

L'agrivoltaïsme... une solution toute trouvée ?

Par NIKIEMA Pingdwende Madina Emeline, diplômée en Master en production intégrée et préservation des ressources naturelles en milieu urbain et péri-urbain de l'Université de Liège



Photo d'illustration : Parcelle agroforestière de WASABI, sur le site de la faculté de Gembloux AgroBio-Tech (Université de Liège, Belgique), avec installation de panneaux photovoltaïques bifaciaux et légumes (laitues, haricots, courgettes)
Crédit photo : Arthur libault

L'agrivoltaïsme est ce nouveau concept qui semble être la solution toute trouvée pour atteindre les objectifs des états en termes de transition énergétique.

En effet, l'objectif des états, notamment ceux de l'UE, est d'augmenter la part des énergies renouvelables à 45 % d'ici 2030 qui était à 21.8% en 2021 (commission européenne, s.d), afin de contribuer à réduire les émissions nettes de gaz à effet de serre d'au moins 55 % d'ici 2030. Pour pouvoir y parvenir, il est important d'accélérer la transition vers les énergies propres et réduire la consommation des énergies fossiles.

Qu'est-ce que l'Agrivoltaïsme ?

Ce sont deux scientifiques, Goetzberger et Zastrow, qui ont théorisé le concept de l'Agrivoltaïsme en 1982 en proposant de mettre en valeur l'espace entre les rangées de panneaux photovoltaïques (PV) pour les cultures. Cependant, ce ne sera que trois décennies plus tard (en 2011) que le chercheur Dupraz utilisera le terme « Agrivoltaïsme » pour la première fois dans une publication scientifique¹. Et depuis lors, cette pratique est mise en place dans divers projets à travers le monde. Il se décline aussi sous d'autres appellations comme « Solar sharing » (Japon), « agrophotovoltaïque » (Allemagne) ou « Photovoltaïque Agriculture » (Chine) ou encore « Dual use » (Vietnam) (Brohm & Nguyen, 2018). Mais à quoi renvoie exactement ce concept ? Dupraz a défini l'agrivoltaïsme comme étant la combinaison d'une production agricole et énergétique sur une même surface terrestre. D'autres définitions plus détaillées et parfois différentes d'un pays à l'autre ont été produites. Toutefois, l'objectif reste le même : la production énergétique ne doit en aucun cas léser la production agricole qui reste l'activité principale.

En France, la loi sur le code de l'énergie² stipule 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 en lui apportant un des services ci-dessous, et ce sans induire, ni dégradation importante de la production agricole (qualitative et quantitative), ni diminution des revenus issus de la production agricole :

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

¹ (Dupraz et al., 2011)

² Code de l'énergie article L314-36 (Légifrance, 2023.)

Cette définition de l'agrivoltaïsme démontre qu'il apporte une solution pour accélérer la transition vers les énergies propres, et ce, en agissant à plusieurs échelles.

Les différents systèmes agrivoltaïques

Il faut savoir que les installations agrivoltaïques (AV) sont différentes selon le type de cultures et l'objectif recherché. Il y en a trois principales :

1. Les **centrales au sol**, utilisant l'espace entre les rangées de PV pour les cultures ou les animaux. Les panneaux peuvent être monofaciaux (une face) ou bifaciaux (panneaux qui captent les rayons solaires sur les deux faces). L'avantage de cette deuxième catégorie de panneaux est qu'ils sont plus performants en termes de production d'énergie.



Centrale au sol avec panneaux bifaciaux sur cultures de plantes³

2. Le deuxième type consiste en des **serres agricoles équipées avec des modules PV** sur leur structure, permettant une production aussi bien énergétique qu'alimentaire durant toute l'année (Scognamiglio et al., 2014).



Ensemble de serre photovoltaïque en Sardaigne, Italie Tagliaferri, s. d)

³ <https://www.nrel.gov/solar/market-research-analysis/agri-voltaics.html>

3. Et le troisième consiste à un ensemble de **panneaux solaires relevés sur pilotis** au-dessus des cultures permettant la réduction de l'ensoleillement sur la culture. Pour ce système, les ombrières solaires peuvent être fixes ou mobiles.



Projet expérimental de panneaux solaires à modules de feuilles transparentes et des cellules classiques de silicium au-dessus d'un verger de poiriers à Bierbeek, Belgique⁴

Agrivoltaïsme, un concept qui soulève de la réticence

L'agrivoltaïsme semble être une solution toute trouvée parce que ce système répond à un double défi que sont la demande énergétique mondiale croissante et les besoins alimentaires en augmentation face à l'indisponibilité de nouvelles terres. En effet, actuellement environ 8 milliards d'habitant·es dans le monde, d'ici 2050 nous serons environ 10 milliards. Ce qui va engendrer une augmentation des besoins aussi bien alimentaires qu'énergétiques des populations. Il faut aussi souligner que le secteur de l'énergie est responsable d'environ 75% des émissions mondiales de gaz à effets de serre (GES), suivi de l'agriculture (13%) (Climate Watch, 2020.). Et nous savons que pour combattre le changement climatique, il est impératif de réduire les émissions de GES. Il faut alors trouver des solutions qui permettent de produire de l'énergie plus propre et verte, et de rendre l'agriculture également plus durable. L'insuffisance de terres pour répondre aux besoins du secteur agricole et de l'énergie explique pourquoi ces deux secteurs doivent être convergents afin d'optimiser les ressources disponibles.

Cependant, certain·es sont réticent·es et s'opposent à cette solution dite « parfaite » pour plusieurs raisons.

Une des raisons principales est l'absence de réglementation et de définition claire de l'agrivoltaïsme dans certains états pour encadrer le

⁴ <https://www.vrt.be/vrtnws/fr/2020/10/27/a-bierbeek-l-agri-voltaique-permet-de-recolter-des-poires-et-de/>

développement de la filière. De plus les potentialités de ce système sont encore peu/mal connues du public et des principaux concerné·es que sont les agriculteurs et agricultrices. L'artificialisation des terres une fois les PV installées et la dégradation du paysage sont également des craintes soulevées par les agriculteurs et agricultrices parce que cela porterait atteinte à la vocation nourricière de la terre et nuirait à la biodiversité.

Les opposant·es à l'agrivoltaïsme estiment qu'il y a assez de friches industrielles et d'anciennes terres polluées disponibles pour y implanter les panneaux solaires. Cela est exact cependant dans la pratique ce n'est pas aussi simple. Les sites industriels sont parfois peu accessibles, nécessitent une dépollution et sont réputés être complexes administrativement et techniquement (Kirsch et Jan, 2023). Certains terrains souvent sujets à des risques d'explosion (Haveaux et Fripiat, 2021) du fait de l'enfouissement sous terre de déchets et de la présence de gaz. Alors, de ce fait, les surfaces agricoles demeurent les plus accessibles et les moins contraignantes techniquement.

Au vu de cette réticence manifeste de certains paysan·nes, je pense qu'il importe d'informer plus sur le sujet, de discuter avec eux de l'après exploitation, d'éclaircir les responsabilités quant à l'évacuation des PV à leur la fin de vie. Pour ce qui est du paysage, l'avancée technologique donne l'opportunité aujourd'hui d'utiliser des PV de couleur verte. Aussi, les modèles de PV bifaciaux positionnés à la verticale permettent de réduire l'impact visuel et l'emprise sur le sol des PV.

Il serait intéressant que les recherches, les avancées et toutes les informations relatives aux systèmes AV soient vulgarisées pour permettre aux gens de mieux connaître, comprendre pourquoi ce type de système pourrait être une solution durable qui contribuerait à atteindre les objectifs climatiques et réduire la tendance du changement climatique

Que dit la recherche sur les systèmes agrivoltaïques ?

Une étude (Dupraz, 2023) sur l'impact de l'ombre des panneaux sur la productivité des cultures a montré que pour maintenir un rendement agricole supérieur à 80% le taux de couverture au sol par les panneaux doit être inférieur à 25%. Pourtant le changement climatique auquel nous assistons pourrait changer les choses, ce taux de couverture pourrait augmenter tout en maintenant un rendement des cultures élevé permettant ainsi une production énergétique plus élevée également.

Les cultures tolérantes à l'ombre (laitues, radis, poivrons, navets, épinards, haricots, framboisiers etc..) permettent de minimiser les pertes de rendement des cultures et ainsi de maintenir

la stabilité des prix des cultures. Il est vrai que la lumière est un facteur limitant au développement des plantes, ce qui explique que les espèces d'ombres soient les plus utilisées avec les systèmes AV. Cependant des études récentes (Sekiyama & Nagashima, 2019) ont montré que les cultures intolérantes à l'ombre donnent également de bons résultats sous les systèmes AV montés en pilotis.

Il faut savoir que les plantes n'ont besoin que d'une petite fraction de la lumière solaire incidente pour leur photosynthèse⁵. On atteint alors un point où la lumière n'est plus un facteur limitant, appelé « point de saturation ». Comme pour une éponge qui devient saturée d'eau, après le point de saturation, l'augmentation de la lumière ne stimule plus la photosynthèse. Il semble alors que les systèmes agrivoltaïques puissent être applicables à un plus large éventail de cultures.

Certaines expériences ont montré que l'utilisation de panneaux photovoltaïques améliore la disponibilité en eau (Elamri et al., 2018), joue un rôle dans la protection des cultures et servent d'abris aux animaux contre les événements climatiques extrêmes (la grêle, le gel, les fortes chaleurs) (Barron-Gafford et al., 2019).

Une étude sur le potentiel des systèmes agrivoltaïques (Dinesh et Pearce, 2016) a montré que la valeur économique des fermes déployant ce type de système est de 30% plus élevée que celle des fermes conventionnelles.

Une filière qu'il faut continuer à encadrer juridiquement

L'énergie photovoltaïque apporte un revenu supplémentaire entraînant une augmentation de la valeur des terres qui pourrait impacter le bien-être et la sécurité des agriculteurs-trices. En effet, face à une source de revenu qui serait probablement plus importante que le revenu agricole, il est très tentant pour un propriétaire foncier de décider de ne plus louer ses terres à l'agriculteur-trice. Il faut savoir que le propriétaire foncier dans la plupart des cas n'est pas celui qui exploite les terres, c'est-à-dire l'agriculteur-trice. De ce fait, avec la valeur ajoutée de la production d'énergie solaire, il pourrait décider de louer ses terres directement aux promoteurs énergétiques. Nous pourrions assister alors à un risque de spéculation sur les terres, ce qui menacerait à long terme l'implantation de jeunes agriculteurs-trices. Il est alors crucial pour les états de définir clairement l'agrivoltaïsme dans leur politique, que les loyers et le prix du foncier soient réglementés. En outre, que les terres agricoles qui accueillent des systèmes AV restent éligibles aux subventions agricoles dans le cadre de la politique

⁵ La photosynthèse est le processus par lequel les plantes vertes élaborent leur propre nourriture en transformant l'énergie lumineuse en énergie chimique sous la forme de sucres.

agricole commune (PAC) (Chatzipanagi et al., 2023).

Dans la volonté de promouvoir l'agrivoltaïsme et réduire la crainte des citoyen-nes, des états comme l'Allemagne (Deutsches Institut für Normung (DIN), 2021), le Japon (Tajima & Iida, 2021), l'Italie (Giugno, 2022.) et tout dernièrement nos voisins français (Légifrance, 2023) ont intégré dans leur politique des définitions plus détaillées et concrètes de ce concept. La France à l'instar du Japon et l'Allemagne n'autorisent les systèmes AV sur les terres cultivées seulement si la productivité des cultures est maintenue ou légèrement réduite. Pour aller plus loin, la France a intégré dans sa proposition de loi « l'objectif de s'assurer de l'absence d'effets négatifs sur le foncier et les prix agricoles, et exige un rapport sur les impacts du développement de l'agrivoltaïsme sur le prix du foncier agricole et la productivité des exploitations agricoles au bout de trois ans d'application ».

Au cours de mes recherches pour savoir ce qu'il en était en Belgique, j'ai constaté qu'il n'y a pas encore de cadre normatif ou de loi encadrant l'agrivoltaïsme. Il serait alors intéressant de mettre au tour de la table différents acteurs tel que politiciens, énergéticiens, scientifiques et agriculteurs afin de réfléchir sur la mise en place de réglementation qui encadrerait de façon stricte l'agrivoltaïsme. Je pense que cela permettrait de diminuer la réticence des agriculteurs et de s'assurer de ne pas prendre des décisions à l'encontre du bien-être des citoyens et citoyennes à commencer par les plus concerné-es.

Poursuivre la recherche

S'il est vrai que des efforts sont faits pour donner un cadre indispensable au développement de l'agrivoltaïsme, il est aussi nécessaire de rappeler que des défis techniques pour maximiser la production énergétique tout en maintenant un niveau significatif du rendement des cultures en protégeant la biodiversité sont encore à relever afin de garantir des solutions durables. Pour cela, les institutions académiques, sont appelées à poursuivre la recherche. Comme déjà évoqué, il serait aussi important d'intégrer le savoir des agriculteurs et agricultrices pour une co-construction du savoir et profiter de leur expérience afin d'évaluer le potentiel de l'agrivoltaïsme pour différentes cultures et zones géographiques à travers le monde.

À ce jour, des projets et des sites d'expérimentation agrivoltaïques sont retrouvés à travers le monde : France, Etats unis, Allemagne, Italie, Japon, Chine, Vietnam, Inde et bien d'autres. En Afrique, si pour le moment il n'y a pas encore de projet concrètement établi, des réflexions sont toutefois menées sur les possibilités d'implantation des systèmes AV, comme c'est le cas par exemple au Bénin et en Ethiopie⁶.

⁶ (Randle-Boggis et al., 2021)

Qu'en est-il de la Belgique ?

Sous nos latitudes, il semble que les projets d'agrivoltaïsme s'implanteront plus sur les prairies où paissent moutons et bovins du fait que la filière du mouton est en ce moment en difficulté (Damman et François 2023). Cependant, des institutions telle que la faculté Agro bio-tech de Gembloux ou encore la Ku Leuven réalisent des expérimentations à petites échelles avec la technologie bifacial où les panneaux solaires sont associés avec des cultures notamment maraichères et fruitières. Si pour l'instant, la Belgique est encore au stade d'étude et de mise en place de prototype, il faut souligner tout de même qu'un premier grand projet agrivoltaïque a vu le jour à Wierde (commune namuroise) sur une superficie d'environ 14 hectares, et a commencé à injecter de l'électricité depuis cet été (Limbourg, 2023).



Parcelle agroforestière de WASABI avec installation de panneaux photovoltaïques bifaciaux et légumes (laitues, haricots, courgettes). Crédit photo : Arthur libault



Système bifacial vertical et tracker à axe unique sur le site de Grimbergen

Cependant, comme évoqué plus haut, cette absence de réglementation, de loi n'incite pas beaucoup d'agriculteurs à se lancer dans l'agrivoltaïsme comme activité professionnelle.

L'agrivoltaïsme, ce n'est pas uniquement au nord

Les pays du sud notamment chaud sont également enclins au changement climatique. De ce fait l'agrivoltaïsme est un concept qui pourrait être également être intéressant pour ces pays. Comme je l'ai souligné plus haut, je n'ai pas trouvé dans mes recherches, une littérature scientifique sur des expérimentations particulièrement en Afrique. Cependant des pays émergents comme la Chine, l'Inde et la Malaisie s'y intéressent et développent des projets pilotes à travers leur pays. En Inde par exemple, les premiers résultats montrent une augmentation du rendement de plantes médicinales et de légumes, tandis que des cultures comme le mil ne présentent pas de réduction importante du rendement.

Toutefois, comme pour certains pays du nord, l'absence de définition de l'agrivoltaïsme est aussi un défi majeur pour son encadrement. De plus, le manque de technologies ne permet pas des études plus approfondies sur une plus grande diversité de culture afin d'amener l'agrivoltaïsme à un niveau supérieur en se basant sur des données de qualités. Je pense qu'il est important de collaborer avec les pays du nord, qui sont déjà plus avancés dans la pratique de l'agrivoltaïsme, de promouvoir le transfert de connaissances afin de lever le voile sur les systèmes AV.

Une note d'optimisme pour conclure

Il est crucial de maintenir la vocation initiale des surfaces agricoles qui est de produire des aliments. Pour se faire, il faut continuer à inciter à l'installation, tout en structurant de manière continue la filière à travers des politiques concrètes et en mettant autour de la table une diversité d'acteurs notamment les ingénieurs, les promoteurs énergétiques, les agriculteurs·trices et les citoyen·nes pour continuer à réfléchir à la recherche et le développement de travaux sur les systèmes agrivoltaïques afin d'en sortir des solutions pour une transition énergétique réussie et durable.

L'agrivoltaïsme peut se révéler être un vrai atout pour contribuer, et pour la sécurité alimentaire du monde, et pour une autonomie énergétique des états.

Bibliographie

Alemu, M., & Abebe, D. A. (s. d.). AgriVoltaics for Ethiopia and Sub-Saharan Africa: Untapped potential at Water-Food-Energy nexus.

Barron-Gafford, G., Pavao-Zuckerman, M., Minor, R., Sutter, L., Barnett-Moreno, I., Blackett, D., Thompson, M., Dimond, K., Gerlak, A., Nabhan, G., & Macknick, J. (2019). Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands. *Nature Sustainability*, 2. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0364-5>

Chatzipanagi, A., Taylor, N., Jaeger-Waldau, A & Gemeinsame Forschungsstelle (Europäische Kommission), (2023). Overview of the potential and challenges for agri-photovoltaics in the European Union. Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union.

Deutsches Institut für Normung. (Mai 2021). Agri-Photovoltaik-Anlagen Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung.

Dinesh, H., & Pearce, J. (2016). The Potential of Agrivoltaic Systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 299-308. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.024>

Dupraz, C. (2023). Assessment of the ground coverage ratio of agrivoltaic systems as a proxy for potential crop productivity. *Agroforestry Systems*. <https://doi.org/10.1007/s10457-023-00906-3>

Dupraz, C., Marrou, H., Talbot, G., Dufour, L., Nogier, A., et Ferard, Y. (2011). Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimizing land use: Towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy*, 36(10), 2725-2732. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.03.005>

Giugno. 2022. I Pubblicate le Linee Guida | Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.

Kirsch, A., et Jan., Lore-Elene. (2023). Définir l'agrivoltaïsme, un enjeu crucial pour la protection de l'activité agricole.

Randle-Boggis, R., Lara, E., Onyango, J., Temu, E., & Hartley, S. (2021). Agrivoltaics in East Africa: Opportunities and challenges. 2361, 090001. <https://doi.org/10.1063/5.0055470>

Sekiyama, T., & Nagashima, A. (2019). Solar Sharing for Both Food and Clean Energy Production: Performance of Agrivoltaic Systems for Corn, A Typical Shade-Intolerant Crop. *Environments*, 6(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/environments6060065>

Scognamiglio, A., Garde, F., Ratsimba, T., Monnier, A., & Scotto, E. (2014). *Photovoltaic greenhouses: a feasible solutions for islands?*

Tajima, M., & Iida, T. (2021). Evolution of agrivoltaic farms in Japan. 030002. <https://doi.org/10.1063/5.0054674>

Webographie

Climate Watch. (2020) Historical GHG Emissions. Consulté 20 décembre 2023, à l'adresse <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=sector&chartType=percentage>

Commission européenne. (s.d.) Objectifs en matière d'énergies renouvelables—. Consulté 19 décembre 2023, à l'adresse https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en

Damman, S., et François, S. (juin, 2023). Connaissez-vous l'agrivoltaïsme ? Ce nouveau concept vient d'être inauguré en Wallonie et c'est peut-être LA solution pour le futur. RTL Info. Consulté le 26 novembre à l'adresse <http://www.rtl.be/actu/belgique/societe/connaissez-vous-lagrivoltaisme-ce-nouveau-concept-vient-detre-inaugure-en/2023-06-09/article/554959>

Haveaux, C., et Fripiat, J. (septembre 2021). Ether Energy ou comment développer l'agrivoltaïsme en Wallonie. *Renouvelle*. Consulté le 24 novembre 2023 à l'adresse <https://www.renouvelle.be/fr/ether-energy-ou-comment-developper-lagrivoltaisme-en-wallonie/>

Légifrance. (2023). Article L314-36—Code de l'énergie—. Consulté 19 décembre 2023, à l'adresse https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000047298015/2023-03-16

Limbourg, P. (juin, 2023). Namur : Le premier projet agrivoltaïque de Belgique produira avant la fin de l'été. *Renouvelle*. Consulté le 26 novembre à l'adresse <https://www.renouvelle.be/fr/namur-le-premier-projet-agrivoltaique-de-belgique-produira-avant-la-fin-de-lete/>