



Manuel des professionnels en finance et développement

Chapitre 1

Introduction aux technologies d'Énergie Durables

© E&Co, UNEP, AREED 2001

Ce Chapitre contient des informations introductives et des sources d'informations supplémentaires concernant les technologies d'Énergies renouvelables

- ❑ **PV solaire**
(illustration et numéro de page)
- ❑ **Énergie hydroélectrique**
(illustration et numéro de page)
- ❑ **Biomasse**
(illustration et numéro de page)
- ❑ **Énergie éolienne et énergies hybrides**
(illustration et numéro de page)
- ❑ **Chauffe-eau solaires**
(illustration et numéro de page)

(Suggestion : Créer une section séparée sur les systèmes hybrides)

PV solaire– Informations et introduction générale

- ❑ Pour des informations sur le PV solaire, prière consulter :
 - <http://www.shell.com>
 - <http://www.raps.co.za>
 - <http://www.fsec.ucf.edu/PVT/index.htm>
 - <http://www.eren.doe.gov/pv>
 - <http://www.pvpower.com>
 - <http://www.solarpv.com>
 - http://www.sunlightpower.com/upvg/pv_what.htm

- ❑ Introduction générale

Les panneaux solaires emmagasinent la lumière solaire, produisent de l'électricité et sont connectés à différents composants pour former un système solaire adapté à une application spécifique. Les composants reliés au panneau solaire sont appelés composants d'équilibre du système (en anglais BOS).



Les applications les plus courantes sont l'éclairage, le pompage d'eau, l'alimentation électrique des petits appareils électroménagers (ex : TV) et l'alimentation des appareils de production (ex : machine à coudre).

Le courant continu (DC) produit par les panneaux solaires au cours de la journée est généralement emmagasinée. Cela permet l'accès à l'électricité 24 heures sur 24. Pour cette raison, la plupart des systèmes solaires sont reliés à des batteries de stockage.

Dans les applications où il faut un courant alternatif (AC) pour actionner certains appareils, un convertisseur de courant est installé pour transformer le courant DC provenant du panneau solaire ou des batteries en courant AC.

Les nombreuses configurations rendues possibles en connectant différents composants d'équilibre du système aux panneaux solaires permettent de les utiliser de plusieurs façons différentes.

Ménages

Les systèmes solaires domestiques (SHS) servent à alimenter l'éclairage, les appareils électroniques de divertissement et d'information (radio, télévision, radiocassettes, etc), et dans une moindre mesure, les appareils de production ou d'amélioration de l'environnement tels que les ventilateurs, les machines à coudre, les fers à souder, les tondeuses, etc.

Communauté

Les systèmes PV solaires peuvent servir pour l'éclairage à l'intérieur des maisons ou à l'éclairage public, par exemple les lampadaires ou l'alimentation électrique des petits outils manuels dans les centres ou ateliers communautaires.

Les systèmes solaires de pompage d'eau assurant aux petites communautés l'accès facile à l'eau.

Santé

Les systèmes PV solaires peuvent fournir l'alimentation électrique pour la réfrigération de vaccins, l'éclairage pour des installations et des tâches générales, et la communication avec les hôpitaux de districts.

Education

La fourniture d'énergie solaire aux écoles rurales permet l'éclairage des salles de classe pendant la nuit, ce qui pourrait contribuer aux programmes d'alphabétisation adulte. Les systèmes d'énergie solaire rendent également possible l'introduction de supports pédagogiques tels que les ordinateurs, la télévision, la vidéo, les rétroprojecteurs.

Industrie manufacturière et commerce

Nombre de possibilités existent pour l'utilisation de l'énergie solaire dans l'industrie manufacturière ou la transformation des produits et la vente au détail des produits dans les communautés rurales. On peut citer comme exemples l'alimentation électrique des appareils de réfrigération, des caisses enregistreuses, des petites machines-outils et des appareils.

Tourisme

Par l'installation de l'énergie solaire, les infrastructures hôtelières situées dans l'enceinte des réserves naturelles peuvent être considérablement améliorées.

Télécommunications



L'énergie solaire sert à alimenter les radios et les téléphones en va-et-vient, mais également les infrastructures qui constituent l'épine dorsale de ces services. Les fournisseurs de service utilisent l'énergie solaire pour relayer les messages par le biais des tours de répéteurs au lieu de créer des liaisons filaires direct.

Transport

Compte tenu du coût élevé de la fourniture de l'électricité dans les endroits reculés, le secteur du transport est l'un des premiers à faire usage de l'énergie solaire pour l'alimentation des panneaux de signalisation routière, les signaux de chemin de fer et les balises de navigation.

Agriculture

L'agriculture dans les pays en développement tire profit de l'énergie solaire par le biais d'applications telles que le pompage d'eau et les clôtures électriques.

systèmes PV solaires comprennent un certain nombre de composants reliés les uns aux autres. Un système solaire comprend le plus souvent :

Dispositif solaire – Le rayonnement solaire dans un système solaire ordinaire comprend un ou plusieurs panneaux solaires. La taille du dispositif solaire est déterminée par la charge (durée, quantité et taille des appareils) à alimenter. Un système solaire domestique (SHS) comprend le plus souvent un ou plusieurs panneaux solaires d'une puissance maximale combinée de 20 à 150 watts. Pour les dispositifs de taille plus grande, une série de panneaux multiples sont utilisés pour satisfaire les besoins en énergie plus importants des cliniques, des écoles, des pompes à eau et d'autres besoins plus importantes.

Structure d'assemblage – Le dispositif solaire est normalement monté sur une structure en métal ou en bois afin de la sécuriser contre les bourrasques de vent, à une hauteur telle qu'il permet le moins possible l'obstruction des rayons solaires et dans une position telle qu'elle soit tenu à l'abri de tout risque. La structure d'assemblage est érigée de sorte à optimiser la lumière solaire diurne disponible sur le dispositif solaire. Pour cette raison, les panneaux solaires font face à l'équateur et sont orientés suivant un angle qui permet de disposer d'une charge solaire en toute saison.

Contrôleur de charge – Le contrôleur de charge gère le processus de charge de l'accumulateur d'énergie. Les batteries ne doivent pas être trop surchargées ou trop déchargées car cela pourrait sérieusement affecter leur espérance de vie. Les fonctions du contrôleur de charge comprennent l'optimisation de la charge de courant reçue du dispositif solaire et la protection de l'accumulateur d'énergie contre toute surcharge. Nombre de contrôleurs de charge fournissent également au client un interface qui informe l'utilisateur de l'état de charge de l'accumulateur d'énergie.

Accumulateur d'énergie – L'énergie produite par le dispositif solaire est emmagasinée dans l'accumulateur d'énergie en vue d'être utilisée à tout moment. L'accumulateur d'énergie comprend un ou plusieurs batteries rechargeables **plomb-acide** semblables à celles que l'on trouve dans les véhicules automobiles. L'utilisation de batteries automobiles ordinaires dans les systèmes PV solaires n'est pas recommandée. Il faut plutôt utiliser des batteries sont mieux adaptées pour la livraison de quantités moins importantes d'énergie pour des durées plus longues afin d'accroître l'espérance de vie des accumulateurs d'énergie. Généralement, les batteries sont un article très coûteux dans un système solaire, et doivent être choisis avec prudence.

Convertisseur de courant – Les dispositifs solaires et les accumulateurs d'énergie fournissent du courant continu (DC). Pour que cette électricité puisse être utilisée pour l'alimentation des appareils électriques, elle doit être transformée en courant alternatif (AC). L'appareil utilisé pour



la transformation du courant DC à faible tension en AC à 110 ou 220V est appelé un convertisseur de courant.

Autres composantes d'équilibre du système (BOS) – Pour faire fonctionner le système solaire, les composants doivent être interconnectés. Dans cet optique, des fils et les câble de taille appropriée, ce qui réduit au minimum la résistance et permet une baisse potentielle de la tension, sont utilisés. Les autres composants nécessaires pour l'installation, pour rendre le système opérationnel, comprennent des connecteurs, des douilles des prises de courant, des canalisations et des conduites ainsi que du matériel d'assemblage et des terminaux.

La taille d'un système PV solaire est déterminée par puissance maximale du dispositif solaire. La quantité de courant (watts) qui est disponible à la consommation de façon journalière dépend toutefois de l'insolation moyenne journalière (quantité de lumière solaire mesurée en kWh/jour/m²) que reçoit une région. Par exemple l'insolation moyenne journalière dans les régions semi-désertiques arides du continent est nettement plus importante (jusqu'à 33%) que dans les forêts tropicales de l'équateur.

En termes pratiques, cela signifie que si le même système solaire domestique d'une puissance maximale de 50 Watts est installé dans les deux régions, les personnes vivant dans la zone semi-désertique seraient capable de consommer par jour 50% de plus de courant que leurs homologues vivant dans la zone de forêt tropicale.

L'insolation moyenne journalière en Afrique par an varie d'environ 4kWh/jour/m² à 6,5 kWh/jour/m². Il s'agit là d'une des meilleures lumières solaires au monde, supérieure à la moyenne de 2 kWh/jour/m² à 4 kWh/jour/m² reçue en Europe du nord, au Canada et dans la région nord des Etats-Unis d'Amérique.

Les panneaux solaires ne sont pas tous de bonne qualité. La meilleure façon de distinguer les panneaux solaires est de tenir compte de la réputation du fabricant, de ses concessionnaires, de la garantie et du service après-vente qu'ils sont disposés à rattacher à leur produit.

□ Coûts du système photovoltaïque solaire

Il est extrêmement difficile de fournir une indication concernant le coût d'un système PV solaire car il est fonction de l'application du système et varie selon que les appareils font partie intégrante du système, tels qu'un réfrigérateur pour vaccins dans un système d'alimentation électrique d'une structure sanitaire.

En règle générale, on peut admettre que plus le système PV solaire est petit, plus le coût par puissance maximale installée est élevé. L'installation des systèmes PV solaires plus grands coûte donc moins par puissance maximale que la moyenne des systèmes solaires domestiques. Le coût d'installation d'un système solaire domestique, qui varie entre 20 et 150 watt est le plus souvent de l'ordre de \$10 à \$12 par peak watts. Le prix moyen des cellules PV a diminué d'un tiers l'année dernière, passant à environ \$2 par puissance maximale. Les prix modules sont également passé d'environ \$4 par puissance maximale en 1998 à près de \$3,60 en 1999.



La photovoltaïque est maintenant une technologie qui a fait ses preuves et qui s'annonce très prometteuse pour les affaires. La PV est en mesure d'apporter un réel changement dans les communautés rurales ne bénéficiant pas de l'électricité et créer une base commerciale pour les entrepreneurs dans les domaines suivants :

- usage à petite échelle : vente (au comptant ou à crédit) et fourniture de services aux foyers, les entreprises et les communautés en contrepartie d'une redevance ;
- utilisations à grande échelle : pompage d'eau, électrification des structures sanitaires et des écoles et autres utilisations pour la production.

Avantages :

- Dans les marchés ruraux n'ayant pas accès à l'électricité raccordée au réseau électrique national, les coûts liés au cycle de vie des systèmes photovoltaïques sont souvent égaux aux autres énergies non renouvelables utilisées actuellement (kérosène, batteries à piles sèches).
- Amélioration de la qualité de la vie en augmentant le nombre d'heures de production, c'est-à-dire les heures consacrées à l'éducation, les activités génératrices de revenus, etc.
- Technologie confirmée ayant des coûts d'exploitation et de maintenance peu élevés.
- Ressource abondante, gratuite et non polluante.
- Système de production et de distribution indépendant.
- Modulaire

Inconvénients :

- Les systèmes ont des coûts en capital et des coûts de transaction élevés.
- La plupart des familles rurales n'ont pas les moyens de l'acquérir contre de l'argent.
- Les batteries contiennent des matières dangereuses et un moyen pour un recyclage ou d'élimination judicieuse doit être intégré dans la conception à long terme du projet et dans le plan de financement.
- Les modules photovoltaïques produisent uniquement du courant continu (DC) ; un convertisseur de courant doit être ajouté au système pour faire fonctionner les appareils à courant alternatif (AC).
- Nombre de gouvernements n'ont pas encore réalisé l'importance de l'énergie solaire et certains facteurs découragent son utilisation, qui sont liés au coût élevé des droits d'importation, des taxes, et aux subventions octroyées aux combustibles concurrents.
- Des lacunes existent au niveau de l'information. Les informations à jour sur la technologie et sa disponibilité ne sont pas facilement accessibles à tous les clients potentiels.



Energie hydroélectrique – Sources d’information et introduction générale

□ Pour des informations sur l’énergie hydroélectrique, prière s’adresser à :

- http://www.geocities.com/wim_klunne/hydro/
- <http://www.tamar.com.au/> (cliquez sur turbine hydroélectrique)
- <http://www.domme.ntu.ac.uk/microhydro>
- <http://www.powerflow.co.nz/>
- <http://www.inel.gov/national/hydropower/hydror%26d/hydror%26d.pdf>

□ Introduction générale

L’énergie hydroélectrique utilise l’énergie de l’eau vive et les dénivellations du terrain pour générer de l’électricité. Le plus souvent, les centrales hydroélectriques comprennent :

Barrage : pour accumuler l’eau (dans le cas d’un petit barrage hydroélectrique qui peut être un “barrage d’admission” devant garantir un niveau d’eau assez élevé pour permettre à l’eau de pénétrer toujours dans la vanne de tête d’eau).

Réservoir : l’endroit où est stockée l’eau.

Vanne de tête d’eau : tuyaux qui transportent l’eau vers les turbines placées dans l’enceinte de la centrale

Turbines : tournées grâce à la force exercée par l’eau sur leurs lames.

Générateurs : actionnés par les turbines, ils produisent de l’électricité. Deux types d’électricité sont produits par les générateurs, le courant alternatif (AC) ou le courant continu (DC). Le choix parmi ces deux types de courant est le plus souvent fonction de la taille du système. L’AC est plus communément utilisé, car le DC est en général utilisé dans les très petits systèmes électriques de quelques centaines de watts.

Centrale : bâtiment où l’électricité est réellement produite et transformée en vue d’être transmise aux foyers et aux entreprises.

Transformateur : l’équipement qui convertit la tension d’AC produite par générateur en une tension supérieure en vue de sa transmission.

Lignes de transmission : transportent l’électricité vers des stations secondaires locales et vers les utilisateurs finaux.



Les petites centrales hydroélectriques ne nécessitent pas le plus souvent la construction de grands barrages. Les installations qui nécessitent en fait le stockage de l'eau font peu ou pas du tout barrage au débit du fleuve. Cela est perçu comme l'un des principaux avantages du petit système hydroélectrique.

Le potentiel électrique de l'eau est fonction du volume d'eau que charrie le fleuve (le "débit") et de l'écart entre les niveaux auxquels l'eau est capable de couler (la "charge" disponible).

Le débit du fleuve est la quantité d'eau (en mètres cubes ou en litres) qui passe d'un point à un autre dans le fleuve, dans un certain laps de temps. Les débits sont normalement déterminés en mètres cubes par seconde (m³/s) ou en litres par seconde (l/s). La charge peut également se mesurer pour la hauteur des turbines dans la centrale électrique à la surface d'eau créée par le barrage.

La quantité d'eau disponible et le débit à différents moments de l'année produiront des quantités d'électricité différentes.

Equation théorique de l'électricité :

$$P = Q * H * e * 9.81$$

lorsque :

P : puissance au niveau du générateur (en kilowatts)

Q : débit (en m³/sec)

H : charge (en m)

E : efficacité de la centrale en tenant compte des pertes (en décimales, un niveau d'efficacité de 85% est libellé sous la forme de 0,85)

9,81 : valeur constante (en kilowatts) pour convertir le débit et la charge en kilowatts.

Il existe en général deux catégories de centrales hydroélectriques : centrales à fleur d'eau et de stockage.

Les **centrales à fleur d'eau** utilisent en général une partie ou la grande partie du débit d'un cours d'eau pour s'assurer de disposer de la quantité d'eau nécessaire pour faire marcher les turbines. Un projet à fleur d'eau n'a pas normalement un barrage, à l'exception d'un barrage d'admission. Cette installation de stockage maintient l'eau à une altitude spécifique et permet aux tuyaux d'être remplis à tout moment.

Les centrales de stockage sont souvent des centrales hydroélectriques plus grandes qui disposent d'un barrage où est stockée l'eau pour compenser les fluctuations au niveau du débit de l'eau. Ces fluctuations sont causées en général par des variations saisonnières (différents niveaux de pluviométrie). Les installations de stockage peuvent être conçues pour satisfaire les besoins de stockage quotidiens et/ou hebdomadaires. Cela vise surtout à satisfaire la demande



d'énergie pendant les heures où la demande est à son "maximum", et pour conserver l'eau durant les heures de faible demande. Les heures où la demande est à son "maximum" sont celles où les foyers et les entreprises ont le plus besoin d'électricité.

Les turbines Kaplan, Francis, Pelton, Turgo Impulse et à débit croisé sont les turbines les plus couramment utilisées dans les petites installations hydroélectriques.

Tous les systèmes électriques produisent moins d'énergie électrique qu'on ne peut en disposer théoriquement car des pertes d'énergie se produisent en raison des variations de débit, lorsque l'eau pénètre et coule à travers la vanne de tête d'eau, et également à cause de problèmes de fonctionnement des turbines. C'est la raison pour laquelle le terme "e" désignant l'efficacité est utilisé dans le calcul ci-dessus.

A mesure que diminue la charge, pour atteindre le même volume de rendement électrique, le débit doit augmenter. En général, le coût de la turbine est déterminé par son diamètre. Plus la charge est faible, plus le débit est élevé et plus le coût des machines et de la centrale est élevé. Ce coût peut être compensé par le coût des travaux de génie civil nécessaires pour construire des tunnels ou des barrages de haute taille. Dans l'ensemble, les technologies utilisées dans la construction des petites installations hydroélectriques ont fait leurs preuves.

Coefficient de capacité de la centrale : c'est un terme couramment utilisé. Il représente le ratio de l'énergie électrique réelle produite au cours d'une année par rapport à l'énergie électrique qui pourrait être produite au cours d'une année si le matériel fonctionnait à pleine capacité pendant toute l'année. Normalement, le coefficient de capacité de la centrale est de l'ordre de 30% (pour les centrales qui ont été spécifiquement construites pour fournir de l'énergie électrique durant les heures de "pointe") à 75% pour les centrales ayant une grande capacité de stockage ou un débit très régulier tout au long de l'année.

□ Coût du système

Il est difficile d'établir une estimation du coût moyen en capital des petites centrales hydroélectriques car le type de centrales peut varier (en fonction du débit et de la charge et également en fonction des conditions environnementales). Les données moyennes suivantes correspondent à de petites centrales hydroélectriques de 125kW et de 32,4 MW.

Coût de la turbine : \$450 - \$600/kW

Coût total du projet : \$1.000 - \$2.100/kW

Répartition des coûts :

Génie civil	15 - 40%
Matériel	30 - 60%
Infrastructure	10 - 15%
Coûts de construction	10 - 15%



Durée moyenne de construction : 2-3 ans

Coût d'exploitation et de maintenance : \$0,01 – 0,02/kWhr

Avantages

Les avantages environnementaux et industriels de la production à petite échelle d'électricité sont souvent l'objet de controverse car ils sont rangés avec les problèmes liés aux centrales hydroélectriques à grande échelle. Toutefois, sur les sites favorables, les centrales hydroélectriques à petite échelle demeurent une forme d'énergie très précieuse tant au plan environnemental que financier lorsqu'elle est comparée aux autres formes d'investissements dans le domaine de l'énergie.

Certains des avantages communément liés à la production d'énergie hydroélectrique à petite échelle sont, entre autres :

- La source de combustible est essentiellement "gratuite", il peut être réutilisé (étant donné que le combustible n'est pas consommé) et il n'est pas polluant.
- Le système peut être intégré avec les débits d'eau utilisés pour l'irrigation et l'approvisionnement en eau potable.
- Les systèmes peuvent avoir une durée de vie de 50 ans ou plus et fournir un courant continu tant que les ressources en eau sont suffisantes.
- Un entretien limité (comparé à l'alimentation au diesel) est nécessaire.
- La conversion du potentiel en énergie de l'eau en énergie mécanique est très efficace, si elle est comparée aux centrales thermiques.

Inconvénients

- Les débits varient souvent tout au long de l'année, ce qui a une incidence sur la disponibilité de l'eau lors de certaines saisons ou périodes (comme dans le cas de El Niño ou des climats de mousson) ;
- c'est une technologie liée au site, ce qui signifie que les conditions nécessaires pour la production de courant, en ce qui concerne le débit et la "charge" doivent être présentes. Les lieux où l'énergie électrique peut être économiquement exploitée sont limités ;
- les conditions de débit d'eau et de "charge" limitent le niveau maximum de courant qui peut être produit. Le niveau d'expansion est donc limité.

Biomasse – Sources d'information et introduction générale

□ Pour toute information sur la biomasse, prière s'adresser à :

- [http:// www.shell.com](http://www.shell.com)
- [http:// www.solstice.crest.org/renewables/re-kiosk/biomass/index.shtml](http://www.solstice.crest.org/renewables/re-kiosk/biomass/index.shtml)
- [http:// www.nrel.gov/research/industrial_tech/biomass.html](http://www.nrel.gov/research/industrial_tech/biomass.html)



- [http:// www.ott.doe.gov/biofuels/what_is.html](http://www.ott.doe.gov/biofuels/what_is.html)
- [http:// www.eren.doe.gov/re/bioenergy.html](http://www.eren.doe.gov/re/bioenergy.html)
- [http:// www.nrel.gov/lab/pao/biomass_energy.html](http://www.nrel.gov/lab/pao/biomass_energy.html)

□ Introduction générale

Les deux types de ressources en biomasse les plus courants sont la *biomasse végétale* qui comprend la biomasse boisée ou non boisée et les déchets traités et les combustibles ; et, la *biomasse animale* qui comprend l'engrais animal qui sert de source de production de l'énergie utilisant les technologies à base de biogaz ou directement comme un combustible de cuisine.

Chaque type de biomasse présente des caractéristiques uniques qui en font une source de combustible plus ou moins adaptée :

- *Teneur en humidité* : c'est simplement la quantité d'eau que l'on trouve dans la ressource, qui est exprimée en pourcentage du poids total de la ressource. La valeur peut aller de moins de 10 pour cent, pour certaines pailles, jusqu'à 70 pour cent pour les résidus forestiers. Le pourcentage peut s'exprimer par rapport à la matière humide, sèche ou sans cendres. Le plus souvent, elle se mesure sur la base de l'humidité, cependant il importe de savoir et de citer la manière dont la ressource a été mesurée.
- *Teneur en cendres* : encore une fois, la teneur en cendres peut être mesurée des trois façons - matière humide, sèche ou sans cendre. Le type de mesure utilisé doit être communiqué. Il est courant de voir mesurer la teneur en cendre en pourcentage de la matière sèche. Dans le bois, la teneur en cendre se situe autour de 0,5 pour cent, pour les résidus agricoles, le pourcentage oscille entre 5 et 10, et pour les pelures, il peut aller jusqu'à 40 pour cent. La quantité de cendre a une incidence sur le comportement de la biomasse lorsqu'elle est exposée aux fortes températures nécessaires pour la transformer en électricité.
- *Teneur en matière explosive* : c'est la mesure de la quantité de biomasse qui s'échappe lorsqu'elle est chauffée à 400 et 500 degrés Celsius. Lorsqu'elle est exposée à une forte chaleur, la biomasse se décompose en charbon animal solide et en gaz explosifs. La teneur en matière explosive peut aller jusqu'à 80 pour cent.



- **Éléments constitutifs** : les éléments contenus dans la biomasse sont le plus souvent le carbone, l'oxygène et l'hydrogène avec une petite quantité d'azote.
- **Indice de chauffage**: cette propriété mesure la quantité d'énergie qui est chimiquement confiné dans un environnement classique. L'indice de chauffage est une mesure de l'énergie (Joules; J) par quantité de matière (kilogrammes; kg). L'indice ne peut être mesuré directement ; il est alors mesuré suivant des états de référence tels que l'indice de chauffage le plus faible (LHV), mesuré à l'état gazeux et l'indice de chauffage le plus élevé (HHV) mesuré à l'état liquide.
- **Masse volumique globale** : c'est le poids de la ressource par unité de volume. Cette mesure peut être obtenue lorsque la biomasse est à un état où la teneur en humidité est de zéro (0) (MC=0), désignée la **oven-dry-weight basis**, ou selon sa teneur spécifique en humidité (MC_w). Cette propriété présente aussi des variations extrêmes allant de niveau faibles qui vont de 150 à 200 kg/m³ de pailles à des niveaux élevés allant de 600 à 900 kg/m³ pour le bois. Les deux dernières propriétés, l'indice de chauffage et la teneur en humidité déterminent ensemble le *pouvoir énergétique* de la ressource en biomasse. La *pouvoir énergétique* se définit comme l'énergie potentielle par unité de volume. Le résultat est le plus souvent égal à un dixième de celui des combustibles fossiles.

□ Options technologiques

Ceci est une brève introduction aux divers types de technologies à base de biomasse qui sont disponibles pour différentes ressources en biomasse.

Combustion directe : La biomasse provenant de ressources telles que le bois, les ordures, l'engrais naturel, la paille, et le biogaz peut être brûlée sans traitement pour produire des gaz chauds pour la chaleur ou la vapeur. Le fait de brûler la ressource par chaleur directe est désigné combustion directe. On peut citer parmi la gamme de combustion directe comprennent le brûlage du bois dans les cheminées, le brûlage des ordures dans une chaudière à fonds liquéfiée, produisant ainsi de la chaleur ou de la vapeur pour générer de l'énergie électrique. C'est la technologie de biomasse la plus simple, la plus largement utilisée, et souvent la plus économique, notamment si la ressource en biomasse se trouve dans les environs immédiats.

Pyrolyse : La pyrolyse est la dégradation thermique de la biomasse par la chaleur en l'absence d'oxygène. Les ressources en biomasse telles que le bois ou les ordures sont chauffés à une température située entre 800 et 1400 degrés Fahrenheit, mais aucun oxygène n'est introduit pour soutenir la combustion. La pyrolyse permet d'obtenir trois produits : gaz, pétrole et charbon de bois.



Digestion anaérobie : la digestion anaérobie transforme la matière organique en un mélange de méthane, la principale composante du gaz naturel, et de dioxyde de carbone. La biomasse, telle que les eaux usées (eaux d'égout), l'engrais naturel, ou les déchets de traitement des aliments, est mélangée à l'eau et versée dans un réservoir digesteur sans air. L'utilisation de ce type de technologie permet d'obtenir du biogaz.

Gaséification : La biomasse peut être utilisée pour produire du méthane par le chauffage (800 Celsius) ou par la digestion anaérobie. Durant la gaséification, près de 65% de l'énergie est captée et transformée en gaz combustibles. Les gaz sont ensuite transformés en gaz naturel, qui peut être utilisé comme carburant pour les véhicules, pour produire de l'électricité, ou encore transformé en combustibles synthétiques. Cette technologie n'est pas aussi viable commercialement que la combustion directe car elle est plus coûteuse et plus à la pointe de la technologie. Les types de générateurs à gaz les plus couramment utilisés sont les générateurs à gaz à fonds fixe et à fonds liquéfié. Les technologies de gaséification offrent plus d'avantages que les technologies de combustion et de conversion. Les avantages sont entre autres, l'augmentation de 50%, la variété des ressources de biomasse adaptées.

Fermentation d'alcool : du combustible à base d'alcool est produit en transformant l'amidon en sucre, en fermentant le sucre afin d'obtenir de l'alcool, ensuite en séparant le mélange eau alcool par distillation. Les aliments d'animaux tels que le blé, l'orge, la pomme de terre, les papiers usagés, la sciure, et la paille contiennent du sucre, de l'amidon ou de la cellulose et peuvent être transformés en alcool par fermentation avec de la levure. L'éthanol, également appelé alcool éthylique ou alcool de céréales, est le produit alcoolique de fermentation utilisable pour divers usages industriels, notamment comme combustible de substitution pour les moteurs à combustion interne.

Gaz émis par les décharges : Le gaz est produit par la décomposition (digestion anaérobie) des débris et des ordures dans les décharges. Lorsque les déchets organiques se décomposent, cela produit du gaz contenant environ 50 pour cent de méthane, le principal composant du gaz naturel.

Cogénération : Cogénération est la production simultanée de plus d'une forme d'énergie grâce à l'utilisation d'un seul combustible et d'une seule installation. Les fournaies, les chaudières ou les moteurs actionnés au biogaz peuvent cogénérer de l'électricité pour l'utilisation ou la vente sur place. La cogénération de biomasse offre plus de perspectives de croissance que la seule production de biomasse car la cogénération produit à la fois de la chaleur et de l'électricité. La cogénération entraîne des efficacités d'utilisation de combustible de plus de 60 pour cent comparés à environ 37 pour cent pour la combustion simple. Les groupes électrogènes peuvent devenir des cogénérateurs par l'utilisation de la chaleur résiduelle provenant de la production d'électricité pour la chaleur de



traitement ; la récupération de la chaleur n'est pas à elle seule de la cogénération.

Double combustion: la double combustion n'est possible que si l'on utilise une centrale électrique alimentée au charbon. Ce procédé est possible en mélangeant la biomasse avec du charbon et ensuite en les brûlant ensemble ou dans des chaudières différentes. Les avantages de cette technologie sont qu'elle peut s'avérer l'option la moins coûteuse et peut déplacer jusqu'à 15% du charbon. Les ressources en biomasse utilisées le plus souvent dans ce cas sont le bois et ses produits dérivés.

D'une façon générale, l'une des qualités les plus intéressantes de la biomasse est sa polyvalence. Elle peut facilement être transformée en électricité en brûlant ou transformée en combustible liquide ou gazeux par des moyens physiques ou biologiques.

□ Coûts du système

En cause de nombreuses variables, il n'est pas raisonnable de fournir des coûts estimatifs pour les projets de biomasse. Les aspects à examiner lors de la détermination du coût d'utilisation de la ressource de biomasse sont, entre autres :

- la sélection et la rotation des cultures : souvent, les propriétés de la biomasse influencent l'intérêt porté à la ressource. Par exemple, le pouvoir énergétique, le couvert feuillu, la productivité, les besoins en eau et en nutriments, l'érosion des sols, l'exposition aux maladies, l'effet sur la biodiversité peuvent augmenter le coût de transformation de la ressource ;
- le coût et la disponibilité saisonnière de la ressource ;
- la conservation : il est possible que vous ayez à collecter et à conserver la ressource pendant un certain temps, ce qui pourrait s'avérer coûteux : les coûts de transport de la biomasse jusqu'au site de transformation ; et
- l'efficacité : plus l'efficacité de la ressource en biomasse est faible, plus il faut de terre. Ce coût peut constituer un pourcentage important du coût total du projet ou la terre peut être économiquement adaptée pour une autre activité.
- Coûts de fonctionnement des plantations : main-d'oeuvre, engrais chimiques et herbicides

Avantages

- La biomasse est une ressource renouvelable car elle fait l'objet d'autant d'attention que possible comme combustible possible du futur pour combattre le changement climatique. Cela pourrait avoir un impact positif sur le coût, etc.
- La biomasse est souvent disponible en grande quantité dans les pays en développement.



- La superficie de terre nécessaire ne constitue pas un problème car il existe généralement une grande superficie de terre en Afrique qui ne peut être utilisée pour d'autres types d'activités de production, mais peuvent supporter la biomasse.
- Une variété de produits de transformation sont disponibles et offrent une large gamme d'utilisations.

Inconvénients

La biomasse est souvent ignorée comme un combustible d'avenir pour les raisons suivantes :

- elle est liée à des problèmes de santé dans les pays en développement, lesquels proviendraient des macroparticules libérées durant le brûlage et du monoxyde de carbone. Ces problèmes entraînent des infections respiratoires chez les enfants et des complications durant la grossesse ;
- la biomasse est volumineuse et peut avoir une forte teneur en eau;
- la quantité de combustible est imprévisible et peut s'avérer difficile à traiter. Contrats de longue durée pour l'approvisionnement en ;
- le faible pouvoir énergétique par unité de terre, d'eau ou par unité de poids du produit brut ;
- les cultures énergétiques et la biomasse dédiée nécessitent une grande superficie de terre dédiée. Malheureusement, les surfaces dédiées peuvent réduire la fertilité des sols, la biodiversité, le niveau d'eau, le paysage, déplacer les aliments et affecter le lessivage des nutriments.
- Dans les pays en développement, il est coûteux car le combustible de bois coûte 2 à 3 fois plus cher qu'en Europe ou aux USA. (meilleur exemple)

Energies éolienne et hybrides – Sources d'information et introduction générale

□ Pour des informations sur l'énergie éolienne et les énergies hybrides, prière s'adresser à :

- <http://www.bergey.com>
- <http://www.energy.ca.gov/earthtext/wind.html>
- http://www.nrel.gov/clean_energy/wind.html
- <http://www.eren.doe.gov/wind/web.html>
- <http://www.britishwindenergy.co.uk/frames/index.html>

□ Introduction générale

Pendant de nombreuses années, les êtres humains ont utilisé le vent pour broyer le grain, pomper l'eau et transporter les produits et les hommes. Plus récemment, les machines à vent ont été mises au point afin de produire de l'électricité. Le vent est utilisé pour actionner un rotor (lames) qui est connecté



par une tige d'alimentation à un générateur électrique. La vitesse du vent augmente avec la hauteur au-dessus du sol, de sorte que les turbines éoliennes sont montées sur des tours. La quantité d'énergie que produit une turbine éolienne est fonction de la vitesse du vent et du diamètre du rotor.

L'électricité produite à partir du vent représente le secteur énergétique à la croissance la plus rapide au monde. Si les taux de croissance annuelle de 27% de 1995-1998 pouvaient être maintenus, l'énergie éolienne pourrait représenter plus de un dixième de la production mondiale d'électricité d'ici à l'an 2020. L'amélioration de la technologie et des machines à énergie éolienne plus grandes se sont conjuguées pour rendre l'énergie compétitive en termes de coût face au combustible fossile.

Tandis que les grands systèmes reliés au réseau électrique dominent les statistiques relatives à la production d'énergie éolienne, l'amélioration des technologies éoliennes plus réduites a été aussi spectaculaire. L'énergie éolienne, à elle seule ou combinée avec d'autres moyens de production d'énergie – de telles combinaisons sont appelées “hybrides” – sont en mesure de contribuer de manière significative à l'approvisionnement en énergie des zones rurales.

Ces apports peuvent revêtir la forme du pompage d'eau pour la boisson ou l'irrigation, l'électricité pour les activités productrices de revenus ou les services de santé aux ménages et aux communautés. Ces services peuvent être fournis à des bâtiments individuels ou à des groupes de bâtiments ou à un “mini-réseau électrique” couvrant un village ou une ville.

Les turbines éoliennes les plus courants en <<activité>> aujourd'hui ont deux ou trois lames tournent autour d'un axe horizontal. Ces “ turbines éoliennes à axe horizontal ” (HAWT) comprennent également une boîte à vitesses et un générateur, une tour, et d'autres équipements mécaniques et électriques d'accompagnement.

Les turbines éoliennes sont classées en fonction de leur rendement électrique maximum en kilowatts (kW) ou en mégawatts (1000 kW). Pour les projets commerciaux de la taille du service public, les turbines les plus courantes qui sont vendues se situent dans la gamme de 600 kW-1000 kW (un mégawatt) – assez grands pour fournir de l'électricité à 600-1000 foyers. Les nouvelles turbines commerciales sont classées à 1,5 mégawatts ou plus.



Si le but visé est la production locale d'énergie pour la consommation locale – comme c'est le cas pour la plupart des projets et des projets de petite taille – les machines à vent (turbines) et la tour doivent avoir une taille adaptée aux vents qui règnent et à la demande d'électricité dans la région. Lorsque cela concerne des projets d'étendue plus vaste ("éoliennes"), l'électricité produite est souvent destinée à être vendue au réseau électrique national. Les interconnexions des projets rendent ceux-ci beaucoup plus complexes d'un point de vue technique, en raison de la nécessité d'intégrer techniquement deux systèmes complexes.

Les données à long terme sur le vent (cartes du vent) d'une zone sont *absolument indispensables* pour s'assurer de disposer de la vitesse de vent moyenne qui peut être escomptée. Une fois que les moyennes à long terme sont déterminées, des données par site sont tout aussi essentielles et nécessitent une mesure spécifique au fil du temps à l'aide d'appareils connus sous le nom d'anémomètre éolien.

Depuis le démarrage de la phase actuelle de développement dans les années 1980, le prix de l'électricité générée par le vent a été réduit en moyenne de 3 pour cent par an. Cela est dû en partie à une capacité toujours croissante des turbines, augmentant ainsi en moyenne de 220kW en 1992 à 650 kW en 1998.

□ Coûts du système

Gammes de taille des turbines éoliennes :

- Unités de grande taille – 250kW à 1500 kW chacune, coût \$600/kW
- Unités de taille moyenne– 10 kW, coût \$1.400/kW
- Petites unités– moins de 500 W, coût \$1.600/kW

Coût total du projet : \$1.000 - \$1.600/kW

Avantages

- Bien que la ressource éolienne de tout site soit intermittente, elle est prévisible et son énergie électrique disponible augmente de façon spectaculaire avec l'accroissement de la vitesse de vent disponible. Ainsi, le rendement d'une centrale éolienne peut être intégré avec les autres fournitures énergétiques ou dans les réseaux électriques existants avec un degré d'assurance élevé. Le "coefficient de capacité"(le pourcentage de temps pendant lequel la turbine à vent produit le courant) d'une turbine à vent moderne est de l'ordre de 20-40 pour cent.
- Les turbines à vent ne nécessitent pas de carburant et les opérations sont simples et ne nécessitent pas d'importants travaux de maintenance.
- Les turbines à vent sont de forme irrégulière et fiables et la modularité des machines à vent permet à la taille des unités d'être adaptée aux besoins énergétiques actuels et étendues à mesure que croît la demande.
- Une éolienne peut généralement être construite en une année.

Inconvénients



- L'énergie éolienne est très liée au site et nécessite une vitesse de vent minimale.
- Les éoliennes de grande taille nécessitent une certaine superficie de terrain et peut être désagréable à la vue et bruyante. Des systèmes aussi grands ne peuvent être situés à proximité des centres de la demande.

Un système hybride comprend des composants qui produisent, stockent et livrent l'électricité à l'aide de plusieurs technologies de production d'énergie. Cela pourrait inclure une turbine à vent, un dispositif PV et générateur à diesel. Les combinaisons les plus courantes sont le vent et le PV ou un générateur car la production d'énergie éolienne est le plus souvent très variable ; par conséquent, les turbines à vent sont souvent mieux associées avec les panneaux ou des générateurs avec le PV pour garantir la production d'énergie durant les heures où les vitesses du vent sont faibles.

Nombre de sites, particulièrement dans les latitudes nord, ont des ressources éoliennes et solaires saisonnellement complémentaires (le vent le plus fort pendant l'hiver, le rayonnement solaire le plus fort pendant l'été). En outre, le fait de mettre en place un système en utilisant à la fois le PV éolien et solaire pourrait traiter les besoins en énergie pendant toute l'année. En outre, la combinaison du vent et du PV peut réduire les besoins en accumulateur d'énergie et faire baisser davantage la consommation de diesel.

L'utilisation d'un système éolien-hybride est très courant dans les applications de télécommunications. En outre, la mise en place des centrales à charge éolienne pourrait éviter de transporter des batteries vers la ville pour les recharges dans les pays en développement. La fourniture de services de recharge de batterie à énergie éolienne/diesel au niveau du village semble offrir un très bon rapport qualité-prix (\$2,50 - \$5,00 par mois).

Avantages des systèmes à énergie hybride :

- Fournir 24 heures par jour une puissance fiable et une qualité identique à celle du service public ,
- Non dépendant d'une seule source d'énergie
- Flexible, extensible et capable de satisfaire des charges évolutives.
- Installation simple, rapide et à moindre coût.
- Faibles coûts d'exploitation (exploitation, entretien et combustible gasoil).
- Exploitation simple, travaux de maintenance et de révision réduits.
- Faibles coûts liés au cycle de vie de l'électricité pour des applications à distance.

Inconvénient des systèmes à énergie hybride :



- Coût du capital élevé comparé aux générateurs à diesel.
- Le diesel et les hybrides ont des structures de coût très différentes.
- Plus complexe que les systèmes électriques isolés ; nécessite le stockage de batterie et le conditionnement de l'électricité.
- Pas encore entièrement en production commerciale/peu de fournisseurs.

Energie thermique solaire– Sources d'information et introduction générale

- Pour toute information sur l'énergie thermique solaire, prière s'adresser à :

- <http://www.eren.doe.gov/solarbuildings/hotwater.htm>
- <http://www.natenergy.org.uk/swh.html>
- <http://www.nrel.gov/>
- <http://www.eren.doe.gov/>
- <http://www.eren.doe.gov/consumerinfo/electsource.html>
- <http://www.epsea.org>
- <http://www.eren.doe.gov/erec/factsheets/solrwater.html>
- <http://www.greenbuilder.com/sourcebook/heatcool.html#Define>
- <http://www.seia.org/sf/sfsolth.htm>
- <http://infinitepower.com/fs10.html>

- Introduction générale

Les technologies thermiques solaires nous permettent de produire de l'eau chaude à partir de l'énergie du soleil qui sera utilisée dans les foyers, les usines, les hôtels et nombre d'autres applications. Le chauffage solaire de l'eau n'est pas seulement une alternative commode et économique au chauffage de l'eau avec l'électricité dans les villes, il peut également fournir de l'eau chaude de manière efficace et fiable dans les zones rurales situées hors du réseau électrique.

Les chauffe-eau solaires comprennent le plus souvent un collecteur, un réservoir isolé de stockage d'eau qui est similaire à un réservoir électrique classique à eau chaude ou geyser. Le collecteur est une boîte munie d'un couvercle en verre transparent (ou acrylique) contenant un certain nombre de tuyaux de couleur noire attachés ou posés sur une surface noire absorbant la chaleur. L'eau ou tout autre liquide coule à travers ces tuyaux et est chauffé par le soleil et est ensuite stockée dans le réservoir de stockage d'eau. Ce procédé est répété à l'infini pendant que le soleil brille ; chaque fois que le liquide passe à travers les tuyaux, une petite quantité de chaleur y est ajoutée. L'eau atteint le plus souvent entre 60°C et 80°C dans les systèmes solaires de chauffage d'eau destinés à la consommation humaine.

Les chauffe-eau solaires sont disponibles dans des tailles, modèles et applications diverses. Les petits systèmes, qui offrent une capacité de stockage



d'eau chaude de moins de 500 litres, sont appelés systèmes domestiques. Ces systèmes sont souvent installés dans les foyers et installations résidentielles tels que les centres d'accueil et les douches de camping. Les systèmes de grande taille (plus de 500 litres par jour) sont normalement désignés systèmes industriels. L'on rencontre des exemples d'application des grands systèmes dans les secteurs de l'agriculture, de l'industrie, du tourisme et de l'hôtellerie.

Des systèmes spéciaux qui produisent une température d'eau de plusieurs centaines de degrés sont parfois utilisés dans l'industrie et pour la production de l'électricité. Une autre application populaire du chauffage solaire de l'eau est le chauffage de l'eau de piscine dans les climats moins tempérés.

Les propriétaires de maison qui installent les systèmes solaires de chauffage d'eau pour remplacer le chauffage de l'eau par l'électricité pourraient s'attarder à réaliser des économies sur le coût de l'électricité de plus de 40%. L'utilisation du chauffage solaire de l'eau n'a donc non seulement aucun sens du point de vue de l'environnement, mais également du point de vue économique. En général, il est possible d'amortir les dépenses d'investissement liées à l'acquisition d'un chauffe-eau solaire sur une période 2 à 5 ans à partir des économies réalisées.

Le chauffage d'eau à l'énergie solaire est une technologie d'énergie renouvelable qui a fait ses preuves et offre toutes les garanties de fiabilité. Divers types de chauffe-eau solaires sont produits selon différentes tailles. Des changements dans la conception sont nécessaires en fonction du climat dans lequel le système est installé, de la qualité de l'eau et de l'utilisation spécifique qui sera faite de l'eau chaude.

Les systèmes peuvent être très similaires aux chauffe-eau électriques traditionnels où l'eau est stockée dans un réservoir et ensuite chauffée. La différence est essentiellement qu'au lieu de chauffer l'eau avec de l'électricité ou à la flamme d'un gaz, l'eau coule à travers un panneau collecteur solaire où les rayons solaires la chauffent.

Les différents modèles de chauffe-eau solaires disponibles sur le marché permettent leur application dans de nombreux secteurs de l'économie d'un pays en développement. On peut citer comme exemples de ces applications :

Ménages

Le chauffe-eau par l'énergie solaire est utilisé pour le bain, la vaisselle et la lessive dans de nombreux ménages. Le chauffage de piscines est une autre application populaire de l'énergie solaire dans les foyers les plus nantis dans les climats moins tempérés.

Santé



Les cliniques et les hôpitaux utilisent de l'eau chauffée à l'énergie solaire pour les ablutions et les blanchisseries. De l'eau chaude à plus de 80°C peut également être utilisée pour la stérilisation.

Education

Nombre de dortoirs dans les écoles et les universités utilisent des systèmes solaires de chauffage de l'eau pour les douches communes.

Tourisme et loisirs

Les hôtels et les lieux d'accueil dans les réserves naturelles utilisent de l'eau chauffée à l'énergie solaire dans les blanchisseries, les salles de bain et parfois pour les piscines.

Industrie

Hormis l'application des systèmes solaires de chauffage de l'eau pour les ablutions des ouvriers, l'eau chaude est aussi nécessaire dans de nombreux procédés industriels. Les applications de chauffage de l'eau par l'énergie solaire ont été particulièrement populaires dans les abattoirs à cause des économies de coût qu'elles engendrent. L'eau est utilisée pour le nettoyage et la stérilisation de l'abattoir.

Agriculture

L'on trouve une large gamme d'utilisations dans l'agriculture. Elles vont du chauffage de l'eau sur des fermes d'élevage de crocodile à la pasteurisation et à la stérilisation sur les laiteries.

Composants du chauffe-eau solaire

Collecteur solaire : qui est toujours une boîte de métal plate ou un cadre muni de tuyaux. Les collecteurs sont munis de :

couvercles transparents qui laissent s'infiltrer l'énergie solaire sont soit faits d'un verre spécial qui se casse et se raye difficilement ou de l'acrylique (plastique) résistant au rayonnement ultra violet.

Plaques absorbantes sont des surfaces sombres qui captent la chaleur. Il s'agit en général de feuilles de métal ou de récipients remplis d'eau, de pierres ou de briques qui sont peints en noir ou dans une autre couleur sombre pour retenir la chaleur.

Matériaux isolants empêchent la chaleur de s'échapper vers des endroits plus froids.



Les événements, les tuyaux et les pompes transportent l'eau chaude du collecteur vers les endroits où elle peut être utilisée.

Réservoir de stockage : stocke l'eau qui doit être chauffée. Le réservoir de stockage est semblable à la plupart des chauffe-eau électriques ou à gaz. Le réservoir est en acier et parfois en cuivre ou même en plastique.

La quantité d'eau chaude qui est produite par un chauffe-eau solaire est fonction de la taille et du type du système et de la quantité de lumière solaire disponible au niveau du site. Il existe de nombreux types de chauffe-eau solaires, mais en général, ils peuvent être classés en systèmes directs ou indirects qui utilisent des flux de liquides soit actifs soit passifs dans leur conception.

Les chauffe-eau solaires domestiques sont souvent munis de réservoirs de stockage d'une capacité de 100, 150, 200 et parfois 300 litres. La taille du système choisi sera fonction de la consommation prévue du ménage et du budget disponible.

❑ Coût du système

Le coût des chauffe-eau solaires varie en fonction de leur taille et de leur type. Les chauffe-eau à énergie solaires directe passive de 100 à 200 litres coûtent souvent entre \$750 et \$1.250, y compris l'installation, tandis que les chauffe-eau passifs sont souvent situés dans un ordre de prix allant de \$1.000 à \$2.000 en fonction de leur taille et du niveau de complexité. Les systèmes actifs destinés à l'usage domestique sont souvent situés dans une gamme de prix allant de \$2000 à \$4000.

Avantages

- Réduction de la consommation d'énergie classique qui impliquerait autrement l'utilisation de combustibles fossiles et entraînerait des dommages sur l'environnement ;
- systèmes pouvant fonctionner sous tous les climats ;
- durées de construction et d'installation courtes ;
- modularité ;
- pour les ménages déjà raccordés au réseau électrique, des économies substantielles sur les factures d'électricité ;
- le chauffe d'eau par l'énergie solaire est la méthode la moins coûteuse pour chauffer de l'eau si les coûts liés au cycle de vie sont calculés ;
- le chauffage de l'eau par l'énergie solaire est très efficace ;
- avantages à long terme pour les utilisateurs car les systèmes les prémunissent contre les pénuries futures de carburant et les hausses de prix ;



- possibilités de production locale et de création d'emplois ;
- l'eau chaude peut également contribuer grandement à l'hygiène individuelle.

Inconvénient

- les rayons ultra violets (UV) causent des dommages à la plupart des matériaux après quelques années passées au soleil. Il est nécessaire d'utiliser des matériaux de bonne qualité et plus coûteux capables de résister à l'effet destructeur du rayonnement UV ;
- il faut recourir à des systèmes d'une conception et d'une qualité adéquates si l'on veut réaliser une économie de coût à moyen et long terme ;
- les chauffe-eau solaires ont un meilleur rapport qualité-prix que les chauffe-eau électriques, mais moins si on les compare aux chauffe-eau à gaz ;
- dans les endroits où le climat est froid, le chauffe-eau solaire pourrait nécessiter un dispositif d'appoint (souvent un élément électrique) pour garantir la fourniture d'eau chaude aux heures où l'énergie solaire est faible. Les chauffe-eau solaires amplifiés grâce à l'électricité peuvent réellement produire plus d'émissions atmosphériques que les chauffe-eau à gaz de grande efficacité, dans les climats où les systèmes solaires dépendent pour une grande part du survolage ;
- le coût initial des chauffe-eau solaires est en général plus élevé que celui des chauffe-eau classiques. Cependant, étant donné que le carburant est gratuit, les coûts de l'énergie sur la durée de vie du système compensent le coût initial.