



# LES DIFFERENTES SOURCES D'ENERGIE RENOUVELABLE

## L'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Les cellules solaires photovoltaïques permettent de convertir la lumière du soleil en énergie électrique.

En Belgique, une surface de 8m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques peut fournir annuellement environ 850 kWh avec une production variable en fonction de la saison: 0,6 kWh par jour en moyenne pour le mois de décembre et 4,21 kWh par jour pour le mois de juin.

Quelques chiffres concernant la technologie au **Silicium cristallin** (qui est la plus souvent rencontrée) :

- Rendement: 11 à 15%
- 1m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques = ± 125 Wc
- 1m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques = ± 1000 € (y compris équipements annexes: onduleur, supports,...)
- Production annuelle de 1m<sup>2</sup> = ± 110 kWh

La puissance nominale est appelée Puissance crête (PC) (Wattpeak en anglais) et s'exprime en Watts. Elle correspond à la puissance délivrée par le module dans des conditions spécifiques d'éclairement, celui d'un midi solaire en été, soit 1.000W/m<sup>2</sup> et de température (25°C).

*Exemple: un module de 200 Wc est un module qui produira une puissance électrique de 200 W si on le place sous ensoleillement de 1000 W/m<sup>2</sup>.*

Les **installations solaires photovoltaïques** peuvent être de deux types :

- **autonomes**, il faut alors prévoir un système de stockage ou un générateur d'appoint ;
- **raccordées au réseau**, il est alors possible de prendre de l'électricité sur le réseau quand la production est inférieure à la consommation et d'en injecter quand elle est supérieure à la consommation.

Un système photovoltaïque isolé alimente l'utilisateur en électricité sans être connecté au réseau électrique. C'est bien souvent le seul moyen de s'électrifier lorsque le courant du réseau n'est pas disponible. Ce type de système nécessite l'utilisation de batteries pour le stockage de l'électricité et d'un contrôleur de charge pour assurer la durabilité des batteries.

L'autre possibilité consiste à raccorder son installation au réseau. Dès lors, vous puisez de l'énergie électrique sur le réseau lorsque votre production électrique est inférieure à votre consommation, et vous injectez sur le réseau sitôt qu'elle est supérieure. Dans le cas des systèmes connectés au réseau, il est impératif de convertir le courant continu produit par le système photovoltaïque en un courant alternatif synchronisé avec le réseau. Pour effectuer cette conversion, on utilise un onduleur. Cette option simplifie le problème du dimensionnement et élimine celui du stockage. Mais elle implique que l'installation réponde à certaines conditions techniques - de compatibilité et de sécurité.

L'investissement dans un système photovoltaïque est un investissement sur le long terme puisque sa durée de vie est généralement supérieure à 25 ans et peut même atteindre 40 ans.

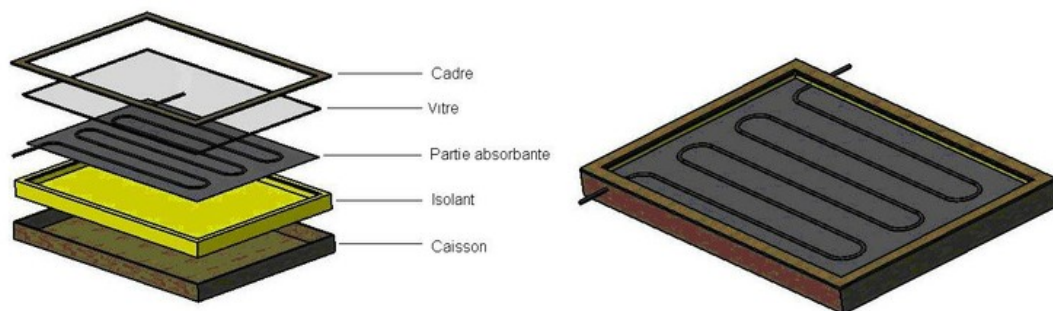
En Région wallonne, on considère qu'une installation photovoltaïque fixe d'une puissance de 1 kWc (environ 8m<sup>2</sup> de panneaux pour la technologie au silicium cristallin) produira environ 850 kWh par an, si elle est correctement exploitée. En effet, certains paramètres vont influencer la production. Parmi ceux-ci, les plus importants sont les suivants :

- **L'orientation et l'inclinaison des panneaux.** Dans nos régions, la production maximum sera obtenue si les panneaux sont orientés plein Sud avec une inclinaison de 35° par rapport à l'horizontale.
- **L'ombrage.** La plupart des panneaux photovoltaïques sont formés de plusieurs cellules photovoltaïques connectées en série. Dès lors, si une des cellules du panneau est ombragée, le rendement du panneau tout entier est fortement réduit. Les nouveaux panneaux sont pourvus de systèmes à diodes qui permettent de limiter la chute du rendement du panneau lorsque qu'une petite partie de ce dernier est ombragée. Mais de manière générale, il faut retenir que l'ombrage (même partiel) a une influence importante sur la production des panneaux photovoltaïques.
- **La propreté des panneaux.** La surface des modules doit être maintenue propre des poussières, déjections d'oiseaux, mousses... Généralement, il n'y a pas besoin de s'en préoccuper car la pluie nettoie suffisamment la surface des modules, (une inclinaison des modules de 15° est suffisante pour obtenir un auto-nettoyage efficace du verre), mais une vérification périodique est conseillée.
- **Le dimensionnement de l'onduleur.** L'onduleur doit être en parfaite adéquation avec les caractéristiques de l'installation photovoltaïque. Un sous ou surdimensionnement de l'onduleur peut diminuer fortement les performances de l'ensemble du système.

## L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

En Belgique, une surface horizontale d'un mètre carré reçoit, par an, une quantité d'énergie de 1000 kWh environ - soit l'équivalent de 100 litres de fuel.

La technologie solaire thermique permet de **transformer les rayons lumineux du soleil en chaleur utile**. Le principe de fonctionnement d'un panneau solaire thermique est relativement simple. Le panneau est composé d'une enceinte isolée thermiquement dont une face est en matériau transparent pour laisser entrer la lumière du soleil (le plus souvent du verre). Sous la vitre du panneau solaire, une couche de matériau absorbant (de couleur sombre) transforme la lumière en chaleur et la transmet à un fluide caloporteur (souvent de l'eau mélangée à des additifs) qui parcourt un tuyau collé à la partie absorbante.



La chaleur récupérée peut alors être valorisée dans la production d'eau chaude sanitaire, dans le système de chauffage, ou pour une autre application.

L'**énergie solaire disponible** comprend le rayonnement direct et le rayonnement diffus. Le **rayonnement direct** est celui qui provient en ligne droite du soleil par temps clair. Le **rayonnement diffus** résulte de la diffraction de la lumière par les nuages et les molécules diverses en suspension dans l'atmosphère, et de sa réfraction par le sol.

### AVANTAGES :

L'utilisation thermique de l'énergie solaire présente, outre tous les avantages des énergies renouvelables, ses avantages propres, à savoir:

- Les **technologies à mettre en œuvre** pour utiliser l'énergie solaire thermique sont aisément **maîtrisables et adaptables** aux situations de toutes les Régions. Les techniques et les matériaux utilisés sont similaires à ceux employés dans le secteur traditionnel du chauffage, du sanitaire et des verrières. La main d'œuvre ne nécessite qu'une formation complémentaire aisément maîtrisable.
- Il s'agit d'une forme **modulable** de production d'énergie que l'on peut adapter en fonction de ses besoins.
- Si l'entretien des installations ne doit pas être négligé, les **frais de maintenance** et donc de fonctionnement sont relativement **faibles**.

## LIMITES :

L'énergie solaire thermique active a toutefois certaines limites:

- La **production** de chaleur est **maximale pendant les mois d'été** alors que les besoins de chaleur sont habituellement plus importants en hiver.
- La chaleur est une forme d'énergie qui est difficilement stockable pour une longue durée, et qui est difficilement transportable. Dès lors, l'installation solaire thermique doit être soigneusement **dimensionnée en fonction des besoins** de son application pour éviter tout "gaspillage".
- L'énergie solaire est une énergie diffuse. La **puissance** disponible par unité de surface est **relativement limitée**, ce qui rend difficile une réponse à des besoins importants (grands ensembles d'appartements, par exemple).

## L'ENERGIE EOLIENNE

Une éolienne est un dispositif qui permet de **transformer l'énergie éolienne en travail mécanique, ou en énergie électrique exploitable**. L'énergie éolienne n'est rien d'autre que l'énergie cinétique de l'air, c'est-à-dire son énergie de vitesse.

Cette énergie est captée par la voilure de l'éolienne qui est composée de pales. Ces pales ont une forme particulière qui permet de transformer le mouvement de l'air en une force (ou un moment de force) qui sera à même d'entretenir le mouvement de rotation de la voilure et de la génératrice (machine électrique qui transforme l'énergie de rotation en énergie électrique).

Comme la voilure des éoliennes capte l'énergie cinétique du vent, l'air y est ralenti. Dès lors, en aval des éoliennes, le vent est moins fort. Il est d'ailleurs courant de voir que pour un parc de plusieurs éoliennes, celle(s) qui se trouve(nt) derrière les autres tourne(nt) moins vite, ou même pas du tout.

Une éolienne ne peut malheureusement pas capter la totalité de cette puissance disponible. En effet, si c'était le cas, l'air aurait cédé toute son énergie cinétique en aval de la voilure de l'éolienne, et serait par conséquent à l'arrêt, entraînant ainsi un problème d'évacuation de l'air "utilisé".

En réalité la part d'énergie cinétique du vent récupérée par la voilure d'une éolienne connaît une valeur limite maximale théorique de  $16/27$  ( $\approx 59\%$ ) qui porte le nom de limite de Betz. Les voilures actuelles de type tripale présentent les rendements (ou "coefficients de performance" dans le jargon éolien) les plus intéressants qui atteignent les 50% dans les bonnes conditions.

Contrairement à l'énergie solaire, les ressources en énergie éolienne peuvent varier fortement d'un site à un autre. **De nombreux paramètres influencent les ressources éoliennes d'un site**, parmi lesquels nous pouvons notamment citer le relief et la rugosité du sol (présence d'arbres ou

de constructions). Evaluer les ressources d'un site est un travail très difficile qui demande le plus souvent des campagnes de mesures longues et coûteuses. En effet, la puissance éolienne disponible est proportionnelle au cube de la vitesse du vent. Dès lors, une petite différence de vitesse de vent peut avoir une influence importante sur la production.

De manière générale, on considère que sur un site favorable situé dans nos régions, à une hauteur supérieure à 50m, on peut produire de l'ordre de 1500 kWh d'énergie électrique par m<sup>2</sup> de voilure. La production peut être jusqu'à deux fois supérieure pour les bons sites offshore.

## L'ENERGIE GEOTHERMIQUE

L'**exploitation de la chaleur terrestre et ambiante** met principalement en œuvre deux procédés :

- le puits géothermique ;
- la pompe à chaleur.

Cette chaleur, naturellement stockée dans les roches ou dans les fluides qu'elles contiennent, est exploitée soit directement par extraction d'eau chaude ou de vapeur soit indirectement, en utilisant le puits géothermique comme échangeur de chaleur.

Le gradient géothermique moyen en Europe est de 3 degrés par cent mètres de profondeur, ce qui signifie que lorsque l'on descend de cent mètres sous terre, la température augmente de 3 degrés.

Selon la nature géologique du site, la température atteinte varie de 50 à 200°C et détermine le type d'application. Généralement, on distingue :

- La géothermie de haute énergie ( $T > 150^{\circ}\text{C}$ ), qui permet la production d'électricité. Cette application, qui est la plus rentable, est limitée aux zones à caractère volcanique.
- La géothermie de moyenne énergie ( $80^{\circ} < T < 150^{\circ}\text{C}$ ), qui permet différents usages dont la production d'électricité.
- La géothermie de basse énergie ( $T < 80^{\circ}\text{C}$ ), dont l'utilisation est limitée à la production de chaleur (chauffage essentiellement).

Par rapport à la plupart des énergies renouvelables, l'énergie géothermique présente le grand avantage de ne pas dépendre des conditions atmosphériques ni même de la disponibilité d'un substrat comme c'est le cas pour la biomasse. La **géothermie** constitue donc une **source d'énergie assez fiable et stable dans le temps**.

## L'ENERGIE HYDRAULIQUE

L'énergie hydraulique est l'**énergie fournie par le mouvement de l'eau**, sous toutes ses formes, chute, cours d'eau, marée. Ce mouvement peut être utilisé directement, par exemple avec un moulin à eau, ou plus couramment être converti, par exemple en énergie électrique dans une centrale hydroélectrique.

Un système hydraulique autonome de production d'électricité se compose :

- d'un hydrogénérateur ;
- d'un système de stockage (l'accumulateur).

Le système le plus répandu dans l'exploitation de l'énergie hydraulique, consiste à raccorder son installation au réseau basse et moyenne tension (géré par les organismes de distribution d'électricité). Vous prenez du courant sur le réseau lorsque votre production électrique est inférieure à votre consommation et, inversement, vous approvisionnez le réseau lorsqu'elle est supérieure.

Une installation raccordée au réseau doit toutefois répondre à certaines conditions techniques - de compatibilité et de sécurité.

Le coût d'une installation varie fortement en fonction de l'infrastructure périphérique qu'il faut mettre en œuvre (bief, barrage...) ; dans les installations de très haute chute (plus de 10 mètres), le coût de cette infrastructure peut dépasser celui de la turbine elle-même.

En règle générale, on prévoit 1/3 de l'investissement pour la turbine et 2/3 pour le reste. Selon l'Apere, compte tenu de ces éléments, le coût d'investissement du kW installé varie entre 2500 et 6250 €.

En règle de bonne pratique, on compte généralement 10% du revenu annuel comme "frais de fonctionnement", sachant que l'installation est censée fonctionner 60% du temps (crues, étiages et arrêts techniques = 40%).

## LA BIOMASSE

La biomasse est l'ensemble de la matière organique d'origine végétale ou animale.

La **valorisation énergétique de la biomasse** conduit à **trois formes d'énergie utile**, en fonction du type de biomasse et des techniques mises en œuvre: **la chaleur, l'électricité** (ou les deux combinées en cas de cogénération) ainsi que **la force motrice de déplacement** (les biocarburants).

La biomasse n'est considérée comme une source d'énergie renouvelable que si elle se régénère dans les mêmes proportions qu'elle est utilisée.

Les différents types de biomasse présentent des caractéristiques physiques très variées : solide (paille, copeaux, bûches), liquide (huiles végétales, bio alcool), gazeux (biogaz). L'humidité est déterminante pour le choix de la filière de conversion énergétique, à un point tel que, à côté de la valorisation sous forme de biocarburants, on distingue **deux filières principales de valorisation énergétique de la biomasse: la voie sèche et la voie humide**.

La voie sèche est principalement constituée par la filière thermo-chimique, qui regroupe les technologies de la combustion, de la gazéification et de la pyrolyse.

La principale filière de traitement de la biomasse humide (= déchets organiques verts très humides, déchets ménagers, effluents d'élevage, d'agro-industrie) est la **biométhanisation**. Celle-ci est une digestion anaérobie de la matière organique réalisée dans un réacteur appelé digesteur. On distingue différentes technologies - procédés continus ou discontinus, digesteurs à deux phases - qui produisent un gaz riche en méthane et à haute valeur calorifique. Ce biogaz est brûlé en chaudière pour la production de chaleur ou dans un moteur à combustion interne pour la production d'électricité ; il est également possible de combiner chaleur et électricité (cogénération) à partir d'une installation de biométhanisation. Le résidu solide de la digestion anaérobie peut être utilisé comme amendement organique en agriculture en fonction de sa composition chimique et de ses teneurs éventuelles en métaux lourds ou contaminants.

### POUR EN SAVOIR PLUS :

[www.apere.org](http://www.apere.org)

<http://energie.wallonie.be>



Dernière révision : avril 2011

Document réalisé par :