



# AGRIVOLTAÏSME AU LUXEMBOURG

## RECOMMANDATIONS ET REVENDICATIONS RELATIVES AUX PROJETS PHOTOVOLTAÏQUES SUR TERRES À POTENTIEL AGRICOLE

### RECOMMANDATIONS ET REVENDICATIONS DU SECTEUR AGRICOLE

#### Résumé

1. En concurrence immédiate avec la production agricole et alimentaire, l'agrivoltaïsme doit rester la toute dernière option dans le cadre de la stratégie de développement de l'énergie renouvelables. Avec environ 12 % de la surface du pays déjà artificialisée, il existe un large potentiel de terrains disponibles (infrastructures, zones industrielles) sur lequel le développement de l'énergie photovoltaïque doit être exploité prioritairement.
2. La Chambre d'Agriculture soutient les projets agrivoltaïques qui présentent des synergies (gagnant-gagnant) entre production agricole et production énergétique. Au moins une des conditions suivantes doit être remplie :
  - a) améliorer le potentiel agronomique des cultures,
  - b) constituer, pour l'agriculteur, un levier de lutte contre les effets du changement climatique,
  - c) aider à faire face aux aléas du type stress hydrique, stress thermique, grêle, précipitations violentes,
  - d) contribuer à améliorer le bien-être animal.
3. A moins de présenter une plus-value agronomique évidente sur les meilleurs sols, la Chambre considère que ces projets agrivoltaïques doivent prioritairement être implantés sur des sites avec un potentiel agronomique faible ou dans des zones de protection environnementales afin de minimiser l'impact négatif sur la production.
4. L'approche du secteur repose sur la logique suivante relative à la valeur ajoutée du projet photovoltaïque en terme agricole :
  - Cas de figure 1 : Si le projet réduit la productivité agricole, occupation des surfaces agricoles en dernier recours uniquement.
    - Règle n°1 : Bannissement des installations photovoltaïques au sol (en zone verte).
    - Règle n°2 : 1<sup>e</sup> Priorité aux infrastructures et terrains artificialisés.
    - Règle n°3 : 2<sup>e</sup> Priorité aux terrains sans potentiel de production agricole, y compris zones de protection.
    - Règle n°4 : Option ultime : classes de productivité agronomique faible avec potentiel voltaïque élevé.
    - Règle n°5 : Distanciation des exploitations agricoles.
  - Cas de figure 2 : Si le projet améliore ou, tout au moins, maintient la productivité agricole, utilisation de surfaces agricoles mais de manière conditionnelle.
    - Règle n°6 : Bénéfice avéré pour l'activité agricole.
    - Règle n°7 : Eligibilité réservée aux propriétaires agriculteurs actifs.
    - Règle n°8 : Réversibilité de l'installation.
5. Compte tenu de l'évolution rapide des technologies photovoltaïques et du caractère encore très mal étudié du volet agrivoltaïque, la Chambre d'Agriculture adaptera les positions et orientations de cette note à la lumière des nouvelles technologies disponibles et leçons apprises en la matière.

## 1. INTRODUCTION ET CADRAGE

Dans le contexte global de lutte contre le réchauffement climatique, les énergies décarbonées ou renouvelables sont promues pour prendre le relais des énergies fossiles. Comme bon nombre de pays signataires de l'Accord de Paris sur le climat, le Luxembourg accorde de plus en plus d'importance aux énergies renouvelables. En témoigne son objectif ambitieux de porter la part d'énergie provenant de sources renouvelables à 25% à l'horizon 2030 (contre 11,7% en 2020) dont la plus forte croissance est attendue dans le secteur de l'électricité.

Si l'éolien et la biomasse sont aussi préconisés, le scénario cible prévoit le développement du solaire photovoltaïque comme une des solutions à privilégier dans le Plan national intégré en matière d'énergie et de climat (PNEC). À noter qu'en 2016, environ 100 GWh d'électricité étaient produits par des installations photovoltaïques, ce qui correspond à un peu moins de 1% de la consommation d'électricité totale du Grand-Duché. En 2021, ce chiffre a atteint environ 180 GWh ce qui représente 15% de la production électrique à partir de sources d'énergie renouvelables. En ce qui concerne la puissance électrique des installations photovoltaïques par habitant, le Luxembourg se classe aujourd'hui à la quatrième place à l'échelle européenne. Le tableau suivant illustre la part majeure, que le photovoltaïque envisage de prendre à horizon 2040 : une augmentation correspondant à plus de sept fois la production en place en 2020, soit 45,4% de l'énergie totale issues de toutes les énergies renouvelables.

Tableau 1 : Énergie produite à partir de sources renouvelables (EnR) à l'aide de technologies au Luxembourg d'ici 2040 selon le scénario cible avec un seuil de 25% (en 2030) (Source : PNEC du Luxembourg - période 2021-2030)

		2017	2020	2025	2030	2035	2040
<b>Part Photovoltaïque dans En. Ren., sect. électricité</b>	<b>%</b>	<b>8,1</b>	<b>11,9</b>	<b>23,5</b>	<b>33,6</b>	<b>38,8</b>	<b>45,4</b>
<b>Production d'énergie - Electricité</b>							
Photovoltaïque	GWh	108	197	786	1.112	1.257	1.442
Energie éolienne	GWh	185	211	382	674	956	1.166
Biomasse**	GWh	101	192	228	271	268	338
Energie hydraulique	GWh	104	93	97	100	104	107
Biogaz*	GWh	72	56	70	93	96	97
<b>Electricité totale issue des Energies Renouvelables</b>	<b>GWh</b>	<b>570</b>	<b>748</b>	<b>1.563</b>	<b>2.251</b>	<b>2.680</b>	<b>3.150</b>
* systèmes centralisés (injection dans un réseau de chauffage)							
** systèmes décentralisés (pas d'injection dans un réseau de chauffage, tous les secteurs)							

Si, jusqu'à présent, les appels à projets luxembourgeois dédiés au photovoltaïsme concernaient les bâtiments, les bassins ou les terrains déjà artificialisés (friches industrielles, parkings, « délaissés » autoroutiers, anciennes décharges...), le cinquième appel d'offres dédié au photovoltaïque lancé en 2022 par le Ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du Territoire vise spécifiquement les terres agricoles. Le recours à des terrains agricoles « libres » est d'ailleurs clairement mentionné dans le PNEC.

## 2. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

L'ouverture de terrains agricoles à des activités de production non alimentaires fait peser une menace certaine sur le secteur agricole, tant en termes de réduction de terrains disponibles pour les activités de production de produits alimentaires de base qu'en termes de pression et spéculation foncière et donc de tarification des baux ruraux et, par voie de conséquence, de rentabilité et compétitivité de l'agriculture luxembourgeoise. Il est, dans ce cadre, impérieux de limiter les conflits d'usage de la terre agricole et de protéger celle-ci en vue d'une utilisation prioritairement orientée vers la production agroalimentaire.

D'un autre côté, certaines technologies voltaïques peuvent offrir des solutions avantageuses en termes de protection des cultures et élevages contre les conditions climatiques extrêmes, que ce soit en lien avec l'ensoleillement excessif, les pluies violentes, la grêle, le gel ou le vent. Le tableau en Annexe 2 présente une analyse assez complète des forces, faiblesses, opportunités et menaces de l'agrivoltaïsme.

Il existe une panoplie de solutions technologiques sur le marché, telles qu'illustrées pour partie dans l'Annexe 1. Cela va des panneaux fixes disposés à même le sol, à la quasi-horizontale voire à la verticale, à ceux situés à une hauteur permettant le passage de gros engins agricoles. Ces technologies se distinguent toutes par leur coût, leurs conditions de rentabilité mais aussi leur intégration en lien avec des objectifs de production agricole. Si les considérations strictement énergétiques de ces différentes technologies sont connues de longue date, leur impact positif ou/et négatif sur les exploitations culturales (en termes de rendement des cultures ou de complexification des travaux agricoles) font encore l'objet de nombreuses études et essais.

Au vu de ces considérations, la Chambre d'Agriculture souhaite un encadrement strict du développement du photovoltaïque en zone verte. Elle reprend ainsi la définition de l'Institut Allemand de Normalisation (DIN) qui stipule que l'agrivoltaïsme se définit (notamment) selon le principe suivant<sup>1</sup> : « *utilisation combinée d'une même surface de terre pour la production agricole en tant qu'utilisation primaire et pour la production d'électricité au moyen d'un système photovoltaïque en tant qu'utilisation secondaire* ». Dans ce contexte qui inscrit clairement la production d'électricité comme activité secondaire, la Chambre d'Agriculture propose un certain nombre de recommandations et principes à respecter en matière d'installation de panneaux agrivoltaïques.

Ils ont pour but de :

- Déterminer des critères objectifs d'appréciation de l'implantation des panneaux photovoltaïques sur des espaces fonciers agricoles ;
- Mesurer les effets induits du développement des projets photovoltaïques sur des espaces agricoles ;
- Assurer le développement de la production d'énergie renouvelable de façon harmonieuse en prenant en compte les enjeux des territoires, en particulier ceux relevant de la préservation des espaces agricoles et de la production agricole ;
- Avoir une stratégie globale, garantir la transparence dans l'appréciation et le traitement réglementaire des projets et ainsi éviter le traitement des projets au cas par cas, sans réelle cohérence.

### **3. CONDITIONS APPLICABLES AUX PROJETS AGROPHOTOVOLTAÏQUES**

L'approche du secteur repose sur la logique suivante relative à la valeur ajoutée du projet photovoltaïque en terme agricole :

- Option 1 : En cas de réduction de la productivité agricole, occupation des terres agricoles en dernier recours → Principe 1.
- Option 2 : En cas d'amélioration ou, tout au moins, maintien de la productivité agricole, occupation de terres agricoles sous certaines conditions → Principe 2.

#### **PRINCIPE 1 : L'occupation des terres agricoles en dernier recours en cas de réduction de la productivité agricole**

- ✓ **Règle n°1 : Bannissement des installations recouvrant les sols (en zone verte).** Si les solutions compatibles avec le maintien de la productivité agricole ne soulèvent que peu de réticence de principe de la part du secteur (voir Principe 2), les solutions en zone verte entrant en concurrence directe avec la production agricole et/ou néfastes d'un point de vue environnemental, et ayant pour effet un taux de couverture et de non-utilisation importante du sol (voir Annexe 1.f) sont à bannir.

---

<sup>1</sup> Réf.: Deutsches Institut für Normung e.V. DIN SPEC 91434 (mai 2021) (ICS 27.160; 65.020.01)

- ✓ **Règle n°2 : Infrastructures et terrains artificialisés :** Le potentiel du photovoltaïsme doit prioritairement être épuisé au niveau des bâtiments et terrains artificialisés (toitures et façades, zones de stationnement, voiries, murs anti-bruit, autres infrastructures et zones imperméabilisées).
- ✓ **Règle n°3 : Terrains sans potentiel de production agricole.** En second lieu après les surfaces scellées, les projets de panneaux photovoltaïques doivent concerner en priorité les sites pollués, dégradés ou non productifs du point de vue agricole.  
Ceci comprend, en ultime choix parmi cette liste, avant le recours aux terrains agricoles, les **zones non exploitées soumises à des mesures de protection particulières** (réserves, biotopes) et pour autant que l'implantation de panneaux solaires n'aient pas d'impact significatif sur la biodiversité et autres considérations environnementales (p.ex. prairies maigres).
- ✓ **Règle n°4 : Classes de productivité agronomique faible et potentiel photovoltaïque élevé.** Dans la même logique, afin de limiter la pression sur les meilleurs sols, le recours éventuel et ultime à des sols agricoles, au détriment de l'exploitation agricole (c'est-à-dire sans valeur ajoutée productive), devra se faire de façon graduelle en tenant compte des classes de productivité : l'ouverture portera prioritairement sur les sols les moins productifs (au niveau national et, plus particulièrement, local), que le manque de productivité soit dû à la nature agronomique du sol ou à des restrictions d'usage (p.ex. zones de protection biodiversité / eaux / nature). Outre ce critère, les terrains choisis devront également bénéficier d'une exposition particulièrement favorable à la production photovoltaïque.
- ✓ **Règle n°5 : Distanciation des exploitations agricoles.** Les sols concernés ne pourront pas non plus se trouver dans un périmètre proche (inférieur à 400 mètres) des exploitations afin de garantir que celles-ci ne soient pas privées, aux fins de production agricole, des terrains les plus accessibles (car souvent les plus proches des réseaux électriques). Ce risque est particulièrement élevé compte tenu du fait que nombre de terrains proches des centres urbains (des zones à potentiel constructible) et donc des sièges des exploitations sont détenus par des acteurs non agricoles.

## **PRINCIPE 2 : Amélioration (voire maintien) du potentiel productif agricole**

- ✓ **Règle n°6 : Bénéfice pour l'activité agricole.** Seuls les projets présentant un bénéfice réel, donc quantifié et démontré, pour le maintien de la production agricole (végétale ou/et animale) peuvent faire l'objet d'une considération et autorisation d'installation sur sols à potentiel agricole (qu'ils aient été préalablement cultivés ou non). Conformément à la définition de l'agrivoltaïsme telle que retenue dans la présente note, la production d'énergie solaire sur terrains agricoles ne doit constituer qu'une source de revenu supplémentaire et non pas alternative / concurrente. L'utilisation antérieure des terres doit être maintenue. La réaffectation de l'usage de terrains agricoles pour répondre aux contraintes imposées par l'installation de panneaux voltaïques (p.ex. cultures annuelles ou permanentes transformées en prairies permanentes), et sans compensation inverse au niveau de l'exploitation, doit avoir pour effet d'exclure de tels projets de la définition de classification agrivoltaïque et de toute autorisation d'installation y relative.

Ainsi, pour apprécier l'absence d'effets durables sur les fonctions écologiques du sol, et la compatibilité avec l'exercice d'une activité agricole, le projet devra respecter les **critères** suivants :

- a) Effectivité de l'activité agricole :** Le projet doit permettre le maintien d'une activité agricole significative et effective au regard des activités introduites par le projet photovoltaïque. Le taux de couverture / densité d'ombrage ne devrait pouvoir excéder 50% de la surface du projet et la perte d'usage agricole (poteaux d'ancrage, installations électriques, chemins, espaces sous panneaux inférieurs à 2 mètres de hauteur) ne devrait pouvoir dépasser 10% de la surface agricole totale concernée par l'implantation du projet agrivoltaïque.

- b) Maintien voire ajout au potentiel productif :** Le projet doit également démontrer une synergie de fonctionnement entre la production agricole et la production d'énergie permettant, si ce n'est un gain en faveur de la production agricole (p.ex. en termes de protection contre les événements climatiques extrêmes ou dans le sens de l'analyse SWOT en Annexe 2), tout au moins un maintien des capacités productives à des niveaux sensiblement équivalents (>75%) à la situation sans installation. De tels dispositifs peuvent donc se concevoir aussi bien dans des systèmes à haute intensité de production que dans des zones de production extensive, le cas échéant soumises à des règles de protection des sols, de l'eau ou de biotopes. Si la valeur ajoutée de systèmes photovoltaïques issue de leurs effets protecteurs (Annexe 2) semble se confirmer pour les cultures horticoles voire viticoles, ce constat ne semble actuellement pas s'appliquer aux cultures arables et herbagères.
- c) Découplage de conditionnalités environnementales plus strictes :** Le recours à une production agrivoltaïque s'inscrit déjà dans une démarche écologique via le « verdissement » de la production énergétique. Les installations sont propices, dans les espaces non exploitables (notamment au niveau des points d'ancrage voire des parties basses) à une certaine renaturation. Le secteur s'oppose à ce que le subventionnement voire l'autorisation d'installations agrivoltaïques soit conditionné à l'atteinte d'objectifs écologiques plus stricts que ceux déjà éventuellement applicables aux parcelles concernées.
- d) Disponibilité de la lumière et de l'eau et évitement des effets d'érosion et d'envasement :** Les précédents éléments impliquent le maintien de la disponibilité de la lumière naturelle de même que de l'eau de pluie, en quantité et homogénéité, permettant d'assurer le maintien de la production dans des conditions naturelles. Les risques d'érosion et d'envasement au pied du rebord d'égouttement des installations devront également être pris en compte et gérés de façon adéquate.
- e) Maintien du potentiel agronomique des terres :** Celui-ci, de même que les éléments permettant d'évaluer l'effectivité de l'activité agricole, sera apprécié au regard d'éléments techniques présents dans la description du projet par le porteur. Ce critère inclut les possibles effets d'une telle installation sur les aménagements ruraux existants voire sur le découpage du parcellaire agricole qui doit, pour sa partie résiduelle, pouvoir continuer à répondre aux impératifs de travail des agriculteurs.
- f) Pérennité de l'activité agricole :** L'obligation de maintenir une activité agricole risque d'être détournée par des procédés impliquant l'implantation de panneaux au sol, potentiellement sur des terrains à haute valeur agronomique, et l'installation de petits animaux (p. ex. chèvres, moutons, volaille) ou d'un entretien occasionnel (coupe d'herbe) sous couvert d'une activité agricole mais en réalité essentiellement pratiquée pour l'entretien de la végétation sur le terrain. Afin d'éviter que l'adoption d'une orientation agricole sur un terrain précédemment exploité différemment ne serve de paravent cachant en réalité une claire reconversion de l'usage du terrain vers la production photovoltaïque avec un délaissement de la production agricole, les projets d'implantation d'une installation photovoltaïque devront obligatoirement démontrer le lien avec une activité agricole historique et l'engagement pour le maintien d'une activité agricole active et rentable sur la durée de l'investissement. La reconversion de cultures en prairies permanente n'est pas autorisée, sauf compensation inverse sur un terrain proche et pour la même durée de vie que l'installation.
- g) Implication de la Chambre d'Agriculture et respect du cadre spécifique à l'aménagement du territoire :** L'établissement de règles et d'un concept global entourant l'agrivoltaïsme nécessite – comme cela est pratiqué dans les pays voisins, une concertation préalable, étroite et continue avec les représentants du monde agricole (via la Chambre d'Agriculture). L'installation de centrales photovoltaïques devra également répondre au cadre stratégique et réglementaire relatif à l'aménagement du territoire national, régional et communal.

- ✓ **Règle n°7** : En raison des règles impératives au statut du fermage, **seuls les propriétaires exploitants agricoles travaillant sous le statut d'« agriculteur actif » peuvent mettre en œuvre des projets d'installation de panneaux photovoltaïques sur leurs propres terres agricoles.**

En effet, si un terrain agricole fait l'objet d'un bail rural, la situation sera la suivante :

- **Installation à l'initiative du propriétaire (bailleur) non-agriculteur** : Le locataire a la jouissance exclusive du terrain loué. Le propriétaire ne peut donc pas faire installer quoi que ce soit sur le terrain sans l'accord du locataire. L'accord du locataire nécessite un avenant contractuel pour ajuster la surface louée ainsi que le prix du fermage. Si le locataire n'est pas d'accord, le bailleur devra soit abandonner le projet soit attendre le terme du bail et le résilier en respectant le délai de préavis qui est de 2 ans. Le terrain sort dès lors possiblement du cadre d'exploitation agricole, ce au détriment de l'exploitant passé qui se voit amputé de son principal outil de travail qu'est la terre.
- **Installation à l'initiative du preneur (locataire fermier)** : Les terrains loués doivent être affectés à une exploitation agricole sous statut actif. L'installation d'une unité de production d'électricité n'entre pas dans le champ d'application de la loi et ne peut donc être réalisée sans l'accord du bailleur. La dénaturation du bail pourrait d'ailleurs avoir pour conséquence qu'en cas de litige, le locataire fermier ne serait plus protégé par les dispositions de la loi sur le bail à ferme. Même à supposer que la loi continue à s'appliquer, les baux à ferme sont en général conclus pour des durées successives de 6 ans. Etant donné qu'une unité de production aura une durée de vie et d'amortissement très supérieure à la durée habituelle de bail à ferme, il pourrait y avoir un problème en cas de résiliation du bail par le propriétaire. Cette situation est donc également à éviter.

Il n'est en effet pas acceptable que des terrains à potentiel agricole soient graduellement détournés de leur usage pour des visées de valorisation alternatives.

- ✓ **Règle n°8 : Réversibilité de l'installation** : L'installation doit être totalement réversible. Le porteur de projet a l'obligation de remettre en état le site en fin d'exploitation avec son potentiel agronomique initial. Ceci inclut notamment le démantèlement de l'installation (utilisation d'ancrages sans béton ou engagement à enlever les ancres), le recyclage des panneaux et d'éventuels travaux de sol et apports en fertilisants organiques. Cet engagement doit être conclu dès la phase amont du projet, et affiché dans le contrat de bail rural voire dans l'autorisation d'exploitation, avec mise en place de garanties financières afin de pallier toute défaillance.

**Note** : Compte-tenu du manque important de recul et de résultats en matière d'agrivoltaïsme (voir analyse SWOT en Annexe 1) et de l'évolution rapide de la technologie (agri)photovoltaïque, la Chambre d'Agriculture plaide pour une approche progressive laissant place et temps à la recherche. L'utilisation des espaces non naturels offre actuellement un potentiel énorme de valorisation photovoltaïque qu'il s'agit d'utiliser prioritairement avant d'investir les espaces naturels. La présente note d'orientation a vocation à évoluer au fur et à mesure des résultats de recherche-innovation et sera mise à jour en conséquence.

## **ANNEXES**

### **1. TECHNOLOGIES ET USAGES - quelques exemples**

Les technologies photovoltaïques évoluent à grande vitesse et de nouveaux types d'équipements sont « compatibles » avec - voire bénéfiques pour l'arboriculture, la viticulture, le maraichage et même les grandes cultures et l'élevage. En voici quelques exemples illustratifs<sup>2</sup> qui font l'objet d'une classification différente dans certains documents de normalisation<sup>3</sup> :

#### a) Les panneaux fixes verticaux bifaciaux

Ces panneaux sont capables de produire de l'énergie des deux côtés. Installés selon une orientation est-ouest, la production d'énergie est plus faible qu'avec des panneaux orientés au sud, mais elle est plus en phase avec les pics de consommation électrique le matin et le soir. L'emprise au sol de ce type de montage est faible. Les agriculteurs doivent apprendre à cultiver entre les panneaux, et les cultures sont choisies en fonction de leur hauteur (ni tournesol, ni maïs entre les panneaux mais du blé, de l'orge d'hiver, de la luzerne, des lentilles et du lavandin) ; le pâturage est aussi possible. Les rendements ne sont pas impactés, mais l'effet d'ombrage est inexistant aux horaires de forte chaleur.



#### b) Tables photovoltaïques avec un tracker biaxial

Depuis une dizaine d'années, les modules solaires dits « trackers » se développent dans les campagnes. Ces panneaux solaires mobiles de plusieurs dizaines de mètres carrés installés sur un mât sont situés au-dessus des plantations et à hauteur suffisante pour permettre le passage des engins agricoles et ne pas perturber les écoulements d'air. L'emprise au sol est faible, et la configuration rectangulaire limite les pertes d'énergie. Leur ancrage peut se faire avec des plots cubiques en béton armé mais de nouvelles techniques permettent désormais de se passer de ces fondations bétonnées. Des tranchées souterraines assurent le passage des câbles. Pilotés à partir d'algorithmes et d'intelligence artificielle conçus sur mesure, les panneaux solaires s'inclinent en fonction des nécessités d'ensoleillement ou d'ombrage des cultures, favorisant ainsi le bien être des plantes. La technologie est particulièrement adaptée aux terroirs et cultures pérennes impactés par les changements climatiques.



#### c) Les panneaux mobiles biaxiaux

Dans ce cas, l'axe sur lequel sont fixés les panneaux peut directement pivoter. Les structures des panneaux sont aériennes, légères et résistantes, ce qui rend envisageable des projets en grandes cultures. Comme en arboriculture et viticulture, les câbles sont intégrés dans l'armature et n'ont pas besoin de passer dans le sol. Grâce à des haubans, l'espacement entre chaque poteau d'une rangée peut atteindre douze mètres. Les rangées sont écartées de dix à vingt mètres, les engins, même de grande largeur, peuvent ainsi parcourir la parcelle dans les deux sens. Ce dispositif peut être installé sur des parcelles de plusieurs hectares. Les structures, malgré une forte prise au vent, sont conçues pour résister aux tempêtes.



<sup>2</sup> Notamment tirés du magazine la France agricole (N° du 15 mai 2020)

<sup>3</sup> Réf.: Deutsches Institut für Normung e.V. DIN SPEC 91434 (mai 2021) (ICS 27.160; 65.020.01)

#### d) Des panneaux solaires trackers monoaxiaux en arboriculture et viticulture

Une des formes de l'agrivoltaïsme les plus répandues est utilisée dans les parcelles arboricoles et viticoles voire horticole. Des armatures surplombent le rang et sont équipées de panneaux solaires trackers monoaxiaux. Les structures peuvent ensuite servir de points d'accroche pour des filets pare-grêle. Les panneaux occupent 40% de la surface, mais leur mobilité offre la possibilité de laisser le rayonnement pour les plantes en obscurcissant uniquement l'inter-rang. A 4,5 m du sol, la structure ne gêne pas le passage d'engins. La densité d'arbres à l'hectare ne change pas. Si ces installations hautes sont onéreuses, la protection fournie à ces productions à forte valeur ajoutée (comparativement aux productions céréalières ou herbagères) permet de mieux justifier économiquement l'investissement consenti.



#### e) Les solutions compatibles avec l'élevage

Les panneaux mono- ou biaxiaux sont également compatibles avec l'élevage de petits animaux (p.ex. moutons, volaille) ou de bovins. Ils peuvent offrir, comme effet collatéral, une protection solaire mais n'apportent pas de valeur ajoutée évidente au volet élevage (quelques arbres auraient le même effet protecteur). Le risque est plutôt que des projets sans aucun objectif ni valeur ajoutée agricoles se servent de telles solutions (mise en pâture de quelques moutons assurant, en plus, l'entretien naturel) pour justifier leur caractère agrivoltaïque et détourner les terres d'une exploitation agricole plus intensive.



#### f) Centrales solaires au sol

Les panneaux solaires posés au sol et n'offrant pas de compatibilité avec la production agricole (souvent qualifiés de « fermes solaires ») sont, du point de vue de la Chambre d'Agriculture, à bannir des zones vertes et sols à potentiels agricoles.



#### g) Innovation et intégration des nouvelles technologies

L'évolution des technologies en matière de panneaux photovoltaïques laisse entrevoir la possibilité de disposer, dans un avenir assez proche, de panneaux transparents laissant passer les longueurs d'onde lumineuses (rouges) favorables à la croissance végétale tout en captant les longueurs les plus intéressantes (spectre bleu) pour la production énergétique. Ceci devrait permettre d'évoluer quant aux recommandations émises dans la présente note de positionnement.



## 2. ANALYSE SWOT DE L'AGRIVOLTAÏSME

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Equipements compatibles</b> voire bénéfiques à certaines productions agricoles :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Protection contre l'ensoleillement et les pluies violentes et la grêle</b> : l'utilisation de panneaux mobiles (agrivoltaïsme dynamique) permet un ombrage plus diffus et homogène qui peut être piloté. Une bonne gestion bénéficie alors à la culture, en lui laissant la lumière lorsqu'elle en a besoin et en pouvant la protéger d'effets d'insolation trop forts. Pour certaines cultures pratiquées sous les panneaux, ces derniers peuvent protéger des pluies violentes et destructrices voire de la grêle, directement avec leurs surfaces disposées à l'horizontal ou/et en servant de support pour l'accrochage de filets anti-grêle et anti-ravageurs.</li> <li>- <b>Protection contre le vent et le gel</b> : Les structures, a fortiori renforcées par des aménagements légers (filets), ont un effet brise-vent qui facilite un microclimat favorable, réduisant ainsi les risques de gel et les effets dévastateurs des vents violents. → Avantage particulièrement adapté pour l'horticulture, la fruiticulture, viticulture voire grandes cultures.</li> <li>- <b>Réduction de l'amplitude et du stress thermiques</b> : la protection conférée par les panneaux, le cas échéant complétés par des protections additionnelles (filets) crée une situation microclimatique réduisant fortement l'amplitude thermique par un lissage des extrêmes. La protection s'applique également au stress thermique issu de l'exposition à de fortes chaleurs associée à celle d'un rayonnement solaire direct.</li> <li>- <b>Economies d'eau</b> : Cet aspect a son intérêt au vu de l'augmentation de la fréquence des canicules ces dernières années. L'ombre apportée par les panneaux permet de réduire le stress hydrique, ce qui induit une réduction de l'ETP<sup>4</sup>, permettant de limiter la sécheresse, et dans certains dispositifs de diminuer de 30% les besoins en eau en cultures maraîchères et fruitières (pommiers, salades) pour un même</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Coût élevé<sup>6</sup></b> : le coût d'installation varie d'un projet à l'autre mais avoisine généralement un million d'euros par hectare, pour un revenu annuel d'environ 100 000* euros/ha généré par la revente d'électricité. La rentabilité dépend donc largement des niveaux de subventionnement des équipements et du prix de l'électricité. Les solutions hautes (&gt;4m) sur pilier biaxial sont les plus chères.</li> <li>○ <b>Peu de recul et de R&amp;D</b> : la technologie est en développement et offre un recul actuellement encore insuffisant malgré la multiplication de sites d'essai. Des bilans consolidés – certes essentiellement conclus et rédigés par les fournisseurs ce qui relativise quelque peu la fiabilité des résultats - devraient néanmoins être disponibles dans les prochaines années.</li> <li>○ <b>Faibles données appliquées aux latitudes luxembourgeoises</b> : les données agronomiques sont encore peu nombreuses, voire inexistantes pour certains systèmes et climats.</li> <li>○ <b>Complexité logistique</b> : Nécessité de bien penser l'implantation des panneaux (par ex. passage de tracteur pour effectuer les sur-semis ...).</li> <li>○ <b>Complexité liée à l'exposition à un autre secteur</b> (technologie, réglementation, organisation, maintenance, formation), pouvant faire « perdre le contrôle » à l'agriculteur.</li> <li>○ <b>Perte d'un certain pourcentage de terres arables</b> en raison des piliers nécessaires et des espaces entre eux qui ne peuvent être du tout « travaillés » voire qui complexifient le travail et peuvent limiter les rendements agricoles. Ces considérations sont à mettre dans la balance du bilan analytique (pour-contre).</li> <li>○ <b>Impacts potentiels négatifs sur la biodiversité</b> : les panneaux apportent une « urbanisation supplémentaire du paysage » ; souvent clôturés pour des questions d'assurance, ces barrières peuvent gêner la faune sauvage.</li> <li>○ <b>Concurrence sur terrains artificialisés</b> : Le classement futur probable des zones équipées sous celui de « terrain artificialisé » va mettre en concurrence ces projets avec ceux d'une</li> </ul>

<sup>4</sup> Evapotranspiration.

<sup>6</sup> La durée de vie des panneaux, ne cesse de s'allonger et avoisine aujourd'hui les 25 ans. Pour des panneaux photovoltaïques sur bâtiment agricole, on estime qu'une bonne installation peut être rentabilisée entre 8 et 12 ans.

<p>rendement quantitatif, ou de favoriser la pousse printanière et estivale dans le cas de l'élevage.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Bien-être animal</b> : en élevage de plein air, l'ombrage apporté par les panneaux peut améliorer le bien-être des animaux et ainsi leur niveau de production. La question d'un impact positif sur la santé des animaux reste néanmoins tributaire de l'absence de conséquences négatives des champs électromagnétiques.</li> <li>o Les systèmes photovoltaïques offrent la <b>flexibilité</b> de sources d'énergie décentralisées où la production peut se faire sur le site d'utilisation, de quelques dizaines de watts à quelques dizaines de MW<sup>5</sup>.</li> </ul>	<p>artificialisation destinée aux logements, industries, voiries et infrastructures publiques, notamment au regard de la future directive UE sur la protection des sols et la politique du « no net land take ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>Détournement et concentration de l'eau de pluie</b> : L'espace couvert ne reçoit plus de pluie qui, collectée, se déverse sur la ligne située en contrebas du bord inférieur du panneau, avec une réduction de l'infiltration et des risques d'érosion. Risque particulièrement important pour les grands panneaux.</li> <li>o <b>Impact négatif sur le stock de carbone dans les sols</b> : le carbone organique dans les sols est entretenu par la masse racinaire des végétaux et par la masse du microbiome des sols. Les deux sont directement influencés par la fertilisation, tant organique que minérale, via le rendement de la biomasse aérienne et l'activité microbienne. L'amputation du rayonnement solaire à des fins photovoltaïques risque donc de réduire les capacités de stockage du carbone dans les sols.</li> </ul>
--	---

Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>Optimisation des surfaces agricoles à faible potentiel.</b></li> <li>o <b>Développement de nouveaux revenus pour les agriculteurs propriétaires</b>, avec une préservation voire, le cas échéant, amélioration de la production agricole.</li> <li>o <b>Amélioration du rendement de certaines productions agricoles</b> grâce à des installations bien pensées et positionnées en « hors sol » (par ex : opportunité pour les surfaces actuellement dédiées à la production de biocarburants (maïs, colza)).</li> <li>o <b>Transition énergétique</b> : Cumulant un coût compétitif, une bonne acceptabilité sociétale et un atout pour l'augmentation des revenus agricoles, l'agrivoltaïsme est un levier intéressant pour la transition énergétique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>Concurrence foncière</b> sur les terres disponibles pour la production alimentaire et l'installation de nouveaux agriculteurs. D'où l'importance de donner la priorité à l'activité agricole par des installations « agricompatibles ».</li> <li>o <b>Spéculation foncière et augmentation du prix du foncier</b>, due à la forte pression des développeurs et les fermages importants (jusque 10x supérieurs aux fermages agricoles) proposés par les sociétés productrices → Potentiel frein à l'installation de nouveaux agriculteurs voire détournement des terrains agricoles vers la production énergétique pour compte d'investisseurs privés.</li> <li>o <b>Potentielle dégradation des terrains avec un passif financier</b> → Nécessité de la réversibilité totale de l'installation : les panneaux doivent être facilement démontables.</li> <li>o <b>Instrumentalisation des agriculteurs non-propriétaires des terres*</b>, avec des projets pour lesquels l'agriculture n'est qu'un alibi à l'artificialisation des sols.</li> </ul>

5 L'agriculteur peut pratiquer l'autoconsommation en totalité ou avec vente de surplus, ou la vente en totalité de la production. Des aides étatiques peuvent lui être accordées (aide du Ministère de l'Environnement sous forme de subvention en capital, prime d'encouragement écologique).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Artificialisation des terres agricoles :</b> Si classées comme 'land use change' dans le cadre de la future 'Soil Health Law' de l'UE, les installations agrivoltaïques contribueront au 'land take' et compliqueront les objectifs du 'no net land take' visés d'ici 2050.</li> <li>○ Importance de contrôler les contrats pour évaluer la <b>rentabilité**</b> du projet pour l'agriculteur.</li> </ul>
--	---

\* Risque pour les agriculteurs : Le risque est grand que des terrains (parmi les 60% dont les agriculteurs ne sont pas propriétaires) soient détournés de leur usage agricole au profit de la production énergétique. Le fait de maintenir une obligation d'exploitation n'empêchera pas des situations abusives où les terrains ne seront, en réalité, plus viabilisés mais simplement travaillés de façon superficielle et minimale pour répondre à la contrainte susmentionnée.

\*\* Rentabilité des projets pour l'agriculteur : Des abus ont déjà été relevés avec des serres, notamment des cas affirmant que des serres pouvaient fonctionner avec une toiture couverte à 70% de panneaux solaires. Or, il est évident que les plantes ayant besoin de lumière pour la photosynthèse, la densité de panneaux doit être bien plus faible que dans une centrale photovoltaïque classique. L'installation doit rester au service de la production agricole et non l'inverse.