

L'énergie photovoltaïque en milieu agricole

Xavier Walhin, Energie Facteur 4 asbl – Chemin de Vieusart n° 175 à Wavre

EF4

1. Présentation

- Energie Facteur 4 asbl,
- Objet: promouvoir l'offre et la demande des énergies renouvelables, ainsi que l'utilisation rationnelle de l'énergie,
- Vision: multiplier au moins par quatre l'efficacité énergétique tout en développant et créant de l'activité industrielle et de l'emploi en Wallonie.

« *Produire 2 x plus avec 2 x moins de ressources* »

2. Activités

- Gestionnaire du projet « 10 communes photovoltaïques pilotes en Région wallonne »,
- Facilitateur photovoltaïque de la Région wallonne : pour le secteur public et pour les entreprises.
- Facilitateur Pompes à Chaleur de la Région wallonne,
- Organisation de conférences
- Expertises dans le domaine des sources d'énergie renouvelables,
- www.ef4.be + outils.

Introduction

Que faire face au défi énergétique du 21^e siècle?

1. Utilisation rationnelle de l'énergie
2. Recours aux énergies renouvelables

ASPECTS TECHNIQUES D'UN SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE

1. Photovoltaïque : transformation de l'énergie lumineuse en électricité,
2. Effet photovoltaïque :
 - Découvert en 1839 par Edmond Becquerel,
 - Apparition d'une tension aux bornes d'un matériau **semi-conducteur** exposé à la lumière,
 - Production d'un courant continu.
3. 1^{ère} génération :
 - **à base de lingots de silicium** :
 - En phase commerciale,
 - Rendement entre 12 et 20%,
 - Technologie gourmande en silicium,
 - Expérience importante
 - **Fabrication d'une cellule**
 - **Fabrication d'un module (sandwich)**

Puissance crête (Wc) = puissance électrique dans des conditions standards de test :

- Ensoleillement : 1000 W/m²,
- Température: 25°C,
- Qualité de la lumière: AM 1,5.
→ **Correspond à un fonctionnement dans des conditions "optimales"**.

Quelques chiffres valables pour la Wallonie :

- Surface : **8 m²**,
- Puissance : **1 kWc = 1000 Wc**,
- Électricité produite : **850 kWh/an** (fixe, optimum),
- Consommation moyenne d'électricité d'un ménage wallon = 3400 kWh /an, impliquant la mise en œuvre d'un système panneaux de 4 kWc pour couvrir la consommation électrique annuelle (± 25 000 € HTVA),
- Coûts indicatifs (HTVA) : 8 000 € pour 1 kWc (8 €/Wc) - 30 000 € pour 5 kWc (6 €/Wc) - 55 000 € pour 10 kWc (5,5 €/Wc).

2e génération :

- **Couches minces :**
 - Utilisation de peu de matière semi-conductrice,
 - Perspectives importantes de réduction de coûts,
 - En phase d'industrialisation et de commercialisation,
 - Rendement entre 5 et 11%,
 - Possibilité de rendre flexible.
- **Exemple : CIS**
 - Rendement type: 11%,
 - 110 Wc/m² : **1 kWc → 9-10 m²**,
 - Compétitif avec la première génération,
 - Critères de choix : espace disponible - prix/kWc.

3e génération :

- **Nouveaux concepts**
 - Augmenter le rendement : cellules multi jonctions,
 - Diminuer les coûts : cellules à concentration et ...
 - En phase de recherche et développement et d'industrialisation

Systèmes photovoltaïques : autonome

- Pour les sites isolés
 - Nécessite généralement un **stockage** de l'énergie
- raccordé au réseau
- Le réseau utilise le courant excédentaire

Autres paramètres :

- Température :
 - L'augmentation de la température des cellules provoque une diminution du rendement
 - Importance de la ventilation des panneaux par l'arrière pour éviter la surchauffe en été
 - Record de puissance souvent obtenu en hiver
- Propreté
 - Nettoyage automatique avec la pluie
 - Vérifier annuellement
 - Éviter les endroits poussiéreux (carrières)

Soleil = ressource gratuite (Source: CD-ROM Energie+, Région wallonne)

Ensoleillement annuel moyen à Uccle: 968 kWh/m² : d'un point de vue énergétique, équivalence à environ **100 litres de mazout par m²**.

L'ensoleillement en Belgique est variable selon :

- les mois de l'année
- les heures de la journée

Importance de l'orientation et de l'inclinaison :

Une surface perpendiculaire au flux lumineux capte davantage de rayons lumineux que la même surface disposée en oblique .

Orientation et inclinaison pour panneaux fixes :

- Optimum: sud, inclinaison de 35°,
- À l'optimum: ± 850 kWh/an/kWc (en Wallonie),
- Sans ombrage.

PVGIS – Photovoltaic Geographical Information System

- Intégration au bâtiment **sur toiture inclinée** : en surimposition

- Avantages :
 - Facilité de pose sur toiture existante,
 - Permet une bonne ventilation des modules.
- Remarque :
 - Utilisation de pattes sous les tuiles pour la fixation,
 - 5-10 cm au dessus de la toiture.

Le poids des panneaux photovoltaïques représente environ 15 kg/m²

- Intégration au bâtiment **sur toiture inclinée** : en intégration

- Avantages :
 - Intégration architecturale parfaite,
 - Le système photovoltaïque : remplace les tuiles, les ardoises.
- Remarques :
 - À privilégier pour les nouvelles constructions ou les rénovations complètes de toiture,
 - Il faut assurer une ventilation.

- Intégration au bâtiment **sur toiture plate** :

modules rigides

- Avantages :
 - Facilité de pose,
 - Orientation et inclinaison optimales.
- Désavantages :
 - Prise au vent,
 - Si lestage, vérifier la résistance de la structure portante de la toiture (poids),
 - Si fixation, veiller à la bonne étanchéité de la toiture.

Remarques : il est nécessaire d'écarter suffisamment les rangées pour éviter l'ombrage

modules souples

- Avantages :

- Peut se coller sur la toiture existante,
 - Peut se combiner avec la membrane d'étanchéité,
 - Légèreté (4 kg/m²),
 - Flexibilité.
- Désavantage :
 - Rendement limité.
- Intégration au bâtiment en pose verticale :
 - Avantages :
 - Beaucoup de surfaces disponibles,
 - Visibilité maximale.
 - Désavantage :
 - Pas optimal pour la production d'électricité (inclinaison, orientation).
- Intégration au bâtiment : **en verrière modules semi-transparents**
 - Avantages :
 - Intégration architecturale parfaite,
 - Laisse passer une partie de la lumière.
 - Remarque :
 - À privilégier pour les nouvelles constructions ou les vérandas.
 - Généralement "sur mesure"
- Intégration au bâtiment : **en brise soleil**
 - Avantages :
 - Complémentarité entre protection solaire et production d'électricité.
 - Remarques :
 - Solution très intéressante en cas de surchauffe d'un bâtiment existant (baies vitrées),
 - Architecture bioclimatique: laisse entrer les rayons lumineux en hiver et protection solaire en été.

LE PHOTOVOLTAÏQUE: UN INVESTISSEMENT pour le futur ?

Durée de vie élevée :

- Investissement sur le long terme: plus de 25 ans,
- Modules :
 - Garantie sur la puissance des modules (en général 80% après 20-25 ans),
 - Normes IEC 61215 (silicium) et IEC 61646 (couches minces): tests (étanchéité, résistance mécanique, variations de température, ...).
- Onduleurs :
 - environ 15 ans,
 - Grâce aux évolutions technologiques, les fabricants annoncent désormais des durées de vie de 20 ans pour les équipements,
 - Norme DIN VDE 126,
 - 5-10% du coût total.

Photovoltaïque = énergie propre

- Pas de pollution directe au moment de la production d'électricité :

- pas d'émissions de CO₂,
- pas de bruit.
- Pollution indirecte :
 - Remboursement du contenu énergétique : (*) temps de retour énergétique d'environ 3 ans.
- Recyclage de l'entièreté des composants d'un système photovoltaïque en fin de vie.

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES ET FINANCIERS

Permis d'urbanisme pour l'installation de panneaux solaires :

- Au niveau de la Région wallonne (CWATUP, art 262): dispense du permis d'urbanisme à 2 conditions :
 - Sur la toiture (ou incorporé),
 - Pas de débordement.
- Avec respect : plans de secteur, permis de lotir, règlement communal d'urbanisme, bien protégés, ...
- Sinon :
 - Sur un bâtiment: petit permis d'urbanisme (commune),
 - Autres cas: permis d'urbanisme.
- <http://mrw.wallonie.be/dgatlp>.

Réception électrique :

- **Contrôle obligatoire** par un organisme de contrôle agréé,
- Vérifier le respect du Règlement Général sur les Installations Electriques (RGIE),
- Comme pour une nouvelle installation électrique ou une modification importante,
- Contrôle de la partie modifiée (photovoltaïque),
- Nécessaire pour :
 - le raccordement au réseau,
 - obtenir des certificats verts.
- <http://mineco.fgov.be> → Energie → électricité → Contrôle des installations électriques.

Connexion au réseau :

- **Nécessité d'obtenir l'accord écrit de son GRD** (GRD = Gestionnaire de Réseau de Distribution (intercommunales)) **avant de raccorder son système sur le réseau,**
- Besoin des données clés du système photovoltaïque :
 - Puissance de l'installation (kWc),
 - Onduleur (respect de la norme VDE DIN 126) – Rapport de conformité avec le RGIE,
 - Schéma de position et unifilaire,
 - Photos.
- Démarche gratuite pour les systèmes de moins de 10 kVA.

Coût approximatif d'un système de panneaux photovoltaïques raccordé au réseau :

- Modules + fixation + onduleur + compteur CV + réception électrique + pose,
- Dépend du type de système, de la technologie, de la puissance, de la toiture, des équipements optionnels, autres services, ...
- Coûts indicatifs (HTVA) :
 - 8 000 € pour 1 kWc (8 €/Wc),

(*) = Energie nécessaire à la fabrication (LCA) / énergie produite annuellement - Source: IEA-PVPS Task 10, EPIA, European Photovoltaic Technology Platform

- 30 000 € pour 5 kWc (6 €/Wc),
- 55 000 € pour 10 kWc (5,5 €/Wc).
- TVA :
 - 21% pour les nouvelles constructions,
 - 6% pour les rénovations (> 5 ans).

Aide à l'investissement pour les agriculteurs :

- Prime photovoltaïque de la Région wallonne – cumul AIDA?
- Aide à l'investissement dans le cadre des lois d'expansion économique. L'une ou l'autre de peut être cumulable.

Prime photovoltaïque de la Région Wallonne

- Les personnes physiques (y compris commerçant et indépendants),
- Les micro-entreprises :
 - moins de 10 personnes et chiffre d'affaires ou un total de bilan inférieur à 2 millions d'Euro,
 - <http://testpme.wallonie.be>,
- Syndics d'immeuble.

Prime photovoltaïque de la Région Wallonne : **Combien?**

- **Quel montant?**
 - 20% des coûts éligibles (augmenté de la TVA si le demandeur n'est pas assujetti),
 - Plafond maximum de 3.500 €,
 - Une prime par point d'accès (compteur EAN).
- **Coûts éligibles :**
 - = panneaux PV, onduleur(s), compteur CV, support de fixation (y compris suiveur), câblage nécessaire, disjoncteur, sectionneur, main d'œuvre.

Maxima pour les coûts éligibles :

- Systèmes classiques: 7 €/Wc,
- Systèmes intégrés en toiture: 8 €/Wc,
- Suiveurs solaires: 9 €/Wc.

Prime photovoltaïque de la Région Wallonne : **Par qui?**

- Entrepreneur enregistré ...
- Pour le placement: disposant d'un accès réglementé pour les activités électrotechniques.

OU disposant d'un accès réglementé pour les activités de la toiture et de l'étanchéité.

- Pour le raccordement électrique

... disposant d'un accès réglementé pour les activités électrotechniques.

Aide à l'investissement : E X P A

- Région wallonne: Aide à l'investissement (Loi EXPA) :
 - Jusqu'à 50%, sans plafond,
 - Seuil minimum d'investissement : 25 000 €,
 - Principe.
- surcoût par rapport à une installation de référence (TGV),
- Diminué des avantages retirés pendant les 5 premières années.

Aide fiscale pour les entreprises :

Déductions fiscales pour les investissements économiseurs d'énergie :

- 13,5 % de la valeur d'investissement pour 2008,
- Déduction de la base imposable,
- Investissement exclusivement professionnel.

Comptage de l'électricité :

- 2 situations: production > consommation - * j'injecte sur le réseau
consommation > production - * je prélève du réseau
- Règle générale:
 - On compte les flux réels,
 - Prélèvement = achat d'électricité,
 - Injection = vente d'électricité.

Comptage de l'électricité :

Exception: « compteur qui tourne à l'envers ».

= Mécanisme de compensation entre les injections et les prélèvements.

- Puissance ≤ 10 kVA
 - Réduction directe de la facture d'électricité,
 - Évite le changement du compteur du GRD,
 - Compteurs bi-horaires (selon la plage horaire).
- NB: Si sur base annuelle, la production d'électricité excède la consommation

Vente de l'électricité :

- Uniquement possible s'il y a 2 codes EAN (l'un pour le prélèvement, l'autre pour l'injection),
- Vente au fournisseur d'électricité (Electrabel, Luminus, Essent, Lampiris, etc.),
- Prix varie en fonction de l'acheteur, des périodes de production, du profil de production, des quantités d'énergie produite (0,03 – 0,07 €/kWh),
- Obligation du gestionnaire du réseau de distribution (GRD) d'acheter la production excédentaire au prix du marché ($\pm 0,03$ €/kWh).

Mécanisme des Certificats verts :

Mécanisme d'aide à la production d'électricité verte : Valable pour tout le monde (particuliers, entreprises, communes, ...).

Règle générale : 1 CV = 456 kg de CO₂ = 1 MWh_e

* injection gratuite ou 2 compteurs

Mécanisme des Certificats verts photovoltaïques :

Octroi trimestriel de certificats verts pendant 15 ans :

- Coefficients multiplicateur de CV pour le photovoltaïque

Puissance	Octroi de certificats verts		Revenus financiers	
	Coefficients multiplicateurs	1 CV pour la production de	MIN (CV à 65 €)	PRIX MARCHE (CV à 90 €)
Moins de 5 kWc	7 CV / MWh	143 kWh	0,455 €/kWh	0,63 €/kWh
Entre 5 et 10 kWc	5 CV / MWh	200 kWh	0,325 €/kWh	0,45 €/kWh
Entre 10 et 250 kWc (sous certaines conditions ¹)	4 CV / MWh	250 kWh	0,260 €/kWh ³	0,36 €/kWh
Plus de 250 kWc (ou > 10 kWc hors conditions)	1 CV / MWh	1000 kWh	0,065 €/kWh ou 0,15 €/kWh ²	0,09 €/kWh

1. Audit énergétique, 50% de l'électricité est autoconsommée, cogénération pas plus rentable et pas plus de 40% d'aides publiques. Sinon 1CV/MWh.

2. Une demande spécifique doit être introduite pour bénéficier du prix de rachat garanti de 65 €/CV.

3. Si 1 CV correspond à la production de 1 MWh, il peut être revendu à ELIA (GRT) pendant les 10 premières années au prix garanti de 150 €.

Vente des certificats verts :

- Au prix garanti auprès d'Elia - www.elia.be :
 - 65 €/ CV pendant 15 ans,
 - Rachat automatique pour les systèmes ≤ 10 kWc.
- Directement auprès d'un fournisseur d'électricité :
 - Prix négocié dans un contrat de vente entre le producteur et le fournisseur,
 - Pas évident pour les petits producteurs.
- Via les Compagnons d'Eole :
 - Mission de courtage de CV, subventionnée par la Région wallonne,
 - Service gratuit pour les petits producteurs (≤10 kWc),
 - www.compagnons-eole.be.

Certificats verts : Démarches

1. Certification de l'installation photovoltaïque (obtention du certificat de garantie d'origine) :
 - < 10 kW: déclaration sur l'honneur via la CwaPE,
 - > 10 kW: auprès d'un organisme de contrôle agréé.
2. Introduction de la demande d'octroi de certificats verts à la CwaPE,
3. Octroi des certificats verts par la CwaPE :
 - transmission à la CwaPE des relevés trimestriels de comptage (électricité nette produite),
 - Les CV sont concrétisés par un extrait de compte et une feuille de calcul récapitulative après chaque trimestre.
4. Vente des certificats verts,
5. Contrôle périodique de l'installation :
 - < 10 kW : pas de contrôle
 - < 20 kW : tous les 5 ans
 - > 20 kW : tous les ans

Plus d'info: www.cwape.be.

Aspects fiscaux des certificats verts :

- Impôt :
 - Affectation privée (particuliers): non-imposable,
 - Affectation professionnelle: imposable.

Rentabilité pour un agriculteur - 10 kWc :

Exemple concret :

- Exploitation : porcherie 1 500 cochons,
- Consommation annuelle : 20 000 kWh,
- Profil de consommation : ventilation + vis pour alimentation,
- Régime fiscal normal et TVA normal.
 - Pertinence : **10 kWc**,
 - 8500 kWh/an = 42% de la consommation ,
 - Pas de difficultés administratives,
 - Principe de compensation,
 - ROI = 8 ans.

Rentabilité pour un agriculteur (> 10 kWc) :

- Calcul plus complexe car :
 - % d'électricité autoconsommée (>10 kWc),
 - Certificats verts: 1 ou 4 CV/MWh ?
 - Situation fiscale.
- Déductions fiscales majorées.
- Amortissement permet de payer moins d'impôts.
- Revenu des certificats est imposable :
 - Il faut cumuler un maximum d'avantages pour faire des projets rentables