

Energie

> Particuliers

## PETITS SYSTEMES SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES

### Guide de maintenance pour les particuliers



Version juillet 2010

Plus d'infos :  
[www.bruxellesenvironnement.be](http://www.bruxellesenvironnement.be)  
> Particuliers

Bruxelles Environnement  
02 775 75 75

ÉNERGIE



**BRUXELLES ENVIRONNEMENT**  
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT





# PETITS SYSTÈMES SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES

*Guide de maintenance pour les particuliers*

## SOMMAIRE

CHAPITRE I : INTRODUCTION.....	4
CHAPITRE II : ELEMENTS D'UN SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE (PV).....	5
CHAPITRE III : PRODUCTION ATTENDUE POUR UN SYSTÈME PV.....	7
CHAPITRE V : MONITORING DE VOTRE INSTALLATION.....	9
CHAPITRE IV : LES PERTES POSSIBLES D'UN SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE.....	11
CHAPITRE VI : MAINTENANCE DE VOTRE INSTALLATION PV.....	13
CHAPITRE VII : AUGMENTER SA COUVERTURE SOLAIRE.....	15
ANNEXE 1 : DÉFAUTS DE CATÉGORIE 1.....	17
ANNEXE 2 : DÉFAUTS DE CATÉGORIE 2.....	18
ANNEXE 3 : DÉFAUTS DE CATÉGORIE 3.....	19
TABLE DES MATIÈRES.....	20

## CONTENU

Ce guide présente les bons réflexes à avoir pour être sûr que le système fonctionne correctement et reprend la maintenance à effectuer sur des installations photovoltaïques de petites dimensions. Il s'agit principalement de conseils pour des installations dont la puissance maximale onduleur est de 5kVA. Pour faciliter la maintenance du système par du personnel qualifié, ce guide précise également les documents nécessaires qui doivent accompagner l'installation.

## OBJECTIF

Ce guide a pour objectif d'apporter un appui technique aux propriétaires d'un système photovoltaïque et de faciliter le dialogue avec les professionnels du photovoltaïque (bureau d'étude, installateurs, personnel de maintenance). Ce guide propose une liste de recommandations et de conseils destinés à assurer le bon fonctionnement et l'entretien correct d'un système photovoltaïque.

## PUBLIC-CIBLE

Particuliers qui possèdent une installation photovoltaïque.

## LEXIQUE DES ACRONYMES

PV photovoltaïque  
kWc kilowatt-crête  
MWh Mégawattheure  
CV Certificats Verts  
AC Courant Alternatif  
CC courant continu



# CHAPITRE I : INTRODUCTION

## Quelques chiffres clés

La consommation énergétique pour l'électricité représente entre 9 % et 13 % des consommations énergétiques totales d'un ménage standard bruxellois, selon qu'il l'utilise ou non pour la cuisine, soit entre 2000 et 3100 kWh par an.

L'énergie fournie chaque année par le soleil, sur une surface horizontale d'1 m<sup>2</sup> est de 1000 kWh.

En Région bruxelloise, les cinq dernières années, plus de 1500 particuliers ont installé un système photovoltaïque.

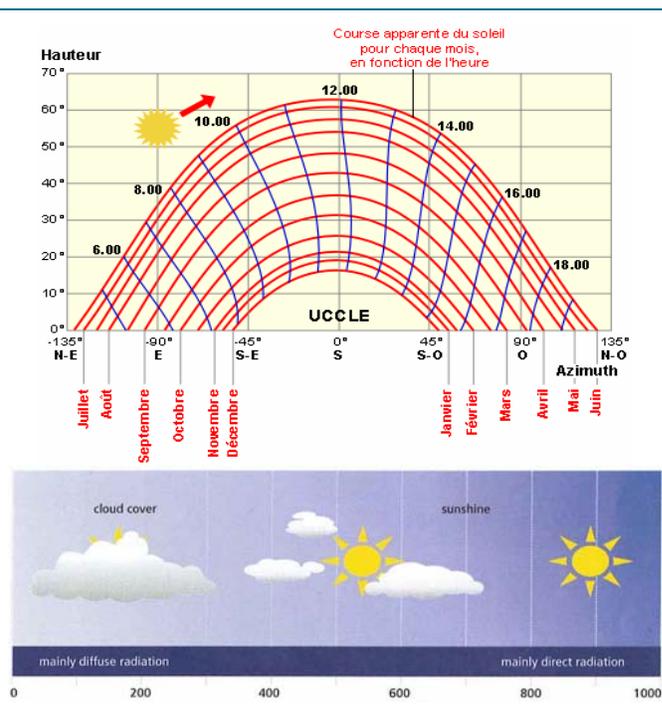
## 1. L'ENSOLEILLEMENT À BRUXELLES

L'ensoleillement global annuel est réparti annuellement en 60% de rayonnement diffus (à travers les nuages et la brume) et 40% de rayonnement direct (ciel bleu, soleil directement visible).

**La puissance de l'ensoleillement et la quantité d'énergie fournie par le soleil varient au cours de l'année en fonction de :**

- La durée d'ensoleillement.
- L'heure.
- La couverture nuageuse.

Sources : IRM, Solar Thermal Systems



Les performances des systèmes photovoltaïques seront déterminées par l'ensoleillement mais également par différents paramètres :

- le matériel et la qualité de sa mise en œuvre,
- l'entretien de l'installation.

Dans les chapitres suivants, ce guide donne plus d'information pour mieux gérer ces 2 points.



## CHAPITRE II : ELEMENTS D'UN SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE (PV)

Le système photovoltaïque est constitué d'un ensemble de composants :

### 1. LES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

Une cellule photovoltaïque produit une tension d'au moins un Volt et une puissance de 1 à 3 Watts (variable avec le type de matériau utilisé). Pour obtenir plus de puissance, on place plusieurs cellules ensemble. Encapsulées de manière étanche dans un cadre les protégeant des chocs et de l'usure, elles forment un **module photovoltaïque**.

On trouve sur le marché des **modules de différentes puissances**. Leur rendement dépend de la quantité de lumière solaire disponible, de leur orientation et de leur inclinaison ainsi que du matériau qui les compose. Ils sont soit reliés entre eux en parallèle soit en série (on parle alors d'un string).

On privilégie la mise en parallèle si certains modules sont soumis à l'ombrage. Une autre possibilité est de travailler avec plusieurs strings (ensembles de modules).



### 2. L'INTERRUPTEUR SUR LA PARTIE COURANT CONTINU (CC)

Un interrupteur sur la partie courant continu peut être intégré (poignée ESS) ou non intégré (boîtier externe) à l'onduleur. Sa fonction est de couper l'alimentation en provenance des panneaux lorsque par exemple l'onduleur nécessite une maintenance. Sa présence est obligatoire selon la norme IEC 60364-7-712.



Poignée ESS sur onduleur



Interrupteur (boîtier) externe

### 3. L'ONDULEUR

Il permet de transformer le courant continu produit par les modules en courant alternatif. Il présente généralement un tableau d'affichage (display) qui permet de détecter les fautes éventuelles du système photovoltaïque.

### 4. LE COMPTEUR CERTIFICAT VERT

Il compte l'énergie électrique produite par l'installation, déduction faite des consommations propres des différents composants comme par exemple l'onduleur. Il est nécessaire que ce dernier soit certifié par le régulateur bruxellois pour le marché du gaz et de l'électricité (BRUGEL) pour obtenir les certificats verts (CV).

Il existe différents types de compteurs sur le marché : électromécanique, mécanique et digital (voir photo). La durée de vie des compteurs électromécaniques est de loin supérieure à celle des petits compteurs digitaux. L'affichage (mécanique) ne risque pas de disparaître inopportunistement en cas de panne et sa lecture, horizontale, est aisée.



Compteur électromécanique



Compteur mécanique



Compteur digital



## 5. LE TABLEAU DIVISIONNAIRE

C'est le tableau qui reprend l'ensemble des fusibles ou disjoncteurs du circuit électrique domestique. Dans celui-ci, un disjoncteur doit être spécifiquement alloué au photovoltaïque. De plus, pour être réceptionné, la présence d'un différentiel 300 mA est également nécessaire et protège d'habitude l'ensemble de l'installation électrique. On le retrouve donc également dans ce tableau.



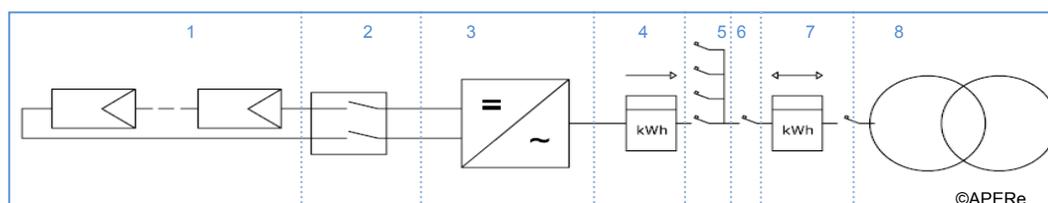
## 6. LE COMPTEUR DE CONSOMMATION ET DE RÉINJECTION (A+/A-)

Il compte séparément l'ensemble de la consommation en provenance du réseau et le surplus de production éventuel à destination du réseau. Une subdivision des index est possible en fonction du mode tarifaire (tarif simple ou bihoraire).



Tous les composants décrits ci-dessus doivent normalement être spécifiés (marque et type des éléments, éventuellement les numéros de série) dans un schéma unifilaire disponible à proximité de l'onduleur, pour permettre une maintenance aisée, et approuvé par l'organisme de contrôle. Les liaisons équipotentielles (points de raccordement à la terre) doivent également être renseignées sur ce schéma.

### Exemple de schéma unifilaire :



1. Modules
2. Sectionneur CC
3. Onduleur
4. Compteur vert

5. Tableau divisionnaire avec 1 disjoncteur PV
6. Différentiel 300 mA
7. Compteur électrique A+/A-
8. Réseau Electrique

## 7. DOCUMENTATION DU SYSTÈME

Comme tout système électrique, le système photovoltaïque doit être accompagné d'un dossier électrique comprenant au minimum :

- les fiches techniques du matériel installé (modules, onduleur, compteur) ;
- le manuel d'utilisation de l'onduleur (dans la langue de l'utilisateur) ;
- l'attestation de conformité de l'onduleur à la norme DIN VDE 0126 ;
- les schémas de câblage, unifilaire et de position de l'installation PV ;
- le procès verbal attestant de la conformité de l'installation au RGIE.

La présence de ce dossier est indispensable pour assurer le bon fonctionnement du système et sa maintenance tout au long de sa durée de vie.

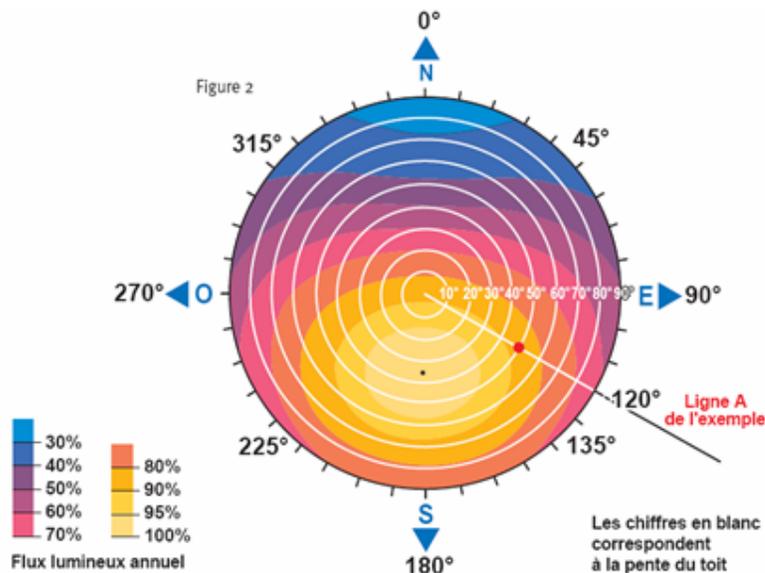


## CHAPITRE III : PRODUCTION ATTENDUE POUR UN SYSTÈME PV

### 1. LATITUDE, ORIENTATION ET INCLINAISON

En Belgique, on considère que les conditions standards de test (CST) sont remplies simultanément pour un équivalent de 850h/an.

Pour une latitude donnée, la production du système sera également influencée par son orientation et son inclinaison. Un facteur correctif (FC) exprimé en % et résumant les pertes d'irradiation peut être trouvé dans le disque solaire ci-dessous. Ce facteur va du jaune (100%) au bleu (30%). Les cercles concentriques en trait fin donnent l'inclinaison de votre toit et vont de 0° au centre à 90° à l'extérieur.



*Irradiation annuelle relative à Uccle en fonction de l'orientation (coordonnées polaires) et de l'inclinaison (coordonnées radiales)*

Ce graphique indique bien qu'en général, il faut se situer entre l'est et l'ouest en passant par le sud. A noter que l'inclinaison plein nord à 10° (±80%) aura malgré tout plus de flux lumineux qu'une installation orientée plein est à 90° (entre 50 et 60%).

La production totale du système (hors effets d'ombrage) se calcule alors comme suit:

$$\text{Puissance (Wc)} \times 0,85 \times \text{FC} = \text{Energie (kWh/an)}$$

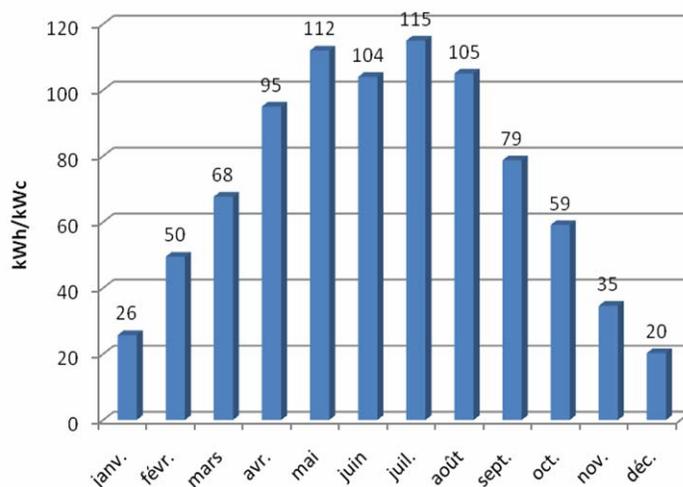
Exemple : Votre système de 2600 Wc est installé sur une toiture inclinée à 50° et orientée 120° est. Sur le graphique on peut estimer le facteur de correction à 85%. La production minimum à atteindre sera de :

$$2600 \times 0,85 \times 85\% = 1878,5 \text{ kWh/an.}$$

**Attention** Les effets d'ombrages peuvent réduire drastiquement la production d'électricité solaire. Il est important d'avoir identifié les éléments pouvant ombrager votre champ photovoltaïque et de minimiser les impacts qu'ils peuvent occasionner sur votre production. Un suivi régulier (trimestriel, mensuel, hebdomadaire voire journalier) de votre production constitue le meilleur moyen de s'assurer du bon fonctionnement de votre installation.



## 2. PRODUCTION MOYENNE D'UNE INSTALLATION



*La production mensuelle moyenne d'une installation bruxelloise de 1 kWc orientée plein sud et inclinée à 35 °.*

On remarque que l'essentiel de la production est réalisée au printemps (36%) et en été (34%). L'automne (14%) et l'hiver (16%) représente le tiers de la production annuelle.

Si votre installation est plus inclinée que 35°, elle produira moins de kWh en été que l'installation de référence mais produira plus en hiver.

A l'inverse, si votre installation est moins inclinée, les rayons solaires en été seront plus longtemps perpendiculaires aux modules et donc votre installation produira plus de kWh que l'installation de référence.



## CHAPITRE IV : MONITORING DE VOTRE INSTALLATION

Ce chapitre décrit la méthode pour relever vos index ainsi que la méthode pour en déduire votre production d'électricité verte, votre consommation et votre facture d'électricité.

Deux méthodes existent pour relever la production photovoltaïque :

- Les systèmes de monitoring automatiques. Les données sont transférées par wifi ou reliées à internet. Cela permet d'avoir un suivi précis de la production jour après jours, de 15 minutes en 15 minutes ;
- Le relevé manuel des index.



### 1. LES INDEX À MONITORER

#### - La production photovoltaïque au niveau de l'onduleur :

Les informations que donnent habituellement les onduleurs sont les suivantes:

- La quantité d'énergie (en kWh) accumulée sur la journée
- La puissance (en W) et la tension instantanée (en V)
- Le nombre d'heures de fonctionnement
- L'énergie totale produite (en kWh) depuis la mise en service de l'onduleur en kWh. C'est ce chiffre-là qui est le plus important à relever.

Vérifier l'index de l'onduleur est essentiel dans les premiers jours ou semaines suivant la mise en service de l'installation. En effet, cela peut permettre de détecter d'éventuels dysfonctionnements liés à une mauvaise installation ou à un module défectueux.

Il est important de bien lire le manuel d'utilisation de l'onduleur. Les éventuels signaux de pannes sont toujours expliqués dans ce document.

#### - L'index du compteur certificats verts (CV) :

Il faut régulièrement comparer cet index avec celui de l'onduleur afin de vérifier que la différence entre les deux soit plus ou moins stable (1-2%) au cours du temps. Cela permet non seulement d'intervenir rapidement si le compteur CV est bloqué mais également d'estimer la consommation de l'onduleur.

Normalement, l'écart entre ces deux index deviendra donc de plus en plus grand (production onduleur > production compteur CV).



#### **Que faire si mon compteur CV est bloqué ou est défectueux ?**

Dans tous les cas, prévenez BRUGEL au plus vite, sinon vous risquez de perdre une grande quantité de certificats verts :

- Si votre index est visible, photographiez-le. Prévenez votre installateur afin qu'il puisse venir le remplacer.
- Si l'index n'est plus visible, certaines sociétés arrivent à lire le dernier index si le compteur est renvoyé à l'usine.

#### - L'index du compteur A+/A- :

Cet index-là se relève uniquement manuellement. Cela vous permet de connaître la quantité d'électricité que vous prélevez du réseau ainsi que celle que vous renvoyez sur ce même réseau.



## 2. COMMENT CONNAÎTRE MA PRODUCTION, CONSOMMATION ET FACTURE D'ÉLECTRICITÉ ?

Exemple :

Un système de 2600 Wc installé plein sud ayant une production attendue de 2210 kWh/an (2600 x 0,85) (voir chapitre 3.1), dont les différents index sont

Relevés d'index	Index Départ*(kWh)	Index 1 an après (kWh)
Index de l'onduleur	150	2360
Index du compteur vert	155	2345
Index A+ (électricité consommée prélevée sur le réseau)	1500	2700
Index A- (électricité verte non consommée et envoyée sur le réseau)	20	812

\*Date de certification de l'installation (délais maximum de 2 mois avec la mise en service)

Voici la manière de calculer la production nette de l'installation, celle comptant pour les certificats verts, la consommation d'électricité ainsi que la facture d'électricité

	Calcul	Résultat
Production de l'installation (A)	2360 - 150	2210 kWh
Production verte (B)	2345 - 155	2190 kWh
Electricité facturée par le fournisseur (C)	(2700-1500) – (812-20)	408 kWh
Electricité réellement consommée (D = B + C)	2190 + 408	2608 kWh

Afin de calculer la production nette de l'installation (A), il faut simplement faire la différence entre les index de l'onduleur à deux dates différentes. Ici, elle a été réalisée entre l'index de départ (date de certification de l'installation par BRUGEL) et l'index relevé un an après.

Le calcul de la production verte (B), se fait de la même manière avec les index du compteur vert. Cette production donnera droit à 15,92 Certificats Verts (7,27 x 2,19 MWh). Ces CV valorisés entre 85 et 92 € rapporteront entre 1353 € et 1465 €.

L'onduleur et le compteur vert ont consommé 20 kWh (2210-2190) après une année soit environ 1% de la production.

Pour calculer l'électricité facturée par le fournisseur (C), il suffit de faire la différence entre ce qui est prélevé sur le réseau et ce qui est renvoyé sur le réseau. Le fournisseur enverra donc une facture pour une consommation de 408 kWh pendant cette année.

Enfin, pour connaître quelle est la quantité d'électricité réellement consommée (D), il suffit d'additionner l'électricité verte produite (B) à l'électricité facturée par le fournisseur (C).

→ L'installation photovoltaïque aura donc produit l'équivalent de 84% (2190/2608) de l'électricité consommée par ce ménage. Un effort sur ses consommations lui permettrait d'atteindre assez facilement une couverture totale (voir chapitre 7).



# CHAPITRE V : LES PERTES POSSIBLES D'UN SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE

## 1. PERTES DUES À L'OMBRE

Les ombres portées par le voisinage proche et lointain peuvent influencer de manière non négligeable la productivité de l'ensemble du système photovoltaïque. Lors de la conception du système, il est indispensable que votre installateur identifie précisément les zones d'ombrages pour déterminer la dimension et la configuration optimale.

Après installation, une production moindre que celle attendue peut être en partie due aux ombrages. A cet égard, on veillera surtout à éviter l'apparition de nouveaux masques (arbres non taillés, construction de nouveaux bâtiments,...).

Selon la technologie, l'impact d'une même ombre sera plus ou moins pénalisant. Certaines d'entre elles sont mieux adaptées aux configurations avec ombrage. La figure de gauche montre une technologie cristalline classique, celle de droite représente les technologies dites des « couches minces » ou « thin film » (CIS, CIGS,...)

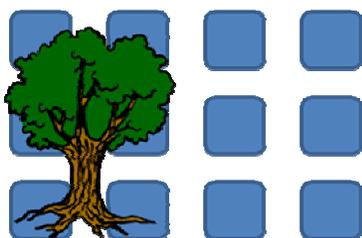


Fig 1: Cas où l'ombrage occasionne 90% de perte

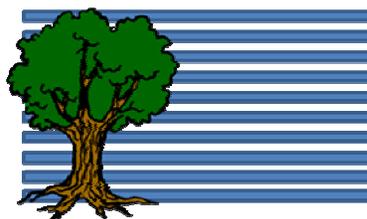


Fig 2: Cas où l'ombrage occasionne 30% de perte

L'ombrage peut également être dû aux conditions météo. Par exemple, l'accumulation de neige dans le bas d'un module peut réduire sa production assez fortement. Heureusement, ces cas-là n'arrivent qu'en hiver lorsque la production potentielle est la plus faible.



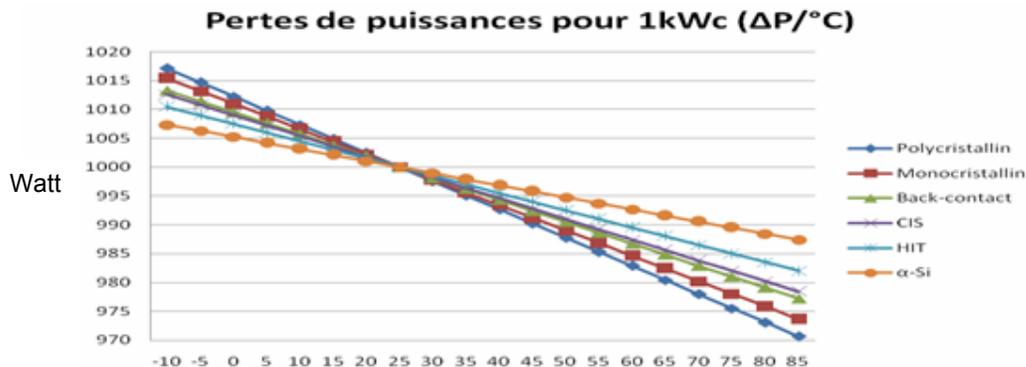
## 2. PERTES DUES À LA TEMPÉRATURE

L'efficacité du module et de l'onduleur est inversement proportionnelle à la température de ce même module. En fonction de la technologie utilisée, les pertes d'efficacité seront plus ou moins importantes. Par exemple, la technologie amorphe ( $\alpha$ -Si) présente un coefficient de température moindre que la technologie cristalline (c-Si).

Si les modules sont superposés à la toiture, une ventilation naturelle viendra refroidir les modules photovoltaïques. Dans le cas d'un système intégré, cette ventilation sera plus difficile et les pertes occasionnées par l'augmentation de la température seront plus



importantes. Ces augmentations de température influencent la tension d'entrée de l'onduleur et par conséquent la productivité et le rendement de l'onduleur.



### 3. PERTES DUES À L'ONDULEUR

#### - Ensoleillement :

Si l'irradiation des modules n'est pas suffisante (début ou fin de journée, neige, ciel gris, ...) l'onduleur reste en attente de meilleures conditions pour commencer à produire de l'électricité solaire. La consommation interne de l'onduleur (de l'ordre de 5W) doit en effet être atteinte pour que le système soit productif. L'onduleur redémarrera automatiquement dès que les conditions extérieures redeviendront favorables.

#### - Pertes dues à la température :

L'onduleur doit être installé dans un endroit sec et ventilé. Son efficacité, telle que décrite dans la fiche technique, n'est assurée que dans le cas d'une installation conforme au manuel d'installation. Un dégagement d'une vingtaine de cm est généralement nécessaire pour assurer le dégagement de chaleur, en particulier du côté des grilles de ventilation (entrée et sorties).

Dans des conditions de températures élevées (grenier non isolé), son rendement diminuera et sa durée de vie risque également de diminuer.

### 4. PERTES OHMIQUES (CÂBLAGE CC)

En pratique, un système de qualité est dimensionné pour limiter les pertes ohmiques dans le câblage Courant Continu (CC) à une chute de tension de maximum 2% entre les modules et l'onduleur. Si la chute de tension est supérieure à 2% (par exemple due à une longueur de câble trop importante) il faudra augmenter la section du câblage CC pour éviter l'échauffement des câbles.

Le propriétaire de l'installation peut naturellement demander à son installateur une note de calcul pour s'assurer du bon dimensionnement du câble.

### 5. PERTES DUES AU RÉSEAU D'ALIMENTATION PUBLIC

Statistiquement, le réseau électrique est assez souvent la cause d'une baisse de production d'un système photovoltaïque. Il y a plusieurs causes possibles :

- La tension du réseau est trop élevée (> 245 V) ou trop fluctuante ;
- Des écarts d'impédance trop grands ;
- Des écarts de fréquence du réseau trop grands par rapport à la valeur standard.

Ces différentes causes vont provoquer des arrêts temporaires de l'onduleur et donc une perte de production.



## CHAPITRE VI : MAINTENANCE DE VOTRE INSTALLATION PV

En théorie, un système photovoltaïque domestique ne nécessite pas d'entretien. Ayant une durée de vie minimum de 25 ans, il ne présente en effet aucune pièce mobile et, l'inclinaison des modules de la plupart des installations couplée à un verre extra-lisse, assurent le nettoyage naturel de leur surface.

Cependant, dans un environnement urbain en particulier, il est important de régulièrement vérifier la production du système photovoltaïque, et le cas échéant, de prévoir un nettoyage des modules. Par exemple, des modules inclinés à 10° ne présentent pas une pente suffisante pour assurer un ruissellement efficace de l'eau. Des poussières grasses, issues notamment des gaz d'échappement, peuvent s'accrocher sur le verre, même si celui-ci est réputé extra-lisse. Notons également que l'onduleur devra probablement être remplacé après 10 à 15 ans.

### 1. MAINTENANCE PRÉVENTIVE

Une bonne maintenance préventive se base sur un contrôle et une analyse réguliers des rendements (voir chapitre 3). Si une sous-production est constatée, consultez les tableaux repris en annexe et décrits dans le point suivant (maintenance corrective) afin de déterminer son origine.

Les différentes actions possibles pour une bonne maintenance préventive	
Suivi (quoi ?)	Contrôle (Comment et quand?)
<b>Ombage</b> : Entretien des arbres, buissons et autres éléments végétaux pouvant poser des problèmes d'ombres	Visuel, annuellement au printemps
<b>Encrassement des modules</b> plus important que la moyenne, voire une obturation totale de la lumière (par exemple à cause des pollens au printemps, des feuilles mortes en automne, de la neige en hiver, de l'herbe haute (si l'installation est posée sur le sol) ou des déjections d'oiseaux. Une accumulation de saleté sur les bords des modules peut également provoquer un ombrage partiel des cellules périphériques	 Visuel ; tous les 3 mois. Le nettoyage des modules peut se faire par des sociétés spécialisées s'ils ne sont pas facilement accessibles. Dans le cas contraire, le nettoyage peut se faire avec de l'eau sans détergent et sans haute pression.
<b>Câble</b> qui pend, qui est arraché ou qui présente des zones éraflées. Les conditions climatiques ou les animaux (oiseaux, rongeurs) peuvent en être la cause. C'est pour cette raison qu'il est utile que les câbles ne soient pas soumis à la pluie et au soleil (bien fixés sous les panneaux). <b>Danger d'électrocution :</b> Si vous constatez la présence de câbles endommagés, ne touchez surtout pas ces zones. Le simple fait de rester à proximité peut être dangereux (à cause des surtensions). Contactez votre installateur afin de réparer ce câble au plus vite.	Visuel, annuellement 
<b>Onduleur</b> : Dépoussiérer la grille de ventilation de l'onduleur	Visuel, tous les 6 mois à 1 an. (Si à l'extérieur : tous les 6 mois)
<b>Après une tempête</b> : Organiser une inspection visuelle et contrôler si les protections contre les surtensions fonctionnent.	Après chaque orage / tempête



## La neige : Une catastrophe pour le PV ?



La neige peut avoir un impact très négatif sur la production lorsqu'elle recouvre tout ou une partie du module. Néanmoins, l'impact global sur l'année est négligeable pour des installations domestiques. A Bruxelles, il y a entre 15 et 20 jours de neige par an ce qui représente au maximum 3 % de la production totale.

## 2. MAINTENANCE CORRECTIVE

La maintenance corrective apparaît quand la performance du système décroît de façon inattendue ou après qu'un événement imprévu ait entraîné un fonctionnement difficile ou non sécurisé de l'installation.

On peut classer les défauts en 3 catégories :

*En annexe, on reprend pour chacune de ces catégories les symptômes et les causes possibles ainsi que les solutions à apporter.*

### - Catégorie 1 : L'installation ne fournit aucun courant en journée (Annexe 1)

Lorsque le ciel n'est pas fortement couvert et que les panneaux ne sont pas recouverts par de la neige, l'installation photovoltaïque doit fournir du courant pendant la journée. L'onduleur indique que la tension n'est pas suffisante pour démarrer uniquement aux premières et aux dernières heures du jour. La nuit, les onduleurs s'éteignent totalement.

### - Catégorie 2 : L'installation fournit moins de courant que d'autres installations situées à proximité (Annexe 2)

Si votre installation produit moins qu'une installation voisine, ce n'est pas toujours anormal, il faut tenir compte de l'orientation, inclinaison et des ombrages, si les conditions sont vraiment identiques et qu'il s'agit du même type de technologie de module, il y a lieu d'investiguer quelle en serait la cause.

## Comparaison d'installation sur le net

Certains producteurs d'onduleurs proposent de télécharger automatiquement les données ce qui permet de les comparer avec d'autres.

Le site francophone [www.bdpv.fr](http://www.bdpv.fr) permet de comparer ses données automatiquement avec des installations proches, même si l'orientation et l'inclinaison sont différentes, via un encodage manuel.

Les systèmes de monitoring automatiques donnent également la possibilité de transférer vos données sur un site internet d'un système particulier et de les comparer avec des installations proches.

### - Catégorie 3 : L'installation fournit moins de courant qu'auparavant (Annexe 3)

La production d'une installation peut fortement varier d'une année à l'autre en fonction des conditions de rayonnement. Selon certaines sources, les statistiques annuelles peuvent varier de plus de 30%. Si vous avez pu exclure que cette différence est due aux conditions de rayonnement, par exemple en comparant avec d'autres installations proches, le tableau 3 en annexe reprend les différents défauts possibles.



## CHAPITRE VII : AUGMENTER SA COUVERTURE SOLAIRE

Si la production de votre installation photovoltaïque ne couvre pas l'ensemble de votre consommation annuelle d'électricité, vous avez tout intérêt à diminuer celle-ci afin que votre facture d'électricité soit la plus petite possible.

Un Bruxellois isolé consomme en moyenne 2.100 kWh et un ménage bruxellois moyen se composant de deux à trois personnes consomme entre 3.000 et 3.500 kWh d'électricité par an.

Cela veut dire qu'avec un système photovoltaïque de moins de 2500 Wc, il est possible de couvrir 100 % des besoins d'un ménage URE économe alors qu'il faut plus de 4100 Wc pour un ménage normal.

Ce chapitre donne quelques trucs et astuces pour réduire cette consommation.

### **Le bihoraire : solution inadaptée au photovoltaïque**

Dans la plupart des cas, les simulations tarifaires indiquent que les propriétaires d'installations photovoltaïques ayant choisi un tarif bihoraire ont tout intérêt à passer au tarif simple. En effet, étant donné que la production est automatiquement rachetée au prix de vente de l'électricité, toute la production du week-end sera moins valorisée<sup>1</sup>.

## 1. LES APPAREILS ELECTRIQUES

### - Les électroménagers

Ce sont les plus gros consommateurs électriques d'un ménage pour autant qu'il ne possède pas de radiateurs ou de chauffe-eau électriques. Les frigos et congélateurs fonctionnent en permanence tout au long de l'année. Veiller à ce qu'ils soient les plus économes en énergie est essentiel. Pour ce faire, lors de l'achat de nouveaux électroménagers, le label européen indique clairement la classe énergétique ainsi que la consommation. Les appareils les plus efficaces à l'heure actuelle peuvent atteindre le niveau A+ voir A++.



### - L'éclairage

Le remplacement des ampoules classiques par des économiques (ou basse consommation) entraîne une diminution de consommation par 5 pour délivrer le même flux lumineux.

Dès qu'une ampoule fonctionne régulièrement plus d'une demi-heure, il est intéressant de la remplacer par une ampoule économique : elle chauffe beaucoup moins et peut vivre jusqu'à 8 fois plus longtemps. Economie d'énergie : de 75 à 80%. L'achat, plus onéreux, est vite amorti.

Dans de nombreux cas, il est intéressant d'éviter l'utilisation de lampadaires à éclairage indirect munis d'une lampe halogène.

Les lampes halogènes sont très énergivores et peuvent coûter de 50 à 80 € par an (pour un halogène sur pied de 300 Watts). De tels lampadaires existent aussi avec des ampoules classiques ou économiques.



### - Les veilles

Certains appareils consomment de l'électricité 'en cachette', sans qu'on le remarque. On peut distinguer deux types de consommations « cachées » :

- **La consommation de « veille »** : Les appareils qui restent inutilement en « mode veille » alors qu'ils pourraient être éteints via l'interrupteur « on-off » principal. C'est typiquement le cas de la télévision, du lecteur CD et DVD, de la chaîne hi-fi, de l'ordinateur, etc.

<sup>1</sup> Une simulation est possible sur le site de BRUGEL : [www.brugel.be](http://www.brugel.be)



- **La véritable consommation cachée** : Les appareils qui restent raccordés en permanence au secteur et qu'on ne peut pas ou qu'on ne pense pas à débrancher : machine à laver, chargeur de GSM, cafetière, imprimante, lampadaire halogène avec variateur, brosse à dents électrique, etc.

Afin de détecter si vos appareils électriques ont une consommation cachée, n'hésitez pas à investir dans un petit compteur d'énergie (à acheter dans chaque magasin de bricolage pour un prix entre 15 et 35 euros). Il vous permettra non seulement de connaître la consommation instantanée, mais également la consommation sur un laps de temps donné. On peut alors facilement extrapoler sur un an et mesurer l'impact énergétique ou financier.



Enfin, pour éviter ces consommations cachées, il existe différentes solutions :

- Les blocs multiprises avec interrupteur. Ils empêcheront l'électricité d'arriver dans les appareils électriques en cause.



- La domotique : Le contrôle par ordinateur de l'installation électrique permet de paramétrer l'envoi ou non d'électricité aux appareils électriques et donc de contrôler ces consommations cachées. C'est une solution à n'envisager qu'en cas de rénovation totale de l'installation électrique.

## 2. POUR SAVOIR PLUS

Vous pouvez trouver plus d'information sur l'utilisation rationnelle de l'énergie sur notre site internet [www.bruxelles-environnement.be](http://www.bruxelles-environnement.be) :

- Les info-fiches Energie:

[Accueil](#) > [Particuliers](#) > [Thèmes](#) > [Énergie](#): **Info-fiches "Economie d'énergie"**

- Brochure « 100 conseils pour économiser l'énergie » :

[Accueil](#) > [Particuliers](#) > [Gestes Pratiques](#) > [Mon logement](#) > [Economiser l'énergie](#): **Gestes quotidiens**



## ANNEXE 1 : DÉFAUTS DE CATÉGORIE 1<sup>2</sup>

Le compteur n'affiche aucun rendement. De jour, l'onduleur n'affiche aucune tension en entrée (provenant du générateur) et aucun courant n'apparaît en sortie.

Symptôme	Défaut/Cause possible/remède ( <i>si italique : faire appel à l'installateur</i> )
Absence de tension en entrée de l'onduleur sur la ligne principale du courant continu	<p>Trop sombre. Contrôler à un autre moment où le rayonnement est plus intense.  Sinon =&gt;  <i>Générateur* débranché de l'interrupteur courant continu ? Défaut de l'interrupteur ? Vérifier la tension en entrée et enclencher l'interrupteur.</i>  Sinon =&gt; <i>Fusible fondu (par exemple à cause d'un impact de foudre). Vérifier les fusibles</i>  Sinon =&gt;  <i>Le parafoudre a court-circuité le générateur photovoltaïque par la terre. Vérifier le parafoudre.</i>  Sinon =&gt;  Panne ou court-circuit dans le générateur. Contrôle visuel, chercher des défauts visibles (câbles arrachés et module cassé).  Sinon =&gt;  <i>Ouvrir le boîtier de raccordement et mesurer les rangées unes par une.</i></p>
Présence de tension en entrée de l'onduleur sur la ligne principale du courant continu, mais l'onduleur n'affiche rien L'onduleur affiche une tension d'entrée (provenant du générateur) le jour mais aucun courant n'apparaît en sortie	<p>Trop sombre / Tension trop faible. Contrôler à un autre moment où le rayonnement est plus intense  Sinon =&gt;  Défaut de l'onduleur ; informer le fabricant.  Panne de courant dans le réseau public. Vérifier s'il s'agit d'une panne de courant (par exemple allumer un interrupteur de lumière), l'onduleur se rallume tout seul après une panne de courant  Sinon =&gt;  Déclanchement du disjoncteur de ligne, du disjoncteur différentiel ou des fusibles du compteur entre l'onduleur et le réseau. Vérifier les disjoncteurs et les fusibles.  Sinon =&gt;  L'onduleur a relevé un défaut dans le générateur (par exemple un défaut d'isolation) et par conséquent l'installation ne fonctionne pas. Vérifier les messages d'erreur de l'onduleur. <i>Débrancher les rangées l'une après l'autre directement dans le boîtier de raccordement et vérifier à chaque fois si l'installation fonctionne.</i>  Sinon =&gt;  L'onduleur a localisé un défaut dans le réseau et par conséquent l'installation ne fonctionne pas. Vérifier les messages d'erreur de l'onduleur. L'onduleur se rallume tout seul après un défaut dans le réseau. Si cela se produit fréquemment, contacter SIBELGA.</p>

\*Générateur = Ensemble des modules photovoltaïques

<sup>2</sup> Source : Le photovoltaïque pour Tous, Observ'ER, 2006

## ANNEXE 2 : DÉFAUTS DE CATÉGORIE 2<sup>3</sup>

A même orientation et inclinaison, l'installation fournit moins de courant que prévu/ que les autres installations situées à proximité (par kWc)

Symptôme	Défaut/Cause possible/remède ( <i>si italique : faire appel à l'installateur</i> )
Défaut de conception lié à l'optimisation	L'onduleur et le générateur ne sont pas suffisamment adaptés. <i>Sinon =&gt; Pertes dans la ligne trop élevées. Refaire les calculs et, le cas échéant, augmenter les sections de câbles</i>
Défaut lié à l'installation	<i>Une des rangées n'est pas correctement branchée (les connecteurs ne sont pas correctement raccordés), les contacts sont desserrés ou les pôles d'un des modules sont inversés de sorte que la rangée ne produit rien. Vérifier les connecteurs et les autres causes individuellement</i>
Les modules ne sont pas alignés, sont orientés ou inclinés différemment	<i>Pertes de décalage dues à des défauts de conception ou de montage ; contrôle visuel. Installer un autre onduleur (multistring) ou un plus grand nombre d'onduleurs.</i>
Défaut de conception lié à l'ombre	Eloigner les objets provoquant de l'ombre ou réduire la taille de l'ombre. <i>Sinon installer un autre onduleur (multistring) ou un plus grand nombre d'onduleurs.</i>
Aucun symptôme particulier	L'onduleur s'échauffe à cause de la saleté accumulée ou d'une ventilation insuffisante : dégager l'onduleur, ne pas l'encombrer, le cas échéant nettoyer les grilles d'aération. <i>Sinon le placer dans un autre endroit.</i> Sinon => <i>Vérifier les répercussions du réseau. Vérifier le mode de fonctionnement de l'onduleur en cas de coupure ponctuelle. Contacter le fabricant de l'onduleur ou Sibelga.</i> Sinon => <i>La puissance maximale des modules photovoltaïques est inférieure à celle garantie par le fabricant. Vérifier les mesures à l'aide d'un appareil de mesure de puissance crête. Le cas échéant, faire une réclamation et échanger les modules.</i>

\*Générateur = Ensemble des modules photovoltaïques

<sup>3</sup> Source : Le photovoltaïque pour Tous, Observ'ER, 2006



## ANNEXE 3 : DÉFAUTS DE CATÉGORIE 3<sup>4</sup>

L'installation fournit moins de courant qu'auparavant

Symptôme	Défaut/Cause possible/remède (si italique : faire appel à l'installateur)
Le générateur fournit une intensité inférieure à celle obtenue précédemment ou le courant maximum fourni quand le rayonnement est maximal est inférieur à celui obtenu précédemment	<p>Vérifier s'il y a une ombre sur l'installation ou si l'installation est sale ; le cas échéant, nettoyer, tondre ou élaguer. Sinon =&gt;</p> <p>Vérifier si les modules, des rangées de modules ou des câbles sont défectueux (par exemple à cause de tempêtes ou d'impacts de foudre). Faire un contrôle visuel <i>puis mesurer les grandeurs caractéristiques pour chaque rangée au niveau du boîtier de raccordement : tension à vide, courant de court-circuit, courant MPP. En même temps, mesurer le rayonnement et si possible réaliser les mesures dans des conditions constantes de rayonnement, pas par temps variable. Idéalement, mesurer également la puissance crête avec un appareil de mesure et la comparer avec les valeurs obtenues lors de la mise en service.</i> Sinon =&gt;</p> <p><i>Défaut des diodes by pass d'un module (à cause d'un impact de foudre indirect ou d'une surtension). Des diodes court-circuitent une rangée de cellules et diminuent la puissance du module. Mesurer d'abord les rangées entières une par une pour délimiter le défaut. Puis découpler les modules et continuer les mesures.</i> Sinon =&gt;</p> <p><i>Modules ou cellules endommagés par un impact de foudre direct qui n'a pas été remarqué. (défauts invisible). Mesurer les modules et le cas échéant les remplacer.</i> Sinon =&gt;</p> <p><i>Court-circuit dans le boîtier d'un module à cause d'une infiltration d'eau ? Ouvrir le boîtier et évacuer l'eau. Poser des câbles en col de cygne.</i> Sinon =&gt;</p> <p><i>Modules photovoltaïques dégradés : Mesurer les rangées et les modules et comparer avec celles de la garantie.</i></p>
Les valeurs caractéristiques du générateur sont inchangées	<p>L'onduleur s'échauffe à cause de la saleté accumulée ou d'une ventilation insuffisante : dégager l'onduleur, ne pas l'encombrer, le cas échéant nettoyer les grilles d'aération. Sinon =&gt;</p> <p>Vérifier les répercussions du réseau. Vérifier le mode de fonctionnement de l'onduleur en cas de coupure ponctuelle. Contacter le fabricant de l'onduleur ou Sibelga.</p>

\*Générateur = Ensemble des modules photovoltaïques

<sup>4</sup> Source : Le photovoltaïque pour Tous, Observ'ER, 2006



# TABLE DES MATIÈRES

<b>CHAPITRE I : INTRODUCTION</b> .....	<b>4</b>
1. L'ENSOLEILLEMENT À BRUXELLES.....	4
<b>CHAPITRE II : ELEMENTS D'UN SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE (PV)</b> .....	<b>5</b>
1. LES MODULES PHOTOVOLTAÏQUES.....	5
2. L'INTERRUPTEUR SUR LA PARTIE COURANT CONTINU (CC).....	5
3. L'ONDULEUR.....	5
4. LE COMPTEUR CERTIFICAT VERT.....	5
5. LE TABLEAU DIVISIONNAIRE.....	6
6. LE COMPTEUR DE CONSOMMATION ET DE RÉINJECTION (A+/A-).....	6
7. DOCUMENTATION DU SYSTÈME.....	6
<b>CHAPITRE III : PRODUCTION ATTENDUE POUR UN SYSTÈME PV</b> .....	<b>7</b>
1. LATITUDE, ORIENTATION ET INCLINAISON.....	7
2. PRODUCTION MOYENNE D'UNE INSTALLATION.....	8
<b>CHAPITRE V : MONITORING DE VOTRE INSTALLATION</b> .....	<b>9</b>
1. LES INDEX À MONITORER.....	9
2. COMMENT CONNAÎTRE MA PRODUCTION, CONSOMMATION ET FACTURE D'ÉLECTRICITÉ ?.....	10
<b>CHAPITRE IV : LES PERTES POSSIBLES D'UN SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE</b> .....	<b>11</b>
1. PERTES DUES À L'OMBRE.....	11
2. PERTES DUES À LA TEMPÉRATURE.....	11
3. PERTES DUES À L'ONDULEUR.....	12
4. PERTES OHMIQUES (CÂBLAGE CC).....	12
5. PERTES DUES AU RÉSEAU D'ALIMENTATION PUBLIC.....	12
<b>CHAPITRE VI : MAINTENANCE DE VOTRE INSTALLATION PV</b> .....	<b>13</b>
1. MAINTENANCE PRÉVENTIVE.....	13
2. MAINTENANCE CORRECTIVE.....	14
<b>CHAPITRE VII : AUGMENTER SA COUVERTURE SOLAIRE</b> .....	<b>15</b>
1. LES APPAREILS ELECTRIQUES.....	15
2. POUR SAVOIR PLUS.....	16
<b>ANNEXE 1 : DÉFAUTS DE CATÉGORIE 1</b> .....	<b>17</b>
<b>ANNEXE 2 : DÉFAUTS DE CATÉGORIE 2</b> .....	<b>18</b>
<b>ANNEXE 3 : DÉFAUTS DE CATÉGORIE 3</b> .....	<b>19</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	<b>20</b>

INFOS



02 775 75 75

[www.bruxellesenvironnement.be](http://www.bruxellesenvironnement.be)

Rédaction : APERe asbl

Comité de lecture : APERe asbl, An VERSPECHT

Editeurs responsables : J.-P. Hannequart & E. schamp – Gulledelle 100 – 1200 Bruxelles

Autres renseignements : Crédits photographiques : APERe asbl

