

Zeitschrift: Technique agricole Suisse
Herausgeber: Technique agricole Suisse
Band: 72 (2010)
Heft: 9

Artikel: Photovoltaïque en agriculture
Autor: Boéchat, Sylvain
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1086190>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



L'entreprise Solstis bénéficie d'une longue expérience dans la pose d'installation sur des toits agricoles. Elle a remporté plusieurs prix, dont notamment le « Prix solaire 2009 » pour la réalisation de l'installation Guggisberg à Zimmerwald/BE.

Photovoltaïque en agriculture

En agriculture, même si le potentiel de couverture des toits pour la pose d'installation photovoltaïque est reconnu, la vocation initiale des bâtiments reste un facteur déterminant. Actif dans le domaine depuis le début des années 90, Pascal Affolter, codirecteur de la firme Solstis, a réalisé plusieurs installations photovoltaïques sur des exploitations agricoles. Il nous fait part de son expérience et des éléments à respecter pour l'exécution d'un tel projet.

Sylvain Boéchat

Peu gourmand en entretien et relativement simple à mettre en œuvre, le photovoltaïque est intéressant pour plusieurs raisons. Pourtant, entre le choix des modules, les conditions de pose de ceux-ci et la présence ou non de bétail, plusieurs aspects seront pris en considération pour une intégration optimale de l'installation. En parallèle, nous ferons également le point sur les dernières adaptations concernant le rachat de l'électricité à prix coûtant (RPC).

Les modules : une technologie en pleine évolution : actuellement, différents types de modules sont sur le marché. Ceux-ci se partagent en deux grandes catégories : les modules cristallins et les modules dits « à couches minces ».

Les modules cristallins : fabriqués à partir de silicium, ce sont les modules les plus commercialisés (environ 90 % de la part de marché). Deux types coexistent : les cellules monocristallines et les cellules polycristallines.

Les cellules monocristallines, développées à partir d'un seul cristal de silicium, affichent une bonne efficacité (entre 13 et 18 %) mais leur coût reste plus élevé que celui des autres cellules. Les cellules polycristallines sont, quant à elles, fabriquées à partir de plusieurs cristaux de silicium. Leur efficacité (entre 12 et 15 %) est parfois inférieure à celle des cellules monocristallines, mais leur coût est sensiblement plus bas. De plus, les couches antireflets proposées sur certains modules améliorent leur esthétique car leur forme strictement carrée leur permet de couvrir la surface entière du module.

Les modules à couches minces : cette technologie est basée sur la déposition d'un film très fin d'un matériau semi-conducteur. Les produits qui en sont issus se divisent en sous-groupes. Les modules au silicium amorphe et les modules utilisant d'autres semi-conducteurs.

Pour les modules au silicium amorphe : il s'agit de fines couches de silicium appliquées sur des supports rigides ou flexibles. Bien que leur efficacité soit relativement faible (entre 6 et 9 %), ces cellules sont cependant meilleur marché et moins sensibles à la chaleur et au rayonnement diffus que les modules cristallins.

Les technologies multicouches : il s'agit pour la plupart de cellules développées à partir d'autres éléments que le

silicium comme, entre autres, le tellure de cadmium, l'indium, le germanium. En fonction de leurs caractéristiques, le potentiel d'absorption du rayonnement solaire est élargi, ce qui permet d'augmenter le rendement des modules. C'est notamment à travers le développement de ces nouvelles technologies que les progrès attendus en matière de performances et de baisse des coûts de production seront atteints.

Quels types de panneaux ?

Quelles que soient leurs caractéristiques, le choix des panneaux dépendra principalement :

- du site retenu et des conditions liées (ensoleillement, orientation, etc.)
- des garanties matérielles et de production
- de leur fiabilité par rapport aux conditions techniques du site (présence de bétail, besoins étanchéité)

En l'état actuel des technologies commercialisées, on constate que le prix est proportionnel à la puissance des panneaux : quelle que soit la technologie choisie, les coûts rapportés au watt-crête (voir encadré) sont comparables. Afin de garantir la technologie la plus adéquate au site retenu, les installateurs disposent de logiciels qui déterminent le type de modules le plus adapté.

Les techniques de pose

Plusieurs systèmes sont à disposition, pour la pose d'une installation sur la toiture. Sur un toit classique (à double pan), la technique de pose sera différente selon que l'installation est intégrée ou ajoutée à la toiture. Dans la mesure où la production d'électricité bénéficiera de la RPC (voir ci-dessous), la solution retenue influencera le tarif d'indemnisation.

Pour les systèmes intégrés, il faudra recourir aux modules de type « tuiles solaires ». Comme leur nom l'indique, ces modules, en plus de la production d'électricité, assurent le rôle de couverture de la toiture.

Dans la catégorie des installations intégrées, il existe également des modules insérés directement sur les tôles ondulées destinées à couvrir le bâtiment. Si ces modules sont simples et pratiques à installer, il faut souligner que les performances de l'installation seront nettement moins élevées en raison de la perte de surface due aux cassures et reliefs des

supports. Certaines installations peuvent peser jusqu'à 20 kg/m². Il faut s'assurer que le bâtiment est suffisamment résistant pour supporter une telle charge. D'un point de vue statique, les installations photovoltaïques sont soumises aux normes SIA (SIA 232 et 261).

Pour avoir un aperçu global des différentes possibilités de pose des modules sur toiture, le département ISAAC de la HES du Tessin a recensé la plupart d'entre elles et les a répertoriées sur son site internet (http://www.bipv.ch/esempi_f.asp).

Les spécificités du bâtiment agricole

Les surfaces de toit disponibles en agriculture sont particulièrement intéressantes pour réaliser une installation photovoltaïque. Si cette dernière est destinée à un hangar agricole, sa mise en place ne nécessitera pas d'adaptation particulière. Par contre lorsqu'il y a présence de bétail, certains points sont à considérer avec attention. Pascal Affolter nous en rappelle ici les principaux :

L'aération du bâtiment : une ventilation suffisante est toujours à prévoir pour éviter la condensation à l'intérieur du bâtiment et limiter le développement de certaines maladies sur le bétail. L'aération se fait au moyen des méthodes traditionnellement utilisées (bardage, filet brise-vent, faîtières et autres dispositifs).

L'étanchéité de l'installation constitue un aspect primordial, tant pour sa longévité que pour le confort des animaux. En effet, une étanchéité insuffisante provoquera des nuisances aux différents composants de l'installation : l'humidité et l'ammoniac dégagés par les animaux auront un effet corrosif sur les panneaux, ce qui peut altérer leur fonctionnement. Pour y remédier, il est recommandé de prévoir une sous-toiture, les sous-couches (faces inférieures) des panneaux n'étant pas suffisantes.

Selon les solutions retenues, la pose d'une sous-toiture permet également de favoriser une ventilation pour les panneaux en créant un courant entre la sous-toiture et la face inférieure du panneau. En cas de forte chaleur, la température des panneaux peut aller jusqu'à 65°C. La performance des panneaux diminue d'environ 0,4 % par

Assurer son installation

Plusieurs types d'assurance sont possibles pour une installation photovoltaïque, elles couvrent notamment :

- les dégâts élémentaires : incendie, eau, tempête, grêle
- la responsabilité civile
- les compléments éventuels : interruption d'exploitation, vol, bâtiment, bris de verre.

Les pratiques diffèrent d'un canton et d'une commune à l'autre.

Dans certains cas les installations intégrées doivent être ajoutées comme complément à l'assurance du bâtiment. Pour d'autres, les installations raccordées au réseau (valable également pour la RPC) sont exclues de la protection par l'assurance cantonale du bâtiment. Il s'agira donc de vérifier ce qui est effectivement couvert et d'éviter les doublons avec les assurances déjà existantes.

degré Celsius. Une ventilation sous les panneaux permet de limiter ces pertes.

Les champs magnétiques générés par les panneaux sont faibles à condition que le câblage soit réalisé dans les règles de l'art. Par contre, l'onduleur (qui transforme le courant continu en courant alternatif) peut être à l'origine de l'apparition de champs magnétiques. Raison pour laquelle on recommande de le positionner à une distance suffisamment éloignée du bétail et à l'écart des installations de traite. Du point de vue du câblage, il est préférable d'utiliser des canalisations (chemins de câble) métalliques en évitant de les faire passer trop près du bétail. Il est également recommandé de ne pas câbler en boucle.

Luminosité : il faudra également veiller à ce que l'installation ne prive pas le bétail de la lumière naturelle (pose de plaques translucides ou au moyen de bardages ajourés par exemple).

Ventes du courant

Actuellement, la Loi sur l'énergie prévoit deux possibilités pour écouler la production d'électricité : la rétribution du



Lowensberg : l'entreprise Solstis a remporté plusieurs prix, dont notamment le « Prix solaire 2009 » pour l'installation Guggisberg à Zimmerwald/BE)



Les modules solaires s'intègrent bien sur les bâtiments avicoles.

courant à prix coûtant (RPC) et la vente du courant sur le marché libre du courant vert ou alors par le biais des bourses solaires ou la vente de certificats garantissant l'origine de la production.

Ruée sur la RPC

Depuis le 1^{er} janvier 2009, la Confédération a mis en place le système de la Rétribution à prix coûtant (RPC). Elle a pour but de rétribuer les installations de différentes technologies. Ainsi, la force hydraulique jusqu'à 10 mégawatts, la photovoltaïque, l'énergie éolienne, la géothermie, la biomasse et les déchets qui en proviennent sont indemnisés à des tarifs déterminés en fonction de leurs coûts de production. Le financement de la RPC est assuré par un supplément prélevé sur chaque kilowattheure consommé. Actuellement limité à 0.6 ct./kWh, il passera à 0.9 ct./kWh dès 2013.

Pour le photovoltaïque, les tarifs sont définis (voir tableau ci-contre) selon la classe de puissance, mais aussi selon la catégorie de l'installation qui peut être soit :

- intégrée = les panneaux font office de couverture
- ajoutée = les panneaux sont posés sur une toiture existante
- isolée = si l'installation est montée sur un site indépendant

Le photovoltaïque a été la première technologie à atteindre le plafond qui lui était attribué, à savoir 5 % de l'ensemble

des moyens de la RPC. Début janvier 2010, l'on recensait plus de 6500 installations annoncées dont environ 1560 étaient déjà ou avaient été mises en service. Cependant, près de 5000 projets figurent encore sur la liste d'attente.

Différentes mesures sont en cours d'adoption pour réduire la liste d'attente. La hausse du supplément maximal de 0.6 à 0.9 ct./kWh, permettra d'augmenter le plafond global et donc de la résorber dès 2011. Pour le photovoltaïque en particulier, la part des moyens de la RPC devrait passer de 5 % à 10 % ces prochaines années, ce qui réduirait la liste d'attente d'environ un tiers durant 2011. Elle devrait être totalement résorbée au plus tôt en 2014.

Les projets photovoltaïques, qui ne figurent pas encore sur la liste d'attente ou annoncés à ce jour, doivent compter avec un délai d'attente d'environ quatre ans.

Les tarifs revus à la baisse...

Début 2010, l'Ordonnance sur l'énergie qui définit les dispositions relatives à la RPC a été modifiée en vue d'apporter différentes adaptations relatives aux tarifs et procédures à entamer.

Pour le photovoltaïque, ces modifications ont consisté à revoir les tarifs de rétribution à la baisse. En effet, l'ordonnance prévoit une diminution annuelle des tarifs de 8 %. En parallèle, suite à une diminution de l'ordre de 20 % constatée sur le marché des panneaux photovoltaïques, il a été décidé comme le prévoit l'Ordonnance sur

l'énergie, d'augmenter la baisse des tarifs de 10 % supplémentaires. Dès 2010, la réduction totale du taux de rétribution pour les installations photovoltaïques s'élève ainsi à 18 %, au lieu des 8 % initialement prévus. Le tableau ci-dessous présente les tarifs prévus selon l'année de mise en service.

Rappelons cependant que le taux de rétribution reste constant pour toute installation sur la période durant laquelle elle y a droit, soit 25 ans.

Quel tarif pour quelle installation?

Les tarifs de la colonne « Dès 2010 » ne s'appliquent qu'aux installations mises en service à partir de 2010.

Le taux de rétribution défini pour une installation dépend principalement de la date de mise en service et de la date à laquelle la réponse positive a été rendue :

- pour les installations mises en service jusqu'en 2009 avec décision positive ou encore sur liste d'attente, en principe : taux de rétribution complet (tarifs colonne de gauche ci-dessus) ;
- pour les installations avec décision positive en 2009, mises en service en 2010 : baisse de 8 % sur les tarifs de 2009 ;
- pour les installations sur liste d'attente mises en service en 2010 : baisse de 18 % (colonne : tarifs dès 2010) ;
- pour tous les autres projets sur liste d'attente ou non annoncés et mis en service dès 2011 : baisse annuelle de 8 % par rapport aux tarifs de 2010.

Quand investir... aujourd'hui ou plus tard ?

Etant donné l'annonce de la baisse des tarifs, il pourrait s'avérer judicieux de se lancer au plus vite dans un projet photovoltaïque, puisque c'est la date de l'annonce du projet qui fait foi pour déterminer le tarif de rétribution. Même si un projet annoncé en 2010 était intégré à la RPC en 2014, il bénéficierait du tarif de référence de 2010 mais pour 21 ans (25 ans moins la durée de fonctionnement hors contrat). Ainsi, ce n'est pas le tarif de 2014, qui sera au minimum inférieur de 32 % ($4 \times 8\%$) à celui de 2010, qui s'applique. Il n'en reste pas moins qu'en parallèle, le coût des installations devrait également baisser au cours des prochaines années. Si la baisse constatée en 2009 était de l'ordre de 15–20 %, il reste difficile de prévoir si cette diminution sera plus ou moins constante pour ces prochaines années. La très forte reprise du marché photovoltaïque en 2010, a même tendance à faire remonter les prix. Dans ces conditions, il reste difficile de déterminer quelle alternative choisir.

Les conditions de réussite

Au vu de ce qui précède, les facteurs de succès d'un projet photovoltaïque dépendent de plusieurs critères. En faisant abstraction du type de panneaux et de l'ensoleillement disponible, Pascal Affolter explique les trois éléments décisifs à

Catégorie	Isolée		Ajoutée		Intégrée	
Classe de puissance	Jusqu'en 2009	Dès 2010	Jusqu'en 2009	Dès 2010	Jusqu'en 2009	Dès 2010
≤ 10 kW	65	53,3	75	61,5	90	73,8
≤ 30 kW	54	44,3	65	53,3	74	60,7
≤ 100 kW	51	41,8	62	50,8	67	54,9
> 100 kW	49	40,2	60	49,2	62	50,8

Tableau : pour les installations photovoltaïques (ct. par kWh).

ses yeux pour définir la faisabilité d'un projet :

• La connexion au réseau

Sur le principe, la législation spécifie que chaque gestionnaire de réseau est tenu de prendre en charge le courant électrique issu des énergies renouvelables. La répartition des coûts de raccordement entre le producteur et le gestionnaire du réseau est défini dans l'Ordonnance sur l'énergie. Le producteur de courant doit prendre à sa charge les aménagements et/ou renforcements nécessaires jusqu'au point d'injection. Quant au gestionnaire du réseau, il assume les adaptations à apporter au réseau. Bien que les conditions de raccordements soient clairement spécifiées, il n'en reste pas moins que dans certains cas, leur coût peut être élevé, par exemple en raison de la distance à parcourir, et rendre impossible la réalisation d'un projet.

• Les possibilités de financement

Selon la taille du projet, l'investissement à consentir peut représenter plusieurs centaines de milliers de francs. Rappelons cependant que dans le cadre de l'Ordonnance sur les améliorations structurelles, des crédits d'investissement sont octroyés jusqu'à hauteur de 50 % des coûts du projet et pour un maximum de Fr. 200'000.–.

• L'octroi du permis de construire

constitue également une étape importante de la réalisation d'un projet. La Loi sur l'aménagement du territoire a été modifiée il y a quelque temps afin de faciliter les conditions d'autorisation pour la pose de panneaux solaires dans les zones à bâtir ainsi que dans les zones agricoles. Toutefois, si le projet devait se trouver dans un site naturel protégé, ou d'importance cantonale ou nationale, il aura peu de chance d'aboutir. D'où l'importance de s'assurer qu'aucun élément ne s'oppose à sa réalisation. ■



Liniger : la faible pente du toit de ce hangar permet le montage de panneaux solaires sur les deux pans du toit

De quoi parle-t-on ?

Watt-crête (Wc) :

Unité de mesure correspondant à la puissance maximale délivrée pour un ensoleillement de 1000 watts par m² à une température de 25°C.

Puissance :

Elle s'exprime en Watt-crête (Wc) par m² et permet d'estimer la quantité d'énergie produite (en kWh) selon les conditions (situation géographique, orientation, inclinaison).

Rendement/efficacité :

Le rendement de cellules photovoltaïques exprime le pourcentage d'énergie lumineuse converti en électricité considérant un rayonnement solaire moyen de 1000 W/m².