



# GUIDE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

---

CHALETS ET AUTRES  
LIEUX DE VILLÉGIATURE

*2<sup>e</sup> édition*



R N C R E Q

#### CONCEPTION ET ÉDITION

Philippe Bourke

Regroupement national des conseils régionaux de l'environnement du Québec

50 rue Sainte-Catherine Ouest, bur. 380-A, Montréal (Québec) H2X 3V4

514 861-7022 [info@rncreq.org](mailto:info@rncreq.org)

#### RECHERCHE ET RÉDACTION

Martin Poirier, Dunsky Expertise en énergie

Marina Malkova, Dunsky Expertise en énergie

Denis Legallais, RNCREQ

Vincent Poirier, Chantal Rainville et Alexandre Archer (pour la première édition)

#### COORDINATION DE LA PRODUCTION

Isabelle Poyau, RNCREQ

#### RÉVISION DE CONTENU

Denis Legallais, RNCREQ

Philippe Bourke, RNCREQ

Martin Bourbonnais, Chaire TERRE

Maryse Lambert, Hydro-Québec

Claudine Paris, RLTP

#### CONCEPTION GRAPHIQUE

[Ambidex.ca](http://Ambidex.ca)

#### DÉVELOPPEMENT WEB

Distantia

#### RÉVISION LINGUISTIQUE

Isabelle Poyau, Lucie Bataille et Ariane Paquin

#### PHOTOS

1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 : Volts Energies

3 : Chaire TERRE

4 : Idénergie

11 : Sépaq

13 : Claudine Paris

#### DÉPÔT LÉGAL

Bibliothèque nationale du Québec - 2016

ISBN : 978-2-9611226-2-9

ISBN pour la version pdf : 978-2-9611226-3-6



Regroupement national  
des conseils régionaux  
de l'environnement



# REMERCIEMENTS

La réalisation de cette publication a été rendue possible grâce au soutien financier du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN).

De nombreuses personnes ont contribué à l'élaboration de ce guide et le RNCREQ les remercie chaleureusement.

Le RNCREQ remercie particulièrement Denis Legallais pour sa générosité, son enthousiasme et son expertise.

Pour leur lecture attentive, leurs commentaires, leur témoignage ou leurs photographies, le RNCREQ remercie :

Martin Bourbonnais, titulaire de la Chaire TERRE du cégep de Jonquière

Maryse Lambert, Hydro-Québec

Michel Baril, Fédération québécoise des chasseurs et pêcheurs

Claudine Paris, Regroupement des locataires des terres publiques du Québec

Bertrand Grenier, Regroupement des locataires des terres publiques du Québec

Gaétan Castilloux, Parc d'escalade et de randonnée de la Montagne d'Argent

Sébastien Caron, Volts Energies

Denis Bastien et Claire Holzer, Idénergie

Vincent Poirier

Lucie Bataille

## AVERTISSEMENT

Cette publication a pour but de guider les personnes qui désirent évaluer les avantages et les risques inhérents à l'achat et à l'installation d'un système photovoltaïque, éolien, hybride ou autre système de production d'énergie renouvelable pour une habitation en milieu isolé. Ce guide n'a pas la prétention d'être exhaustif, car le sujet est complexe et la décision d'acheter et d'installer un tel système dépend de nombreux facteurs. Le lecteur devra compléter l'information qu'il trouvera dans ce guide en demandant aide et conseils aux personnes compétentes. Les acheteurs potentiels doivent en outre rechercher l'avis d'experts afin de s'assurer que l'installation respectera tous les codes d'électricité, les règlements de construction et les règlements municipaux. Le RNCREQ et ses partenaires ne sont nullement responsables des blessures, des dommages matériels ou des pertes résultant de l'utilisation des renseignements contenus dans cette publication. Ce guide est publié à seul titre d'information et il ne reflète pas nécessairement l'opinion du RNCREQ, pas plus qu'il ne préconise une personne ou un produit commercial quelconque.

Le masculin est utilisé sans aucune discrimination et dans le seul but d'alléger le texte.

PARTENAIRE PRINCIPAL

Québec 

AVEC LA CONTRIBUTION DE



FONDS D'ACTION  
QUÉBÉCOIS POUR LE  
DÉVELOPPEMENT DURABLE

Partenaire financier

Québec 



PARTENAIRE ÉNERGIQUE



PARTENAIRES DE DIFFUSION



RÉSEAU  
**Zec**

RÉSEAU  
**Sépaq** 



ASSOCIATION QUÉBÉCOISE  
POUR LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE

UNE PUBLICATION RÉALISÉE DANS LE CADRE DE

Par notre **propre**  
**énergie**

PRÉAMBULE / 6

1 PRODUIRE : LES TECHNOLOGIES D'ÉNERGIE RENOUVELABLE / 8

1.1 Le panneau solaire photovoltaïque / 10

1.2 L'éolienne / 12

1.3 La biomasse / 15

1.4 D'autres technologies de production / 16

1.5 Les batteries / 17

1.6 Les autres options de stockage / 21

1.7 L'onduleur – redresseur / 21

1.8 Le câblage et les autres composantes du système / 21

1.9 La génératrice et les systèmes hybrides / 23

2 CONSOMMER : QUELS USAGES, QUELLE ÉNERGIE ? / 24

2.1 Le chauffage, l'eau chaude et la cuisson / 25

2.2 Le pompage / 25

2.3 Les avantages et les inconvénients des différentes options / 26

2.4 Les enjeux réglementaires et sécuritaires / 27

2.5 L'entretien saisonnier et l'élimination / 30

3 RÉDUIRE NOTRE CONSOMMATION D'ÉNERGIE AVANT TOUT / 31

3.1 Utiliser seulement des appareils très efficaces / 31

3.2 Utiliser des substituts à l'électricité / 35

3.3 Réduire les besoins d'éclairage / 36

4 AVANT DE PASSER À L'ACTION / 37

4.1 Quels sont vos besoins ? Quels appareils utilisez-vous ? / 37

4.2 Système autonome ou hybride : comment prendre la décision ? / 37

4.3 La grille de calcul / 44

4.4 Pour faire un choix... éclairé / 46

5 LES MICRO-RÉSEAUX / 48

TÉMOIGNAGES DE RÉUSSITE / 53

LEXIQUE / 57

RÉFÉRENCES ET RESSOURCES / 59



## PRÉAMBULE

Une première version de ce guide a été publiée en 2009. Depuis, les technologies énergétiques renouvelables se sont améliorées et diversifiées. En outre, l'intérêt des Québécois pour ces nouvelles formes d'énergie a continué de croître, en même temps que leur souci de protéger l'environnement. Par ailleurs, les prix de l'énergie et des matériaux ont beaucoup fluctué. Une nouvelle édition actualisée et enrichie s'avère donc pertinente.

Bien qu'il soit susceptible d'intéresser tous les adeptes des nouvelles technologies, ce guide a été conçu plus spécialement pour les propriétaires et les gestionnaires d'habitations qui ne sont pas raccordées au réseau public d'électricité et qui dépendent principalement des combustibles fossiles pour subvenir à leurs besoins en énergie. Au Québec, on en dénombre plus de 35 000<sup>1</sup>, qui se répartissent ainsi :

- Quelque 4 700 unités d'hébergement dans les 595 pourvoies ;
- Près de 600 unités dans les 26 parcs nationaux québécois, les 15 réserves fauniques et Sépaq Anticosti ;
- Plus de 31 000 baux de villégiature, sur lesquels on peut trouver des chalets privés<sup>2</sup>.

Bien qu'on ne dispose pas d'un portrait bien précis des sources d'énergie en milieu isolé, on peut avancer que les combustibles fossiles y sont largement utilisés : le propane (pour l'éclairage et les appareils ménagers), le diesel (pour alimenter les génératrices qui permettent l'utilisation d'appareils d'éclairage électrique et d'électroménagers) et le mazout (pour le chauffage direct).

Or, autant le gestionnaire d'un chalet en opération six mois par an que les propriétaires d'un chalet qu'ils fréquentent en famille pendant les vacances ont tout à gagner à se convertir à l'énergie renouvelable. Pourquoi ?

D'abord parce que les coûts d'approvisionnement en énergie fossile sont instables, contrairement aux énergies renouvelables dont la ressource est gratuite et inépuisable. De plus, le prix des équipements d'énergie renouvelable, surtout le solaire, baisse sans relâche au rythme des améliorations technologiques. Il faut considérer aussi, outre les frais d'entretien, le prix non négligeable du carburant ainsi que les coûts de son transport au site d'utilisation, lesquels varient selon le moyen de transport et la distance à parcourir. Pour les énergies renouvelables, les frais d'entretien (principalement pour le remplacement de certaines composantes) sont généralement minimales.

1 Il existe aussi plus de 10 000 abris sommaires, mais en vertu du Règlement sur la vente, la location et l'octroi de droits immobiliers sur les terres du domaine de l'État, ils ne peuvent être pourvus d'installation électrique permanente.

2 Source : Regroupement des locataires des terres publiques du Québec

Par ailleurs, l'utilisation des combustibles fossiles comporte des coûts environnementaux et sociaux. En effet, ces combustibles sont non renouvelables et participent à la production de gaz à effet de serre (GES), responsables des changements climatiques. Ils produisent également de nombreux polluants atmosphériques (particules, oxydes de soufre, oxydes d'azote, composés organiques volatils, monoxyde de carbone, etc.).

Enfin, leur utilisation et leur manutention comportent des risques pour la sécurité, la santé publique et les écosystèmes : risques liés à une fuite de gaz, à une ventilation inadéquate, à une mauvaise combustion ou à une mauvaise évacuation des produits de combustion (propane); risques de contamination des sols, des puits d'eau potable et de la nappe phréatique résultant d'une fuite d'hydrocarbures; risques pour la sécurité des personnes lors du transport et de la manutention des combustibles.

Fait intéressant à noter, on constate que dans une vingtaine d'États américains, les citoyens ont avantage à installer des panneaux photovoltaïques sur leur toit pour produire leur propre électricité plutôt que de recourir au fournisseur traditionnel via le réseau. Cette réalité aux États-Unis l'est également dans beaucoup d'autres endroits de la planète, de sorte que les énergies renouvelables constituent dès aujourd'hui une alternative fiable et financièrement viable aux traditionnelles énergies fossiles. Cette tendance va s'amplifier dans les années à venir. Au Québec, nous jouissons d'une électricité renouvelable sur le réseau à un prix deux ou trois fois inférieur aux tarifs étatsuniens. Cependant, pour les sites non raccordés au réseau public, les prix de revient du kilowattheure peuvent être de dix à trente fois supérieurs au tarif du réseau, de sorte qu'il est pertinent d'étudier la possibilité d'une conversion aux énergies renouvelables.

Comment fonctionnent les systèmes énergétiques solaires et éoliens? Faut-il être expert en énergie pour y recourir? Quelle utilisation puis-je en faire? Comment évaluer s'ils peuvent être avantageux pour moi? Quels sont les coûts associés à leur installation et à leur entretien? Me permettront-ils d'être complètement autonome du point de vue énergétique? Quelles mesures puis-je appliquer pour diminuer ma consommation?

Ce guide répondra à vos questions et vous permettra de comprendre le fonctionnement de base des systèmes d'énergie renouvelable, leurs avantages et leurs inconvénients. Vous pourrez aussi évaluer comment ils pourront vous être utiles. Enfin, il vous encouragera à accroître l'efficacité énergétique de votre installation, quelle qu'elle soit. En somme, il constitue un excellent outil préparatoire avant de véritablement passer à l'action.



## 1 PRODUIRE : LES TECHNOLOGIES D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

Les **panneaux solaires photovoltaïques**<sup>3</sup> (PV) offrent une alternative des plus attrayantes aux génératrices diesel. Ils sont silencieux, ne polluent pas et ne requièrent que très peu de maintenance une fois qu'ils sont bien installés. Un panneau PV peut durer 25 ans ou plus avant d'être remplacé. Bien que relativement coûteuse à l'installation, cette technologie permet à terme de réaliser des économies appréciables par rapport à une génératrice (achat, coûts de carburant et entretien).

L'éolien peut également être une option intéressante, utilisé seul ou couplé aux panneaux PV, en fonction de la ressource éolienne (vitesse et fréquence des vents). Comparativement aux panneaux PV, l'énergie éolienne permet d'importantes économies d'échelle en raison de ses coûts fixes plus importants. Son prix de revient diminue donc généralement en fonction de la capacité installée, ce qui rend cette option très attractive pour répondre à des besoins énergétiques plus élevés.

Il existe d'autres sources d'énergie renouvelable qui peuvent être exploitées pour satisfaire les besoins d'un chalet isolé comme les hydroliennes, les petites installations hydroélectriques, la production d'eau chaude solaire, la biomasse, etc.

Les systèmes hybrides, qui combinent plusieurs technologies de production d'électricité (éolien-PV, par exemple), permettent de profiter au mieux des avantages de chacune des filières, notamment pour les habitations utilisées durant l'hiver alors que la production solaire est plus faible.

L'investissement requis pour un système de production d'énergie renouvelable est directement lié à la capacité de celui-ci et peut varier de quelques milliers de dollars à des investissements très substantiels selon la quantité d'électricité requise. Toutefois, l'investissement peut être très rentable à moyen terme puisque ces systèmes ne requièrent aucun combustible et peu d'entretien, contrairement à une génératrice au diesel, au propane ou à l'essence. Ils protègent également l'acheteur contre les fluctuations du prix des énergies fossiles.

3 Dans tout le guide, les termes en vert sont définis dans le lexique de la page 57



Avant de choisir un système de production d'énergie renouvelable, il est primordial de réduire au minimum la **charge électrique**, notamment en choisissant les appareils les plus efficaces offerts sur le marché et en limitant les usages superflus. Toute économie d'énergie réduira d'autant l'investissement initial qui sera requis pour l'achat des panneaux PV, de l'éolienne, des batteries, etc. De façon générale, le coût supplémentaire pour des appareils de haute efficacité énergétique est largement compensé par une réduction du coût des systèmes de production. Le chapitre 3 porte exclusivement sur les gestes à poser pour réduire sa consommation d'énergie et il doit être lu attentivement.

### 1.1. LE PANNEAU SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Le panneau solaire photovoltaïque est composé de **semi-conducteurs** qui captent l'énergie lumineuse et la transforment en énergie électrique produisant un **courant continu** (c.c.). Ce courant électrique peut être utilisé instantanément pour alimenter tout appareil électrique ou pour charger des batteries pour une utilisation ultérieure. Les panneaux PV sont modulaires, ce qui signifie que l'on peut facilement combiner plusieurs panneaux pour atteindre la capacité de production souhaitée et qu'il est aisé, par la suite, d'ajouter de nouveaux panneaux pour accroître la capacité d'un système de production électrique.

Les panneaux PV peuvent être installés sur un toit, sur la façade, sur un poteau, sur une structure flottante ou sur toute autre structure. Certains panneaux PV sont installés sur un système pivotant, ce qui permet de les orienter vers le soleil en tout temps. Un système pivotant n'est pas nécessaire, mais permet d'augmenter quelque peu la production électrique, surtout au printemps et à l'automne. Il est important de choisir un endroit dégagé de toute ombre, même partielle.

La production électrique de panneaux PV est directement liée à la durée de l'ensoleillement. Malgré son climat rigoureux, le sud du Québec reçoit suffisamment d'ensoleillement pour justifier l'utilisation de panneaux solaires comme source d'énergie. Par exemple, la ville de Montréal reçoit plus d'ensoleillement que Berlin (Allemagne) et Beijing (Chine), et presque autant que Rio de Janeiro (Brésil). Les régions autour de Montréal ont également un potentiel intéressant. Le nord du Québec, quant à lui, jouit de conditions un peu moins favorables en matière d'ensoleillement annuel et connaît une très grande variation du nombre d'heures d'ensoleillement selon les saisons.

Les panneaux solaires peuvent produire annuellement, selon la région, de 1 000 à 1 300 **kWh** d'énergie pour chaque tranche de 1 000 W de panneaux installés, en supposant des conditions d'installation optimales (orientation, inclinaison<sup>4</sup>, absence d'ombrage). Généralement, au Québec, la production d'énergie atteint son maximum en juillet (de l'ordre du triple de celle attendue en décembre).

4 Les panneaux peuvent être inclinés pour maximiser la production annuelle. Alternativement, l'inclinaison peut plutôt être choisie pour maximiser la production durant une saison donnée (été, hiver) selon l'occupation et les besoins de l'habitation.

C'est donc une option intéressante pour les chalets utilisés durant la belle saison.

On trouvera sur le site web du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles des cartes d'ensoleillement du Québec par mois<sup>5</sup>. Le site de Ressources naturelles Canada fournit aussi de telles cartes.

### Un système solaire fonctionne-t-il en hiver?

Malgré la courte durée de l'ensoleillement entre novembre et mars (surtout dans les latitudes élevées), la couverture nuageuse hivernale est relativement faible au Québec, qui profite d'un climat froid et sec pendant cette période. Contrairement aux idées reçues, les panneaux PV fonctionnent beaucoup mieux lorsqu'ils sont froids (mais bien ensoleillés) que lorsqu'ils sont chauds. Les journées sont toutefois plus courtes et le soleil plus près de l'horizon, ce qui contribue à réduire la production d'électricité. On peut tout de même s'attendre à une production d'électricité par jour équivalant à environ la moitié de la production d'été<sup>6</sup>.

Bien que l'accumulation de neige sur les panneaux empêche la production d'électricité, l'inclinaison des panneaux suffit habituellement à dégager les cellules<sup>7</sup>. Une plus forte inclinaison des panneaux aide à dégager les cellules, en plus d'optimiser la production d'hiver en fonction de la position du soleil. Au besoin, les panneaux peuvent être dégagés manuellement. Il est important de prévoir un espace suffisant en bas des panneaux pour prévenir l'accumulation de neige.



#### AVERTISSEMENT

Il existe différentes qualités de panneaux PV. Certains voient leur production chuter dès qu'une cellule ne reçoit plus de lumière (ombrage, feuilles mortes, etc.). D'autres maintiennent tout de même leur production dans de telles conditions. Les rendements énergétiques varient également selon les modèles. Informez-vous afin de bien choisir le type de panneaux qui vous convient.

5 [www.mern.gouv.qc.ca/energie/innovation/innovation-non-conventionnelles-cartes.jsp](http://www.mern.gouv.qc.ca/energie/innovation/innovation-non-conventionnelles-cartes.jsp)

6 Selon le site [www.solarirect.com](http://www.solarirect.com), les heures moyennes d'ensoleillement en hiver sont égales à 55 % des heures d'été pour Montréal et Sept-Îles. Cette estimation ne tient pas compte des autres facteurs favorables (température extérieure, effet réfléchissant de la neige, par exemple) et défavorables (enneigement des panneaux, par exemple) de l'hiver par rapport à l'été, et suppose une inclinaison optimale des panneaux.

7 Selon les résultats préliminaires d'une étude réalisée en Ontario par des chercheurs de l'Université Queens et du St. Lawrence

## Les types de panneaux

La plupart des panneaux PV sont fabriqués à partir de cellules de silicium monocristallin (sc-Si) ou silicium polycristallin (mc-Si). Les cellules monocristallines ont une efficacité de 15 à 20%, tandis que les cellules polycristallines ont une efficacité de 13 à 16% (pourcentage de l'énergie contenue dans le rayonnement solaire convertie en électricité). Ces valeurs augmentent constamment et des modules d'une efficacité supérieure sont déjà en développement.

Les cellules en couches minces sont produites en déposant une mince couche de semi-conducteur photovoltaïque sur un support de matière plastique ou métallique. Initialement, leur efficacité était largement inférieure aux autres types de cellules, ce qui a fait de cette technologie un choix peu populaire ces dernières années. Cependant, leur rendement s'améliore rapidement (présentement entre 13 et 14%) et certains modèles rejoignent déjà en efficacité la technologie monocristalline. Les couches PV minces, moins coûteuses à produire et à installer, peuvent donc devenir un choix de plus en plus intéressant.

## 1.2 L'ÉOLIENNE

L'éolienne utilise des pales (généralement trois)<sup>8</sup> pour capter l'énergie du vent et actionner un **générateur** qui produit un courant électrique continu (c.c.) ou **courant alternatif** (c.a.). En général, pour des installations de type résidentiel, le générateur,



**BORALEX**  
créatrice d'énergie

Nous mettons toute  
notre **ÉNERGIE** dans  
le **RENOUVELABLE**

Société **québécoise** | **≈ 250** employés  
**4 secteurs d'énergie** Éolien | Hydroélectrique | Thermique | Solaire  
**Canada | France | États-Unis**  
**1 264 MW** en opération dont 1 094 MW sous notre contrôle  
**≈ 165 MW** en développement

    
@BoralexInc  
boralex.com



## CONSEILS DE L'EXPERT

La vitesse du vent peut être mesurée à l'aide d'un anémomètre pour une évaluation plus précise (et fortement recommandée) avant l'installation de l'éolienne. Les données qu'il enregistre servent ensuite à analyser et évaluer le potentiel du site. Pour quelques centaines de dollars (mât de mesure en sus), il est possible d'obtenir un anémomètre qui enregistrera la vitesse du vent à intervalle régulier (chaque minute durant un an, par exemple), puis permettra à l'utilisateur de télécharger et visualiser ces données sur un ordinateur personnel.

les pales et les autres composantes de l'éolienne proprement dite sont montés sur une tour, d'une hauteur habituelle d'une dizaine de mètres (trente pieds). L'installation de l'éolienne en hauteur permet d'obtenir des vents de meilleure qualité (plus continus) et de réduire les turbulences, ce qui améliore la production d'électricité. Les éoliennes de plus grande capacité sont d'ordinaire installées sur des tours plus élevées.

La tour peut être haubanée, c'est-à-dire fixée au sol avec des câbles (haubans), ou encore autoportante (fixée à une fondation en béton). La tour haubanée est plus économique, mais nécessite une plus grande superficie de terrain pour l'installation des ancrages. Certaines micro-éoliennes, telles que celles utilisées pour un chalet (très petites charges), peuvent être simplement installées sur un poteau « basculable » pour faciliter les interventions.

La vitesse moyenne des vents, qui déterminera la quantité d'électricité produite par une éolienne, varie beaucoup d'un site à un autre en fonction de facteurs tels que la localisation (longitude, latitude), la configuration du sol (topographie), sa rugosité, la présence ou non d'obstacles, etc. La localisation est le facteur primordial à considérer pour évaluer la pertinence d'opter pour l'installation d'une éolienne. Une éolienne bien exposée aux vents dominants ou placée sur le haut d'une colline à l'abri des turbulences aura une bien meilleure production électrique. Il ne faut pas oublier qu'une installation éolienne trop basse équivaut à une installation solaire à l'ombre. De plus, la qualité des vents peut varier de façon significative d'un endroit à l'autre et ce, même sur de courtes distances. On doit donc accorder une grande attention à ces considérations. C'est pourquoi il peut être utile de faire quelques observations et même de prendre des mesures de vitesses réelles à la hauteur et à l'endroit exacts qui semblent les plus prometteurs.

Il existe une multitude de ressources sur internet pour évaluer la force des vents, évaluer la production solaire et éolienne, estimer les besoins en électricité, etc.

8 De multiples configurations existent sur le marché, incluant des éoliennes à cinq pales ou plus et des éoliennes à axe horizontal.



Lorsqu'on utilise ce genre de calculateur, il faut toutefois garder à l'esprit que ces données sont générales et que des conditions locales précises (obstacles, topographie) feront varier les valeurs moyennes obtenues.

Une vitesse d'au moins 5 m/s (18 km/h) est nécessaire pour qu'on puisse envisager une installation éolienne. Il est préférable de dépasser ce seuil pour obtenir une production plus intéressante et un système plus rentable. La production d'électricité varie selon le cube de la vitesse moyenne des vents, ce qui signifie, par exemple, que pour des vents de 10 % supérieurs, on obtiendra 33 % plus d'électricité.

Le coût de revient de l'énergie éolienne produite (par **kilowattheure** produit) diminue selon la taille de l'éolienne installée. De façon générale, l'énergie éolienne est plus onéreuse que l'énergie solaire pour alimenter de très petites charges, mais son coût devient avantageux pour des charges plus importantes.

### 1.3 LA BIOMASSE

La biomasse (bois de chauffage, granules de bois) permet de combler les besoins en chaleur à partir d'une source d'énergie renouvelable. Comme le montre la figure 1, page 25, le chauffage du bâtiment et le chauffage de l'eau représentent de loin les deux usages énergétiques les plus importants d'une habitation au Québec. On peut utiliser le bois non seulement pour le chauffage du bâtiment et de l'eau, mais également pour la cuisson.

Lorsque la ressource forestière est utilisée judicieusement, le bois est considéré comme une source d'énergie renouvelable. Il faut veiller cependant à acquérir un poêle à bois qui respecte les normes les plus strictes (EPA ou ACNOR). Les poêles à granules composés de biomasse sont également de plus en plus répandus et



#### AVERTISSEMENT

Ne brûlez que du bois sec! L'utilisation de bois sec réduit la quantité de contaminants libérés et améliore l'efficacité de la combustion. Ne brûlez jamais de bois traité, peint ou teint, ce qui aurait pour effet de produire des contaminants très nocifs.

Votre poêle à bois n'est pas une poubelle! Ne brûlez pas de déchets domestiques, ce qui est d'ailleurs interdit au Québec, afin d'assurer une meilleure qualité de votre air et une plus grande efficacité de votre appareil de chauffage. Des matières comme le plastique libèrent des contaminants toxiques et contribuent à encrasser votre poêle et votre cheminée, augmentant ainsi le risque d'incendie.

permettent un rendement énergétique élevé allant jusqu'à plus de 80% (en contrepartie, les modèles les moins efficaces peuvent atteindre à peine 30% d'efficacité).

Le foyer de masse, quoique beaucoup plus onéreux qu'un poêle à bois traditionnel, offre un rendement énergétique optimal et une combustion du bois plus propre. De plus, les matériaux entourant le cœur du foyer (brique et/ou béton) permettent d'emmagasiner et de diffuser la chaleur uniformément et plus longtemps. Il offre également un cachet à l'habitation et permet d'en augmenter la valeur.

#### 1.4 D'AUTRES TECHNOLOGIES DE PRODUCTION

Il existe d'autres sources d'énergie renouvelable qui peuvent être exploitées pour satisfaire les besoins d'un chalet isolé comme les hydroliennes, les petites installations hydroélectriques ou le solaire thermique.

**L'hydrolienne de rivière** domestique (voir photo page 14) permet de générer de l'électricité en exploitant en partie l'écoulement des rivières de proximité à micro échelle. De petite taille, l'hydrolienne fonctionne au fil de l'eau (sans barrage); elle est déposée, et amarrée, au fond de la rivière. Au même titre que les panneaux PV utilisent l'énergie du soleil et les éoliennes, celle du vent, l'hydrolienne exploite le potentiel énergétique du courant des rivières. L'hydrolienne de rivière peut répondre aux besoins électriques d'une résidence à partir d'un cours d'eau. Pour être opérationnelle, elle requiert une vitesse du courant à partir de 1,3 m/s et une profondeur d'eau de 80 cm seulement. L'hydrolienne peut produire de 2 à 15 kWh par jour. L'hydrolienne peut être installée seule ou en réseau avec d'autres hydroliennes, mais aussi combinée avec des panneaux PV dans le cadre d'un système hybride.

Quant aux petites installations hydroélectriques, également nommées **pico-turbines**, elles utilisent un petit débit d'eau pour approvisionner un ou plusieurs bâtiments en électricité. Généralement sans barrage, une conduite amène l'eau à la turbine qui peut produire de l'électricité avec une dénivellation de quelques mètres et un débit de quelques litres par seconde. Chaque site a ses caractéristiques propres et requiert une analyse spécifique, mais cette option peut s'avérer

Votre projet d'énergie renouvelable en ligne

Découvrez notre calculateur unique sur [www.idenergie.ca](http://www.idenergie.ca)

514-225-6896

Hydro Solaire

idenergie

beaucoup moins onéreuse que ses alternatives telles que le solaire ou l'éolien. La capacité de production doit être conçue en fonction des caractéristiques de chaque site et peut être suffisante pour alimenter un ou plusieurs bâtiments.

Chauffer son eau sanitaire grâce au soleil peut aussi constituer une alternative aux énergies fossiles. On capte l'énergie solaire pour chauffer l'eau et ainsi diminuer le besoin en électricité. Des capteurs solaires peuvent être installés sur un toit incliné et orienté entre le sud-est et le sud-ouest comme les panneaux PV. Un liquide (fluide caloporteur) est utilisé pour transférer l'énergie du capteur solaire au chauffe-eau domestique. Ressources Naturelles Canada a estimé qu'au Québec, l'usage d'un chauffe-eau solaire, avec 6 m<sup>2</sup> de collecteurs solaires et deux réservoirs de 60 gallons, peut réduire de 40 à 45 % la consommation électrique pour chauffer l'eau selon la localisation géographique du système.<sup>9</sup>

### 1.5 LES BATTERIES

Pour pouvoir alimenter de façon continue une habitation déconnectée du réseau électrique lorsque les conditions météorologiques ne sont pas favorables à la génération (absence de vent pour une éolienne, nuit ou temps nuageux pour les panneaux PV), il est nécessaire que le système installé soit muni de batteries. Lorsque les conditions sont bonnes et que la production électrique dépasse les besoins immédiats, le surplus d'électricité sert à recharger les batteries.

Le choix du type de batterie et de son dimensionnement est un élément important dans une décision de transition vers les énergies renouvelables, d'autant plus que la batterie représente une part importante de l'investissement. Il faut donc au préalable bien évaluer ses besoins en énergie (appel de puissance maximal exprimé en watts et besoin d'électricité sur une période exprimée en wattheures). On doit également identifier notre niveau de tolérance (sécurité énergétique) : quelle est l'autonomie dont je veux disposer avec mon système de stockage ? En cas d'absence de production d'énergie (absence de soleil ou de vent), pendant combien de temps ma batterie doit-elle satisfaire mes besoins ? Enfin, le choix peut dépendre de la présence ou non d'une autre source de production qui peut prendre le relais en cas de besoin, par exemple votre ancienne génératrice à énergie fossile.

Il existe différents types de batteries dont certaines sont adaptées spécifiquement au stockage des énergies renouvelables.

**Les batteries plomb-acide à cycles de décharges profondes** : elles nécessitent un entretien régulier avec un ajout d'eau distillée. Elles doivent être stockées dans un endroit ventilé et à l'abri des grands froids (elles peuvent geler sous -20°C si elles sont déchargées). Leur durée de vie est de quelques centaines de cycles charge/décharge, soit trois à cinq ans. Seules les batteries à plaques tubulaires (OPzS) offrent une durée de vie relativement longue. La technologie plomb-acide est la technologie la moins onéreuse mais la moins performante en termes de durée de vie.

9 [https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/canmetenergy/files/pubs/SOLAR-BuyersGuide-SolarWaterHeatingSystems\\_ENG.pdf](https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/canmetenergy/files/pubs/SOLAR-BuyersGuide-SolarWaterHeatingSystems_ENG.pdf) (en anglais)



5



6



7

**Les batteries gel** (le gel est obtenu par mélange de silice à l'électrolyte) : elles sont étanches et ne présentent pas le risque de l'acide sulfurique des batteries plomb-acide. Elles n'ont pas besoin d'entretien et peuvent être stockées à l'intérieur. La charge ne doit généralement pas dépasser 15% de la capacité de la batterie par heure. Elles ne sont pas adaptées pour démarrer des moteurs. Celles à plaques tubulaires (OPzV) ont la durée de vie la plus longue des batteries gel.

**Les batteries AGM** (*absorbed glass mat*, l'électrolyte est absorbé dans de la fibre de verre) : elles sont étanches et ne nécessitent pas d'entretien, comme les batteries gel. Elles sont moins chères que ces dernières et acceptent un cycle charge/décharge plus rapide.



### CONSEILS DE L'EXPERT

Dans la majorité des cas, les problèmes qui surviennent dans un système d'énergie renouvelable sont liés aux batteries, plus précisément à leur mauvais entretien ou à une installation défectueuse. L'usage de batteries nécessite une attention particulière et un entretien régulier, même pour les batteries... sans entretien.

Lors d'un cycle charge/décharge intense, les câbles produisent une vibration qui peut changer le serrage des boulons sur l'onduleur ainsi que sur les batteries. On doit les vérifier périodiquement.

Les batteries ouvertes requièrent un ajout périodique d'eau distillée, ce qui est une opération délicate. L'utilisation de batteries fermées est recommandée : elles nécessitent beaucoup moins d'entretien et sont plus sécuritaires.

On doit vérifier régulièrement qu'il n'y a pas d'oxydation aux branchements ; une graisse diélectrique doit être appliquée lors de l'installation et lors des opérations de maintenance.

Le dimensionnement des câbles à batteries et le couple de serrage lors de l'installation sont très importants. Un mauvais dimensionnement du câblage ou un serrage à la main, par exemple, peuvent endommager un banc de batteries en très peu de temps. Cela crée des points de surchauffe et ne permet pas à toutes les batteries d'être rechargées convenablement.

La zone d'entreposage doit être bien aérée si les batteries ne sont pas scellées. Par ailleurs, le froid réduit la performance des batteries et peut même les endommager sérieusement, tandis qu'un local trop chaud affectera la durée de vie des batteries.

Informez-vous auprès d'un spécialiste qui vous guidera sur le choix du type de batteries et sur leur entretien !

**Les batteries lithium-ion** : cette technologie progresse très rapidement depuis quelques années. Bien que les prix soient plus élevés que pour les autres technologies, elles ont une durée de vie qui peut aller jusqu'à quinze ans. Les batteries lithium-ion tendent à remplacer les batteries plomb-acide comme chef de file de ce marché.

Un système de production d'électricité autonome nécessite des batteries à décharge profonde, lesquelles peuvent libérer au maximum 50% de l'énergie qu'elles contiennent sans risquer de compromettre leur durée de vie<sup>10</sup>. Les batteries d'automobile ne conviennent donc pas à cet usage puisqu'elles ne peuvent libérer plus de 5% de leur énergie sans risquer de s'user prématurément. Les batteries diffèrent sur une multitude d'aspects (performance dans des conditions froides, poids, espace, prix, etc.) qu'il sera nécessaire de considérer lors de l'achat. Il est important que toutes les batteries composant un banc soient du même modèle pour leur permettre de travailler également.

La capacité des batteries sera déterminée par la consommation électrique des systèmes et appareils. Dans le cas d'un chalet utilisé durant la fin de semaine, par exemple, il est conseillé d'installer des batteries d'une plus grande capacité pour qu'elles puissent se recharger durant toute la période d'inoccupation, permettant ainsi d'économiser des coûts importants en appareils de production (panneaux PV, éolienne). Pour une résidence utilisée en permanence, il est préférable d'augmenter la capacité de génération du système et dimensionner les batteries pour pallier les arrêts de production durant la nuit (énergie solaire en particulier) ou durant des périodes météorologiques défavorables.

Moins on décharge une batterie et plus longtemps elle durera. Il est recommandé de ne pas décharger plus de 30% de la capacité d'une batterie avant une recharge. Pour cela, il convient d'utiliser un chargeur de qualité approprié à vos batteries capable de gérer :

- la charge (*bulk*),
- l'absorption (*absorbing*),
- l'entretien de la charge quand chargé à 100% (*float*).

Les onduleurs chargeurs font habituellement un excellent travail pour recharger un banc de batteries. Il existe sur le marché des accessoires qui permettent de contrôler encore mieux les cycles de charge avec des algorithmes propres à chacun.

Le dimensionnement est très important, il doit être fait de sorte qu'il n'y ait pas plus d'un cycle charge/décharge quotidien. Si vous faites deux cycles de recharge par jour, la vie de votre batterie sera diminuée de moitié.

<sup>10</sup> Des décharges plus profondes sont possibles mais peuvent affecter négativement la durée de vie des batteries.



## AVERTISSEMENT

Il est essentiel de bien recycler les batteries à la fin de leur vie utile, qui varie entre cinq et dix ans, voire davantage, selon le type de batterie et l'utilisation qui en est faite. Les batteries contiennent en effet des métaux lourds et autres produits chimiques très toxiques qui peuvent toutefois être réutilisés.

### 1.6. LES AUTRES OPTIONS DE STOCKAGE

Il existe d'autres options que les batteries pour le stockage de l'énergie, comme le pompage d'eau, le stockage d'air comprimé, le stockage thermique et quelques autres technologies expérimentales. Cependant, ces technologies sont généralement beaucoup plus dispendieuses que les batteries et ne se prêtent pas encore bien à une utilisation à petite échelle.

### 1.7. L'ONDULEUR – REDRESSEUR

Comme nous l'avons vu, les panneaux PV produisent de l'électricité en **courant continu** (c.c.). C'est aussi le cas de certains types d'éoliennes. En outre, les batteries reçoivent et rendent l'électricité en c.c. Or, la vaste majorité des appareils électriques et des électroménagers sont conçus pour fonctionner en **courant alternatif** (c.a.). Il existe des modèles d'appareils électroménagers qui fonctionnent en c.c., mais ils sont plus onéreux, quoique généralement très efficaces. Il peut donc être avantageux et pratique d'investir dans un **onduleur** qui transformera le courant c.c. en courant c.a., permettant ainsi l'utilisation d'appareils électroménagers standards.

Par ailleurs, dans les systèmes où l'éolienne produit en c.a. et qui utilisent des batteries pour le stockage, un **redresseur** sera requis afin de convertir l'électricité destinée au stockage en c.c.

### 1.8 LE CÂBLAGE ET LES AUTRES COMPOSANTES DU SYSTÈME

Outre les composantes déjà mentionnées, le système électrique sera constitué des éléments que l'on trouve habituellement dans une résidence : filage électrique, panneau de distribution, mécanismes de protection (fusibles, disjoncteurs), etc. Un **régulateur de charge** permettra d'éviter la surcharge des batteries, ce qui pourrait les endommager. Les **disjoncteurs** et autres systèmes de protection permettent d'isoler les équipements de production (éolienne, panneaux PV), les batteries et l'onduleur afin de les protéger et de permettre tout entretien ou modification du système de manière sécuritaire.



De façon générale, il est recommandé de raccorder des panneaux solaires d'un même modèle pour l'ensemble du système. Pour de petits systèmes, le raccordement en parallèle est le plus courant, conservant un même voltage tout au long du circuit et additionnant l'ampérage.

Plus le câble de raccord est long, plus on a avantage à élever la tension – mesurée en volts (V) – afin de diminuer le courant – mesuré en ampère (A) – et ainsi les pertes dans le câblage. En général, il est conseillé d'opérer avec un système 48 V au lieu de 12 V, ce qui permet de diviser par 16 les pertes électriques dans les raccordements. Il faut s'assurer que la section de câble (diamètre du fil) soit suffisante pour éviter l'échauffement des câbles. Le système devra ensuite être raccordé à une boîte de jonction composée d'un interrupteur, d'un suppresseur de surtension ainsi que de fusibles ou disjoncteurs.

### 1.9 LA GÉNÉRATRICE ET LES SYSTÈMES HYBRIDES

Étant donné que la production solaire fluctue énormément selon les saisons, il peut être futé de dimensionner le système de façon à ce qu'il suffise à combler vos besoins énergétiques en été, et de faire appel à un groupe électrogène à essence ou au diesel afin de compenser la baisse de rendement du système en hiver. Il sera alors possible d'utiliser conjointement votre génératrice et votre système solaire pour charger votre batterie et de puiser ensuite dans cette réserve d'électricité au besoin. Ce système avec deux sources distinctes de production d'électricité offre une flexibilité et une sécurité d'approvisionnement accrues.

La combinaison d'une génératrice, d'un système solaire et d'un système éolien est encore plus efficace, étant donné que la production d'énergie solaire et la production d'énergie éolienne ne se font pas simultanément. En combinant ces ressources, le recours à la génératrice ne sera nécessaire que lorsque ni l'une ni l'autre des sources d'énergie renouvelable n'arrivent à satisfaire la demande.

Un système hybride peut également être envisagé si votre habitation est déjà équipée d'une génératrice (essence ou diesel) et que vous souhaitez la convertir aux énergies renouvelables.



#### AVERTISSEMENT

Les systèmes de production d'énergie renouvelable ont leurs particularités. Il est fortement recommandé de se faire conseiller par des professionnels et de les faire installer par un maître-électricien pour éviter tout problème pouvant résulter d'une mauvaise installation. À titre d'exemple, un mauvais choix de filage électrique peut diminuer considérablement l'efficacité de votre système, voire compromettre la sécurité.



## 2 CONSOMMER: QUELS USAGES, QUELLE ÉNERGIE ?

---

Dans une habitation, nous avons besoin d'énergie pour nous éclairer, pour faire fonctionner les appareils électroménagers et pour chauffer l'espace et l'eau.

La figure 1 présente les différents usages énergétiques d'une maison unifamiliale typique et donne une idée de l'utilisation pour une habitation autonome. Ce schéma est représentatif de la consommation d'une habitation canadienne moyenne. Le portrait sera quelque peu différent pour les habitations en milieu isolé, car les besoins en matière de chauffage et climatisation sont différents et l'équipement moindre (électroménager, téléviseur). L'utilisation énergétique d'une habitation saisonnière ou occasionnelle peut donc différer sensiblement, mais il n'existe malheureusement pas de statistiques. Pour un chalet trois saisons, ou occupé durant l'été seulement, la portion de chauffage sera grandement réduite, voire éliminée.

Comme le montre la figure 1, le chauffage des pièces (66%) et de l'eau (18%) constitue la grande majorité de la consommation énergétique d'une maison typique. Viennent ensuite les appareils ménagers et l'éclairage (respectivement 11% et 4%). Le faible impact de la climatisation s'explique par le fait que beaucoup de résidences n'ont pas du tout de système de climatisation, ou seulement une climatisation partielle (unité de fenêtre, par exemple). Pour une résidence disposant d'une climatisation centrale, cet usage est proportionnellement beaucoup plus important.

Les panneaux PV et les éoliennes conviennent surtout à l'éclairage et aux appareils électroménagers. Afin de minimiser le coût des systèmes, il importe de toujours utiliser les appareils les plus efficaces sur le marché, et d'en faire un juste usage.

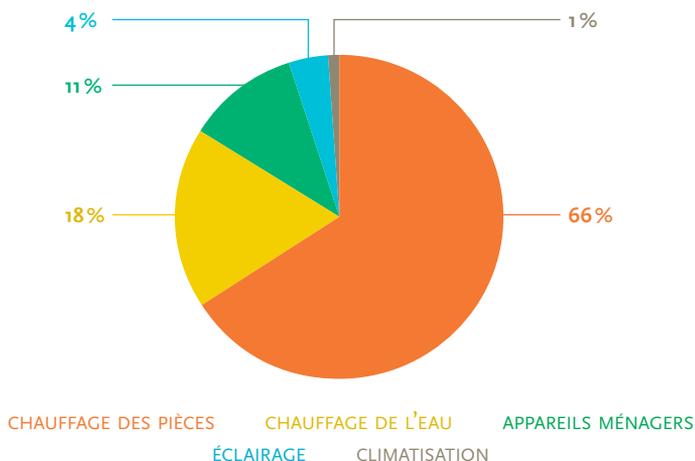
## 2.1 LE CHAUFFAGE, L'EAU CHAUDE ET LA CUISSON

En théorie, il n'y a pas de limite technique à ce que des combinaisons d'énergies renouvelables puissent alimenter une résidence. En pratique toutefois, le coût peut devenir très élevé pour des usages qui nécessitent une importante production de chaleur comme le chauffage de l'espace, l'eau chaude domestique ou même la cuisson des aliments. Il est possible, pour ces usages, de recourir à la biomasse (bois de chauffage, granules) plutôt qu'aux combustibles fossiles comme le propane ou le mazout.

## 2.2 LE POMPAGE

Le pompage de l'eau est un usage particulier qui convient particulièrement bien aux énergies renouvelables. En effet, le pompage peut être planifié de façon à se faire au moment où les conditions sont propices à une production d'électricité (temps ensoleillé pour des panneaux PV ou venteux pour une éolienne). L'eau pompée est stockée dans un réservoir situé en hauteur, pour être utilisée ultérieurement. De cette façon, il n'est plus nécessaire d'utiliser une pompe pour assurer la pression dans le réseau d'eau. Par conséquent, ce type d'utilisation ne requiert pas l'installation de batteries pour stocker de l'électricité inutilisée.

FIGURE 1  
Consommation énergétique des maisons unifamiliales par utilisation finale  
(Ressources naturelles Canada, 2013)



## 2.3 LES AVANTAGES ET LES INCONVÉNIENTS DES DIFFÉRENTES OPTIONS

Les différentes technologies de production d'électricité ont leurs avantages et leurs inconvénients. Le principal inconvénient des énergies renouvelables est l'investissement initial qu'elles nécessitent, qui peut sembler élevé. Toutefois, cet investissement donne accès à de nombreux avantages que ces systèmes procurent.

Les panneaux solaires photovoltaïques (PV) :

- Ne polluent pas<sup>11</sup> ;
- Sont silencieux ;
- Requièrent très peu de maintenance une fois installés ;
- Peuvent durer 25 ans ou plus avant d'être remplacés<sup>12</sup> ;
- Ne requièrent aucun carburant, dont les prix sont imprévisibles et volatils<sup>12</sup> ;
- Permettent d'éliminer les problèmes et les risques liés au transport, à la manutention et à l'entreposage du carburant (particulièrement intéressant lorsque le site est difficile d'accès). Pour certains sites accessibles en avion seulement, dans le nord, le prix du carburant frise les 6 \$ le litre lorsque tous les frais sont inclus.



Les éoliennes :

- Ne polluent pas<sup>11</sup> ;
- Sont beaucoup moins bruyantes qu'une génératrice ;
- Requièrent un entretien une ou deux fois par an minimum ;
- Peuvent durer 15 ans ou plus avant d'être remplacées ;
- Ne requièrent aucun carburant, dont les prix sont imprévisibles et volatils<sup>12</sup> ;
- Permettent d'éliminer les problèmes et les risques liés au transport, à la manutention et à l'entreposage du carburant (particulièrement intéressant lorsque le site est difficile d'accès).



La fiabilité de production peut représenter une inquiétude avec les systèmes d'énergie renouvelable puisqu'ils dépendent des conditions météorologiques. Toutefois, lorsque ces systèmes sont accompagnés de batteries de stockage et sont dimensionnés adéquatement, ils peuvent répondre à l'ensemble de la demande sans problème.

On trouvera au tableau 1 la comparaison des avantages et des inconvénients des panneaux photovoltaïques, des éoliennes et d'un système traditionnel au diesel quant aux coûts d'installation et d'entretien, à la pollution engendrée et à la fiabilité.



11 Pendant la phase d'utilisation de leur cycle de vie.

12 Le rendement énergétique d'un système solaire se dégrade également d'environ 0,5 % par année en raison de l'usure des modules.

TABLEAU 1  
Avantages et inconvénients des systèmes

		ÉOLIEN	PV	DIÉSEL
Coûts et entretien	Coût en capital <sup>13</sup>	Orange	Orange	Vert
	Coûts d'opération (carburant)	Vert	Vert	Orange
	Entretien et maintenance	Jaune	Vert	Orange
Pollution	Bruit	Jaune	Vert	Orange
	Odeurs et polluants locaux	Vert	Vert	Orange
	Émissions de gaz à effet de serre	Vert	Vert	Orange
Fiabilité	Fiabilité de la production <sup>14</sup>	Vert	Vert	Vert

AVANTAGE

MITIGÉ OU NEUTRE

INCONVÉNIENT

## 2.4 LES ENJEUX RÉGLEMENTAIRES ET SÉCURITAIRES

Au Québec, les installations électriques sont régies par le *Code canadien de l'électricité* (21<sup>e</sup> édition) ainsi que ses particularités propres au Québec. Toute installation électrique pour un bâtiment, y compris les installations de production d'électricité renouvelable, doit respecter les exigences du Code. De plus, les équipements électriques (panneaux, onduleurs, câbles, etc.) doivent répondre aux exigences de la norme CSA du Canada et obtenir la certification.

Même si le *Code canadien de l'électricité* ne l'exige pas pour les résidences unifamiliales, il est fortement recommandé de faire appel à un maître-électricien qualifié. Les détaillants en énergie renouvelable auront un électricien à leur emploi ou vous recommanderont des entrepreneurs qualifiés. Assurez-vous que votre électricien est bien au fait des exigences concernant les systèmes de production d'électricité et, idéalement, qu'il possède une expérience dans l'installation de ce type de système.

Il est préférable de s'informer auprès de sa municipalité sur les exigences de permis et d'inspection : dans certains cas, le règlement de zonage de la municipalité peut contenir des exigences pour les systèmes de production électrique. Par exemple, le règlement de zonage de la municipalité de Bolton-Est comprend une section qui spécifie l'emplacement autorisé ainsi que les conditions d'installation d'un tel système. La municipalité de Saint-Bruno au Saguenay–Lac-Saint-Jean possède pour sa part une réglementation spécifique pour l'installation d'éoliennes de petite puissance.

13 Le coût en capital d'une petite génératrice diésel est de 0,20 à 0,30 \$ par watt installé, contre 3 \$ le watt installé pour le PV.

14 Sur une base hebdomadaire en supposant un banc de batteries adéquat.

# L'option de mesurage net : une solution verte pour les autoproducteurs

Si vous êtes prêt à investir dans l'acquisition d'équipements pour produire de l'électricité à partir d'une source renouvelable, l'option tarifaire de mesurage net peut présenter un intérêt certain pour vous. Vous pourrez injecter vos surplus d'énergie dans le réseau d'Hydro-Québec et obtenir en échange des crédits sous forme de kilowattheures, qui seront appliqués au solde de votre facture. À l'inverse, si votre production ne suffit pas à répondre à vos besoins, vous pourrez vous alimenter à partir du réseau d'Hydro-Québec.

Si vous souhaitez analyser et comparer le cycle de vie des différents systèmes de production avant de porter votre choix sur un système en particulier, consultez l'étude des filières de production décentralisée d'énergie électrique à petite échelle réalisée par Chaire internationale sur le cycle de vie du CIRAIG.



© 2006 Blue Storm Média

Pour plus d'information sur l'option de mesurage net  
visitez le [hydroquebec.com/autoproduction](https://hydroquebec.com/autoproduction).

Pour plus d'information sur l'étude des filières  
de production, visitez la section Documentation spécialisée  
du [hydroquebec.com/developpement-durable](https://hydroquebec.com/developpement-durable).





## AVERTISSEMENT

Lisez attentivement les instructions des fabricants concernant l'installation, l'utilisation, l'entretien et les règles de sécurité entourant vos équipements (panneaux PV, éolienne, régulateur de charge, batteries, onduleur, poêles à bois ou à granules, etc.).

Installez toujours des détecteurs de fumée dans votre habitation (même si vous ne possédez pas d'appareil à combustion). N'oubliez pas de changer les piles une fois par année! Et assurez-vous d'avoir un extincteur en bon état de marche dans un lieu facilement accessible.

Comme le présent guide traite uniquement des installations autonomes, nous ne décrivons pas les exigences en matière de raccordement à un réseau électrique. Il faut néanmoins prévoir des exigences additionnelles de la part des distributeurs d'électricité qui permettent un raccordement d'équipements de production d'électricité (notamment Hydro-Québec).

Tout appareil de production électrique représente un risque lors d'une intervention de réparation ou d'entretien. Par exemple, les panneaux PV continuent de produire de l'électricité même si un interrupteur de courant est utilisé pour isoler l'équipement, les chauffe-eaux solaires comportent des risques de brûlures, etc. En cas de doute, il ne faut pas hésiter à faire appel à du personnel qualifié.

Il est fortement recommandé d'installer un détecteur de monoxyde de carbone si vous utilisez des appareils de combustion (utilisant la biomasse ou l'énergie d'origine fossile). Les appareils doivent être bien entretenus et la cheminée doit être inspectée et ramonée régulièrement par un professionnel afin de prévenir la formation de dépôts de crésote responsables des feux de cheminées. Pour l'évacuation des cendres, on utilise un récipient en métal avec un couvercle et on le conserve à l'extérieur de l'habitation.

Le *Code de construction* du Québec exige une température de 60°C pour tout chauffe-eau, y compris les chauffe-eaux solaires, afin de prévenir la légionellose (une forme de pneumonie). Une eau tiède stockée dans un chauffe-eau peut en effet favoriser le développement de la bactérie *Legionella*. On doit par conséquent s'assurer que la température de sortie du système de chauffage solaire soit portée à 60°C en tout temps. Il ne faut jamais utiliser directement l'eau préchauffée uniquement par le chauffe-eau solaire, laquelle pourrait être inférieure à 60°C.

## 2.5 L'ENTRETIEN SAISONNIER ET L'ÉLIMINATION

Le nettoyage des panneaux PV, bien qu'il ne soit pas absolument nécessaire, permet d'assurer un niveau de production maximal. Il faut au moins s'assurer que les panneaux ne sont pas encombrés de débris (feuilles, branches). Pour nettoyer les panneaux, on utilise de l'eau tempérée en période d'ombre ou en fin de journée (pour éviter de faire subir un choc thermique aux panneaux qui peuvent être très chauds, ce qui peut les endommager), sans détergent, et sans utiliser une pression d'eau trop forte. En hiver, on doit dégager les panneaux s'ils demeurent obstrués par la neige trop longtemps. Il existe sur le marché des manches télescopiques pour effectuer ces opérations sur des panneaux situés en hauteur.

Il est fortement recommandé de procéder chaque année à :

- l'inspection de l'installation générale : structures porteuses, panneaux, câbles, batteries, etc.,
- la vérification de l'état de marche de l'onduleur (vérification des témoins lumineux),
- le dépoussiérage des entrées d'air de l'onduleur pour qu'il se refroidisse correctement.

L'éolienne doit pour sa part être vérifiée et nettoyée annuellement par un professionnel. Après une tempête, on doit vérifier qu'elle n'a pas subi de dommages (et la faire réparer au besoin).

Il faudra prévoir le remplacement de l'onduleur au bout d'environ dix ans. Les batteries doivent être remplacées toutes les cinq ou dix années.

Il est essentiel de bien recycler vos équipements à la fin de leur vie utile. Les batteries, notamment, contiennent des métaux lourds et autres produits chimiques très toxiques. Les panneaux PV contiennent également des matériaux rares et/ou toxiques. Quant aux éoliennes, elles sont principalement composées de métaux (cuivre, fer, aluminium, acier, etc.). Tous ces matériaux peuvent être recyclés et réutilisés. Informez-vous auprès de votre détaillant ou portez-les à l'écocentre de votre région.

Les batteries doivent être installées en quantité suffisante et utilisées dans le respect de leurs limites. C'est un point crucial. Par exemple, un banc de batteries trop petit pour votre besoin cyclera plus souvent et la durée de vie utile peut chuter grandement et entraîner des coûts imprévus. Le choix du nombre de batteries est l'une des clés du succès de votre installation.



## 3 RÉDUIRE NOTRE CONSOMMATION D'ÉNERGIE AVANT TOUT

Chaque dollar investi dans l'efficacité énergétique vous fera économiser de 3 à 5 \$ en installation d'équipements de production (voir le tableau 2). Ainsi, même si les systèmes de production d'énergie renouvelable sont très avantageux à plusieurs points de vue, comme ils nécessitent un investissement initial important, il est primordial de réduire au minimum la charge électrique en choisissant les appareils les plus efficaces sur le marché et en limitant les usages superflus. L'utilisation de la bonne énergie à la bonne place est primordiale. Voici quelques conseils utiles qui vous aideront à réduire votre demande en électricité et, incidemment, le montant de votre investissement initial. On peut aussi consulter le site Mieux consommer d'Hydro-Québec.

Ces conseils s'appliquent également aux installations qui utilisent une génératrice. Dans ce cas, les achats et les gestes écoénergétiques se traduiront par des économies de carburant, qui seront réparties sur l'ensemble des années d'utilisation des appareils. Bien que moins « spectaculaires », car étalées dans le temps, ces économies n'en demeurent pas moins réelles. Il est toujours avantageux de réduire au maximum sa consommation et d'utiliser les appareils les plus efficaces, quel que soit le système de production d'électricité utilisé.

Une isolation efficace et des appareils de chauffage performants permettront de réduire la consommation d'énergie associée au chauffage. Quant aux appareils ménagers et à l'éclairage, qui représentent 15 % de la consommation énergétique typique, il est possible d'en réduire la consommation de plus de la moitié (pour certains types d'appareils) en choisissant des modèles efficaces et en réduisant l'usage d'appareils très énergivores.

### 3.1 UTILISER SEULEMENT DES APPAREILS TRÈS EFFICACES

Pour l'éclairage, l'utilisation d'ampoules à diodes électroluminescentes (DEL) fera toute une différence dans votre consommation d'électricité. Elles génèrent la même quantité de lumière qu'une ampoule ordinaire (incandescente) pour environ le dixième de l'électricité. De plus, elles ont en moyenne une durée de



## GARDEZ VOS MEILLEURS MOMENTS AU CHAUD

Profitez confortablement de chaque moment en choisissant des fenêtres et portes-fenêtres certifiées ENERGY STAR®. De plus, vous pourriez économiser jusqu'à 10 % sur vos coûts de chauffage.



[hydroquebec.com/residentiel/fenêtres](https://hydroquebec.com/residentiel/fenêtres)

**MIEUX**  
CONSOMMER

**Q** Hydro  
Québec

vie quarante fois plus longue, ce qui compense largement leur coût d'achat plus élevé. Une ampoule incandescente de 60 **watts** (W) peut être remplacée par une ampoule DEL de 6 W seulement.

Pour les appareils électroménagers, il est recommandé de choisir les appareils ayant un grand rendement énergétique. Les appareils homologués ENERGY STAR sont plus efficaces que les appareils standards, mais il y a à l'intérieur même de ce label une large gamme d'efficacité d'appareils. Vous pouvez vous référer, au besoin, aux publications de Ressources naturelles Canada<sup>15</sup> pour connaître la consommation d'électricité selon le type d'appareil et le modèle. L'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada régit l'utilisation du symbole international ENERGY STAR au Canada. Il s'assure également de fournir aux citoyens de l'information détaillée et complète sur la consommation énergétique de tous les modèles homologués au Canada, incluant des détails sur la consommation en mode veille des appareils électroniques, qui peut atteindre jusqu'à 10 % de la consommation énergétique d'une habitation moyenne<sup>16</sup>.

Il est préférable d'opter pour des appareils qui ne possèdent pas d'horloge numérique ou de télécommande, car ces caractéristiques des appareils modernes font en sorte qu'ils continuent à consommer une quantité non négligeable d'électricité même lorsqu'ils sont en veille. Un lecteur DVD conventionnel, par exemple, qui consomme en moyenne 10 W lorsqu'il est utilisé en lecture, utilise tout de même 7,5 W lorsqu'il est en veille. En supposant deux heures d'utilisation par jour, l'appareil consomme 20 Wh par jour lorsqu'il est en mode lecture et jusqu'à 165 Wh (huit fois plus) lorsqu'il est en veille. Cette charge fantôme peut facilement disparaître par une simple habitude : mettre l'appareil hors-tension.

Une attention particulière devrait être portée au réfrigérateur et au congélateur. Ces appareils utilisent une quantité importante d'énergie et il est possible de réduire substantiellement leur consommation en choisissant des modèles très efficaces, adaptés à vos besoins réels. Enfin, évitez à tout prix de placer l'appareil près d'une source de chaleur et remplacez votre vieux réfrigérateur, lequel peut consommer jusqu'à cinq fois plus qu'un modèle neuf de base.

Pour le lavage du linge, l'utilisation d'une laveuse à chargement frontal permettra à la fois de réduire la consommation d'électricité et la consommation d'eau. Les économies d'eau réduiront les besoins de pompage. De plus, l'essorage du linge est largement supérieur pour ce type de laveuse, ce qui réduit d'autant les besoins pour le séchage. À cet effet, utilisez chaque fois que possible une corde à linge (extérieure l'été, intérieure l'hiver), les sècheuses à linge étant particulièrement voraces en énergie.

<sup>15</sup> <http://www.nrcan.gc.ca/>

<sup>16</sup> [www.energystar.gc.ca](http://www.energystar.gc.ca)

Le tableau 2 présente des exemples d'appareils standards, efficaces et ultra-efficaces ainsi que leur consommation d'électricité respective. Ces valeurs sont présentées à titre d'exemple et peuvent varier considérablement en fonction des modèles spécifiques et des conditions réelles d'utilisation.

La consommation présentée dans ce tableau découle des normes actuelles de consommation annuelle des électroménagers et autres appareils régulés au Canada basées sur un usage résidentiel normalisé. On constate que la réduction de la consommation d'électricité a un impact direct sur les coûts du système de production d'énergie qui sera installé. En reprenant le même exemple d'appareils standards, efficaces et ultra-efficaces, le coût d'un système de panneaux PV (comprenant l'ensemble des composantes requises : panneaux, onduleur, batteries, etc.) diminue grandement. En supposant un coût de système d'environ 3 \$ le watt excluant les batteries<sup>17</sup>, et un coût d'utilisation des appareils ultra-efficaces, la consommation énergétique est diminuée de 60%, permettant de réduire de

**TABEAU 2**  
Exemples de consommation selon l'efficacité des appareils

	Comparaison entre standard et ultra-efficace				
	Standard	Efficace	Ultra-efficace	Surcoût à l'achat	Économie sur le système solaire <sup>18</sup>
<b>Éclairage</b>	6 incandescentes 438 kWh/an		6 DEL 44 kWh/an	90 \$	810 \$
<b>Réfrigérateur/ Congélateur (2 portes)</b>	Appareil neuf 353 kWh/an	Appareil neuf ENERGY STAR 318 kWh/an	Appareil ENERGY STAR ultra-efficace 296 kWh/an	10 – 50 \$	120 \$
<b>Laveuse</b>	Laveuse standard à chargement par le haut 381 kWh/an	Laveuse à chargement par le haut ENERGY STAR 230 kWh/an	Laveuse à chargement frontal ENERGY STAR 127 kWh/an	100 – 200 \$	520 \$
<b>Téléviseur/ DVD</b>	TV/DVD standard 126 kWh/an	TV/DVD ENERGY STAR 95 kWh/an	TV/DVD ENERGY STAR ultra-efficace 46 kWh/an	Négligeable	160 \$
<b>TOTAL</b>	1,298 kWh/an	1,081 kWh/an	513 kWh/an	200 à 340 \$	1 610 \$

17 Les batteries peuvent constituer une part importante d'un système d'approvisionnement en énergie autonome. La capacité de stockage nécessaire dépend fortement du profil d'utilisation annuel et journalier de l'habitation.

18 Basé sur la production estivale et un coût de 3 \$ / Watt installé.

1 600 \$ les coûts d'investissement initial basé sur un système qui doit satisfaire cette demande pendant l'été. Cela compense largement le surcoût à l'achat des appareils les plus performants, qui est évalué à environ 300 \$.

Les estimations d'économies d'énergie citées ci-contre ne tiennent pas compte des nombreuses autres mesures d'efficacité énergétique que vous pouvez adopter et des comportements qui aideront à réduire la consommation des appareils. Par exemple, l'installation d'une barre d'alimentation intelligente permet d'éteindre automatiquement tous les appareils qui ont été en mode veille depuis une période de temps prédéterminée. Choisir un téléviseur à DEL au lieu d'un téléviseur plasma peut facilement réduire sa consommation énergétique de moitié. Déplacer un réfrigérateur afin de permettre une meilleure circulation d'air autour des éléments réfrigérants ou laver les vêtements à l'eau froide peut entraîner des économies importantes.

### 3.2 UTILISER DES SUBSTITUTS À L'ÉLECTRICITÉ

Pour les usages plus énergivores comme le chauffage de l'eau, la réfrigération ou la cuisson, il est possible d'utiliser des substituts à l'électricité sans pour autant avoir recours à une source d'énergie non renouvelable.

Pour le chauffage de l'eau, il est généralement plus efficace et moins coûteux d'utiliser l'énergie solaire directement sous forme de chaleur plutôt que d'utiliser des panneaux PV pour convertir le rayonnement solaire en électricité, puis l'électricité en chaleur. Ceci est d'autant plus vrai lorsqu'on a besoin de quantités importantes d'eau chaude – grand chalet, pourvoirie avec plusieurs unités d'hébergement. Pour un chalet unifamilial isolé, afin de ne pas multiplier les systèmes de production (solaire photovoltaïque et solaire thermique), il peut être intéressant de chauffer l'eau avec une résistance électrique alimentée grâce au photovoltaïque. Mais l'ajout d'un chauffe-eau à la charge électrique a un impact important sur la taille des équipements de production et de stockage qui devront être installés.

La pertinence d'installer un chauffe-eau solaire dépendra des coûts respectifs des systèmes et de leur utilisation pour un bâtiment donné.

Il existe aussi des systèmes de chauffage solaire de l'air qui peuvent être avantageux pour un ménage qui occupe l'habitation durant le jour.

On peut aussi utiliser le bois non seulement pour le chauffage de l'espace, mais également pour le chauffage de l'eau et pour la cuisson.

Enfin, l'utilisation d'un cellier, d'une chambre froide ou d'une glacière peuvent contribuer à réduire grandement l'utilisation d'électricité du réfrigérateur, surtout en hiver où la production des panneaux PV est à son minimum.

### 3.3 RÉDUIRE LES BESOINS D'ÉCLAIRAGE

Outre l'extinction des lumières inutilisées et l'utilisation d'ampoules DEL efficaces, des choix pourront être faits et des comportements pourront être adoptés pour limiter la consommation d'électricité liée à l'éclairage.

Par exemple, l'éclairage naturel doit être privilégié autant que possible. On peut l'améliorer dans les pièces souvent utilisées ou mal éclairées par des fenêtres à haute efficacité orientées vers le sud et par des puits de lumière. Les aires de travail (comptoir de cuisine, fauteuil de lecture, bureau, etc.) devraient être aménagées autant que possible près des sources de lumière naturelle (côté sud, sud-est ou sud-ouest).

L'éclairage spécifique devrait être favorisé par rapport à l'éclairage général. Par exemple, utilisez une petite lampe de lecture DEL le soir au lieu d'allumer le plafonnier. La même remarque s'applique à un bureau, un comptoir de cuisine et toute autre surface de travail. Une petite lampe rapprochée fournit un éclairage équivalent pour une quantité d'énergie beaucoup moindre qu'une source de lumière générale.

Vous pouvez aussi installer, dans certaines pièces, des minuteries (interrupteur temporisé) qui vous garantiront qu'en tout temps, la consommation d'électricité n'excédera pas les limites que vous avez fixées. Cette dernière solution s'applique particulièrement pour les unités d'hébergement à usage commercial. Pour l'éclairage extérieur, les détecteurs de mouvements sont très avantageux.



#### CONSEILS DE L'EXPERT

Il existe des appareils écoénergétiques qui consomment peu d'énergie pour un maximum d'efficacité (*voir section 3.1*). Pensez avant tout à vous équiper avec ce genre d'appareils! Dans le cas de l'utilisation des énergies renouvelables, **il est le plus souvent moins coûteux d'économiser un watt que d'en produire un.**



## 4 AVANT DE PASSER À L'ACTION

### 4.1 QUELS SONT VOS BESOINS? QUELS APPAREILS UTILISEZ-VOUS?

Déterminer vos besoins est la première étape et la plus importante de la réalisation de votre projet.

- Quels appareils doivent être alimentés (éclairage, pompe, réfrigérateur, téléviseur, etc.) ?
- Quel est l'horaire d'occupation de votre habitation ?
- Quelle puissance, en watts, ou quelle quantité d'énergie, en wattheures, est nécessaire pour le fonctionnement de chaque appareil ?
- Est-ce que les appareils choisis sont aussi efficaces que possible et en faites-vous le meilleur usage ?
- Quelle sera la fréquence d'utilisation de vos appareils (nombre d'heures par jour, nombre de jours par semaine, usage saisonnier) ?
- Quelle quantité d'énergie désirez-vous avoir en autonomie ?

### 4.2 SYSTÈME AUTONOME OU HYBRIDE : COMMENT PRENDRE LA DÉCISION ?

Lorsqu'on parle d'un système dit « autonome », on fait référence à des équipements de production d'énergie renouvelable qui à eux seuls fournissent l'énergie nécessaire au bon fonctionnement des appareils électriques.

Le système solaire installé comme seule source d'énergie a comme avantage d'avoir une meilleure stabilité au point de vue de la charge, car on peut savoir de façon assez précise les moyennes d'heures d'ensoleillement de la région où sera installé le système. Les cartes qu'on trouve notamment sur le site web de Ressources naturelles Canada sont basées sur une moyenne journalière d'heures d'ensoleillement et facilitent le choix d'un système qui saura répondre à vos exigences en matière de stabilité d'énergie. Le système solaire est particulièrement avantageux dans le cas d'une utilisation à des fréquences assez régulières,

comme à la semaine ou aux deux semaines, puisque l'énergie solaire peut être produite et emmagasinée dans les batteries sur une longue période, réduisant ainsi les besoins en capacité de production.

Pour ce qui est de l'éolien, son utilisation est intéressante dans un endroit où la vitesse moyenne de vent annuelle est d'au minimum 5 m/s. Il existe une carte des vents du Québec, disponible sur le site du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles<sup>19</sup>, qui pourrait vous permettre de déterminer si vous êtes dans un corridor de vent intéressant. Toutefois, pour mesurer de façon précise le potentiel éolien à l'endroit où sera installée l'éolienne, vous devrez placer un anémomètre pendant une période d'un an ou pendant la période de l'année où vous occupez votre habitation. Vous pourrez ainsi recueillir la vitesse moyenne de vent de façon journalière et utiliser ces données pour choisir le bon site et le bon modèle d'éolienne.

Pour sa part, l'énergie hydraulique, lorsqu'elle est disponible sur le site, est souvent la plus intéressante pour alimenter un site isolé de par sa stabilité d'approvisionnement.

Pour des besoins de production plus importants, lorsque l'habitation est utilisée quatre saisons, dans des conditions particulières ou lorsque des équipements sont déjà en place, l'énergie éolienne et l'énergie solaire peuvent également être combinées entre elles ou à une génératrice. On parle alors de système « hybride ». Le but étant toujours de minimiser l'utilisation de la génératrice. Celle-ci agira en unité d'appoint en cas d'un bris du système renouvelable ou pendant son entretien.

Dans le cas d'une installation composée d'un système solaire couplé à un système éolien, on produira davantage d'énergie avec le photovoltaïque l'été, du fait d'une plus importante période d'ensoleillement, mais aussi en raison de la faiblesse des vents durant cette même période. En hiver, c'est l'effet contraire, les vents sont plus dominants, donc on aura une bonne production d'énergie éolienne, et la période d'ensoleillement est moins longue. Cette relation inverse entre le vent et le soleil se vérifie aussi sur une base journalière, puisqu'il y a souvent du vent lorsqu'il n'y a pas de soleil (temps nuageux, durant la nuit) et vice-versa. Cette complémentarité entre les deux sources d'énergie permet d'assurer un apport en électricité beaucoup plus stable et de limiter l'usage des batteries. Les systèmes hybrides solaire – éolien conviennent bien aux résidences occupées toute l'année. En effet, le recours exclusif aux panneaux solaires durant l'hiver pour alimenter une charge importante exigerait un investissement onéreux et probablement prohibitif. La présence d'énergie hydraulique a l'avantage de produire constamment avec des fluctuations saisonnières moins importantes que le solaire et l'éolien.

<sup>19</sup> <http://mern.gouv.qc.ca>

Dans le cas d'un couplage avec une génératrice, cette dernière peut, en plus de fournir une puissance instantanée et continue, servir à recharger les batteries lorsque les conditions climatiques ne permettent pas de produire suffisamment d'électricité de source renouvelable. Les coûts de maintenance sont également réduits. L'un des autres avantages du système hybride est que l'éolienne et/ou les panneaux PV permettent d'économiser du carburant diesel et de réduire la pollution causée par l'utilisation de la génératrice. Ce type de système convient très bien au particulier (propriétaire) qui possède déjà une génératrice et qui souhaite se convertir progressivement à l'énergie renouvelable. Le coût des panneaux PV peut être étalé sur une plus longue période de temps puisque leur ajout est pleinement modulable.

Il est intéressant d'installer un contrôleur automatisé pour le démarrage de la génératrice. Il permettra à cette dernière de démarrer au meilleur moment pour recharger les batteries ou suffire à la demande du site. Il permettra d'optimiser le fonctionnement de la génératrice donc de produire le maximum d'électricité par litre de diesel consommé.

Le tableau 3 compare le système autonome et le système hybride. Les tableaux 4 à 7 donnent des exemples de consommation d'habitations en milieu isolé selon le ou les systèmes utilisés.

TABLEAU 3  
Comparaison des systèmes autonomes et hybrides

SYSTÈME AUTONOME	SYSTÈME HYBRIDE
Utilisation saisonnière	Utilisation à longueur d'année et demande en énergie plus grande que 3 kWh/j
Une certaine tolérance aux interruptions de courant	Groupe électrogène déjà en place
Accès au lieu limité ou coûteux	Très faible tolérance aux interruptions
Le facteur de l'entretien est important	



TABLEAU 4

Exemple d'un chalet en milieu isolé, habité les fins de semaine et utilisant un système solaire pour son éclairage ainsi que l'alimentation de quelques appareils fonctionnant sur le 120 V c.a.

Appareil électrique	A Puissance en watts	B Heures d'utilisation par jour	C Total wh/jour (A X B)	D Jours d'utilisation par semaine	E Total wh/sem. (C X D)
Éclairage chambres à coucher	18	0,5	9	2	18
Éclairage cuisine	20	8	160	2	320
Éclairage salon	13	5	65	2	130
Éclairage extérieur	13	2	26	2	52
Éclairage salle de bain	9	1	9	2	18
Éclairage lavabo	13	2	26	2	52
Télévision	110	3	330	2	660
<b>TOTAL</b>			<b>625</b>		<b>1 250</b>

Le système du chalet comporte :

- PRODUCTION : deux panneaux PV de 85 W.
- STOCKAGE : deux batteries d'accumulateurs 6 V – 220 Ah.
- AUTRES : un régulateur avec afficheur numérique, un panneau de distribution à fusibles, un support pour panneaux, le filage électrique, un onduleur, etc.

Les deux panneaux solaires permettent d'atteindre une charge relativement modeste. Comme le chalet est habité les fins de semaine seulement, les deux batteries sont suffisantes pour le niveau d'autonomie souhaité. L'onduleur génère un courant alternatif pour les appareils fonctionnant sur le 120 V. La télévision est débranchée lorsqu'inutilisée pour éliminer la charge en mode veille.

Prévoir un coût approximatif pour ce genre d'équipement de 1 450 \$ à 1 550 \$ (coût de 2016, excluant l'installation et les taxes de vente).

TABLEAU 5  
Exemple d'un chalet en milieu isolé,  
principalement habité les fins de semaine (la semaine à l'occasion)  
et utilisant un système hybride pour son alimentation électrique

Appareil électrique	A Puissance en watts	B Heures d'utilisation par jour	C Total wh/jour (A X B)	D Jours d'utilisation par semaine	E Total wh/sem. (C X D)
Éclairage chambres à coucher	18	0,5	9	3	27
Éclairage cuisine	20	8	160	3	480
Éclairage salon	13	5	65	3	195
Éclairage extérieur	13	2	26	3	78
Éclairage salle de bain	9	1	9	3	27
Éclairage lavabo	13	2	26	3	78
Télévision	110	3	330	3	990
Système télé numérique	30	3	90	3	270
Pompe à eau	85	1,6	136	3	408
Réfrigérateur	—	—	720	3	2 160
Radio lecteur CD	10	8	80	3	240
Micro-ondes	1000	0,1	100	3	300
Ventilateur de plafond	24	8	192	3	576
<b>TOTAL</b>			<b>1 943</b>		<b>5 829</b>

Le système du chalet comporte :

- PRODUCTION : un panneau PV de 250 W, une éolienne de 400 W avec une tour de 27 pieds.
- STOCKAGE : six batteries d'accumulateurs 6 V – 530 Ah.
- AUTRES : un régulateur avec afficheur numérique, un panneau de distribution à fusibles, un support pour panneaux, le filage électrique, un onduleur/chargeur, etc.

La consommation de ce chalet requiert des équipements de production et de stockage plus importants. L'onduleur permet de générer un courant alternatif pour les appareils fonctionnant sur le 120 V.

Prévoir un coût approximatif pour ce genre d'équipement de 7 000 \$ à 8 000 \$ (coût de 2016, excluant l'installation et les taxes de vente).

**TABLEAU 6**  
**Exemple d'un chalet en milieu isolé,**  
**habité tous les jours de mai à octobre**  
**et utilisant un système solaire pour alimenter l'éclairage et une pompe**

Appareil électrique	A Puissance en watts	B Heures d'utilisation par jour	C Total wh/jour (A X B)	D Jours d'utilisation par semaine	E Total wh/sem. (C X D)
Éclairage chambres à coucher	18	1	18	7	126
Éclairage cuisine	20	8	160	7	1 120
Éclairage salon	13	5	65	7	455
Éclairage extérieur	13	4	52	7	364
Éclairage salle de bain	9	2	18	7	126
Éclairage lavabo	13	3	26	7	182
Pompe à eau	85	1,6	136	7	952
<b>TOTAL</b>			<b>475</b>		<b>3 325</b>

Le système du chalet comporte :

- PRODUCTION : un panneau PV de 250 W.
- STOCKAGE : six batteries d'accumulateurs 6 V – 220 Ah.
- AUTRES : un régulateur avec afficheur numérique, un panneau de distribution à fusibles, un support pour panneaux, le filage électrique, etc.

Bien que la charge électrique soit relativement modeste, le chalet requiert tout de même des équipements de production et de stockage relativement importants du fait qu'il est occupé à temps plein. Comme toutes les charges sont en courant continu, il n'y a pas d'onduleur.

Prévoir un coût approximatif pour ce genre d'équipement de 2 200 \$ à 2 300 \$ (coût de 2016, excluant l'installation et les taxes de vente).

**TABEAU 7**  
**Exemple d'un chalet en milieu isolé,**  
**habité les fins de semaine et à l'occasion la semaine y compris l'hiver,**  
**utilisant un système hybride pour son alimentation électrique**

Appareil électrique	A Puissance en watts	B Heures d'utilisation par jour	C Total wh/jour (A X B)	D Jours d'utilisation par semaine	E Total wh/sem. (C X D)
Éclairage chambres à coucher	18	0,5	9	3	27
Éclairage cuisine	20	8	160	3	480
Éclairage salon	13	5	65	3	195
Éclairage extérieur	13	2	26	3	78
Éclairage salle de bain	9	1	9	3	27
Éclairage lavabo	13	2	26	3	78
Télévision	110	3	330	3	990
Système télé numérique	30	3	90	3	270
Pompe à eau	85	1,6	136	3	408
Réfrigérateur	—	—	720	3	2 160
Radio lecteur CD	10	8	80	3	240
Micro-ondes	1000	0,1	100	3	300
Ventilateur de plafond	24	8	192	3	576
Chauffe-eau solaire (4 personnes)	—	—	5 000	3	15 000
<b>TOTAL</b>			<b>6 943</b>		<b>20 829</b>

Le système du chalet comporte :

- PRODUCTION : douze panneaux PV de 250 W, une éolienne de 400 W avec une tour de 27 pieds.
- STOCKAGE : seize batteries d'accumulateurs 6 V – 325 Ah.
- AUTRES : un régulateur avec afficheur numérique, un panneau de distribution à fusibles, un support pour panneaux, le filage électrique, un onduleur/chargeur, etc.

La consommation de ce chalet, notamment pour l'eau chaude, requiert des équipements de production et de stockage beaucoup plus importants. L'éolienne offre une production additionnelle l'hiver pour pallier la production solaire plus faible. L'onduleur permet de générer un courant alternatif pour les appareils fonctionnant sur le 120 V.

Prévoir un coût approximatif pour ce genre d'équipement d'environ 20 000 \$ (coût de 2016, excluant l'installation et les taxes de vente).

### 4.3 LA GRILLE DE CALCUL

À l'aide de la grille de calcul ci-dessous, vous serez à même d'établir une évaluation préliminaire de votre consommation d'électricité. Vous pourrez ainsi déterminer vos besoins à l'égard de l'acquisition d'un système d'énergie renouvelable.

Pour la laveuse, le lave-vaisselle, le réfrigérateur, le congélateur et le chauffe-eau, il est fortement conseillé d'utiliser des consommations typiques indiquées dans le tableau 8 ci-contre, car la consommation de ces appareils varie beaucoup en fonction des conditions d'opération. Un simple calcul « puissance par heure » sera trompeur. Le tableau inclut des appareils très énergivores (un climatiseur, par exemple) qu'il est peu réaliste d'intégrer dans un système autonome mais qui est donné à titre de comparaison.

Appareil électrique	A Puissance en watts	B Heures d'utilisation par jour	C Total wh/jour (A X B)	D Jours d'utilisation par semaine	E Total wh/sem. (C X D)
<b>TOTAL</b>					

Pour l'éclairage, vous pouvez tenter d'estimer les heures d'utilisation des ampoules pour chacune des pièces. Vous pouvez également utiliser une moyenne de 2,5 heures par jour pour l'ensemble des ampoules, toutes pièces confondues.

Ces valeurs ne sont fournies qu'à titre indicatif pour vous aider à estimer vos besoins. N'hésitez pas à y substituer vos propres estimations en fonction de votre réalité propre. Plus vous serez précis à cette étape, plus vous avez de chance d'avoir un système adapté à vos besoins.

TABLEAU 8  
Consommation typique de divers appareils électriques

Appareil	Wattheure (Wh) par jour	Notes
Réfrigérateur 10 pieds cube ENERGY STAR	800	
Réfrigérateur 18 pieds cube ENERGY STAR	1 230	
Réfrigérateur 12 – 15 pieds cube ENERGY STAR	900	
Cuisinière	2 000	La consommation peut varier beaucoup selon l'utilisation
Four micro-ondes	600	30 min. par jour à pleine puissance
Cafetière	320	40 utilisations par mois
Téléviseur	600	3 heures par jour et incluant la consommation en veille
Chauffe-eau – 2 personnes	6 000	
Chauffe-eau – 4 personnes	12 000	
Chauffe-eau solaire – 2 personnes	2 500	
Chauffe-eau solaire – 4 personnes	5 000	
Climatiseur de chambre	8 750	6 000 BTU
Ventilateur portatif	760	
Recharge – téléphone intelligent	14	Utilisation moyenne
Laveuse	165	
Sécheuse	3 300	
Ordinateur et imprimante	600	

#### 4.4 POUR FAIRE UN CHOIX... ÉCLAIRÉ !

Alors, votre décision est maintenant prise ? Vous avez donc...

- comparé les avantages et les inconvénients de chacun des systèmes,
- déterminé celui qui vous conviendrait le mieux,
- réalisé l'évaluation préliminaire de vos besoins et des caractéristiques techniques de votre site,
- obtenu la documentation de différents fabricants ainsi que le manuel du propriétaire,
- consulté un expert ou un fournisseur certifié pour vous assister dans votre choix,
- obtenu quelques estimations de prix par écrit,
- ébauché un plan de financement avec votre conseiller financier,
- vérifié auprès des autorités municipales si vous avez besoin de permis ou d'autorisations pour votre installation,
- signé un acte de vente en bonne et due forme décrivant en détail vos responsabilités et celle du distributeur, fournisseur et/ou installateur,
- préparé votre coffre à outils...

Vous voilà maintenant prêt à faire l'achat et l'installation de votre système !  
Vraiment ?

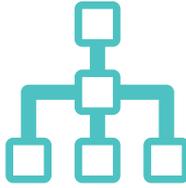
Bien que l'installation et l'entretien d'un système d'énergies alternatives pour une habitation en milieu isolé puissent être effectués par son propriétaire, il est préférable de recourir aux services d'un professionnel dûment certifié, qui vous garantira la qualité du travail réalisé et l'optimisation de votre système. Lorsqu'on installe le système soi-même, il y a parfois des économies à faire... qui se révèlent ne pas en être.

Enfin, méfiez-vous des aubaines. Si vous trouvez qu'une offre est trop belle pour être vraie, c'est sans doute le cas ! S'assurer de la fiabilité des fournisseurs et de leur service après-vente est gage de réussite.

Lorsque vous procéderez à la recherche d'un professionnel averti, vous pouvez utiliser la liste ci-contre pour questionner les fournisseurs et les entrepreneurs, afin d'évaluer leurs services et les comparer.

**QUESTIONNAIRE**  
**Fournisseurs et entrepreneurs**

- Nom \_\_\_\_\_
- Adresse \_\_\_\_\_
- Téléphone \_\_\_\_\_
- Site web \_\_\_\_\_
- Télécopieur/courriel \_\_\_\_\_
- Personne-ressource \_\_\_\_\_
- En affaires depuis... \_\_\_\_\_
- Qualifications et historique \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Membre d'une association certifiée \_\_\_\_\_
- Références \_\_\_\_\_
- Expérience suffisante? Quelles réalisations? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Couverture d'assurance \_\_\_\_\_
- Détails techniques et prix disponibles? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Manuel de l'utilisateur disponible? \_\_\_\_\_
- Services offerts \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Installation \_\_\_\_\_
- Exécution des réparations sous garantie \_\_\_\_\_
- Entretien \_\_\_\_\_
- Prix \_\_\_\_\_
- Mode de paiement \_\_\_\_\_
- Commentaires et observations \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## 5 LES MICRO-RÉSEAUX

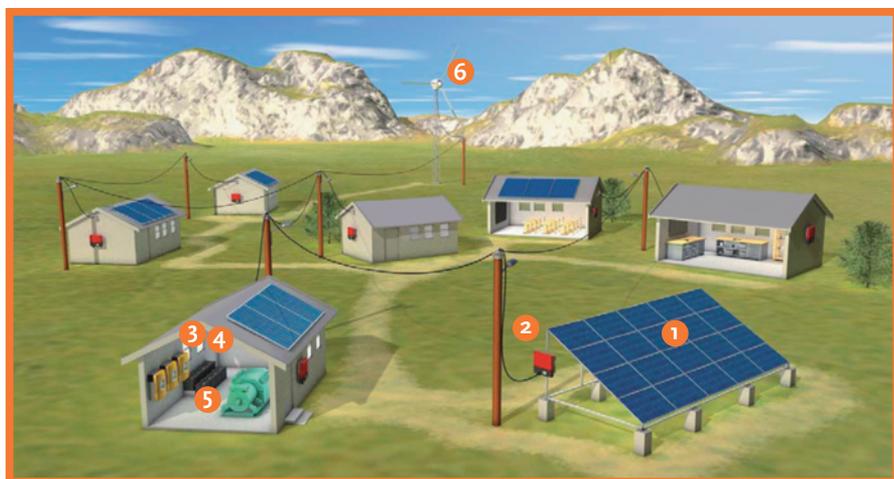
Il est possible de créer de véritables micro-réseaux en milieu isolé en reliant ensemble plusieurs bâtiments, générateurs et systèmes de stockage (*voir exemple à la figure 2*), qui peuvent être équipés d'un système de gestion de la demande afin de tirer un profit maximal de la génération renouvelable. De plus, ce type de système permet d'optimiser le cycle des batteries, de distribuer de façon idéale les différents équipements de génération dans le territoire commun des utilisateurs et de tirer profit de systèmes de stockage plus sophistiqués, tels que le pompage de l'eau ou autres.

Les micro-réseaux ne nécessitent pas d'équipement onéreux de transmission et de distribution, et il existe dorénavant des équipements qui permettent d'équilibrer et de distribuer la production et la consommation d'énergie à très court terme en utilisant une technologie avancée de batterie. Le partage d'un tel système entre plusieurs utilisateurs (par exemple une pourvoirie) peut entraîner des économies importantes par rapport à l'installation de systèmes individuels.

La mutualisation des équipements de production et de stockage permet d'optimiser leur utilisation. Dans un chalet inoccupé, la production excédentaire est perdue une fois les batteries rechargées, alors qu'elle pourrait être dirigée sur le réseau pour bénéficier à d'autres utilisateurs. Les batteries peuvent aussi être mutualisées pour éviter une trop grande décharge et potentiellement en réduire le nombre. Une seule génératrice peut servir d'énergie de réserve pour un ensemble de bâtiments. De plus, en cas de bris d'équipement (d'une éolienne par exemple), le bâtiment n'est pas laissé sans électricité avant sa réparation.

Des équipements de production de plus grande taille peuvent également être installés. Par exemple, une série de panneaux solaires peut être concentrée sur un site bien dégagé. Une éolienne de plus grande taille peut être installée à la place de plusieurs éoliennes de petite taille, permettant de choisir le meilleur site en matière de puissance des vents et de bénéficier également d'économies d'échelle. Une petite installation hydroélectrique peut être mise à profit pour alimenter en électricité une série d'habitations.

FIGURE 2  
Micro-réseau avec composants hybrides  
(photovoltaïque, éolienne, génératrice diesel) et couplage a.c.<sup>20</sup>



- |                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| 1 Générateur photovoltaïque     | 4 Parc de batteries  |
| 2 Onduleur photovoltaïque       | 5 Génératrice diesel |
| 3 Onduleur chargeur de batterie | 6 Éolienne           |

En résumé, un micro-réseau permet de réduire les coûts, d'optimiser l'utilisation des équipements et d'accroître la fiabilité de l'approvisionnement en électricité. La pertinence d'installer un micro-réseau dépendra de plusieurs facteurs, mais cette option devrait être considérée dans le cas de plusieurs bâtiments autonomes relativement regroupés comme des pourvoiries, camps forestiers, postes d'accueil de ZEC, communautés autochtones, etc. Les micro-réseaux sont particulièrement intéressants dans le cas d'un gestionnaire unique, car la gestion du réseau (décisions d'investissement, partage des coûts, etc.) en est grandement simplifiée.

#### UN CAS D'ÉCOLE : LA POURVOIRIE « EXEMPLE »

Une étude énergétique pour aider les gestionnaires de sites isolés à choisir un système d'énergie renouvelable appliqué à leurs réels besoins

La Chaire en technologies des énergies renouvelables et du rendement énergétique (TERRE) du cégep de Jonquière conseille depuis 2013 des gestionnaires de pourvoiries, camps forestiers et stations de recherche nordique dans leur planification énergétique. La Chaire TERRE présente ici une démarche entreprise pour aider un gestionnaire de site isolé à diminuer ses coûts d'énergie en réduisant sa dépendance aux carburants fossiles et ses impacts environnementaux.

<sup>20</sup> Source : BauNetz Wissen

La pourvoirie Exemple est un milieu autonome situé sur les abords du lac Exemple. Le site est constitué de douze bâtiments, dont sept chalets et une auberge.

Le site est alimenté électriquement par une seule génératrice de 10 kW. Elle est positionnée dans un bâtiment quelque peu retiré qui agit comme poste électrique du site et est alimentée par un réservoir de 2 000 L. L'énergie est transmise au site par un onduleur pouvant délivrer une puissance de 4 kW d'électricité sur le réseau isolé. Les principales charges supportées sont l'éclairage, l'appareillage et occasionnellement les outils. Tout le système électrique a été mesuré pour réaliser l'étude. La cuisson et le chauffage de l'eau sanitaire sont faits selon le standard avec des équipements au propane ou au bois. Une capacité globale de 935 000 BTU/h est installée dans l'ensemble des bâtiments. L'auberge est le plus gros poste de consommation du propane. Le site dispose de quatre réservoirs de 420 lb ainsi que sept de 100 lb. La pourvoirie opère de la fin mai à la mi-octobre. Le chauffage des bâtiments est assuré par des poêles à bois qui consomment vingt cordons de bois par saison d'exploitation.

Une étude préliminaire d'efficacité énergétique a pour but d'aider à réduire la consommation du site avant d'y installer un nouveau système d'énergie renouvelable. Il est très important d'être efficace au préalable pour ne pas surdimensionner les installations d'énergie renouvelable et en optimiser la conception. Ainsi, on minimise l'investissement, ce qui réduit la période de retour sur investissement (PRI). Voici une liste de recommandations à considérer afin d'améliorer ou maintenir l'efficacité énergétique :

- Installer un système de démarrage automatique de la génératrice. La gestion manuelle, donc le démarrage forcé, entraîne plus de consommation de diesel et une diminution de la durée de vie de la génératrice, et peut causer des problèmes d'encrassement.
- Faire attention aux charges fantômes, appareils électriques en veille ou éteints qui continuent malgré tout à consommer de l'électricité. Ces charges peuvent parfois représenter jusqu'à 10 % de l'électricité consommée. Éteindre notamment les téléviseurs, lorsque non utilisés. Ils restent souvent allumés toute la journée et même la nuit. On peut économiser ainsi jusqu'à 8 kWh/jour.
- Remplacer les réservoirs d'eau chaude par un système au propane ou à l'huile efficace. Le taux d'efficacité passera alors de 30 % à plus de 80 %.
- Débrancher la distributrice d'eau qui offre de l'eau froide à l'accueil. Elle nécessite une consommation très élevée et non nécessaire en continu.
- Remplacer les ampoules incandescentes par des ampoules DEL.
- Sensibiliser les clients aux enjeux de l'énergie sur les sites isolés (discussions, affichage, etc.).

Suite à une analyse des données recueillies par mesurage à la pourvoirie Exemple durant l'été, on peut estimer une consommation moyenne des équipements électriques à 22,3 kWh/jour. Un profil de consommation horaire en fonction du taux d'occupation visé au cours de la saison d'opération est établi. À partir de ces profils de consommation, trois scénarios pour l'approvisionnement renouvelable de la pourvoirie sont simulés, ainsi qu'un scénario de génératrice optimisée. Le tableau 9 présente les différents scénarios et les résultats obtenus.

TABLEAU 9  
Comparatif des différents scénarios proposés à la pourvoirie

SCÉNARIOS	ACTUEL	OPTIMISÉ	1	2	3
	Génératrice diesel manuelle	Génératrice diesel automatisée	Micro-turbine hydraulique	Solaire PV	Jumelage
Puissance solaire photovoltaïque (kW)	0	0	0	8	5,5
Puissance micro-hydro (kW)	0	0	1,1	0	1,1
Puissance Génératrice (kW)	10	10	10	10	10
Nombre de batteries L16H-AC	24	24	32	32	24
Onduleur actuel (kW)	4	4	4	4	4
Capital initial	– \$	300 \$	6 800 \$	26 800 \$	20 500 \$
Frais d'opération par an*	7 476 \$	4 325 \$	3 064 \$	1 634 \$	1 597 \$
Coût actuel net total (sur 25 ans)*	130 178 \$	75 304 \$	60 148 \$	55 256 \$	48 308 \$
Coût du kilowatt-heure	1,44 \$	0,83 \$	0,67 \$	0,61 \$	0,54 \$
Fraction renouvelable	0%	0%	28%	87%	83%
Volume diesel rouge (L)	4 679	2 671	1 747	608	767
Génératrice (heures)	3 012	1 596	946	359	489
Économie annuelle par rapport à l'actuel*		3 151 \$	4 412 \$	5 842 \$	5 879 \$
PRI simple (ans)			1,5	4,6	3,5

\* En dollars de 2016

L'analyse des données et de la simulation fait ressortir des points saillants :

- Le scénario actuel avec contrôle manuel de la génératrice est le moins avantageux sous tous les aspects.
- L'ajout d'un contrôle automatisé sur la génératrice, au coût de 300 \$, permet d'économiser 42 % des coûts totaux en énergie sur 25 ans.
- Le scénario 1 avec 1,1 kW en microturbine a la meilleure période de retour sur investissement.
- Le scénario 2, avec 8 kW de solaire, conduit au meilleur taux de pénétration énergétique (TPE = 87 %).
- Si on ajoute 5,5 kW de solaire au scénario 1 (scénario 3) on réduit plus de six fois le temps de fonctionnement actuel de la génératrice.
- Une installation progressive débutant par le solaire permet de répartir les coûts d'investissement et faire les demandes d'autorisations environnementales et la planification des travaux pour les micro-turbines.
- Les scénarios renouvelables permettent de réduire les émissions actuelles de GES de 25 à 45 %.
- Le coût de revient du kilowattheure peut être divisé par 3 (de 1,44 \$ à 0,54 \$).



#### AVERTISSEMENT

L'ajout d'énergie hydraulique nécessite plusieurs autorisations, des plans et devis et d'autres éléments en fonction de l'installation visée. Les coûts sont variables et ne sont pas inclus dans les scénarios présentés.



## TÉMOIGNAGES DE RÉUSSITE

### LE COÛT EN VAUT LA CHANDELLE!

Nous sommes villégiateurs depuis plusieurs années. Après nous être « amusés » avec un petit panneau solaire et une batterie d'automobile (pour avoir trois ampoules et pas plus de deux en même temps), nous étions finalement prêts pour une véritable première installation en 2014. Nous avons opté pour le système solaire parce qu'il est non polluant et fiable. Nous séjournons au chalet pour des périodes de quinze jours environ, de mai à fin août, et pour un long séjour de sept à huit semaines de septembre à octobre.

Notre système comprend trois panneaux (255 W), quatre batteries à décharge lente, un régulateur, un onduleur et un panneau de distribution avec fusibles.

Ce système nous fournit assez d'électricité pour six ampoules (cuisine, chambres, salles de bain), une pompe secondaire pour augmenter la pression de la citerne aux robinets et à la pomme de douche, le lecteur DVD, l'ordinateur (qui sert aussi pour la téléphonie), le réfrigérateur (pendant le jour) à double source électrique et propane, et la lessiveuse à tordeur (dehors et à l'eau froide).

Nous projetons d'augmenter le nombre de batteries car l'automne nous offre souvent des journées consécutives sans ou avec peu d'ensoleillement. Il nous reste à trouver le meilleur emplacement pour faciliter la manutention de ces batteries très lourdes, étant donné que nous préférons ne pas les laisser au chalet par crainte des vols. C'est désagréable de devoir agir ainsi, mais c'est le prix à payer... et le coût en vaut la chandelle!

**Claudine Paris**

Administratrice du Regroupement des locataires des terres publiques (RLTP)



## ÉNERGIE RENOUVELABLE, PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET CONFORT

Mon épouse et moi avons un chalet situé au nord-ouest du lac Saint-Jean, à environ 700 km de notre résidence de Lavaltrie. Nous sommes tous les deux à la retraite et lorsque nous allons au chalet, c'est pour de longues périodes de trois à huit semaines.

Nous utilisons deux systèmes différents pour nos besoins en électricité. Un premier système est utilisé pour le chalet et est composé de trois panneaux solaires de 80 W, de quatre batteries 6 V de 225 Ah et d'un contrôleur de charge. Ce premier système est utilisé pour l'éclairage (six lampes à LED), les communications radio VHF, le téléphone satellite, la radio AM/FM et la pompe à eau électrique de 12 V. De plus, nous utilisons un ventilateur de plafond 12 V 4 A afin de faire circuler la chaleur à l'intérieur du chalet par temps froid.

Le deuxième système, plus simple, est composé de quatre panneaux solaires de 15 W. Nous l'utilisons seulement pour l'éclairage du garage (deux lampes LED).

Depuis 2003, nous utilisons un cabinet à compostage. Ce système est très efficace et produit un compost sans aucune odeur. Il inclut une ventilation 12 V qui aide grandement à l'évaporation des liquides.

Pour les eaux grises (eau de vaisselle et douche), nous utilisons un réservoir de 2 m x 2 m x 2 m aéré, entouré de billes de bois ajouré et de pierres. Une fois par mois, nous utilisons un produit naturel composé de matière bactérienne que nous mélangeons à l'eau et versons dans le réservoir.

Somme toute, nous sommes bien confortables et nous nous sentons en sécurité puisque nous avons accès à des systèmes de communication fiables et efficaces.

**Bertrand Grenier**

Vice-président du RLTP région Centre-Sud du Québec

## INSTALLATION COMMERCIALE PARC D'ESCALADE ET DE RANDONNÉE DE LA MONTAGNE D'ARGENT

Mon aventure de création de parc d'escalade et de randonnée à la Montagne d'Argent, à La Conception dans les Laurentides, débute en 1995. Tout est vierge alors, et je commence par la construction d'un chalet en bois rond, terminé en 1998. Je développe les sentiers de randonnées et les parois d'escalade. J'ouvre l'accès du parc au public en 2001 en imposant la protection de l'environnement et le développement durable comme priorités.

En 2008, j'installe les premiers panneaux solaires, car le coût en propane pour éclairer, chauffer le chalet et les douches dépasse 1 500 \$ par an. Les panneaux photovoltaïques d'alors ne sont pas très efficaces et je réussis à réduire mes frais d'exploitation d'à peine 30 %. J'ai de la difficulté à garder la pleine charge de mes batteries en hiver; en été, le rendement est quand même satisfaisant. Afin d'économiser du bois et éviter du gaspillage, un feu central sous un immense abri est construit, permettant de diminuer la consommation de bois de plus de 80 %. De plus, cet abri central réunit les campeurs sous le même toit, ce qui crée une atmosphère très conviviale. Une unité de compostage est installée et, depuis, nous produisons à peine 20 % de déchets. La ventilation de nos toilettes à compostage fonctionne aussi avec l'énergie solaire, ce qui accélère la décomposition des matières organiques.

En 2010, je confectionne un chauffe-eau solaire combiné à un chauffe-eau au propane, et le résultat est surprenant. De mai à novembre, j'utilise à peine 100 lb de propane pour notre camping qui compte plus de 24 sites aménagés.

En 2014, avec la venue des lumières au LED et l'efficacité grandissante des panneaux solaires, je convertis l'éclairage des trois chalets nous en avons construit deux autres dernièrement. Cette conversion au 12 V nous a permis d'alimenter un réfrigérateur et l'éclairage, ce qui a diminué notre consommation de propane de 70 %. Nous n'avons gardé que les cuisinières au propane. Ainsi, nous sommes passés de 600 lb de propane par année à 100 lb. En trois ans, nous avons absorbé les coûts de conversion de notre système. Par souci de sécurité, nous avons malgré tout conservé l'énergie d'Hydro-Québec, qui nous est utile en hiver quand les journées sans soleil ne permettent pas de recharger nos réserves à leur pleine capacité.

En 2015, nous changeons notre poêle à combustion pour un récent, nous permettant également d'économiser 40 % de bois sur les deux derniers hivers.

Nous avons investi dans les énergies renouvelables et cela en a valu la peine car nos coûts d'exploitation ont diminué de plus de 50 %.

**Gaétan Castelloux**

Directeur du Club d'escalade et de randonnée de la Montagne d'Argent



**Ampèreheure (Ah)** Unité de charge électrique : quantité d'électricité traversant une section d'un conducteur parcouru par un courant d'intensité d'un ampère pendant une heure.

**Batterie à décharge profonde** Batterie conçue pour restituer un courant stable pendant de longues périodes en conservant son aptitude à la recharge, et ceci à un grand nombre de reprises.

**Charge électrique** Tout ce qui, dans un circuit électrique, tire de l'énergie du circuit lorsque celui-ci est sous tension.

**Courant électrique continu (c.c.)** Par opposition au courant alternatif, courant circulant toujours dans le même sens. Le courant fourni par une batterie est du courant continu.

**Courant électrique alternatif (c.a.)** Courant circulant alternativement dans un sens, puis dans l'autre. Le courant fourni par Hydro-Québec est de type alternatif tout comme celui d'un onduleur sur un site isolé.

**Disjoncteur** Dispositif de protection des appareils ou du réseau électrique contre les effets des surcharges de courant.

**Générateur** Appareil transformant l'énergie mécanique en énergie électrique.

**Kilowattheure (kWh)** Quantité d'énergie équivalente à 1000 W (un kilowatt) de puissance pendant une heure.

**Onduleur** Appareil électronique transformant le courant continu en un courant alternatif.

**Panneaux solaires photovoltaïques (PV)** Cellules photovoltaïques interconnectées, montées habituellement en une unité étanche de dimension pratique pour l'expédition, la manipulation et l'assemblage en champs de modules. Les cellules photovoltaïques convertissent la lumière en électricité.

**Redresseur** Appareil électrique utilisé pour transformer le courant alternatif en courant continu.

**Régulateur de charge** Appareil électronique dont la fonction principale est de contrôler l'état de la batterie. Il autorise la charge complète de celle-ci en éliminant tout risque de surcharge et en interrompant l'alimentation des destinataires si l'état de charge de la batterie devient inférieur au seuil de déclenchement de la sécurité anti décharge profonde.

**Watt (W)** Unité de mesure de la puissance instantanée d'un système énergétique. *Note : On utilise souvent le kilowatt (kW) qui correspond à 1 000 W.*

**Wattheure (Wh)** Quantité d'énergie équivalente à un watt de puissance pendant une heure.

Principale source :

Jean Bédard. *Vocabulaire de l'efficacité énergétique : anglais-français.*

Direction de l'efficacité énergétique du ministère des Ressources naturelles, en collaboration avec le Comité de terminologie de l'efficacité énergétique, Publications du Québec, 1997.

## Par notre **propre** **énergie**

Une démarche unique de mobilisation au Québec  
pour réduire notre consommation de pétrole  
et lutter contre les changements climatiques

- Promouvoir l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables,
- Exposer les bénéfices sociaux, économiques et environnementaux d'une réduction de notre consommation de pétrole,
- Proposer des alternatives concrètes à l'utilisation du pétrole,
- Promouvoir et favoriser des initiatives innovantes,
- Mettre en œuvre des actions structurantes dans notre région.

La démarche **Par notre PROPRE énergie** repose sur la concertation, la participation et l'engagement. Elle est mise en œuvre dans chaque région par les conseils régionaux de l'environnement.

Déjà, plus de soixante projets de réduction de la consommation de pétrole ont été initiés partout au Québec, avec de nombreux partenaires. L'émission de milliers de tonnes de GES est ainsi évitée.

**Rejoignez-le mouvement !**

[www.par-notre-propre-energie.com](http://www.par-notre-propre-energie.com)



ParNotrePropreEnergie



PNPEnergie



## RÉFÉRENCES ET RESSOURCES

Pour joindre le site du conseil régional de l'environnement de votre région, consultez le site du Regroupement des conseils régionaux de l'environnement du Québec : [www.rncreq.org](http://www.rncreq.org).

*Note. Les liens vers les sites web ci-dessous sont donnés à titre indicatif et peuvent éventuellement tomber en désuétude. Une recherche avec un moteur de recherche peut vous permettre de découvrir d'autres sites d'intérêt.*

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)  
[www.mern.gouv.qc.ca/](http://www.mern.gouv.qc.ca/)

Ressources naturelles Canada  
[www.rncan.gc.ca/accueil](http://www.rncan.gc.ca/accueil)

Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA)  
<http://canwea.ca/fr/>

Association québécoise pour la maîtrise de l'énergie (AQME)  
[www.aqme.org](http://www.aqme.org)

Chaire de recherche industrielle en technologies des énergies renouvelables et du rendement énergétique (TERRE) du cégep de Jonquière  
[www.cegepjonquiere.ca/chaire-terre.html](http://www.cegepjonquiere.ca/chaire-terre.html)

Dunsky Expertise en énergie  
<http://www.dunsky.com/fr/>

Écobâtiment  
[www.ecobatiment.org/](http://www.ecobatiment.org/)

Écohabitation  
<http://www.ecohabitation.com/>

Énergie Solaire Québec  
[www.esq.qc.ca/](http://www.esq.qc.ca/)

Institut de l'énergie éolienne du Canada  
<http://www.weican.ca/a-notre-sujet>

Hydro-Québec : « Mieux consommer »  
[www.hydroquebec.com/residentiel/mieux-consommer/](http://www.hydroquebec.com/residentiel/mieux-consommer/)

La Maison du 21<sup>e</sup> siècle  
<https://maisonsaine.ca/>

Par notre PROPRE énergie, le site des initiatives de remplacement des énergies fossiles  
[www.par-notre-propre-energie.com/](http://www.par-notre-propre-energie.com/)

Voir vert, le portail du bâtiment durable au Québec  
[www.voirvert.ca/](http://www.voirvert.ca/)

