L'AGRIVOLTAÏSME

AGRICULTURE ET PHOTOVOLTAÏQUE RÉCONCILIÉS







L'AGRIVOLTAÏSME

OU LA SYNERGIE ENTRE AGRICUI TURF FT ÉNFRGIF



QU'EST-CE QUE L'AGRIVOLTAÏSME?

L'agrivoltaïsme est un système combinant agriculture et énergie solaire sur une même surface sans conflit d'usage. Des panneaux photovoltaïques, positionnés au-dessus des cultures, sont pilotés de manière automatique à partir d'algorithmes complexes, afin d'optimiser à chaque instant le bienêtre de la plante. La production électrique issue des panneaux est toujours secondaire.

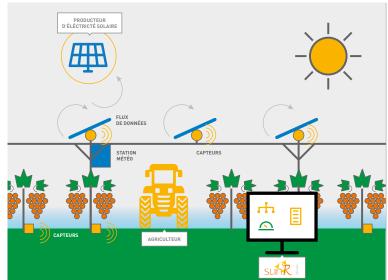
À QUOI SERT L'AGRIVOLTAÏSME?

L'AGRICULTURE FAIT FACE À 3 DÉFIS MAJEURS :

- Nourrir davantage d'individus: La planète doit doubler sa production agricole d'ici 2050 pour pouvoir nourrir 10 milliards d'individus
- Malgré une surface cultivable qui diminue chaque jour du fait de l'artificialisation* des terres,
- Et malgré des changements climatiques qui engendrent des températures excessives et des aléas climatiques destructeurs affectant les rendements et la qualité des cultures.

Parallèlement, la lutte contre le changement climatique impose une transition énergétique rapide et massive vers les énergies renouvelables. Le photovoltaïque présente l'avantage d'être aujourd'hui l'énergie la moins chère du monde mais l'inconvénient d'occuper beaucoup d'espace.

L'AGRIVOLTAÏSME PERMET DE RÉPONDRE AUX ENJEUX DE L'AGRICULTURE ET **DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE** SANS SACRIFIER L'UNE À L'AUTRE.



COMMENT CA MARCHE?

Le principe de fonctionnement de l'agrivoltaïsme est le suivant :

La structure photovoltaïque est conçue de facon à ne pas perturber le travail de l'agri-

- culteur, pour accepter des systèmes tels que : filets
- anti-grêle, bâches, système d'irrigation, de manière à ce que les panneaux photovol-
- taïques soient mobiles et puissent pivoter jusqu'à + ou 90°**.

Le système peut être ouvert ou fermé (serres), Les données météorologiques et éco-physio-logiques sont analysées et traitées par les algorithmes complexes du logiciel expert AV Studio® afin d'orienter à chaque instant les panneaux de façon optimale pour la plante.

En cas de :

- Pluie: les panneaux se positionnent parallèlement à la pluie.
- Vents violents : les panneaux se mettent en position de sécurité, à l'horizontale.
- Grêle: les panneaux se positionnent vertica-
- lement et les filets anti-grêle se déploient. **Gel** : les panneaux, positionnés horizontalement, agissent comme réflecteurs infra-

EN QUOI RÉSIDE L'INNOVA-

L'agrivoltaïsme est une innovation de rupture qui permet, au moyen de solutions digitales, de modifier le climat de la plante tout en produisant de l'électricité de façon abondante et compétitive. C'est la seule solution qui conjugue atténuation des changements climatiques* et adaptation de l'agriculture aux aléas clima-

- * L'artificialisation des sols est l'urbanisation, la construction d'infrastructures de transport mais également d'infrastructures de production d'énergie.

 ** La génération II des panneaux photovoltaïques.

 ***L'atténusion des chargements d'inscriptions.
- L'atténuation des changements climatiques correspond à la réduction des émissions de gaz à effet de serres grâce à la production d'électricité propre et renouvelable

À QUI S'ADRESSE L'AGRIVOLTAÏSME?

Parce qu'il favorise le déploiement des centrales solaires fortement consommatrices d'espaces et contribue dans le même temps à réduire les impacts des changements climatiques sur l'agriculture, l'agrivoltaïs me répond à des enjeux d'intérêt général. Il s'adresse en ce sens à chacun d'entre vous : agriculteurs, consommateurs, citoyens, collectivités, Etat.

De manière plus directe, les principaux bénéficiaires de cette innovation sont les agriculteurs dont la culture souffre des changements climatiques et des épisodes météorologiques extrêmes qui lui sont associés : canicules, déficits d'eau, grêle, gel printanier.

Les cultures à haute valeur ajoutée et situées sur le pourtour méditerranéen sont dans l'immédiat, les plus concernées qu'elles soient pérennes (viticulture, arboriculture), ou annuelles (maraîchage, horticulture).

ESPECES PERENNES

le système est compatible uniquement dans le cadre de renouvellements de plantation qui engage l'agriculteur sur une durée de 20 à 50 climatique, telles qu'annoncées par la com-munauté scientifique, fragilise la pérennité des cultures sur de tels horizons. L'agrivoltaïsme rend la culture résiliente et résout cette diffi-culté.

ESPECES ANNUELLES

contra arenient aux sei res protovottanques sous panneaux fixes, qui s'adresse à un nombre li-mité d'espèces et de filières maraichères, les serres agrivoltaïques dynamiques offrent un potentiel très diversifié d'espèces cultivables. Cette diversité permet aux maraîchers d'adap-ter leur exploitation selon l'évolution du mar-

QUELS SONT LES BÉNÉ-FICES DE L'AGRIVOLTAÏSME?

POUR L'AGRICULTEUR

- Disposer :
- De rendements plus élevés,
- De produits de meilleure qualité,
 D'un complément de revenus dans le cas où il investit dans le système agrivoltaïque.
- Ses pertes de récolte et les coûts associés, Sa consommation d'eau (20% en moyenne),
- La pénibilité des travaux agricoles.

UNE EXPLOITATION AGRICOLE PLUS RENTABLE ET RÉSILIENTE

POUR LE PRODUCTEUR D'ÉNERGIE

- · Avoir accès à de nouveaux espaces, proches des réseaux, en contrepartie d'un pilotage prioritaire pour la plante.
- Produire une énergie compétitive à un coût inférieur à celui issu d'ombrières de parking et de toitures de bâtiments.

POUR LES DÉCIDEURS PUBLICS

- Préparer l'agriculture aux enjeux de demain.
- Contribuer de manière active et efficace à une transition énergétique massive et totale.

AV STUDIO —

Le logiciel AV Studio® est le fruit de 10 ans de recherche, réalisée par Sun'R et ses partenaires. Constitué de modules de calcul, de simulation et d'optimisation, il intègre des modèles agro-nomiques propres à chaque espèce :

- Les modèles agronomiques de croissance permettent de décrire l'assimilation photosynthétique des plantes sous ombrage fluc-
- Les modèles des comportements hydriques permettent de décrire l'évapotranspiration des plantes et de modéliser l'écoulement de la pluie sur les panneaux puis dans le sol,
- La modélisation de la production d'électrici**té** en fonction de la météo, du rayonnement, du positionnement des panneaux
- La modélisation 3D des plantes et des paramètres influant sur leur croissance simule l'inclinaison des panneaux photovoltaïques en fonction de l'environnement météo,
- $\bullet \ Le\,module\,d'optimisation\,du\,positionnement$ panneau permet de calculer la trajectoire optimale des panneaux au cours de l'heure et de la journée

SUN'R AMÉLIORE DE MANIÈRE **CONSTANTE LE LOGICIEL PAR DES ANALYSES STATISTIQUES DE DONNÉES EN GRAND** NOMBRE (BIG DATA), ISSUES DES SYSTÈMES AGRIVOLTAÏQUES DÉJÀ EN OPÉRATION.

LE PROGRAMME DE RECHERCHE

SUN'AGRI 3

COORDINATEUR: Sun'R

DESCRIPTION SUCCINCTE DU PROJET

Agrivoltaïsme dynamique : innovation de rupture à destination des agriculteurs face à l'urgence du changement climatique.

CONTEXTE

Alimenter une population en plein essor démographique, assurer la transition énergétique et s'adapter au changement climatique sont les trois enjeux du siècle. L'agrivoltaïsme dynamique adresse ces défis grâce à un seul et unique dispositif : un système de production associant sur une même surface une culture agricole et des panneaux photovoltaïques, permettant ainsi de lutter contre les aléas climatiques, d'optimiser la productivité des terrains tout en produisant une énergie propre. Les panneaux photovoltaïques sont pilotables en temps réel, et s'orientent prioritairement selon le besoin d'ombre ou d'ensoleillement de la plante. Pour la première fois, il est possible d'accroître simultanément la production agricole et la production d'énergie solaire sans conflit d'usage. En cela, le programme agrivoltaïque Sun'Agri 3 est une innovation de rupture. Le modèle associe recherche agronomique, traitement de données agricoles et technologie photovoltaïque dynamique.

LES PRINCIPALES ÉTAPES

SUN'AGRI 1 2009-2012

Recherche fondamentale et preuve du concept.



SUN'AGRI 2 2013-2017

Développement du socle logiciel et hardware et mise en place du premier modèle agrivoltaïque sur la laitue et la vigne



Programme d'extension et de démonstration à grande échelle et en conditions réelles de l'agrivoltaïsme.

OBJECTIFS

L'agrivoltaïsme, discipline de recherche développée depuis 2009 par Sun'R en collaboration avec l'INRA, s'adresse aux cultures de plein champ viticoles et arboricoles et aux cultures maraîchères sous serre. Pour ajuster le pilotage en temps réel des panneaux, le projet Sun'Agri 3 étudie les besoins des plantes tout au long de leur cycle de croissance et les mutualise avec les informations météorologiques et les objectifs de production.

Les objectifs du programme Sun'Agri 3 sont

- De démontrer les bénéfices de l'agrivoltaïsme dynamique en situation réelle, sur cultures viticoles, arboricoles et sous serres;
- Etendre les modèles de croissance des plantes à d'avantage d'espèces cultivées ;
- Améliorer l'efficacité de la solution technique en diminuant le coût de l'électricité produite et en améliorant la valeur agricole, par le développement de produits complémentaires tels que les panneaux bifaciaux par Photowatt, des systèmes de protection anti-grêle, et des serres fermées ;
- Elaborer des référentiels techniques et de bonnes pratiques agrivoltaïques afin de garantir le développement harmonieux de cette filière dans le respect de l'intérêt général.

DÉROULEMENT

Le développement des modèles de croissance sera alimenté par les résultats des expériences des chercheurs effectuées sur 4 dispositifs expérimentaux dédiés à l'arboriculture, au maraîchage sous serre, à la viticulture et aux grandes cultures. iTK développera un modèle générique de croissance des plantes pouvant s'appliquer à d'autres cultures

Sun'R pourra améliorer les algorithmes de pilotage de l'inclinaison des panneaux qui prendront en compte les critères de suivi cultural et les obiectifs de l'agriculteur.

La construction d'une dizaine de démonstrateurs grandeur nature et en conditions d'exploitation agricole, comme au Domaine de Nidolères à Tresserre, viendra valider et améliorer les modes de pilotage, avec un suivi agronomique assuré par les organismes compétents comme les chambres d'agriculture. Elle permettra d'ajouter une composante statistique (big data) aux modèles physiques développés.

INNOVATION

- Des panneaux photovoltaïques mobiles et pilotables pour adapter leur orientation en fonction des besoins de la plante.
- Un pilotage en temps réel grâce à des algorithmes basés sur la modélisation de la croissance des plantes, les prévisions météos et l'itinéraire technique cultural,
- Solutions de protection contre les évènements climatiques destructeurs, en mutualisant certaines pratiques agricoles avec la structure agrivoltaïque (filets anti-grêles).

ECONOMIQUE ET SOCIAUX

Les retombées sociétales majeures du projet sont:

- Une réponse à la problématique « comment nourrir 10 milliards d'êtres humains
- Une adaptation de l'agriculture aux changements climatiques,
- La préservation des ressources, notamment hydriques,
- Une solution pour une transition énergétique massive, totale, et compétitive,
- La création d'emplois.

APPLICATION ET VALORISATION

La technologie Sun'Agri est un outil agricole répondant aux méfaits des changements climatiques sur les cultures. Cette innovation propose aux agriculteurs des filières viticoles, arboricoles et maraîchères un dispositif d'adaptation et de protection. Afin de répondre le plus précisément possible aux problématiques identifiées sur la parcelle, la technologie Sun'Agri s'adapte aux spécificités de chaque culture étudiée. Cette innovation répond aux diverses problématiques agricoles grâce à l'établissement d'un modèle de croissance spécifique et grâce à la création d'une structure dimensionnée en fonction des densités de plantation et à laquelle des produits complémentaires peuvent être ajoutés. Dans le cadre du suivi scientifique et socio-économique des démonstrateurs, la valeur ajoutée agronomique et économique de cet outil sera validée en conditions réelles sur l'ensemble des filières agricoles étudiées. Cette réponse à l'urgence du changement climatique fait sens sur le territoire français mais également sur tous les continents. La portée de ce programme est donc internationale, notamment dans les zones géographiques subissant régulièrement des sécheresses et des excès de chaleur de plus en plus violents (Afrique, Californie, Amérique du Sud...)

ENVIRONNEMENT

L'agrivoltaïsme dynamique permet de réduire jusqu'à 20% la consommation en eau des plantes et donc des apports hydriques par irrigation, économisant et protégeant ainsi cette ressource précieuse. De plus la production d'énergie renouvelable et mobilisable au niveau local par le producteur, évite de puiser dans les ressources fossiles limitées

LES CHIFFRES DU PROGRAMME SUN'AGRI 3

- 15,1M€ d'investissements et de R&D
- Durée du projet : 60 mois

LES PARTENAIRES





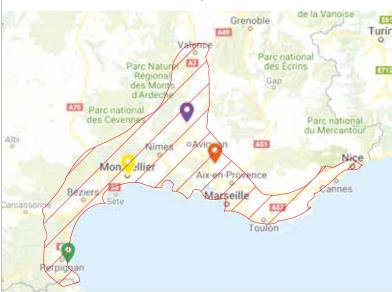








LE BASSIN MÉDITERRANÉEN, PRIORITÉ DE SUN'AGRI 3



Dispositifs expérimentaux

Systèmes de quelques centaines de m², dédiés à la recherche agronomique et situés dans des stations expérimentales

👂 Transverse - Grandes cultures

Arboriculture Viticulture

Maraîchage sous abris

Démonstrateurs

10 à 30 projets à taille réelle, de quelques hectares, situés chez des agriculteurs, dotés d'une zone témoin et objet d'un suivi agronomique (chambres d'agricultures, scientifiques et socioéconomique (partenaires Sun'Agri 3)



Zone de répartition

ADEME

Le projet a été soutenu par l'Etat, à travers le Programme d'Investissements d'Avenir et la Région Occitanie





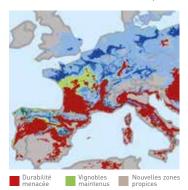
PREMIÈRE MONDIALE :

L'AGRIVOLTAÏSME DYNAMIQUE AU SERVICE DE LA VITICULTURE sur le domaine de nidolères, à tresserre

LE PREMIER DÉMONSTRATEUR DE L'AGRIVOLTAÏSME DYNAMIQUE

CONTEXTE

D'ici 2050, la surface des terres européennes propices à la vigne diminuera en moyenne de 68% à cause du réchauffement climatique.



source : Hannah & al., 2013

Les effets les plus identifiés du réchauffement climatique sont :

- Une maturité précoce des raisins
- qui fait monter le taux de sucre et donc le degré d'alcool (+1,5° d'alcool en 30 ans),
- qui engendre un développement des précurseurs d'arômes, donc modifie le goût du vin,
- qui fait chuter l'acidité des vins. Cette acidité apporte sa fraicheur aux vins blancs et rosés du Roussillon
- Un besoin accru en eau, dans un contexte où les précipitations moins efficaces obligent à prévoir des systèmes d'irrigation.

L'augmentation de la température et l'ensoleillement trop fort altèrent l'équilibre des saveurs du vin. Or les vignerons ont une faible capacité d'adaptation et sans une solution pérenne, tant la qualité que la quantité produite par les vignobles français sont menacées.

> UNE PREMIÈRE MONDIALE, LE DOMAINE DE NIDOLÈRES ÉQUIPÉ DU DISPOSITIF AGRIVOLTAÏQUE DYNAMIQUE

LE DOMAINE DE NIDOLÈRES

Situé dans les Pyrénées-Orientales, le domaine de Nidolères est une exploitation viticole familiale depuis huit générations dont le vignoble s'étend sur 32 ha. Le domaine est situé sur les terrasses argilo caillouteuses et sablonneuses des Aspres, face aux Albères, contreforts des Pyrénées; il surplombe la rivière le Tech.



CÉPAGES DES VIGNES SOUS DISPOSITIF PHOTOVOLTAÏOUE ET SUR ZONE TÉMOIN

Le vignoble est uniquement planté de cépages méditerranéens. Les vins rouges, caractérisés par un arôme épicé et réglissé, sont des vins chaleureux qui représentent un climat, un terroir et une pratique ancestrale.

La famille Escudié utilise un mode d'agriculture raisonnée c'est-à-dire une réduction de l'utilisation des pesticides.

LA RÉGION DES ASPRES

La région des Aspres est une petite région des Pyrénées-Orientales, dont le nom signifie « terres arides »

Région fortement viticole, bénéficiant depuis 2017 d'une AOP dédiée, elle produit d'excelents vins avec cependant un rendement faible : <40hl/ha. Touché de plein fouet par les changements climatiques et des sécheresses de plus en plus sévères, son vignoble est directement menacé, au point de connaître une déprise parmi la plus élevée de la région.

Le dispositif agrivoltaïque, qui apporte un ombrage nécessaire à la plante et réduit le besoin hydrique de 20% environ est une solution particulièrement adaptée. En l'espèce, il permet de reconquérir une ancienne parcelle viticole de 7,5 ha, arrachée en 1992, qui n'avait pas pu être replantée faute de solution satisfaisante.

C'est ainsi que sur 4,5 ha, des panneaux photovoltaïques ont été installés à 4,5m du sol. Une zone témoin de 3ha, accolée au dispositif, permet de comparer l'épanouissement des plants de vigne.

Le système installé est issu des développements du programme Sun'Agri 2 mis en œuvre par Sun'R et différents partenaires entre 2014 et 2017. La seconde génération de systèmes permettra une rotation de +/- 90° et donc un effacement total ce qui n'est pas le cas sur ce premier système.

LE DOMAINE ET LE DÉMONSTRATEUR : LA SYNERGIE ENTRE AGRICULTURE, ÉNERGIE RENOUVELABLE

- La structure agrivoltaïque est adaptée aux pratiques agricoles du domaine,
- Le pilotage des panneaux photovoltaïques se fait en fonction des besoins des cépages,
- La structure agrivoltaïque permet de supporterle système d'irrigation (goutte à goutte aérien),
- L'ancrage des pieux de la structure n'a aucun impact sur l'environnement,
- La densité de plantation du vignoble est inchangée par rapport à un vignoble classique,
- Un suivi agronomique est effectué par la chambre d'agriculture des Pyrénées-Orientales jusqu'en 2022.

LES OBJECTIFS DE L'AGRIVOLTAÏSME POUR LE DOMAINE DE NIDOLÈRES :

- Redynamiser le vignoble du domaine et notamment reconquérir cette parcelle de 7,5 ha arrachée en 1992,
- Produire des vins blancs et rouges plus acides et plus équilibrés, se rapprochant de ceux qui étaient historiquement produits sur l'exploitation,
- Doubler la valeur du vin produit sous dispositif agrivoltaïque, du fait d'une meilleure qualité et d'un taux d'alcool maîtrisé.
- Pérenniser son exploitation en restaurant sa rentabilité et en la rendant résiliente face aux changements climatiques, afin de la transmettre à la prochaine génération des Escudié.

LE DÉMONSTRATEUR AGRIVOL-TAÏQUE DU DOMAINE DE NIDOLÈRES EN QUELQUES CHIFFRES

- 4,5 ha sous panneaux photovoltaïques
- 3 ha de zone témoin
- Diantations 2019
- 3 cépages : Grenache blanc, Chardonnay et Marselan.
- 17 310 plants de vigne sous dispositif agrivoltaïque
- 28 600 plants de vigne
- Distance inter-pied : 1m
- Distance inter-rang : 2.25m
- Densité de la plantation : 4 444 pieds/h
- 7 843 panneaux photovoltaïques pour une puissance de 2.2 MWc, qui produit l'énergie suffisante pour la consommation de plus de 650 foyers.

LES PARTENAIRES FINANCEURS —









LES PRINCIPAUX INTERVENANTS DU PROJET

Photowatt

Les panneaux



La construction de la centrale agrivoltaïque et la maintenance pendant 5 ans



Les onduleurs



Le système mécaniqu



Le suivi agronomiqu pendant 5 ans

L'INAUGURATION DE

TRESSERRE

Le 8 novembre 2018, la première centrale agrivoltaïque au monde a été inaugurée à Tresserre.





De gauche à droite : Mme Carole Del Poso, sénatrice suppléante, Mme Agnès Langevine, vice-présidente de la région Occitanie, M. Raphaël Escudié, viticulteur du Domaine de Nidolères, M. Pierre Escudié, viticulteur du Domaine de Nidolères, M. Jean Amouroux, maire de Tresserre, M. Antoine Nogier, Président de Sun R, M. Sébastien Cazenove, député des Pyrénées-Orientales, M. Michel Guallar, Président de la Champhe d'Agriculture des Pyrénées-Orientales

M. Antoine Nogier.

"La 1ère centrale vitivoltaïque inaugurée: [...] le système permet de répondre aux besoins physiologiques des plants de manière optimale grâce à un logiciel réalisé d'après des recherches sur le bénéfice de l'ombrage pour les plants et des capteurs mesurant l'ensoleillement ou l'hydrométrie du sol. [...]"

LEFIGARO.FR

le 9 novembre 2018

"Photovoltaïsme ou photosynthèse: ne plus choisir: [...] L'énergéticien français Sun'R met en service à Tresserre (66) la première centrale agrivoltaïque dynamique surplombant 4,5 ha de vigne. [...] conduire (la vigne et les panneaux orientables) et produire (du raisin et de l'électricité). Ne plus choisir. Telles sont les vertus de l'agrivoltaïsme [...]. "Le photovoltaïsme est un des piliers de la transition énergétique mais les défis démographique et alimentaire nous interdisent de sacrifier des terres agricoles", explique Antoine Nogier.

PLEINCHAMPS.COM

article de Raphaël Lecocq le 10 novembre 2018 "Une première centrale "vitivoltaïque" inaugurée dans les Pyrénées-Orientales: Il s'agit du 'premier démonstrateur agrivoltaïque au monde, avec des panneaux pilotés à distance' qui répondent aux besoins de la plante, a expliqué Antoine Nogier, qui gère le projet. [...] Les jeunes plants des différents cépages- grenache blanc, chardonnay ou marselan rouge – ne sont pas pour autant cachés du soleil, car les panneaux peuvent s'effacer en pivotant afin d'offrir la lumière nécessaire à la vigne. [...]"

CONNAISSANCEDESENERGIES.ORG

le 9 novembre 2018

"La première centrale agri-voltaïque sous vigne voit le jour en Roussillon: Couvrir les vignes d'ombrières photovoltaïques, l'idée n'est pas si incongrue, mais bien plus complexe à mettre en œuvre quand c'est la plante qui décide de l'orientation des panneaux, modulables en fonction de la course du soleil!

Il aura fallu dix ans de recherche agronomique dans le cadre d'un partenariat avec l'INRA et des investissements colossaux [...] pour que naisse [...] la première centrale agri-voltaïque sur vigne au monde [...]. [....] 'Nous allons évaluer le comportement agronomique des vignes sous panneaux en les comparant aux vignes témoins afin de mesurer l'impact sur le stress hydrique, le développement des pousses, les composantes de rendements comme la surface foliaire ou le poids des bois de taille', détaille Julien Thiery, responsable de la station expérimentale vitivinicole de Tresserre."

LARVF.COM, LA REVUE DES VINS DE FRANCE,

le 9 novembre 2018





7 rue de Clichy – 75009 PARIS

AGENCE SUD-EST

41 quai de Fulchiron – 69005 Lyon

CONTACT EMAIL: contact@sunagri.fr **TEL:** 01 53 81 03 15





CONTACT PRESSE

Anne-Laure GORGE anne-laure.gorge@sunr.fr



À PROPOS DE SUN'R

Fondé en 2007, le groupe SUN'R est un acteur historique de la filière photovoltaïque en France, dédié à l'accélération de la transition énergétique. Ses équipes œuvrent au quotidien pour contribuer à l'émergence d'innovations qui résolvent des problèmes sans en créer de nouveaux.

En 2008, Sun'R a lancé le programme de recherche Sun'Agri, programme fondateur de l'agrivoltaïsme, en partenariat avec la recherche agronomique française.



www.agrivoltaisme.fr