

# Les énergies renouvelables décentralisées à domicile

## 1.0 Introduction

1.0 Introduction

### Sommaire

Les besoins électriques pour l'éclairage, le pompage, le chauffage, le froid, la cuisson, les électroménagers, les applications résidentielles, les systèmes de télécommunication, les applications industrielles et bien d'autres applications ont beaucoup augmenté durant les dernières années avec une croissance soutenue de l'économie canadienne. Cependant, au Canada, comme dans d'autres pays, les consommateurs n'ont pas réussi à satisfaire leurs besoins énergétiques de façon durable en harmonie avec l'environnement. D'où le changement climatique causé par les combustibles et le rejet du méthane, du dioxyde de carbone et des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Face à ces changements climatiques (particulièrement le réchauffement de la terre), il faut penser au développement durable et à une utilisation rationnelle des ressources naturelles à notre disposition. Cela introduit le sujet des énergies renouvelables à domicile dont les principales sources sont : le soleil, le vent, et dans une certaine mesure les cours d'eau. Les renseignements qui suivent visent à : démystifier les applications reliées aux énergies renouvelables décentralisées à domicile et permettre à toute personne qui veut se procurer un système à énergies renouvelables de faire un choix éclairé selon ses besoins et les possibilités qui lui sont offertes. Les difficultés d'approvisionnement d'énergie dans les endroits isolés loin des réseaux publics d'électricité à l'instar du réseau d'Hydro-Québec peuvent être également des raisons valables pour choisir les systèmes à énergies renouvelables.

### Efficacité énergétique

Il est aussi important d'adapter les équipements de construction, les appareils écoénergétiques et sa consommation d'énergie aux capacités des systèmes de production disponibles.

Avant de commencer un projet impliquant les énergies renouvelables, il faut choisir les appareils écoénergétiques, s'engager à éviter les gaspillages, utiliser des appareils performants : on parle d'autosuffisance énergétique.

### Quelques faits solaires

- L'énergie reçue par la terre est supérieure à celle que pourrait consommer toute la population entière du globe terrestre pendant 27 ans, soit 5.9 milliards.
- Les modules photovoltaïques recouvrent leurs coûts environnementaux ainsi que leurs coûts de recyclage en dix huit mois d'utilisation.
- Un module solaire de 50 watts utilisé au Canada produira au-delà de 5 MWh d'énergie pendant sa durée de vie utile.
- Le matériel principal d'un module photovoltaïque est le silicium, composé principalement de sable. Les cellules de silicium amorphes fabriquées à partir d'une tonne de sable pourraient produire autant d'électricité que de brûler 500,000 tonnes de charbon.

- Des modules photovoltaïques couvrant moins de 0.3% du territoire des Canada, soit l'équivalent de 25% de la superficie présentement couverte par les chemins de fer, pourraient fournir assez d'énergie pour satisfaire les besoins dudit pays.
- L'installation d'un système photovoltaïque de 1 kWp, en comparaison avec le carburant d'auto, prévient 136 kgs de CO<sub>2</sub> de pénétrer l'atmosphère chaque mois.
- Le Canada est reconnu comme étant le plus important consommateur d'énergie par habitant au monde. ) ✕

## 2.0 Applications branchées au réseau de distribution d'Hydro-Québec

2.0 Applications branchées au réseau

### 2.1 Système UPS (uninterrupted power supply ou système de puissance ininterrompue)

#### De quoi s'agit-il?

Grâce au système UPS, jamais plus d'embêtements causés par les pannes d'électricité. Un système est composé principalement d'un ou plusieurs onduleurs et d'un ensemble de batteries. Un système UPS se branche parallèlement à une prise électrique ou un réseau de distribution électrique et fournit automatiquement de l'énergie électrique uniquement lors des pannes de courant du réseau.

Les systèmes UPS sont faciles à installer. Il existe des ensembles déjà préassemblés, prêts pour installation murale. Seuls les batteries et charges CA doivent être branchés. La présence d'un chargeur de batteries intégré ou non intégré à l'onduleur permet de recharger systématiquement les batteries après un cycle de coupure d'électricité et de rétablissement du courant et permet aussi le maintien de la charge des batteries tout en gardant leur performance optimale.

#### Pourquoi s'en servir?

Les systèmes résidentiels UPS conviennent idéalement aux usagers qui aimeraient éviter l'inondation des sous-sols, la décomposition des vivres, ou des températures très froides provoqué par l'absence de chauffage lors des pannes d'électricité. Aucun combustible, aucun bruit, pas de maintenance.

#### Les applications

Pendant les coupures ou pannes d'électricité, les systèmes UPS permettent de faire fonctionner automatiquement toutes les charges consommatrices importantes tels les ordinateurs, la pompe à eau, la fournaise, les lampes, etc. Ces systèmes sont silencieux, fiable, et ne requièrent aucun entretien. Les systèmes UPS peuvent être personnalisés afin de satisfaire les besoins énergétiques des résidences.

#### Les caractéristiques

Les paramètres importants à savoir lors du choix des composants d'un système UPS sont : la puissance totale des appareils à alimenter lors de la coupure d'électricité et les heures de fonctionnement prévues pour chaque appareil. Car cette puissance permettrait de choisir la taille de l'onduleur et les composants connexes (batteries, câbles, dispositifs de protection et autres).

#### Les avantages

Tout propriétaire ou usager peut s'installer un système UPS d'urgence et ce dernier alimentera les appareils en électricité au moment propice. Pour les ménages désirant plus "d'autonomie", des batteries peuvent être ajoutées au système selon les besoins et le budget, car les batteries sont modulaires. Par ailleurs, pour des ensembles des charges consommatrices de puissances très élevées (>20 kW), les onduleurs permettant de satisfaire cette demande deviennent plus dispendieux. Toutefois, les charges les plus importantes peuvent être branchées sur le système UPS.

## 2.2 Les systèmes aux énergies renouvelables décentralisés branchés au réseau d'Hydro-Québec

2.0 Applications bran  
au ré

Généralement les systèmes décentralisés couplés au réseau public sont composés de : 1/ Générateur électrique (module solaire photovoltaïque, éolienne ou turbine microhydroélectrique) 2/ Régulateur de contrôle de charge et décharge des batteries 3/ Les batteries à décharge profonde pour stocker l'énergie 4/ Dans certains cas, des onduleurs pour transformer le courant CC en courant alternatif CA, des convertisseurs CC/CC 5/ les dispositifs de protection (disjoncteur - fusible - parafoudre).

### Applications et fonctionnement

Il existe différentes possibilités pour des systèmes couplés au réseau, entre autre :

Un système à énergie renouvelable avec des batteries peut être jumelé afin de couvrir une partie des consommations d'énergie. Lorsque les batteries sont complètement chargées, le système fournit l'énergie nécessaire aux charges via un onduleur conçu pour interagir avec le réseau. Par ailleurs si les batteries ne peuvent pas combler la demande d'énergie des charges consommatrices, l'électricité est fournie par le réseau.

Un système à énergie renouvelable sans batteries fournira l'énergie selon les variations saisonnières. Le système pourrait fournir des surplus à certaines périodes - en été un système PV fournirait plus d'énergie - en hiver un système éolien produirait plus - une turbine microhydroélectrique produirait plus d'énergie en périodes de montée d'eau. Alors une partie du surplus d'énergie peut être revendue au réseau via un onduleur adapté et synchronisé avec le signal réseau. Ce qui permettrait de payer juste l'énergie consommée ou alors de se faire payer par le service public de distribution si l'énergie vendue est supérieure à l'énergie consommée du réseau.

Les pays comme le Japon, l'Allemagne, les États-Unis ont de vaste programme d'installations solaires et éoliennes reliées au réseau public d'électricité. Pour l'instant, au Canada le nombre d'installations reste faible, cependant plusieurs systèmes photovoltaïques reliés au réseau sont opérationnels en Colombie-Britannique, en Alberta, et en Ontario.

### Avantages des systèmes branchés au réseau

Un système d'alimentation autonome pourrait ne pas s'avérer comme solution économique pour tous les besoins énergétiques, cependant un jumelage système décentralisé/réseau électrique présente plusieurs avantages pour les ménages et la société en général :

- Consommation durable et sécuritaire de l'énergie électrique
- Amélioration du rendement énergétique en transmission et à la distribution
- Meilleure qualité de l'amplitude ou du signal au bout du réseau
- Réduction de la pollution
- Plus de choix adaptés aux besoins le consommateur
- Moins d'embêtements causés par les pannes du réseau

## 2.3 Les systèmes de chauffage d'air

2.0 Applications  
branchées au réseau

### SOLARWALL<sup>MD</sup>

#### Qu'est-ce que le SOLARWALL<sup>MD</sup>?

Revêtement métallique perforé qui chauffe l'air d'appoint requis pour le bâtiment à l'aide de l'énergie solaire

#### Qu'est-ce que ça fait?

Permet de faire des économies d'énergie  
Améliore la qualité d'air intérieur

#### Comment est-ce que ça fonctionne?

On place le revêtement à quelques pouces du mur structural. On produit une pression négative dans la cavité créée à l'aide d'un ventilateur placé dans le haut du mur. L'air est aspiré par les milliers de perforations dans le revêtement. C'est lors de son passage par les perforations que la chaleur absorbée par le revêtement est transférée à l'air.

On peut ensuite distribuer l'air chauffé par l'énergie solaire au niveau du plafond afin de faire de la déstratification ou on peut l'utiliser comme élément de préchauffage pour l'unité d'air d'appoint conventionnel.

#### Pourquoi installer le SOLARWALL<sup>MD</sup>?

- Offrir un système unique.
- Offrir aux clients une façon simple et efficace de faire des économies en chauffage d'air frais.
- Mur représente des économies pour la durée de sa vie utile (25 ans et plus).
- Système simple à incorporer aux bâtiments.
- PENSER<sup>MD</sup> : Contribution gouvernementale couvrant 25% des coûts d'achat et d'installation du système complet.
- Prévisions réelles et éprouvées des économies d'énergie possible à l'aide du logiciel SWIFT<sup>MD</sup> fourni par Ressources Naturelles Canada.
- Satisfaction des clients de savoir qu'ils font leur part pour réduire la production de gaz à effet de serre.

#### Conclusion

Le Solarwall<sup>MD</sup> permet de fournir de l'air de ventilation aux bâtiments tout en réduisant les coûts de chauffage. Le système est simple à incorporer et s'adapte à presque toutes les situations. L'installation du Solarwall<sup>MD</sup> assure une qualité d'air intérieur supérieure.

## Le système RA 240 SOLAR MAX de CANSOLAIR INC.

2.0 Applications bro  
au

### Qu'est-ce que le RA 240 SOLAR MAX?

Système résidentiel de chauffage d'air à l'aide de l'énergie solaire

### Comment est-ce que ça fonctionne?

Le système RA 240 SOLAR MAX est composé d'un collecteur qui transfère par convection forcée la chaleur du rayonnement solaire à l'air ambiant dans une enceinte. L'air réchauffé en arrière du collecteur est ensuite aspiré par un ventilateur et refoulé dans l'enceinte. Compte tenu de la différence de pression entre l'air chaud et l'air frais dans l'enceinte, l'air frais retourne par un conduit d'air dans la partie interne du collecteur, se réchauffe et recircule dans l'enceinte grâce au ventilateur.

Le collecteur s'installe très bien à l'extérieur des bâtisses et s'intègre bien à celles-ci.

La technologie développée par CANSOLAIR INC. utilise 240 cannettes en aluminium recyclées et du Lexan (l'enveloppe de captation de la chaleur solaire) pour fabriquer le collecteur du système RA 24 SOLAR MAX.

Le collecteur mesure 7' de long x 4' de large x 7 pouces d'épaisseur. Une superficie de captation de la chaleur solaire de plus de 28 pieds-carré ou 2.6 mètres-carré dû à la surface hyperbolique de l'enveloppe.

Le ventilateur a un taux de recirculation d'air filtré de 180 CFM. En période d'ensoleillement, une pièce de 200 pieds-carré et de hauteur de 8 pieds, soit 1600 pieds-cube de volume aura un changement complet d'air réchauffé et filtré après toutes les 9 minutes.

Avec 15 minutes d'ensoleillement seulement par heure, il est possible de maintenir la température à un niveau confortable dans une maison de 1000 pieds-carré.

### Pourquoi installer le système RA 240 SOLAR MAX?

Offrir un système unique pour le chauffage d'air résidentiel.

Offrir aux clients une façon simple et efficace de faire des économies en chauffage d'air.

Système simple à incorporer aux bâtiments.

Satisfaction des clients de savoir qu'ils contribuent à la réduction des gaz à effet de serre.

### Avantages

- Sans maintenance
- Aucune tuyauterie
- Ne contient pas d'eau
- Approuvé CSA
- Aucun filage Contrôle thermique inclus
- Économie d'énergie
- Qualité d'air intérieur améliorée.

## 3.0 Applications situées hors réseau

3.0 Applications situées  
hors réseau

### 3.1 Les systèmes photovoltaïques autonomes

Les applications dont les besoins énergétiques sont modérés tel l'éclairage, le pompage d'eau, les systèmes d'alarme, le froid, les appareils électroménagers, les résidences secondaires, les bâtiments en régions éloignées, les outils électriques, la télévision, le magnétoscope, le micro-onde, le ventilateur et bien d'autres peuvent être alimentées de façon autonome à l'énergie solaire.

#### Les avantages des systèmes photovoltaïques autonomes

##### Fiabilité

Les modules solaires sont très durables et fiables. La plupart des modules solaires garantissent une puissance nominale pendant 25 ans et ont une vie utile de près de 45 ans.

##### L'autonomie et la flexibilité

Les systèmes autonomes sont indépendants du réseau de distribution et peuvent être extensibles ou configurés en systèmes hybrides si les besoins énergétiques augmentent. Quand ils sont indépendants du réseau hydroélectrique, il n'y a aucun risque d'ennuis lorsque les coupures d'électricité ou les pannes d'électricité surviennent. Il n'y a pas de risque de pénurie du soleil. Le soleil est gratuit et reste inépuisable.

##### Les frais d'entretien

Les frais d'entretien des systèmes à énergies renouvelables sont très peu coûteux comparés au groupe électrogène. Cependant, l'entretien des batteries dépend du type de batteries utilisées.

##### Le silence

Le système photovoltaïque ne fait pas de bruits d'où aucune pollution due aux bruits comparativement à la génératrice.

##### Environnement

Le système minimise l'impact causé par l'activité humaine. Par exemple, on évite la coupe des arbres pour l'installation des lignes hydroélectriques et on évite aussi la pollution par les émissions de gaz reliés aux génératrices. Les systèmes photovoltaïques ne polluent pas, donc n'ont aucune conséquence néfaste sur le changement climatique causé par les combustibles et le rejet des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

##### Conscience collective

Les systèmes photovoltaïques éveillent la conscience des gens face aux préoccupations environnementales.

Il existe des minces tuiles composées de cellules photovoltaïques qui s'intègrent à l'architecture des nouvelles constructions ou des rénovations de bâtiments. Ces tuiles peuvent être laminées sur des structures de métal au-dessus d'un bard de toiture ou encore peuvent s'adapter à tout genre d'enveloppe du bâtiment.

Ces systèmes s'avèrent une solution excellente pour des bâtiments reliés au réseau ou situés hors réseau.

En plus des avantages cités ci-dessus, il y a également :

## L'esthétique

L'esthétique du bâtiment peut être améliorée par les systèmes photovoltaïques qui se distinguent par leurs motifs, leurs couleurs et leurs formes.

## Les coûts abordables

Quand on compare les prix des systèmes photovoltaïques intégrés au bâtiment avec les coûts de transport de l'électricité combinés aux coûts de production de l'électricité, les coûts d'achat de terrain, les coûts des matériaux de construction, on constate que les systèmes photovoltaïques intégrés au bâtiment sont abordables.

## Les limites des systèmes photovoltaïques

Les systèmes PV de production d'électricité ne sont pas appropriés pour le chauffage d'air, le chauffage d'eau et la cuisson. Il existe des systèmes solaires thermiques pour chauffer de l'eau et à moindre coût que les systèmes PV. Aussi, pour le chauffage de l'air de ventilation, il existe des systèmes résidentiels tel le système SOLAR MAX de CANSOLAIR. Pour la cuisson, les fours à bois ou à gaz peuvent être envisagés.

## 3.2 Système éolien

3.0 Applications situées  
hors réseau

Pour l'alimentation des sites isolés, on utilise généralement des machines de faibles puissances ( $\leq 10\text{kW}$ ) *10 kW*

Le vent est généré par le réchauffement de la surface de la terre par le soleil. Toutefois, ce réchauffement est inégal réparti selon les heures de la journée, les régions proches des cours d'eau et les zones couvertes de nuage se réchauffent moins vite. Lorsque la température augmente, une zone de basse pression s'installe et l'air adjacent de la zone de haute pression débite dans la zone de basse pression créant ainsi le vent. La vitesse du vent, comme les radiations solaires, varie selon les saisons et par conséquent les valeurs annuelles de la vitesse du vent sont nécessaires.

De manière générale, il est reconnu que la valeur moyenne annuelle de la vitesse de plus de  $18\text{ km/h}$  ( $5\text{ m/s}$ ) est le minimum requis à considérer pour un système éolien autonome viable. C'est pour cette raison que les côtes est et ouest nord Américaines, le grand nord et les prairies du sud constituent les endroits prometteurs pour l'utilisation de système éolien primaire. En dehors de ces endroits, l'éolienne est combinée aux systèmes photovoltaïques ou aux génératrices conventionnelles pour réduire la consommation d'essence dans les applications hybrides.

Rares sont les jours sans vent, ce vent peut excéder le double de la vitesse médiane annuelle et peut constamment atteindre 75 % de la moyenne.

### L'énergie produite par l'éolienne

Il existe une différence entre l'énergie disponible dans le vent et l'énergie produite par l'éolienne. Pendant que la limite théorique de l'énergie pouvant être produite par un système éolien est d'environ 59%, laquelle est référée comme étant la limite de Betz, une éolienne qui est optimisée en fonction des conditions d'un site sera opérationnelle avec une efficacité d'environ 25%.

La puissance produite par une éolienne s'exprime en kilowatt (kW) et peut être prédéterminée, dépendamment de la vitesse du vent. Étant donné les variantes définies par les manufacturiers, les éoliennes se comparent mieux par leur énergie produite (kWh par mois) en fonction de la vitesse du vent.

L'énergie disponible dans le vent et l'énergie produite par une éolienne peuvent être calculées. Le tableau suivant suggère la moyenne d'énergie pouvant être produite par une éolienne selon le diamètre de la zone balayée par les pales et différentes vitesses moyennes du vent. On peut aussi utiliser la formule suivante où  $A$  est la surface balayée par les pales,  $V$  la vitesse moyenne (m/s) :

$$\text{Puissance moyenne produite (kW)} = 0.292 A V^3$$

## Puissances moyennes produites (kW)

3.0 Applications s  
hors r

Surface balayée (M <sup>2</sup> )	Diamètre (mètres)	Vitesse moyenne (m/s)			
		4	6	8	10
1	1.1	0.019	0.063	0.150	0.292
4	2.3	0.075	0.253	0.599	1.170
10	3.6	0.187	0.632	1.520	2.920
40	7.1	0.749	2.530	5.990	11.700
100	11.83	1.870	6.322	15.011	29.211

### Quels sont les facteurs qui influencent la performance des éoliennes ?

En plus du diamètre de la zone balayée par les pales, de la vitesse du vent, il y a trois autres facteurs pouvant affecter la performance de l'éolienne.

La hauteur - Sur les terrains non accidentés, la vitesse du vent augmente de 12% chaque fois que la distance entre le rotor de l'éolienne et la surface du terrain est doublée. Au Canada, les statistiques météorologiques sur le vent communiqués par les bureaux locaux sont standards à 10 m au-dessus du sol.

Caractéristiques du sol - La rugosité du terrain c'est-à-dire sa surface, ses contours, la présence de bâtiments, d'arbres, de buissons et des montagnes, affectent localement la vitesse du vent. À cause de l'effet actuel des conditions locales, il est préférable de mesurer la vitesse du vent sur le site pendant une année avant de déterminer la faisabilité du projet.

La température de l'air : Plus l'air est frais, plus il est dense et l'air dense augmente la puissance produite par les éoliennes. La puissance produite par une éolienne augmentera de près de 16% si la température chute de +20°C à -20°C à une vitesse quelconque.

Distance de l'éolienne au point d'utilisation : rare sont les installations où l'éolienne est très près du point d'utilisation, par conséquent, le problème du transport d'électricité se pose. Plusieurs systèmes éoliens fonctionnent en courant alternatif qui peut être converti en courant continu pour être utilisé avec des batteries. Cependant, un système éolien produisant du courant continu pourra s'avérer plus cher compte tenu du diamètre des câbles. La première option serait l'usage d'un système éolien à courant alternatif et convertir le courant CA produit en courant continu CC qui sera emmagasiné dans un ensemble de batteries.

**Conversions** : 1 Km/h = 0.28 m/s ; 1 m/s = 3.6 km/h ; 1 Mph = 1.6 Kph

### Avantages

L'électricité produite par l'éolienne permet d'alimenter la plupart des appareils électriques tout en mettant l'utilisateur à l'abri des augmentations du coût d'électricité des services publics, des pannes d'électricité, des augmentations du coût des combustibles, du bruit des groupes électrogènes et des coûts reliés à l'approvisionnement des combustibles.

### 3.3 Microhydroélectricité

Probablement la moins commune des trois sources d'alimentation électrique à énergie renouvelable, le micro système hydroélectrique présente un important potentiel de production d'électricité, si le site est idéal, de façon continue. Cependant, son installation, ainsi que son entretien peuvent être complexes.

Nous classons les micro systèmes hydroélectriques comme systèmes produisant moins de 22.5 kW. Le type le plus reconnu est le *Pelton wheel*, où l'eau est dirigée par un jet vers une série de lames fixés sur un tambour provoquant ainsi la rotation de la turbine. Autres types incluent le turgo, à débits croisés et plusieurs à débits axiaux, où l'arbre au centre de la turbine tourne dans la même direction que le débit.

#### Comment déterminer l'énergie pouvant être produite?

Il existe deux types de systèmes hydroélectriques: le système à débit et le système à réservoir. Deux facteurs déterminent la puissance maximale produite par un micro système hydroélectrique, soit la pression d'eau et le volume d'eau. La pression est générée par la profondeur ou la distance verticale (en mètres ou pieds) du point de chute d'eau jusqu'à la turbine. Le volume de l'eau est simplement mesuré comme le débit d'eau (en litres/seconde, ou GPM). Pour avoir une idée de la puissance (en watts) disponible sur un site en particulier, multiplier la distance entre le point de chute de l'eau et le micro système hydroélectrique par le débit; multiplier ensuite par 0.18 puis par le taux d'efficacité. La turbine a un taux d'efficacité de l'ordre de 25 à 50% et elle atteint son maximum d'efficacité lorsque les hauteurs sont importantes (nous suggérons d'utiliser 50% comme règle de pouce).

(Hauteur (pieds) x débit (GPM) x 0.18 x efficacité) / 1000 égale à la  
Puissance maximale produite (kW)

Exemple :  $(10^{\text{pieds}} \times 300^{\text{GPM}} \times 0.18 \times 5) / 1000 = 0.270 \text{ kW}$

#### Conversions:

- 1 pied cubique d'eau fraîche est équivalent 62.4 lbs
- 1 pied cubique d'eau est équivalent à 7.48 gallons US
- 1 pied de hauteur est équivalent à 0.433 PSI
- 1 PSI est équivalent à 2.31 pieds de haut
- 1 gallon d'eau est égal à 0.13368 pied cubique
- 1 GPM (US) équivaut à 3.785 litres par minute
- 1 HP est égal à 745.7 watts

#### Points à considérer

**L'environnement** - Nous recommandons de ne pas dévier plus de 50% du cours de la rivière ou d'un cours d'eau, 20% étant préférable, pour produire l'électricité afin de préserver l'environnement.

**Saison** - Chaque saison présente des défis pour le micro système hydroélectrique. S'ils sont sous-dimensionnés, les inondations du printemps peuvent déborder le barrage et inonder la turbine ou encore les débris peuvent endommager les composantes et même obstruer les entrées des turbines. En d'autres termes, planifiez votre installation en fonction du plus haut niveau historique d'eau et en fonction de la puissance produite basée sur une série de mesures.

**Distance** - À l'exemple de l'éolienne, les micro systèmes hydroélectriques sont rarement proches des appareils qu'ils alimentent. Le choix d'un courant alternatif ou d'un courant continu doit être lié au coût du câble de transport d'électricité, au coût de la canalisation et à celui de la conversion du courant. Le choix d'un système à courant CA est simple dans toute configuration et le transport du courant coûte moins cher; Cependant, il doit être dimensionné de manière à produire la puissance maximale requise, habituellement entre 2 et 3 kW. Par exemple, une lampe incandescente utilisera 10 fois sa puissance nominale pour s'allumer, alors que les moteurs à induction utilisés dans les pompes à eau et les fournaies requièrent cinq à sept fois leur puissance nominale pour s'enclencher. Ces charges instantanées cumulées peuvent s'avérer élevées; par conséquent, les systèmes de tension continue CC combinés à des batteries et onduleurs, sont souvent sélectionnés. Un micro système hydroélectrique CC produisant 300 watts de puissance, couplé à un onduleur et des batteries correspondrait aux besoins typiques des maisons isolées. La sortie CC sera branchée aux batteries, ensuite l'onduleur convertira le courant continu en courant alternatif 120 ou 240 VCA pour la transmission.

Note : une demande de droit d'eau doit être faite avant de faire l'installation d'une turbine microhydroélectrique sur un cours d'eau, et dans certains cas des études d'impact sur l'environnement.

## 3.4 Systèmes hybrides

3.0 Applications situées  
hors réseau

### 1. Systèmes aux énergies renouvelables décentralisés et groupe électrogène

1/ Après une analyse des coûts reliés à l'achat de terrains, des matériaux pour le transport d'une ligne électrique 2/ Puis une analyse des coûts des combustibles (gaz, propane) et, les coûts reliés à leur approvisionnement 3/ Ensuite une étude des coûts reliés à l'usage d'un groupe électrogène, il peut s'avérer qu'un système hybride issu d'une combinaison d'un système à énergies renouvelables photovoltaïque-éolien-microhydroélectrique et d'un groupe électrogène soit envisageable. Ce qui permet de diminuer la consommation de combustibles, de prolonger la durée de vie du groupe électrogène, de réduire les émissions de gaz et de réduire les bruits causés par ce dernier.

Un chargeur intégré ou non à l'onduleur permet de charger les accumulateurs lorsque la génératrice est opérationnelle. Certains onduleurs sont équipés de dispositifs active automatiquement la génératrice lorsqu'un besoin supplémentaire d'énergie s'impose et arrête celle-ci lorsque les accumulateurs sont chargés.

Une boîte de distribution doit être prévue pour alimenter les charges appliquées au système.

#### Avantages

L'indépendance du système à énergie renouvelable d'une part et du groupe électrogène d'autre part dans un système hybride d'alimentation électrique assure une consommation d'énergie adaptée aux besoins, garantit une fiabilité à long terme, réduit la pollution par les combustibles, prolonge la durée de vie du groupe électrogène, diminue l'exposition au bruit, restreint les frais liés au combustible et permet un entretien moins fréquent.

Note : Le groupe électrogène doit être muni d'un dispositif de démarrage automatique pour permettre son démarrage automatique.

### 2. Couplage de deux systèmes aux énergies renouvelables

Lorsque les besoins énergétiques sont un peu plus importants, et que le site est favorable il peut s'avérer qu'un système hybride issu d'une combinaison de deux systèmes à énergies renouvelables entre les systèmes photovoltaïque, éolien et microhydroélectrique soit envisageable.

#### Avantages

Ces systèmes sont autonomes, donc indépendants du réseau de distribution et peuvent être extensibles si les besoins énergétiques augmentent. Il n'y a aucun problème d'ennuis lorsque les coupures d'électricité ou les pannes d'électricité surviennent. En hiver, l'éolienne comble le manque de soleil et en été, les panneaux solaires comblent le manque de vent.

## 4.0 Exemple de dimensionnement de système PV et budget

4.0  
dimer

### Comment dimensionner un système photovoltaïque?

Généralement, il n'existe pas de système photovoltaïque standard qu'on peut reproduire. Pour réaliser un projet intégrant l'énergie solaire photovoltaïque, il est nécessaire de faire une étude de faisabilité permettant de choisir les équipements fiables et de faible consommation d'énergie. Des logiciels permettent de dimensionner les systèmes à partir des charges consommatrices, des données météorologiques et de la situation géographique.

Le dimensionnement des systèmes photovoltaïques est simple selon qu'il s'agisse d'un système autonome ou d'un système jumelé à un groupe électrogène ou une autre source d'électricité. Dans le cas où le système photovoltaïque est jumelé à une autre source d'alimentation, on peut choisir un pourcentage de puissance ou d'énergie fournie par le système et la différence sera fournie par l'autre source d'alimentation.

Cependant les étapes qui permettent de faire un bon dimensionnement sont les suivantes :

1. Détermination des charges
2. Identification de la localité et des conditions du site
3. Détermination du nombre de modules solaires
4. Capacité de réserve des batteries

### 1. Détermination des charges

Il est important de garder un intérêt pour des appareils de faible consommation d'énergie ou encore appelés "appareils écoénergétiques". Car moindre est la consommation d'énergie, moindres seront les coûts associés aux modules solaires et les composantes connexes.

- a. Consommation journalière ou hebdomadaire des charges; prévoir les augmentations de la consommation
  - La puissance ou courant nominal de chaque appareil
  - Leur tension nominale de fonctionnement
  - Leur durée de fonctionnement par jour ou par semaine
  - Les cycles et fréquences de fonctionnement de certains appareils tels les appareils de télécommunication

Les périodes d'utilisation de l'année (préciser les mois)



- Latitude – Longitude – altitude
- Accessibilité au site
- Terrain

Les données d'ensoleillement de la localité sont prises en considération et permettent de calculer le nombre d'heure moyen d'ensoleillement par jour selon les mois. Par exemple, au Canada, un tableau de production d'énergie des modules solaires Siemens<sup>MD</sup> en Wh/jour a déjà été établi en fonction des heures moyennes d'ensoleillement par jour selon la localité.

### Tableau d'énergie moyenne produite par jour par les modules Siemens dans certaines régions canadiennes

LOCATION	SIEMENS MODULES													SM
	SR-100			SR-90			SP-75			SM-S0H			Avg	
	Avg	Min	Max	Avg	Min	Max	Avg	Min	Max	Avg	Min	Max		Avg
British Columbia														
Kamloops	309	133	433	278	120	390	232	100	325	158	70	215	71	
Prince George	295	122	398	266	110	359	222	92	299	151	64	198	73	
Vancouver	297	124	408	268	112	368	223	93	307	152	65	203	73	
Alberta														
Edmonton	353	194	478	318	175	431	265	146	359	180	102	238	86	
Summit	392	252	501	353	227	461	294	189	376	200	132	249	93	
Saskatchewan														
Swift Current	397	253	507	358	228	457	298	190	381	203	133	252	96	
Cree Lake	331	148	441	298	133	398	249	111	332	169	78	220	81	
Manitoba														
The Pas	334	185	485	301	167	437	251	139	364	171	97	241	83	
Winnipeg	378	253	505	341	228	455	284	190	379	193	139	251	91	
Ontario														
Kapuskasing	342	204	461	308	184	415	257	153	346	175	107	229	86	
Ottawa	348	215	446	314	194	402	262	162	335	178	113	222	84	
Toronto	324	194	384	292	175	346	243	146	288	165	102	191	77	
Quebec														
Montreal	329	209	406	296	188	366	237	151	305	169	110	202	80	
Sherbrooke	326	213	414	284	182	373	235	150	303	167	112	200	81	
New Brunswick														
Fredericton	334	232	408	301	209	368	251	174	307	171	122	203	81	
Nova Scotia														
Halifax	317	199	387	285	179	347	238	149	291	162	104	195	78	
Prince Edward Island														
Charlottetown	334	209	417	301	188	376	251	157	313	171	110	207	75	
Newfoundland														
Goose Bay	313	186	448	282	167	404	235	135	307	150	97	223	78	
St. John's	295	168	375	266	151	338	222	126	282	151	88	187	73	
Yukon														
Whitehorse	292	62	465	263	56	419	219	47	349	149	33	231	73	
Northwest Territories														
Fort Smith	309	80	498	278	77	445	232	60	378	153	42	248	75	
Norman Wells	272	6	486	245	9	438	204	24	366	139	3	242	67	

\* Min = Jan-Fév et Nov-Dec  
 Avg = Mars-Avr et Août-Oct  
 Max = Mai-Juil

Il existe des cartes représentant la surface terrestre avec les heures d'ensoleillement moyennes locales. Dans ces cas, on a juste une moyenne et les précisions sur les différentes saisons ne sont pas connues.

Le tableau ci-après permet de mieux se référer au tableau de rendement énergétique de modules Siemens<sup>MD</sup> selon la période d'utilisation du système PV.

4.0 Exemple de dimensionnement

Rendement énergétique vs. période d'utilisation du système											
Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
				(MAXIMUM) <sup>mtz</sup> 6							
				(MOYEN) mtz		4h ensoleillement max					
				(MINIMUM) mtz. 2							

### 3. Détermination du nombre de modules solaires

Avec les données d'ensoleillement de la localité, et les besoins en énergie, on peut déterminer de façon approximative le nombre de modules solaires. En déterminant le nombre de modules solaires et le type, il est important de savoir l'espace disponible pour l'installation.

- Type de module solaire (puissance - courant)

$$\text{Nombre de modules} = \frac{\text{Énergie totale (wh/jour)}}{\text{Énergie produite par jour par le module PV (wh/j) (voir tableau de Siemens<sup>MD</sup>)}}$$

### 4. Détermination de la capacité de réserve des batteries

Les batteries jouent un rôle capital dans un système PV. Celles-ci permettent de stocker l'énergie provenant des modules solaires et de la restituer quand il y a un besoin de consommation d'énergie. Ceci étant, il y a des paramètres importants lors de la sélection et du dimensionnement des batteries :

- La température ambiante où seront les batteries (le minimum et le maximum – étant donné les variations saisonnières).
- Le nombre de jours d'autonomie (nombre de jours de réserves en énergie besoins selon les normes d'Environnement Canada)

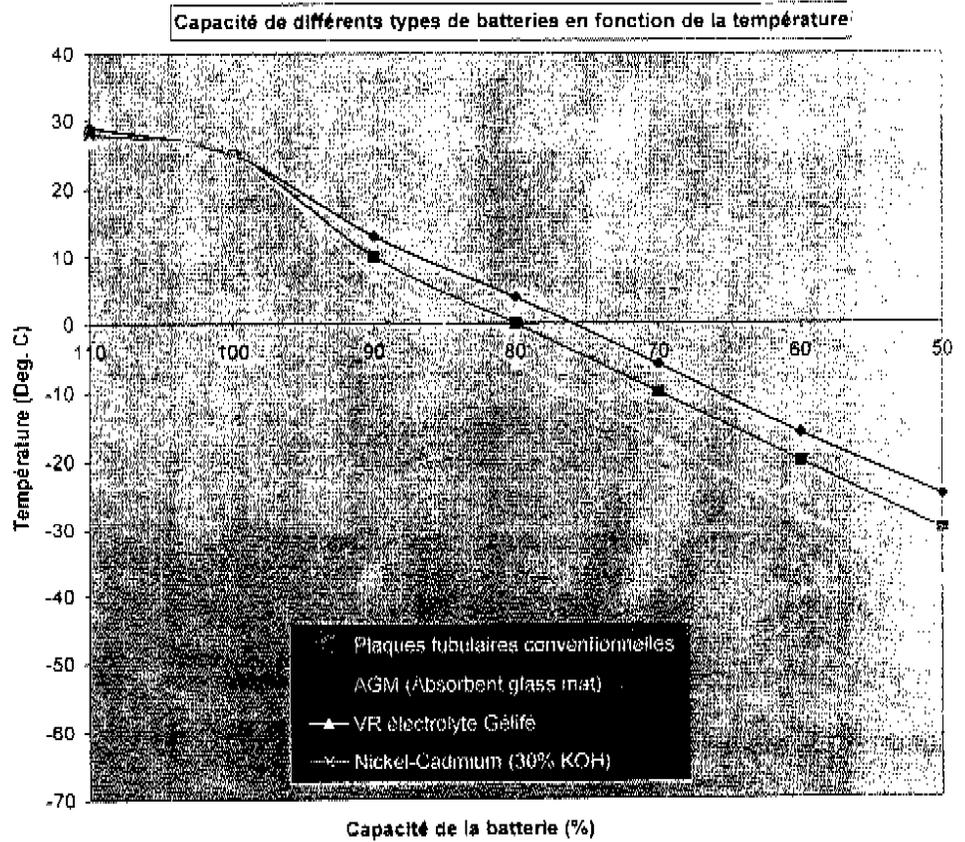
Nombre de jours d'autonomie recommandé											
Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov	Déc.
				7 jours							
				14 jours							
				30 jours							

- Le type de batteries (Plomb-acide, Scellées à valve régulatrice, AGM, au Gel, Nickel-Cadmium)
- Le taux de décharge maximale

4.  
dim

Capacité des batteries (Wh) =  $\frac{\text{Nbre de jours d'autonomie} \times \text{énergie totale max. (wh/jour)}}{\text{Taux de décharge max.} \times \text{fact. de correct de } t^{\circ}\text{C}}$

Capacité des batteries (Ah) =  $\frac{\text{Nbre de jours d'autonomie} \times \text{énergie totale max. (wh/jour)}}{\text{Taux de décharge max.} \times \text{tension nom. du système (Volts)} \times \text{fact. de correct de } t^{\circ}\text{C}}$



20

## Exemple de projet de système solaire pour une résidence isolé :

Les paramètres sont les suivants :

Lieu : Québec

Latitude : 49°N

Longitude : 73°O

Les charges courant continu CC :

- Détecteur de gaz 12 V, 48 W

Périodes de fonctionnement à l'année longue 7 jours semaine

Les charges courant alternatif (CA)

- 5 lampes 120 V, 65 W, durée de fonctionnement par jour : 4 heures
- Ordinateur 120 V, 600 W, durée de fonctionnement par jour : 2 heures
- Pompe à eau 120 V, 400 W, durée de fonctionnement par jour : 3 heures
- Détecteur de gaz, 12 VCC, 48 W, durée 24 h sur 24 h, toute l'année

Les charges CA sont opérationnelles du mois de mai au mois de septembre 7 jours par semaine

Nombre de jours d'autonomie : 14 jours

### 1. Détermination des charges

Charges à alimenter	Qté	Tension (V)		Courant (A)	Puissance (Watts)	X	Durée (hrs/j)	=	Énergie (Wh/jour)	
		CA	CC							
Lampes	5	120		n/a	65	X	4	=	1300	
Ordinateur	1	120			600	X	2	=	1200	
Pompe à eau	1	120			400	X	3	=	1200	
Détecteur de gaz	1		12		48	X	24	=	1152	
Total des charges CC en Wh/j									=	1152
Total de charges CA en Wh/j									=	4820

Total des charges CA en Wh/jour x le facteur 1.4	+	Total des charges CC en Wh/jour x le facteur 1.2	=	Énergie totale en Wh/jour
5135.2 Wh/j		1382.4 Wh/j		6517.6 Wh/j

Total des charges CA connectées simultanément (en watts) X 1.40 = 1855 W

### 2. Identification de la localité et des conditions du site

La localité identifiée est Québec et les conditions du site de la maison isolée sont connues (facilité d'accès en été, printemps et automne).

### 3. Détermination du nombre de modules solaires

Le tableau d'énergie moyenne produite par jour par les modules Siemens dans certaines régions canadiennes ci-dessus permet de faciliter le calcul du nombre de module solaire. Vu que le site où se trouve la maison est à Québec, identifier Québec dans le tableau, sinon choisir la localité la plus proche. Dans ce cas, Montréal est retenu. Choix du module solaire : le module SP-75, 75 W et 12 Volt CC (tension nominale).

Dans la colonne correspondant au module SP-75, il y a :

- Average (énergie moyenne produite par jour par un SP-75)

$$\text{Nombre de modules} = \frac{\text{Énergie totale (wh/jour)}}{\text{Éner. produite par jour par le module SP-75 dans la période considérée}}$$

Étant donné que la plupart des charges dans cet exemple sont fonctionnelles de mai à septembre, les cartes d'ensoleillement, septembre est le mois où nous avons moins d'ensoleillement.

Et décembre - Janvier sont les pires mois d'ensoleillement. Cependant ces mois ne sont pas pris en compte pour ce projet. Alors considérons 247 Wh/j comme l'énergie produite par le module SP-75 au mois de septembre).

$$\text{Nombre de modules} = \frac{6517.6 \text{ Wh/jour}}{247 \text{ Wh/j (énergie moyenne produite par jour par un module SP-75)}}$$

Nombre de modules = 26.34 modules soient **28 modules solaires** pour un système d'alimentation autonome.

#### 4. Détermination de la capacité de réserve des batteries

Avec 14 jours d'autonomie, on a :

$$\text{Capacité de réserve des batteries (Wh)} = \frac{\text{Nbre de jours d'autonomie} \times \text{énergie totale (wh/jour)}}{\text{Taux de décharge max.} \times \text{fact. de correct de } t^{\circ}\text{C}}$$

$$\text{Capacité de réserve des batteries (Wh)} = \frac{14 \text{ jours} \times 6517.6 \text{ Wh/jour}}{0.8 \times 0.9} = 126731 \text{ Wh}$$

$$\text{Capacité de réserve des batteries (Ah)} = \frac{14 \text{ jours} \times 6517.6}{0.8 \times 48 \text{ VCC} \times 0.9} = 2640 \text{ Ah}$$

\* 14 jours d'autonomie de batteries sont recommandés pour ce système autonome. Par ailleurs si le système est jumelé à une génératrice, le nombre de jour d'autonomie diminue.

## 5.0 Rôles et descriptions des composants

### Quelques définitions

#### La cellule photovoltaïque

La cellule photovoltaïque ou photopile, est un semi-conducteur qui convertit le rayonnement solaire en énergie électrique. Elle est généralement fabriquée à partir de silicium. Le silicium n'est pas polluant et se trouve en quantité pratiquement illimitée sous forme de sable siliceux.

#### Qu'est-ce qu'un module photovoltaïque ?

Les cellules photovoltaïques sont connectées plusieurs fois les unes aux autres pour former des chaînes de 30 à 40 cellules. A ce moment, on parle de module photovoltaïque. Ce nombre traditionnel de 30 à 40 cellules choisies par les fabricants de modules solaires, suffit pour fournir la tension de fonctionnement nécessaire de 6, 12 ou 24 V, soit environ 0.6 V par cellule.

#### Le champ photovoltaïque

Le champ est constitué par un ensemble d'un ou de plusieurs modules solaires raccordés électriquement en série ou en parallèle et fonctionnant comme une unité de production d'électricité. Cependant un panneau solaire est un ensemble composé d'un ou plusieurs modules solaires fixés sur un support distinct ou commun.

#### La monture ou support

Bâti sur lequel sont installés les modules solaires.

### Modules photovoltaïques

#### Le rôle des modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques chargent les batteries. C'est le rôle que joue également l'éolienne et la turbine microhydroélectrique. Dans la pratique, on constate que les petits systèmes photovoltaïques sont plus performants que les petits systèmes éoliens.

#### Les types des cellules photovoltaïques

Aujourd'hui, trois types de cellules solaires prévalent sur le marché : il s'agit des cellules monocristallines, polycristallines et amorphes. Chacune de ces technologies a ses avantages et ses atouts. Parce que les cellules monocristallines ont une grande efficacité et une durée de vie plus longue, elles ont été les plus favorisées par l'industrie. Toutefois, l'avenir semble pencher en faveur des cellules amorphes qui ont un coût plus abordable, mais qui n'offrent toujours pas un rendement meilleur, ni la durée vie escomptée.

#### 5.0 Rôles et description des composants

##### Les synonymes :

Cellule photovoltaïque  
= cellule PV  
= cellule solaire.

Module photovoltaïque  
= module PV.

Les expressions « module Photovoltaïque » et « panneau photovoltaïque » sont souvent utilisées indifféremment.

Un panneau solaire peut consister en un seul module solaire fixé sur un support.

## Quels sont les facteurs qui influencent la performance des systèmes photovoltaïques ?

### L'intensité de la lumière

La puissance du module est obtenue sous des conditions standard de test de 1000 w/m<sup>2</sup> d'intensité de lumière. Leur puissance est directement liée à l'intensité de la lumière, donc, sous une journée complètement couverte, un module solaire pourra atteindre un dixième de sa performance.

### La technologie

Selon les différences de technologie, les cellules ont des caractéristiques ainsi que des rendements différents. Par exemple, les cellules monocristallines fonctionnent sous 0.5 - 0.6 V (18 à 22 V<sub>oc</sub>) environ. Les cellules monocristallines ont un taux de conversion de 12-14% versus 10-12% pour les cellules polycristallines et 8-10% pour les cellules amorphes.

### La taille de la cellule

La puissance générée par une cellule est proportionnelle à sa taille - plus les radiations solaires couvrent une grande surface, plus la production d'énergie est importante.

### Les saisons

Plusieurs régions au Canada reçoivent 2200 heures d'ensoleillement chaque année. La distribution du rayonnement solaire est variable. Durant les mois de novembre et décembre, le rendement atteint son plus bas niveau puisque seulement le tiers du rayonnement solaire reçu au mois de juillet est disponible.

### Le régulateur de charge

#### Le rôle du régulateur dans un système

Les contrôleurs ou régulateurs de charge permettent de contrôler la charge des batteries et les protègent en même temps contre les surcharges.

### Les batteries

#### Trois paramètres

Les batteries, dans les systèmes d'alimentation électriques à énergie renouvelable, doivent respecter trois paramètres:

#### L'autonomie

L'énergie fournie par un système photovoltaïque, une éolienne ou une micro-turbine hydroélectrique est emmagasinée dans une batterie afin d'alimenter une charge de façon constante sans interruption pendant une période déterminée. L'accumulateur doit pouvoir fournir assez d'énergie pour couvrir les besoins quotidiens et disposer de réserves assez importantes pour assurer une alimentation continue pendant les périodes sans ensoleillement. Cette autonomie

alimentation continue pendant les périodes sans ensoleillement. Cette autonomie du système, indiquée en jours peut être très différente d'un type de système à l'autre. Pour les systèmes dont les défaillances seraient graves, tels les systèmes de télécommunications, l'autonomie peut atteindre jusqu'à trente jours, dans l'hémisphère nord.

### La stabilisation du voltage

Les batteries préviennent les fluctuations de tensions émanant des sources d'alimentation pouvant être dommageables pour certains appareils.

### Les grands courants

La production de l'énergie par les systèmes d'alimentation décentralisés est variable. Les batteries fournissent une réserve disponible pour les grands courants, selon leur besoin.

### Quelques notions de base

Les batteries ou les cellules de batteries sont des composantes électrochimiques. Chaque cellule est composée d'électrodes positive et négative. Les plaques qui composent ces électrodes sont faites de matériaux actifs dissemblables. Ces cellules sont en-capsulées dans un bac contenant un électrolyte. Le bac est scellé ou est muni d'un bouchon de remplissage et un évent.

Une réaction chimique intervient lorsque la batterie alimente une charge connectée à ces deux électrodes. Pendant la décharge, il y a oxydation à la plaque négative qui se traduit par une perte d'électrons et réduction à la plaque positive ou gain d'électrons. L'électrolyte en présence dans la batterie facilite le déplacement des charges électrochimiques sous forme d'ions. Le processus inverse se produit quand la batterie se recharge.

Lorsqu'elle n'est pas branchée à une charge ou un chargeur, la tension à circuit ouvert d'une batterie représente son taux de charge. Complètement chargée, cette tension peut-être différente dépendamment du type de batterie - par exemple, chaque cellule d'une batterie acide-plomb a une tension à circuit ouvert  $V_{oc}$  de 2.10 VCC, alors qu'une nickel-cadmium a 1.25 VCC par cellule à 25°C.

### Le taux de décharge (DOD) et le taux de charge (SOC)

Le DOD est le ratio d'ampère heure déchargée sur la pleine capacité de la batterie. Par exemple, si une batterie de 100 Ah (pleine capacité) voit sa capacité diminuer de 25 Ah, alors son taux de décharge est 25% et son taux de charge (SOC) est 75%.

### Les cycles

Une période de charge et de décharge est appelée cycle. Les performances d'une batterie s'évaluent aussi en nombre de cycles que celle-ci peut fournir à une profondeur de décharge déterminée.

### Le choix des batteries

Les batteries à cycle prolongé acide-plomb et nickel-cadmium sont les plus utilisées dans les applications à énergie solaire, dans les systèmes éoliens ou encore dans les systèmes alimentés par micro-turbine hydroélectrique.

Les batteries nickel-cadmium sont 3 à 4 fois plus chères que les batteries acide-plomb en plus leur capacité est faible. Par conséquent, ces dernières sont moins utilisées dans les systèmes d'alimentation électrique à énergie renouvelable.

\*DOD = taux de décharge maximum

### Les batteries acide-plomb à plaques très minces

Ce sont les batteries conventionnelles utilisées dans les systèmes SLI (*starting, lighting, ignition*) ou démarrage et allumage. Toutefois ces batteries ne sont pas utilisées dans les systèmes d'alimentation électrique à énergie renouvelable.

### Les batteries acide-plomb à plaques tubulaires

Les plaques tubulaires sont plus performantes que les plaques minces. Leur décharge à vide est faible. Elles contiennent plus d'électrolyte. L'alliage antimoine-calcium leur procure une résistance supérieure contre la corrosion. Ce type de batterie est utilisé dans les sites de télécommunications où l'entretien des batteries et les températures froides ne constituent pas une préoccupation majeure.

### Les batteries acide-plomb scellées VR (à valve régulatrice)

Celles-ci sont scellées, donc aucun risque de déversement ou d'évaporation. L'oxygène produit à la plaque positive est recombéné à l'hydrogène émanant de la plaque négative pour former l'eau nécessaire à l'électrolyte. Ces batteries satisfont aux applications à décharge profonde, rapide et répétée.

### Les batteries AGM (séparateur en mat de verre micro-poreux)

Les batteries AGM ont été développées dans les années 80, pour satisfaire à la demande des batteries sans entretien destinées aux marchés tels la télécommunication, la télémétrie, la télédétection... Plus le séparateur est comprimé entre les plaques, plus il permet une recombinaison de l'électrolyte (l'oxygène et l'hydrogène se recombinent, produisent l'eau et se mélangent à l'acide sulfurique). Cependant, cette compression entre plaques entraîne une hausse de température lors des échanges électrochimiques.

À des tensions de charge un peu plus élevées, les batteries AGM tendent à réagir à la hausse de température interne en perdant un peu d'eau à travers de petits événements situés dans les cellules et en évacuant l'excès de chaleur à travers les terminaux.

Ce type de batterie peut s'installer dans toutes les positions. Toutefois, il est recommandé de ne pas les installer à la position complètement renversée.

Leur point de congélation permet leur utilisation dans les pays nordiques. Récemment, des améliorations ont permis d'obtenir d'excellents résultats avec des batteries scellées à électrolyte gélifié type AGM.

### Les batteries à électrolyte gélifié

Tolèrent les températures chaudes en été. Les batteries au gel peuvent être construites soit avec des plaques mince, soit avec des plaques tubulaires ou des

séparateurs AGM. Aucun risque de déversement ou d'évaporation. Au lieu d'un liquide, il s'agit d'un électrolyte mélangé au silice. Ce type de batterie a un système d'évacuation de chaleur supérieur, et se décharge moins à vide que le type AGM.

5.0 Rôles et descriptions  
des composants

## Les problèmes et les solutions

### La stratification

La stratification est le mélange non uniforme de l'électrolyte, ce qui réduit le cycle de vie des batteries. Dans les cellules d'une batterie, l'acide a tendance à se concentrer en bas en laissant de l'eau qui a une densité plus faible au-dessus, alors il y a des risques de congélation en hiver. En plus il y a aussi risque d'oxydation ou corrosion des plaques. Une charge « D'ÉGALISATION » est nécessaire après des décharges répétées afin d'éviter la stratification. La tension "d'égalisation" varie selon le type de batterie, ~~pour les batteries acide-plomb, elle est environ 15.3 V pour les systèmes 12 V, 30.6 V pour les systèmes 24 V et 61.2 V pour les systèmes 48 V (soit 2.55 V par cellule pour les batteries acide-plomb).~~ "L'égalisation" doit s'effectuer en moyenne une fois par an.

### La ventilation

La concentration maximale d'hydrogène recommandée dans les endroits abritant les batteries est de 2%. Tous les types de batteries ont besoin d'être ventilés car les petites émissions de gaz d'hydrogène produites lors des échanges électrochimiques entre les plaques peuvent causer une explosion en présence du feu ou d'une étincelle. Matrix offre un système de ventilation composé d'un ventilateur directement branché à un module solaire. Ce système permet de prolonger le cycle de vie de la batterie, ainsi que son autonomie. Contactez-nous avec vos besoins spécifiques et nous vous apporterons notre assistance selon le type de batterie, la capacité, le courant et l'endroit de l'installation.

### La sulfatation

La sulfatation est causée par le dépôt des cristaux de sulphate de plomb sur les plaques. Cette situation se produit lorsqu'une batterie est déchargée très profondément et de façon répétée. Les batteries qui sont partiellement chargées pendant une longue période de temps voient leur taux de charge diminuer. Il s'agit d'un phénomène appelé "perte de mémoire". Néanmoins, une installation initiale adéquate des batteries à pleine charge et un taux de décharge (DOD) répété supérieur à 20% permettent d'éviter la sulfatation. Les cristaux de sulfate de plomb sont partiellement retirés des plaques lorsqu'une charge "d'égalisation" contrôlée est effectuée à 2.50 - 2.55 V par cellule. "L'égalisation" est recommandée après une longue période répétée de décharge et recharge, lorsqu'une cellule d'une batterie a une variation de tension de 0.05 V de plus que les autres cellules ou lorsque la densité spécifique de la batterie diminue de 10 g/l par rapport au seuil qui se situe autour de 1280 g/l pour une batterie complètement chargée.

## L'onduleur

---

### Le rôle de l'onduleur dans un système à énergie renouvelable

L'onduleur convertit le courant continu CC en courant alternatif CA. Connecté à une batterie de 12, 24 ou 48 VCC, il permet le branchement des appareils électriques fonctionnant sous des tensions de 120 - 240 VCA. Il utilise un bas voltage et un courant élevé à l'entrée pour fournir un faible courant à la sortie. Il existe sur le marché une grande variété d'onduleurs et le modèle requis dépend de l'usage auquel il est destiné. Certains onduleurs ont deux entrées, dans ce cas, une entrée qui permet seulement de redresser le courant alternatif et une deuxième pour la conversion du courant continu en courant alternatif.

## Le convertisseur

---

### Rôle

Le convertisseur convertit le courant continu CC à son entrée en courant continu CC à sa sortie. Il peut être aussi considéré comme "abaisseur de tension ou amplificateur de tension CC".

## Le disjoncteur

---

Le disjoncteur coupe automatiquement du circuit quand un défaut apparaît (surintensité, baisse de tension, retour de courant, mise à la terre, etc.)