïque dynamique – si l'on veut se donner les moyens d'impacter positivement la production agricole dans toutes les circonstances.

Figure 4 : vue sous le dispositif fixe

2. Etape n° 2 : Agrivoltaïsme « dynamique »

En mars 2014, Sun'R a construit un dispositif « dynamique » complémentaire, de part et d'autre du dispositif « fixe ». Orientés de façon pratique sur un axe Nord-Sud, les panneaux peuvent suivre la course du soleil pour maximiser la production photovoltaïque ou bien être orientés différemment afin d'apporter aux cultures les conditions les plus favorables possibles, en contrôlant l'apport en lumière et le flux de chaleur (par un lissage de température) et en évitant de ce fait les stress thermiques ou hydriques.

Figure 5 : dispositif "dynamique"

Ce degré de liberté supplémentaire apporté au dispositif (l'on peut à chaque instant contrôler l'ombrage apporté aux plantes) permet d'envisager une amélioration systématique des productions agricoles par rapport aux cultures en plein soleil, d'un point de vue quantitatif (production augmentée, coûts de production réduits) ou qualitatif (qualité organoleptique augmentée, production décalée dans le temps, mûrissement optimal, etc.).

Ce dispositif permet de réaliser des expérimentations sur des cultures maraîchères (salades) et de la vigne dans le cadre de deux thèses :

- Une thèse agronomique en partenariat avec l'INRA
- Une thèse hydrique en partenariat avec l'IRSTEA

Les résultats de ces 2 thèses détermineront le pilotage optimal des panneaux et de l'irrigation dans le but de maximiser le rendement des cultures. A terme, le système pourra également supporter des dispositifs de protection contre les intempéries (filets rétractables).

C. Quelques résultats théoriques

Le dispositif expérimental a d'ores et déjà permis de produire de nombreux résultats, mais le principal est une confirmation de l'amélioration du Land Efficiency Ratio (LER), c'est-à-dire le rapport entre :

- la surface usuellement nécessaire pour réaliser la production effective d'un terrain et
- la surface effectivement utilisée

Avec un LER > 1.7, nous avons bien confirmé que les systèmes agrivoltaïques sont une solution possible à la résolution des problématiques de conflit d'usage des sols.

Etage haut :

- Production d'électricité photovoltaïque

-Création d'un microclimat favorable à l'agriculture

Valeur hectare = 1

Etage bas :

- Production agricole

- Disponibilité de nouvelles terres plus proches des postes de raccordement

Valeur hectare = 1

Technologie agrivoltaïque :

- Résolution du conflit d'usage des sols

- Économie significative des ressources en eau (> 30% par rapport au plein champ)

- Réduction des intrants phytosanitaires

- Création d'une valeur d'ensemble supérieure à la somme des valeurs des systèmes pris séparément

Valeur hectare à terme > 2

Figure 6 : une meilleure occupation des sols

D. Un potentiel commercial de grande ampleur

Sun'R ne souhaite pas communiquer sur ses objectifs commerciaux, néanmoins il peut être mentionné ici que le potentiel commercial de la technologie agrivoltaïque atteint plusieurs dizaines de milliers d'hectares de production agricole sur le seul pourtour méditerranéen et donc plusieurs gigawatts de capacité de production électrique. Or, on peut identifier facilement au moins trois ou quatre zones dans le monde où on retrouve des conditions similaires en termes d'opportunités de développement de systèmes agrivoltaïques.

E. Présentation du groupe Sun'R

Fondé en 2006 par Antoine Nogier, le **groupe Sun'R** est constitué de plusieurs sociétés, toutes centrées sur le développement des énergies renouvelables et engagées dans la transition énergétique, notamment par leur implication dans des programmes de recherche et développement et le déploiement des nouvelles technologies de l'énergie (NTE) au service de la décarbonation et des réseaux intelligents.

Figure 7 : un hangar solaire du parc Sun'R

La société **Sun'R SAS**, créée en 2007, est une société française dont l'activité s'est concentrée initialement sur le développement, le financement, la construction et l'exploitation de centrales solaires photovoltaïques. Forte de la réalisation de près de 120 unités, elle exploite aujourd'hui plus de 70 centrales, auxquelles s'ajoutent plus de 80 MWc en cours de développement.

Dès sa création, Sun'R a mis en place différents programmes de recherche et développement, afin d'apporter des solutions innovantes et durables, relatives au développement massif du solaire photovoltaïque. C'est dans cette optique que la société a investi dans le concept agrivoltaïque, dans l'optique initiale de mettre fin aux conflits d'usage entre agriculture et production d'énergie.

Une seconde société, **Sun'R Finance,** créée fin 2010, permet à Sun'R de mener des opérations de préfinancement de ses investissements en faisant appel à des financements non-bancaires, notamment par le biais d'obligations. Ces facilités de financement donnent au groupe la souplesse et la réactivité dont il a besoin lorsqu'il s'agit de saisir rapidement des opportunités d'investissement.

Créée en décembre 2012, **Sun'R Smart Energy** est venue compléter les compétences du groupe en se positionnant également sur les enjeux d'agrégation. Elle se concentre sur trois métiers principaux :

- Le développement de technologies innovantes de stockage de l'électricité, adaptées aux enjeux du déploiement massif de sources d'énergies renouvelables intermittentes distribuées.
- Le déploiement d'unités de stockage de l'électricité, de l'identification des opportunités technico-économiques à la mise en service.
- L'agrégation opérationnelle et la valorisation d'actifs énergétiques, en couplant la production renouvelable intermittente **notamment photovoltaïque** avec des unités flexibles de stockage, agissant de concert à la manière d'une centrale virtuelle.

Sun'R Smart Energy est porteuse de trois projets de R&D : SunHydrO, SCD-i et S^4mE.

II. Les autres partenaires du projet

A. Les partenaires scientifiques et techniques

1. INRA

L'Institut National de Recherche Agronomique s'est impliqué dès l'origine du projet Sun'Agri en 2008 et est particulièrement en pointe pour le développement de modèles de croissance des végétaux sous les systèmes agrivoltaïques.

Trois laboratoires de l'INRA sont particulièrement impliqués dans le projet Sun'Agri :

- Le LEPSE (Laboratoire Eco-physiologique des Plantes sous Stress Environnementaux) analyse et modélise les réponses des plantes à la sécheresse et aux températures élevées ainsi que la variabilité génétique, intra et inter-spécifique. Il a conduit de nombreuses recherches sur les conséquences du réchauffement climatique sur la vigne (développement, stress hydrique, etc.).
- L'UMR SYSTEM explore l'hypothèse selon laquelle la diversité biologique des espèces cultivées dans un même espace favorise l'intensification écologique. Le département a conduit de nombreux travaux sur l'agroforesterie (cultures d'arbres espacés au sein de parcelles agricoles labourées et cultivées de manière pérenne) et, entre autres, l'effet de l'ombrage des arbres sur les cultures.
- L'Unité Expérimentale de Pech Rouge est la seule structure d'expérimentation et de transfert INRA à vocation de recherche intégrée viticulture-œnologie. Cette plateforme permet une approche transversale, de la parcelle de vigne au produit conditionné. L'expérimentation vitivinicole concerne la validation, le référencement en lien avec la profession, et le pré-développement des résultats de recherche. En amont les acquisitions de connaissances font l'objet de travaux avec diverses équipes de recherche.

2. IRSTEA

L'Institut national de Recherche en Sciences et Technologie pour l'Environnement et l'Agriculture s'attache à la conception de modèles de consommation d'eau, en s'appuyant sur les compétences de son laboratoire dédié à la gestion de l'eau : l'UMR GEAU.

Cet UMR (Gestion de l'Eau, Acteurs, Usages) existe depuis le 1er janvier 2005 et intervient dans de multiples domaines scientifiques sur les thématiques de l'eau :

- Sciences de l'environnement : agronomie, hydrologie, hydraulique, hydrobiologie
- Sciences humaines et sociales : économie, sociologie, science politique
- Sciences de l'ingénieur : automatique

3. CIRAD

Le Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement participe au développement d'un modèle 3D des végétaux permettant d'en calculer le bilan radiatif, feuille par feuille.

Plus généralement, le CIRAD a pour mission, en partenariat avec les pays du Sud dans leur diversité, de produire et transmettre de nouvelles connaissances, pour accompagner leur développement agricole et contribuer au débat sur les grands enjeux mondiaux de l'agronomie. Organisme de recherche finalisée, le CIRAD établit sa programmation à partir des besoins du développement, du terrain au laboratoire, du local au planétaire. Ses activités relèvent des sciences du vivant, des sciences sociales et des sciences de l'ingénieur appliquées à l'agriculture, à l'alimentation et aux territoires ruraux. Le CIRAD s'engage au plus près des hommes et de la Terre sur des défis complexes et évolutifs : sécurité alimentaire, gestion des ressources naturelles, inégalités et lutte contre la pauvreté.

4. CEA-INES

Le rôle de l'INES est de participer à la conception et la validation de panneaux spécifiquement adaptés aux besoins des systèmes agrivoltaïques. Les équipes du CEA à l'INES intègrent le département des technologies solaires (DTS), lui-même intégré au LITEN basé à Grenoble. Au niveau INES, le DTS est composé de 275 personnes qui couvrent l'ensemble des activités de R&D pour le photovoltaïque, le stockage et le bâtiment.

Concernant le photovoltaïque l'ensemble de la chaîne est étudiée à savoir :

- Les matériaux pour le silicium
- Les cellules photovoltaïques
- Les modules photovoltaïques
- Les systèmes photovoltaïques (connectés ou non au réseau électrique)

La principale mission des équipes du CEA à l'INES est l'innovation technologique et le transfert vers les industriels du secteur. Pour cela, plus de 50 brevets sont déposés chaque année.

5. Photowatt

EDF ENR PWT (marque Photowatt) est un acteur industriel central de la filière photovoltaïque française. La société est chargée de concevoir puis industrialiser la production de panneaux solaires photovoltaïques spécifiquement designés pour les systèmes agrivoltaïques (poids, transparence, réflexion des infrarouges, etc.).

Maîtrisant l'ensemble des étapes de la production depuis 35 ans, EDF ENR PWT engage son savoir-faire à chaque transformation successive, depuis le silicium charge jusqu'aux modules.

Pour continuer d'améliorer les performances de ses produits, l'entreprise concentre ses efforts de R&D autour de deux axes prioritaires : l'amélioration continue des procédés et l'intégration de technologies innovantes et/ou de rupture ayant un potentiel de différenciation important.

Sur le plan industriel la capacité de production est de 100 MW avec un effectif d'environ 350 personnes. L'entreprise, qui a décidé de relocaliser son activité d'assemblage en module par la mise en service d'une ligne automatisée, compte désormais 2 sites de fabrication sur 25000 m² : le premier à Bourgoin-Jallieu (Isère) qui héberge les activités de lingots, plaques et cellules, et le second à Vaulx-Milieu (Isère-8km de Bourgoin-Jallieu) pour l'activité modules.

6. Optimum Tracker

Optimum Tracker conçoit, développe et commercialise des trackers solaires permettant de rendre les centrales photovoltaïques toujours plus performantes. La société est chargée de développer les structures porteuses du système agrivoltaïque, ainsi que les trackers permettant d'orienter les panneaux.

Avec près de 50 MW de puissance installée à fin 2015 et les constructions à venir en 2016-2017 des projets au sol lauréats à l'appel d'offres CRE3 et suivants, Optimum Tracker est un des deux leaders français du tracker solaire.

Optimum Tracker est soutenue par de nombreux partenaires privés et publics :

- ✓ Oséo/Bpifrance
- ✓ Région PACA
- ✓ Total - EADS

Depuis juillet 2013 Optimum Tracker est certifié ISO9001

7. Le Domaine de Nidolères

Sélectionné pour accueillir le premier dispositif agrivoltaïque en grandeur réelle, le Domaine Nidolères est un domaine viticole familial depuis 8 générations. Il est composé de 50 ha dont 30 ha sont actuellement exploités. M. Escudié en est l'exploitant depuis 1981. La situation de son exploitation agricole s'est dégradée au fil des années. Il a procédé à une première phase d'arrachage en 1992 dont une partie a été reboisée en pins et cèdres, afin de créer un aménagement paysager sur l'exploitation en lieu et place d'une reconquête par des friches. Une deuxième phase d'arrachage a eu lieu en 2004. En 2012, pour la quatrième année en 5 ans, la sécheresse a causé une forte baisse de la production (-25%).

B. Les partenaires financiers

Le développement de la technologie agrivoltaïque dans le cadre du projet Sun'Agri a bénéficié depuis 2009 de plusieurs dispositifs de financement de la Recherche & Développement :

- Trois thèses CIFRE (Conventions Industrielles de Formation par la Recherche) ont été mises en place pour accompagner des doctorants au sein de l'INRA et de l'IRSTEA.
  - Une sur la période 2009-2012 (Sun'Agri 1 ; INRA)
  - Une sur la période 2013-2016 (Sun'Agri 2A et 2B ; INRA)
  - Une sur la période 2014-2017 (Sun'Agri 2B ; IRSTEA)
- Le système expérimental agrivoltaïque dynamique « Sun'Agri 2A » a été financé en partie par le dispositif AIR (Aide à l'Innovation Responsable) de la Région Ile de France.
- Le projet Sun'Agri 2B de conception d'un système agrivoltaïque commercial et son adaptation à la vigne a été lauréat du 18ème appel à projets du Fonds Unique Interministériel (FUI-AAP18). Les financeurs sont la Direction Générale des Entreprises (DGE, ex-DGCIS), la Région Rhône-Alpes, la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, la Métropole de Lyon, la Communauté d'Agglomération Porte de l'Isère (CAPI) et la Communauté d'agglomération du Pays d'Aix.

- Dans le cadre de l'APP 18 du FUI, le projet a été labellisé par les pôles de compétitivité Tenerrdis, Terralia, Derbi et CapEnergies.

III. Contacts Sun'R

Antoine Nogier, Président

antoine.nogier@sunr.fr

+33 (0) 615 121 929

Davy Marchand-Maillet, Directeur des Opérations

davy.marchand-maillet@sunr.fr

+33 (0) 682 043 170

Pierre Guerrier, Directeur du Développement

pierre.guerrier@sunr.fr

+33 (0) 668 098 956

Sylvain Ribe, Chef de Projet Sun'Agri

sylvain.ribe@sunr.fr

+33 (0) 617 022 533

Andy Beaux, Chef de Projet Sun'Agri

andy.beaux@sunr.fr

+33 (0) 668 987 007