



# GUIDE PRATIQUE NO.1

DIMENSIONNEMENT  
D'UN SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE



**Guide pratique  
des énergies renouvelables**

Auteur et illustrations : Eric Vandal  
20 avril 2023





# Table des matières

Introduction .....	4
Note aux utilisateurs.....	4
Le site hors réseau .....	5
L'avantage monchaletvert.com .....	5
La sécurité et les ressources disponibles.....	5
Types de systèmes de production électrique.....	6
Les besoins énergétiques .....	9
Appareils électriques et alternatives écoénergétiques .....	10
Alternatives écoénergétiques.....	12
Utilisation judicieuse au bon moment .....	12
Les mesures d'efficacité énergétique.....	12
Le chauffage.....	13
Estimation de votre consommation électrique journalière.....	13
L'éclairage .....	14
Ampoule incandescente vs ampoule au DEL .....	14
Interpréter la fiche technique d'un appareil électrique.....	17
Période de rayonnement solaire journalier .....	19
Dimensionnement d'un système photovoltaïque.....	20
Inventaire des charges électriques .....	20
Calcul de la consommation journalière .....	20
Identifier la période d'utilisation afin d'évaluer la période de rayonnement minimale du site.....	21
Dimensionner les composantes du système photovoltaïque .....	22
Dimensionnement du champ photovoltaïque.....	22
Dimensionnement de la capacité du contrôleur solaire .....	22
Dimensionnement de la puissance de l'onduleur .....	23
Dimensionnement de la capacité du banc de batteries .....	24
Vérifier son système .....	25
Les appareils de mesure .....	25
Application: Vérifier le niveau de charge d'une batterie 12 volts (CC).....	26
Application : Vérifier la tension alternative (CA) d'une prise de courant américaine de 115 VCA.....	27
Test pour vérifier l'état des fusibles ou disjoncteurs .....	28
La pince ampèremétrique.....	29
Application : Vérifier le courant circulant dans un fil avec la pince ampèremétrique.....	29
Le moniteur de consommation CA portatif ou compteur électrique .....	29
Maintenance des panneaux photovoltaïques.....	30
L'orientation du panneau photovoltaïque .....	30
L'inclinaison du panneau photovoltaïque.....	30
Positionnement et emplacement du panneau.....	31
Entretien du panneau photovoltaïque : .....	31
Maintenance de la batterie.....	32
Niveau de charge de la batterie .....	32
L'oxydation des pôles .....	33
Le niveau de l'électrolyte.....	33
L'effet de la température sur les batteries.....	34
Le contrôleur solaire.....	35
Représentation visuelle typique d'un contrôleur solaire.....	35
L'onduleur.....	36
Rôle et fonction.....	36
Conclusion.....	36
Annexes : Notion électrique .....	38
Formules de conversion électrique .....	38
À quoi servent les unités de mesure tension, courant et puissance? .....	38
Les relations plomberie/électricité pour les différents niveaux.....	39
Figure 1 .....	5
Figure 2 .....	6
Figures 3-4.....	7
Figures 5-6.....	8



# INTRODUCTION

Le territoire public du Saguenay–Lac-Saint-Jean compte plus de 11 000 chalets à bail auprès du Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, des pourvoiries, des camps forestiers, des sites touristiques ainsi que des industries. À la grandeur du Québec, c'est plus de 137 000 chalets et plus de 1 000 sites isolés de plus grande envergure qui sont en activité sur le territoire public. Pour la plupart, ils ne sont pas connectés au réseau d'Hydro-Québec. Les génératrices (essence ou diesel) et l'utilisation du propane ou mazout sont souvent privilégiées pour alimenter les bâtiments en électricité et en chaleur.

L'objectif de ce guide est de vous conseiller quant à l'identification des bons appareils afin d'optimiser votre consommation journalière. Vous pourrez ensuite dimensionner votre système de production d'une manière simplifiée. Vous pouvez aussi consulter l'application web [monchaletvert.com](http://monchaletvert.com).

Le Conseil régional de l'environnement et du développement durable du Saguenay–Lac-Saint-Jean (CREDD) et le Centre TERRE du Cégep de Jonquière ont réalisé ce guide grâce à un financement de la Société du Plan Nord. Nous tenons aussi à remercier nos autres collaborateurs impliqués dans ce projet, qui sont le Regroupement régional des zecs du Saguenay–Lac-Saint-Jean, la Fédération des pourvoiries du Québec et l'Institut nordique du Québec.

## Qui sommes-nous :

Le Conseil régional de l'environnement et du développement durable du Saguenay-Lac-Saint-Jean (CREDD) est un organisme à but non lucratif fondé en 1973. Nous agissons à titre d'interlocuteur régional privilégié auprès du gouvernement du Québec pour la concertation en matière d'environnement, d'éducation relative à l'environnement et pour la promotion du développement durable.

Le Cégep de Jonquière collabore et assiste des entreprises et organisations du milieu depuis 1984 par son Centre de production automatisée (CPA). Depuis 2008 le secteur des Technologies des énergies renouvelables et du rendement énergétique (TERRE) s'est ajouté à leurs expertises. Fort du développement de son Attestation d'études collégiales (AEC TERRE) et de ses réalisations dans la communauté, le collège s'est vu octroyer en 2012, une chaire de recherche industrielle (Chaire TERRE) par le Conseil de recherche en sciences naturelles et génie du Canada (CRSNG). Depuis 2019, la Chaire TERRE a évolué pour devenir le Centre TERRE, toujours financé par le CRSNG, en bonifiant son appui aux entreprises par des services professionnels d'aide technique avec transfert, de recherche appliquée, de formation sur mesure et de la diffusion de connaissances par de multiples collaborations événementielles.

## Note aux utilisateurs

Ce guide pratique a été élaboré pour les utilisateurs ou opérateurs de systèmes photovoltaïques pour les sites hors réseau. Le contenu technique est présenté d'une manière simple, progressive et visuelle. L'utilisateur expérimenté trouvera son compte grâce aux contenus de références pratiques. Le fonctionnement et l'utilisation d'un système photovoltaïque autonome sont expliqués d'une manière éclairée. Les recommandations pourront vous guider pour une gestion optimale du système en fonction de la production et de la consommation.

# Le site hors réseau

Le site hors réseau n'a pas accès au réseau électrique. Tel qu'identifié sur la figure ci-bas, la plupart des chalets, camps, pourvoiries, voiliers et même plusieurs communautés, sont alimentés par un système d'alimentation indépendant. Les campeurs motorisés utilisent de plus en plus les systèmes photovoltaïques pour alimenter leur installation.

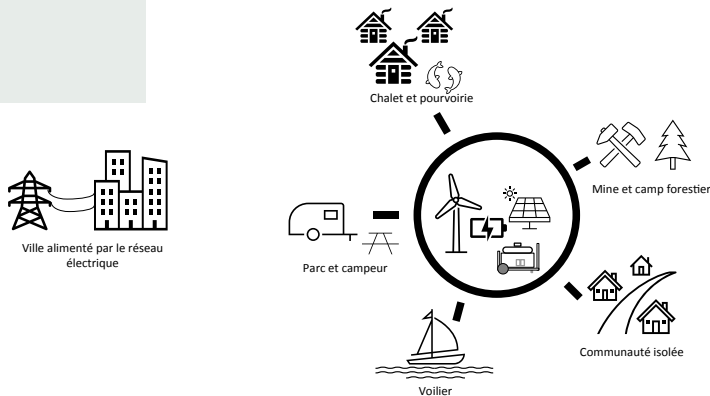


Figure 1 :

Ville reliée au réseau électrique et les différents sites hors réseau

## La sécurité et les ressources disponibles

Les systèmes de production en énergies renouvelables pour les sites hors réseau sont de plus en plus populaires. Le coût des systèmes a énormément diminué. Les technologies sont plus efficaces et robustes. Même si les procédures d'installation des systèmes photovoltaïques sont abondantes et bien présentées, il ne faut pas négliger les règles importantes de sécurité par rapport à l'électricité. Même si la tension des batteries est peu élevée, elles possèdent une grande quantité d'énergie. En ce domaine comme ailleurs, la fiabilité et la vulgarisation des sources d'informations sont primordiales.

## L'avantage

## monchaletvert.com

Pour les propriétaires d'installation de petite envergure (chalet, maison secondaire, cabane à pêche, etc.), l'inventaire de votre consommation, le dimensionnement et le coût de votre système solaire sont facilement estimables directement en ligne au [monchaletvert.com](http://monchaletvert.com)

Les valeurs qui en ressortent sont basées sur les différents éléments et calculs présentés des pages 18 à 24 de ce guide.

Une retombée majeure d'utiliser [monchaletvert.com](http://monchaletvert.com) est de contribuer à une base de données inédite de l'énergie en territoire public au Québec. Toutes vos informations personnelles demeurent strictement confidentielles. Les analyses permettront de dresser un portrait actuel des petits consommateurs énergétiques en site isolé. Les constats et les recommandations serviront d'assises pour solliciter un financement de la transition énergétique dédié à votre secteur d'activités qui n'est nullement soutenu présentement.

Le site [monchaletvert.com](http://monchaletvert.com) n'est pas conçu pour les plus gros sites comportant plusieurs bâtiments, différents usages, etc. Dans ce cas, une étude énergétique approfondie est recommandée.

Adresse courriel pour le support :  
[support@monchaletvert.com](mailto:support@monchaletvert.com)

En cas de doute, référez-vous à un électricien spécialisé dans le domaine. Plusieurs vendeurs/installateurs peuvent vous fournir de nombreux conseils pertinents. Pour connaître des fournisseurs reconnus partout au Québec, consulter : <https://esq.quebec/>. Les forums sur les systèmes d'énergies renouvelables sont aussi une bonne source d'information, mais il est préférable de valider l'information avant d'entreprendre quoi que ce soit. Il existe de nombreuses formations spécialisées dans le domaine qui vous permettront de dimensionner un nouveau système de A à Z, d'identifier la capacité de votre système, ou encore d'optimiser le système existant en apportant les correctifs nécessaires, afin de prolonger votre autonomie énergétique tout en bonifiant les besoins supplémentaires.

# Types de systèmes de production électrique

Il existe différents types de systèmes de production électrique permettant aux utilisateurs hors réseau de bénéficier des mêmes services qu'un utilisateur citoyen connecté au réseau. Les batteries, la génératrice, le système photovoltaïque, l'éolienne, la micro-turbine ou encore le système hybride

combinant plusieurs des technologies peuvent fournir une alimentation électrique à vos différents appareils électriques. Les schémas suivants présentent les cinq systèmes les plus fréquemment rencontrés sur les sites hors réseau de petites et moyennes consommations.

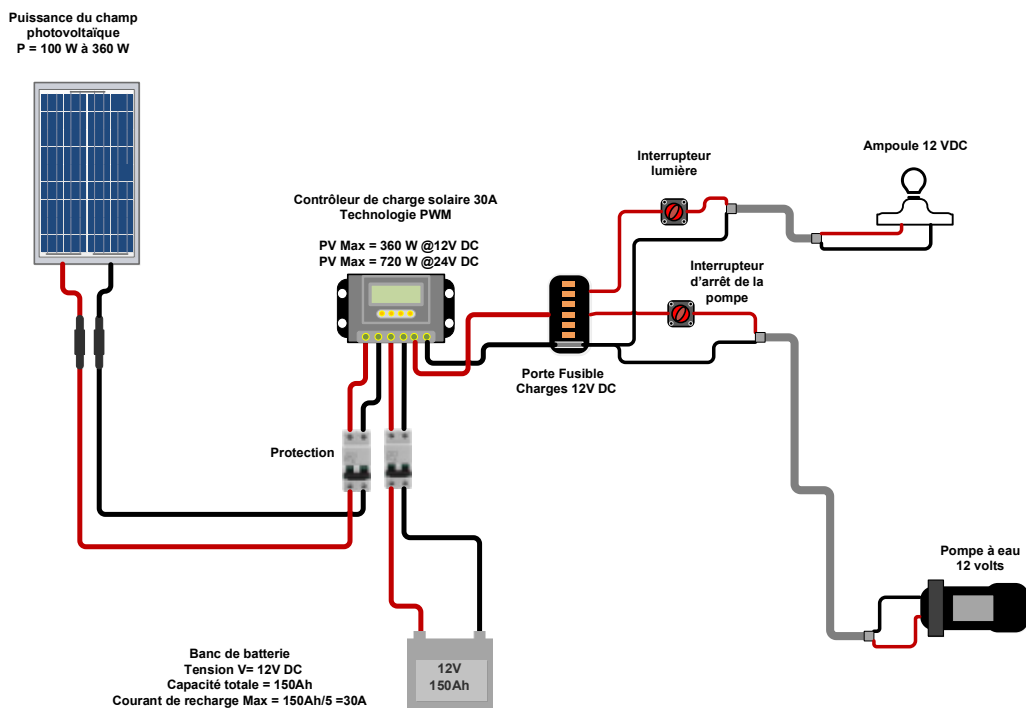


Figure 2 : Système 12 volts avec charge DC

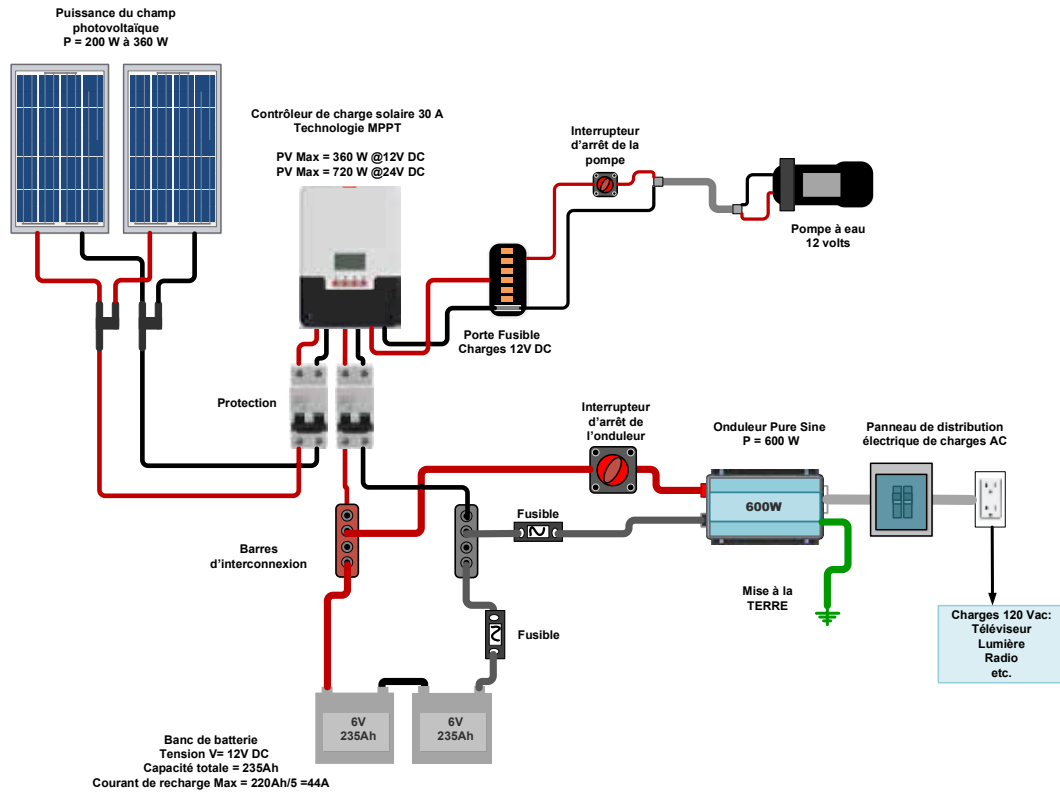


Figure 3 : Système 12 volts avec charge mixte AC/DC et onduleur de 600 watts

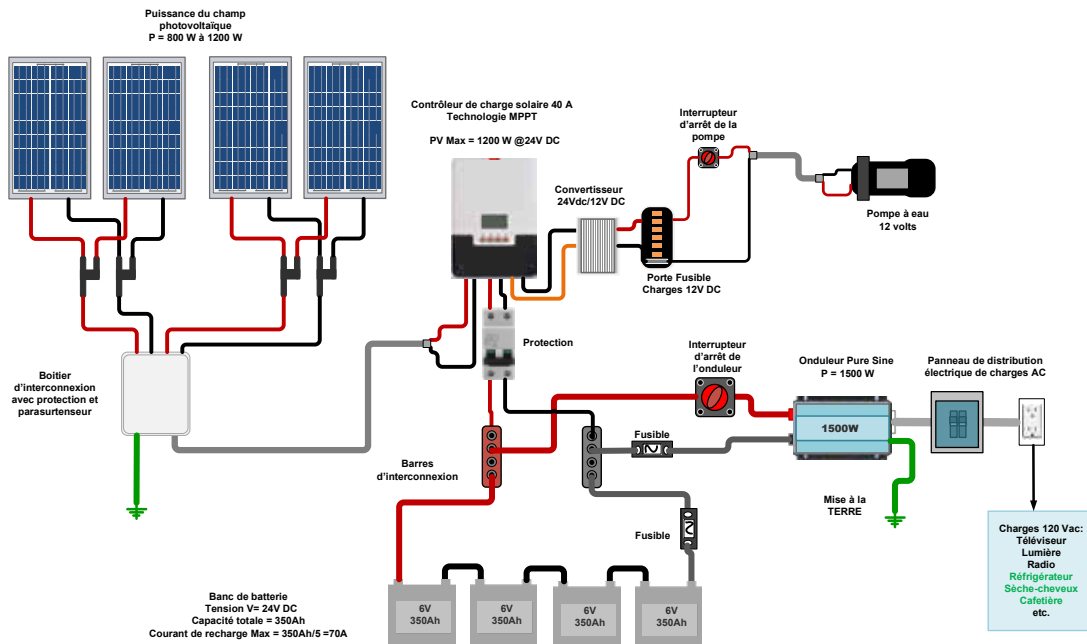


Figure 4 : Système 24 volts avec charge mixte AC/DC et onduleur de 1500 watts

Lorsque les batteries sont faibles et que la journée est nuageuse, la génératrice peut offrir un support d'appoint afin, à la fois, de recharger les batteries et de fournir l'alimentation aux charges AC. Le circuit commutateur de transfert automatique

permet de désactiver l'onduleur lorsque la génératrice est en fonction. La figure 5 illustre le fonctionnement d'un système hybride avec génératrice.

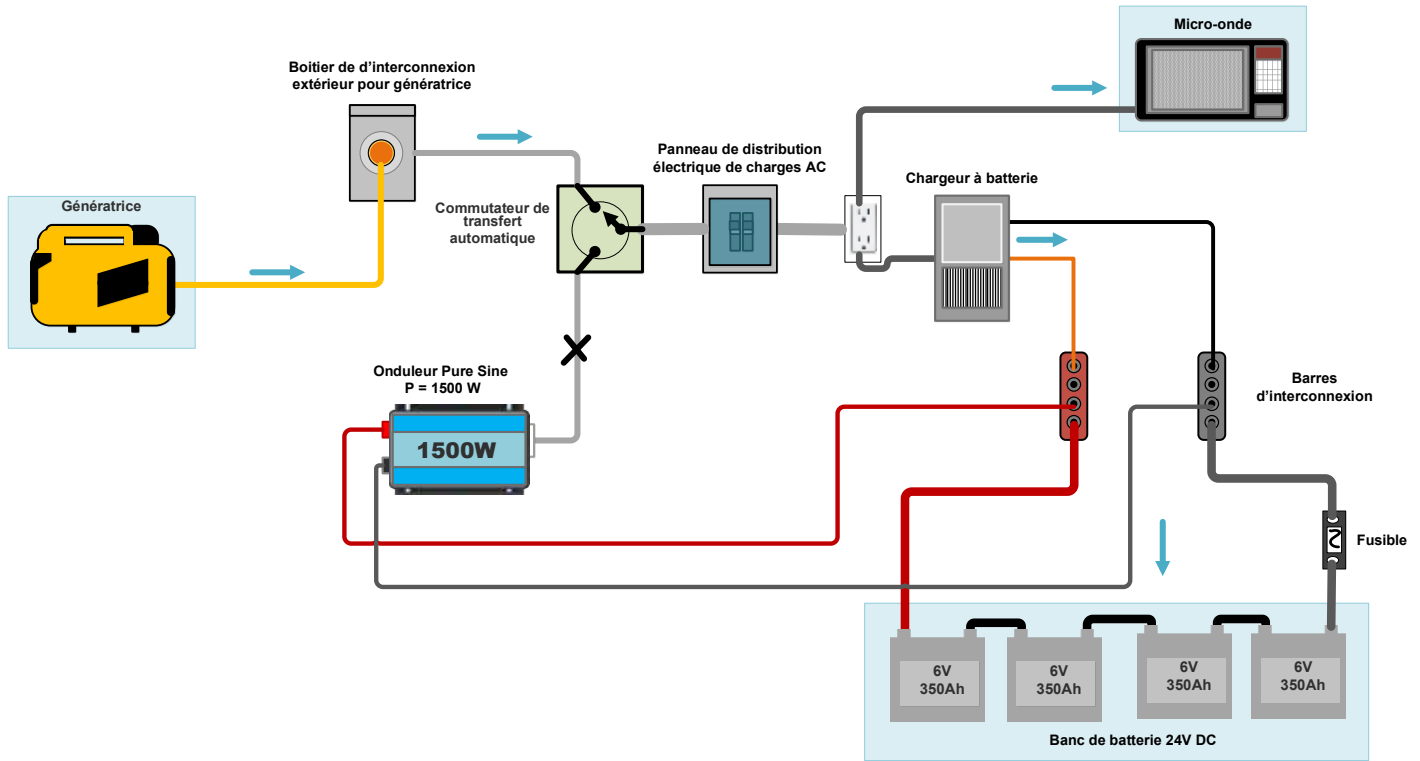


Figure 5 : Système hybride 24 volts avec une alimentation auxiliaire (génératrice)

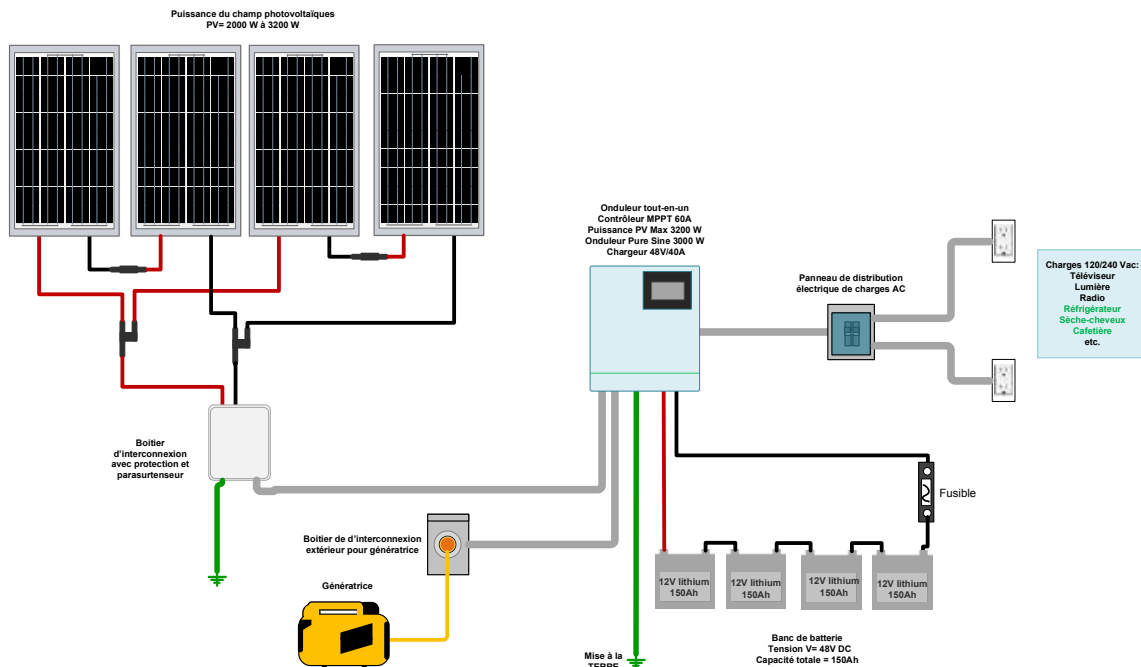


Figure 6 : Système hybride 48 volts avec charge AC de plus de 2000 watts de puissance et génératrice



# LES BESOINS ÉNERGÉTIQUES

Un système d'énergie renouvelable bien dimensionné devrait fournir l'énergie nécessaire afin de répondre aux besoins énergétiques de l'utilisateur. Le principal défi pour l'utilisateur vivant sur un site hors réseau est de gérer sa consommation énergétique en fonction des réserves énergétiques de son système.

Pour bien gérer sa consommation, l'utilisateur doit comprendre les facteurs qui peuvent influencer le rendement du système d'énergie renouvelable. Le propriétaire du chalet doit :

- 1 Identifier les charges électriques en fonction de ses besoins;
- 2 Préconiser des charges alternatives écoénergétiques équivalentes ;
- 3 Reconnaître les charges électriques de hautes intensités afin de les utiliser au moment propice;
- 4 Réduire les dépenses énergétiques en appliquant les différentes mesures d'efficacités énergétiques.

# Appareils électriques et alternatives écoénergétiques

Afin de simplifier le mécanisme d'évaluation, nous avons catégorisé les charges électriques en sous-groupes. Le tableau suivant présente les principales charges électriques typiques qu'un propriétaire de chalet peut utiliser selon chaque sous-groupe.



Éclairage	Utilisation	Notes
Plafonnier / ampoule DEL	Excellente alternative	Efficace, dissipe peu de chaleur.
Ampoule fluocompacte	Alternative moyenne	Contient du mercure. Disposer dans un centre de recyclage.
Tube fluorescent 48 pouces T8	Alternative moyenne	Contient du mercure. Disposer dans un centre de recyclage.
Tube au DEL 48 pouces T8	Excellente alternative	Efficace, dissipe peu de chaleur.
Ampoule incandescente/ hallogène	À éviter	Peu efficace, dissipe beaucoup de chaleur.

Cuisine	Utilisation	Notes
Réfrigérateur sans congélateur Energy STAR	Excellente alternative	Efficace. Consomme moins qu'un frigo avec congélateur.
Mini réfrigérateur avec congélateur Energy STAR	Alternative moyenne	Efficace. Peu de rangement.
Réfrigérateur avec congélateur Energy STAR	Alternative moyenne	Efficace.
Vieux réfrigérateur avec congélateur de plus de 20 ans	À éviter	Consomme deux (2) fois plus d'énergie qu'un frigo Energy STAR.
Machine à glace	Alternative moyenne	Utiliser lors de surplus de production solaire.
Congélateur	Alternative moyenne	Moins énergivore qu'un frigo avec congélateur.
Glaciaire Thermoélectrique	À éviter	Utilise beaucoup d'énergie, peu efficace.
Cafetière électrique avec capsule	Alternative moyenne	Utiliser avec modération, nécessite un onduleur de 1500 watts.
Cafetière avec réchaud	À éviter sur de longues périodes	Utiliser avec modération, nécessite un onduleur de 1500 watts.
Cuisinière au propane / BBQ	Excellente alternative, efficace	N'utilise pas d'électricité mais consomme du propane.
Cuisinière électrique / plaque de cuisson	À éviter	Nécessite un onduleur de 4000 watts.
Grille-pain	Alternative moyenne	Utiliser avec modération, nécessite un onduleur de 1500 watts.
Micro-ondes	Alternative moyenne	Utiliser avec modération, nécessite un onduleur de 1500 watts.

Entretien	Utilisation	Notes
Laveuse	Alternative moyenne	Utiliser lors de surplus de production solaire.
Sécheuse électrique	À éviter	Utiliser lors de surplus de production solaire.
Sécheuse au propane	Alternative moyenne	Utiliser lors de surplus de production solaire. Consomme du propane.
Balayeuse à batterie	Excellente alternative	
Balayeuse électrique	À éviter	Utiliser avec modération, nécessite un onduleur de 1500 watts.
Balayeuse centrale	À éviter	Utiliser avec modération, nécessite un onduleur de 1500 watts.
Sèche-cheveux	Alternative moyenne	Utiliser avec modération, nécessite un onduleur de 1500 watts.
Fer à lisser électrique	Alternative moyenne	Utiliser avec modération.
Fer à lisser à batterie	Excellente alternative	

Divertissement	Utilisation
Radio AM/FM	Excellente alternative
Système de son	Alternative moyenne
Téléviseur DEL	Alternative moyenne
Téléviseur plasma	À éviter
Récepteur satellite TV	Alternative moyenne
Internet satellite	Alternative moyenne
Routeur Wifi	Alternative moyenne
Tablette /cellulaire	Excellente alternative
Ordinateur portable	Alternative moyenne
Ordinateur de bureau	Alternative moyenne
Console de jeux mini	Excellente alternative
Console de jeux haut performance	Alternative moyenne



Outils	Utilisation	Notes
Outils électriques	À éviter	Utiliser avec modération, nécessite un onduleur de 1500 watts.
Outils à batterie	Meilleure alternative	Évite les variations de charges rapides et fréquentes sur le réseau lors de travaux.



# Alternatives

## écoénergétiques

Les alternatives écoénergétiques visent à réduire la consommation électrique sans diminuer le confort de l'utilisateur. Pour chaque appareil, il existe des alternatives écoénergétiques équivalentes. Par exemple, dans la plupart des cas, la balayeuse peut être tout simplement remplacée par un balai. Ou encore le mélangeur électrique peut être remplacé par un mélangeur à main ou un fouet. Les appareils identifiés en vert sont les meilleures alternatives pour un système photovoltaïque. Il faut limiter l'utilisation des appareils possédant la mention « À éviter ».

## Les mesures d'efficacité énergétique

Vous pouvez adapter votre mode de vie. Le propriétaire peut développer des habitudes afin de réduire la consommation électrique journalière. Votre nouvelle installation vous permet d'être autonome énergétiquement. Vous devez être conscient que cette ressource peut s'épuiser si vous ne la gérez pas adéquatement.

Voici quelques pistes pour augmenter votre confort tout en réduisant votre consommation électrique et pour prolonger l'autonomie de vos batteries :

- Choisissez les appareils électriques essentiels à vos besoins.
- Utilisez les appareils le jour lorsqu'il fait soleil. Les panneaux photovoltaïques et les batteries se partagent la charge énergétique le jour.
- Planifiez vos utilisations. Si vous planifiez une utilisation intensive, prévoyez une période pour que le système se recharge.
- Utilisez des appareils écoénergétiques qui consomment moins. Chaque watt économisé permet de prolonger votre investissement (Energy STAR).
- Déterminez la capacité idéale des appareils. La grandeur d'un réfrigérateur est importante. Un réfrigérateur consomme moins s'il n'a pas de congélateur intégré.
- Privilégiez des appareils comme des tablettes ou téléphones au lieu d'un téléviseur géant.
- Réduisez l'utilisation non nécessaire en éteignant certains éclairages et appareils.
- Privilégiez les lampes à DEL plutôt que les lampes à incandescence, halogènes, et les fluorescents.
- Si possible, privilégiez la génératrice pour les appareils énergivores qui exigent beaucoup de courant pendant une brève période. Cela permet de réduire la taille et le coût de votre système photovoltaïque.
- N'utilisez pas le système photovoltaïque pour le chauffage ou la climatisation. Utilisez le chauffage au bois, au propane ou le chauffage solaire passif pour vous chauffer. L'ombrage naturel de la végétation permet de vous rafraîchir le jour.
- Débranchez les chargeurs lorsqu'ils ne sont pas en recharge d'appareil (par exemple : cellulaire, tablette portable, batterie d'outils, etc.).

## Utilisation judicieuse au bon moment



Il arrive parfois qu'il n'y a pas d'alternative convenable pour un besoin. Par exemple, vous avez en votre possession une cafetière qui fait des cafés exceptionnels et intérieurement, votre journée ne sera pas la même sans ce bon café. Il fait beau ce matin, et les batteries de votre système photovoltaïque se rechargent vigoureusement. Même si votre machine expresso consomme près de 900 watts, les batteries auront toute la journée pour être rechargées. Par ailleurs, s'il pleut au matin et que vos batteries sont au plus faibles, la génératrice pourra être l'alternative afin recharger vos batteries tout en fournissant assez de puissance pour vous faire un café.

Par ailleurs, il arrive parfois que vos batteries soient pleinement chargées. Le soleil est abondant. Vos panneaux photovoltaïques attendent patiemment et sont en surproduction. C'est le moment propice pour utiliser vos appareils énergivores comme la balayeuse centrale, la bétonnière pour couler votre patio, votre scie à onglet pour couper les 2x4 de votre remise à bois.

# Le chauffage

Le chauffage est une des charges qui exigent une grande quantité d'énergie. Au Québec, on chauffe principalement avec de l'électricité lorsqu'on est connecté au réseau. Le chauffage électrique avec des panneaux photovoltaïques ne serait pas rentable et il est à proscrire pour les propriétaires de chalet en milieux isolés.

Les poêles à bois, aux granules, à l'huile ou au propane sont des alternatives très efficaces plus économiques que le chauffage électrique avec des panneaux photovoltaïques. Cependant, notez que les poêles au bois possédant la certification EPA sont plus écologiques. Le bois est une ressource renouvelable et très accessible pour une source idéale de chauffage de votre bâtiment isolé.

L'isolation du bâtiment et le calfeutrage des fuites sont des mesures qui permettent de réduire les dépenses de chauffage. Les fenêtres ne sont pas très isolantes. Cependant, lorsqu'elles sont exposées au sud, le soleil peut apporter un très bon apport d'énergie le jour. Évitez les grandes fenêtres situées sur les murs au nord afin de réduire les pertes de chaleur. Un débord de toit au sud permettra de couper le soleil en été tout en le laissant entrer l'hiver.

La nuit, couvrez vos fenêtres avec des rideaux opaques doublés. Vous pouvez aussi placer des plastiques transparents sur vos fenêtres afin de réduire les infiltrations d'air et les pertes de chaleur.

## Estimation de votre consommation électrique journalière

Pour dimensionner votre système, vous aurez besoin d'estimer la consommation électrique journalière de tous vos appareils électriques. Vous devrez faire l'inventaire des charges électriques, identifier la puissance de chaque appareil et finalement estimer le nombre d'heures d'utilisation par jour. Le tableau suivant renferme plusieurs informations sur la puissance des appareils et le nombre d'heures d'utilisation par jour. La consommation journalière pour chaque appareil est calculée dans la colonne de droite.

**La formule pour calculer la consommation journalière d'un appareil est :**

$$\text{Consommation journalière (Wh/j)} = \text{Quantité d'appareils} \times \text{La puissance de l'appareil (watts)} \times \text{Nombre d'heures d'utilisation par jour (heures/jour)}$$

Exemple de calcul pour 2 plafonniers/ampoules DEL : 2 appareils x 9W/appareil x 4 heures/jour = 72 Wh/j

### Consommation d'équipements typiques

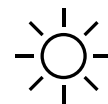
Éclairage	Puissance nominale de l'appareil (watts)	Heures d'utilisation par jour (heures/jour)	Consommation journalière moyenne (Wh/jour)
Plafonnier / ampoule DEL	9	4	36
Ampoule fluocompacte	15	4	60
Tube au DEL 48 pouces T8	18	4	72
Tube fluorescent 48 pouces T8	32	4	128
Ampoule incandescente 50 watts	50	4	200
Ampoule incandescente 60 watts	60	4	240
Ampoule incandescente 100 watts	100	4	400

# L'éclairage

L'éclairage est essentiel à tout habitat. C'est pourquoi l'utilisateur doit particulièrement choisir la technologie qui lui permet de minimiser sa consommation. Tel que présenté au tableau suivant, la technologie au DEL est la plus efficace d'entre toutes.



## Puissances équivalentes pour différents types d'ampoule



INCANDESCENTE	HALOGÈNE	FLUOCOMPACTE (CFL)	DEL	Intensité lumineuse (LUMEN)
25 W	20 W	7 W	4 W	250
40 W	28 W	10 W	8 W	450
60 W	42 W	13 W	9 W	800
75 W	53 W	17 W	12 W	1050
100 W	70 W	23 W	14 W	1500
150 W	110 W	35 W	22 W	2450

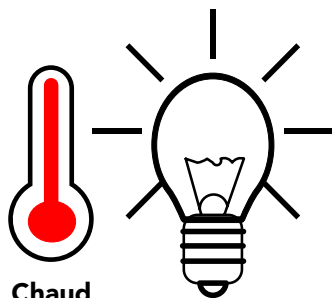
L'ampoule au DEL est la plus efficace des ampoules.

## Ampoule incandescente

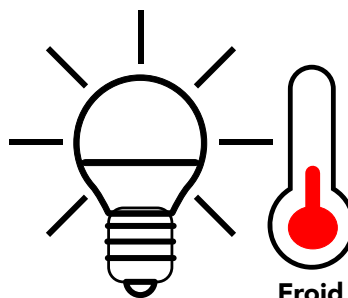
## VS ampoule au DEL

Une ampoule incandescente de 100 watts émet la même quantité d'intensité lumineuse qu'une ampoule au DEL de 14 watts.

**AMPOULE INCANDESCENTE DE 100 WATTS :**  
elle transmet un éclairage de 1500 lumens et plus de 85 watts de chaleur



Chaud



Froid

**AMPOULE AU DEL DE 14 WATTS :**  
elle transmet un éclairage de 1500 lumens et peu de chaleur

Notez que l'ampoule incandescente dégage plus de chaleur que l'ampoule au DEL.



<b>Divertissement/Bureau</b>	<b>Puissance nominale de l'appareil (watts)</b>	<b>Heures d'utilisation par jour (heures/jour)</b>	<b>Consommation journalière moyenne (Wh/jour)</b>
Radio portative AM/FM	15	6	90
Système de son	250	6	1 500
Téléviseur LED 48 pouces	75	2,5	188
Téléviseur plasma 48 pouces	400	2,5	1 000
Téléviseur OLED 55 pouces	99	2,5	248
Téléviseur LED 70 pouces	250	2,5	625
Lecteur DVD	15	2,5	38
Lecteur Blu-ray	25	2,5	63
Console de jeux	130	4	520
Récepteur satellite TV « BELL »	32	2,5	80
Récepteur Internet satellite « Explornet »	56	12	672
Récepteur Internet satellite « Starlink »	150	12	1 800
Routeur wifi	12	12	144
Base Radio communication	25	3,5	88
Ordinateur portatif 15 pouces	65	3,5	228
Ordinateur de bureau avec écran	65	3,5	228
Tablette / cellulaire	11	4	44
Imprimante	35	0,5	18

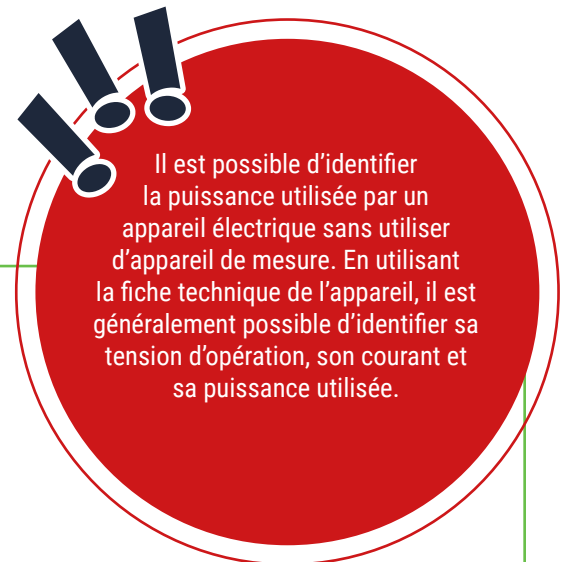
<b>Outils</b>	<b>Puissance nominale de l'appareil (watts)</b>	<b>Heures d'utilisation par jour (heures/jour)</b>	<b>Consommation journalière moyenne (Wh/jour)</b>
Outils électriques	1 200	0,15	180
Pompe à eau à diaphragme CC	72	0,5	36
Pompe à eau submersible 1/2hp	350	0,2	70
Pompe à eau à jet AC 1/2hp	350	0,5	175
Chargeur outils à batterie	50	1	50

Cuisine	Puissance nominale de l'appareil (watts)	Heures d'utilisation par jour (heures/jour)	Consommation journalière moyenne (Wh/jour)
Réfrigérateur sans congélateur Energy STAR	100	6	600
Mini réfrigérateur avec congélateur	80	6	480
Réfrigérateur avec congélateur Energy STAR	150	6	900
Réfrigérateur avec congélateur usagé de plus de 20 ans	365	6	2 190
Machine à glace	325	3	975
Congélateur horizontal	135	5,4	729
Congélateur vertical	155	6	930
Glacière thermoélectrique	65	24	1 560
Cafetière électrique avec capsule	900	0,05	45
Cafetière avec plaque chauffante	500	1,5	750
Bouilloire	950	0,15	143
Cuisinière au propane / BBQ	0	6	0
Cuisinière électrique	5 197	3	15 591
Lave-vaisselle	342	1	342
Grille-pain	800	0,05	40
Mélangeur électrique	250	0,05	13
Distributeur eau froide	600	0,38	228
Machine à pain	275	1	275
Micro-ondes	1 200	0,05	60

Soins personnels	Puissance nominale de l'appareil (watts)	Heures d'utilisation par jour (heures/jour)	Consommation journalière moyenne (Wh/jour)
Sèche-cheveux	1 100	0,13	143
Fer à lisser électrique	30	0,5	15
Fer à lisser à batterie	12	4	48
Machine respiratoire	66	8	528

Entretien/Chauffage/ Climatisation	Puissance nominale de l'appareil (watts)	Heures d'utilisation par jour (heures/jour)	Consommation journalière moyenne (Wh/jour)
Laveuse	748	0,57	427
Sécheuse électrique	4 400	0,63	2 772
Sécheuse au propane	900	0,63	567
Aspirateur à batterie	36	4	144
Aspirateur mobile	900	0,3	270
Aspirateur central	1 656	0,3	497
Ventilateur sur pied	45	1	45
Ventilateur plafonnier	45	1	45
Ventilateur pour poêle à bois	45	1	45
Climatiseur	1 700	4	6 800

## Interpréter la fiche technique d'un appareil électrique



### SPÉCIFICATION TECHNIQUE DU TÉLÉVISEUR

Tension : 120 VAC à 60 Hz  
Courant typique : 0,25 A  
Puissance typique = ?

### POUR CE TÉLÉVISEUR

- La tension d'opération est de 120 volts AC
- Le courant typique est de 0,25 ampères

### LA FORMULE POUR CALCULER LA PUISSANCE EST :

Puissance = Tension x Courant  
 $P = 120 \text{ VAC} \times 0,25 \text{ A} = 30 \text{ watts}$







# Période de rayonnement solaire journalier

La période de rayonnement solaire journalier correspond au nombre d'heures par jour durant lesquelles une surface exposée de 1 m<sup>2</sup> recevra une puissance solaire de **1000 W**. Elle s'exprime en **heure/jour**.

La période de rayonnement solaire journalier est utilisée pour dimensionner le champ photovoltaïque. Le rayonnement solaire varie en fonction de l'heure de la journée, du jour dans l'année, ainsi que des nuages. La période

de rayonnement solaire journalier se calcule en divisant la valeur du rayonnement solaire moyen journalier par **1000 W/m<sup>2</sup>**. Il est possible d'estimer la période de rayonnement solaire journalier d'une position géographique grâce à plusieurs sites web qui compilent la quantité d'énergie moyenne reçue pour chaque journée de l'année.

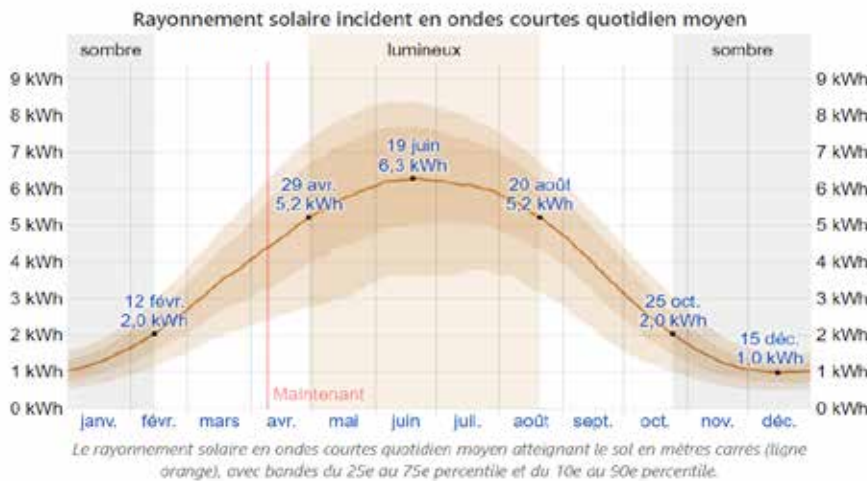
Cette période de rayonnement solaire journalier ne doit pas être confondue avec le nombre d'heures par jour ou il fait clair.



Le site français [fr.weatherspark.com](http://fr.weatherspark.com) permet d'évaluer la période de rayonnement solaire journalier à partir de l'endroit désiré.

**Exemple : Quelle est la période de rayonnement solaire journalier de la ville de Saguenay au Canada pour chaque mois ?**

**Voici l'information recueillie pour la ville de Saguenay :**



**Identifiez et complétez les valeurs de rayonnement (kWh/m<sup>2</sup>/jour) de chaque mois :** en divisant la valeur par 1 kWh/m<sup>2</sup>, on obtient la période de rayonnement solaire journalier moyen pour chaque mois.

**[Latitude : 48.43, Longitude : -71.07'] Saguenay, Canada, Amérique**

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1,45 h/jour	2,45 h/jour	3,7 h/jour	4,95 h/jour	5,85 h/jour	6,15 h/jour	5,95 h/jour	5 h/jour	3,55 h/jour	2,1 h/jour	1,2 h/jour	1 h/jour

Pour la ville de Saguenay, le rayonnement solaire journalier moyen du mois de juin est de 6,15 heures/jour. Tandis qu'au mois de décembre, il n'y a qu'une seule heure de rayonnement solaire journalier moyen.

Autrement dit, l'ensemble de l'énergie solaire reçue par votre panneau du lever au coucher du soleil en juin est équivalent à 6.15 h de production maximale de votre panneau solaire.

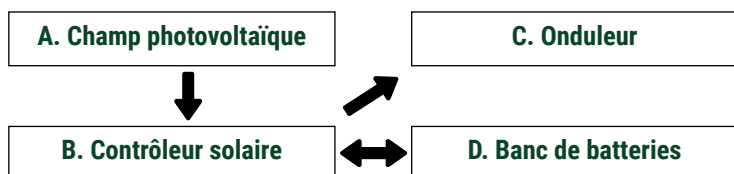
# Dimensionnement d'un système photovoltaïque

Voici un exemple de dimensionnement d'un système en énergie renouvelable d'un site hors réseau. Pour dimensionner le système, nous suivrons les trois étapes suivantes.

1. Calculer la consommation électrique journalière du propriétaire.

2. Identifier la période d'utilisation afin d'évaluer la période de rayonnement minimale du site.

3. Dimensionner les composantes du système photovoltaïque.



## Calcul de la consommation journalière

## Inventaire des charges électriques

### EXEMPLE DE CALCUL

Les propriétaires habitent dans la région du Saguenay. Ils profitent de leur chalet durant la période de mai à fin-septembre.

#### Les appareils électriques utilisés sont :

- 11x plafonniers au DEL de 9 watts pour l'éclairage des pièces (seulement la moitié fonctionne en même temps)
- 1x réfrigérateur sans congélateur
- 1x machine à glace pour les rafraîchissements en été
- 1x téléviseur de 48 pouces au DEL
- 1x lecteur dvd
- 1x récepteur Internet satellite Explornet
- 1x routeur Wifi
- 2x cellulaires
- 1x chargeur à batterie pour outils (perceuse, scie à onglet, scie à chaîne, etc.)

Tous les appareils fonctionnent sur le 120VAC.

#### Les propriétaires utilisent les items suivant afin de réduire leur consommation journalière :

- cuisinière au gaz
- BBQ
- balai
- cafetière moka
- mélangeur à main

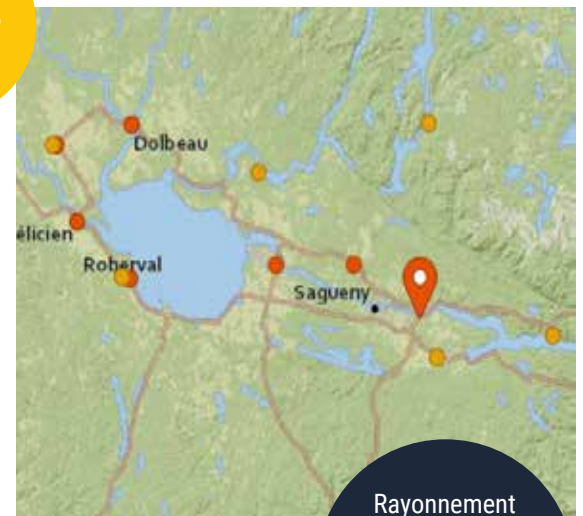
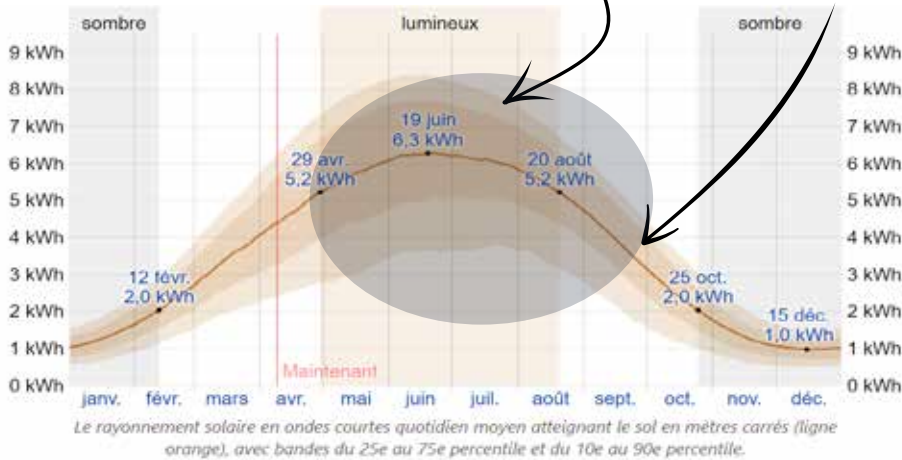
Appareil électrique	Quantité	Puissance nominale de l'appareil (watts)	Heures d'utilisation par jour (heures/jour)	Consommation journalière moyenne (Wh/jour)
Plafonniers au DEL (50% d'utilisation)	11x	9 W	4 h	198 Wh/j
Réfrigérateur sans congélateur	1x	85 W	6 h	510 Wh/j
Machine à glace	1x	325 W	2 h	650 Wh/j
Téléviseur de 48 pouces au DEL	1x	75 W	2,5 h	188 Wh/j
Lecteur DVD	1x	15 W	2,5 h	38 Wh/j
Récepteur Internet satellite Explornet	1x	56 W	12 h	672 Wh/j
Routeur Wifi	1x	12 W	12 h	144 Wh/j
Cellulaire/Tablette	1x	14 W	4 h	56 Wh/j
Chargeur à batterie pour outils	1x	50 W	1 h	50 Wh/j
Total de la consommation journalière :				<b>2 506 Wh/jour</b>

# Identifier la période d'utilisation afin d'évaluer la période de rayonnement minimale du site

Pour effectuer les calculs de dimensionnement, nous avons besoin de la période de rayonnement solaire journalière minimale. La période de rayonnement solaire journalière minimale pour les propriétaires de chalet habitant au Saguenay de mai à fin septembre est de 3h / jour.

Notez que le système photovoltaïque n'est pas très efficace lorsqu'il est utilisé dans la période sombre de fin octobre à mi-février. Le système serait surdimensionné et il est préférable d'utiliser la génératrice pour combler la demande durant cette période. Il n'est pas conseillé d'utiliser une période de rayonnement solaire journalière inférieure à deux (2) heures pour calculer le dimensionnement du système.

## Rayonnement solaire incident en ondes courtes quotidien moyen



Rayonnement minimal de 3 h/jour durant la période d'occupation

[Latitude : 48.43, Longitude : -71.07'] Saguenay, Canada, Amérique

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1,45 h/jour	2,45 h/jour	3,7 h/jour	4,95 h/jour	5,85 h/jour	6,15 h/jour	5,95 h/jour	5 h/jour	3,55 h/jour	2,1 h/jour	1,2 h/jour	1 h/jour

La période de rayonnement solaire journalière minimale = 3 h/jour, pour une utilisation saisonnière.



# Dimensionner les composantes du système photovoltaïque

## Dimensionnement du champ photovoltaïque



### Formule de la puissance des panneaux photovoltaïques

$$\text{Puissance des PV (W)} = \frac{\text{Consommation journalière (Wh/jour)} \times \text{Facteur de correction}}{\text{Période de rayonnement solaire journalière minimale (heures)}}$$

Total de la consommation journalière	2 506 Wh/jour
Période de rayonnement solaire journalière minimale selon l'utilisation (h/j):	3,0h/jour
Puissance théorique du champ photovoltaïque (W) = Consommation journalière / heure d'ensoleillement	835 watts
Facteur de correction (efficacité de l'orientation, inclinaison et température varie de 1,15 à 1,25)	1,15
Puissance requise du champ photovoltaïque (W) = (Consommation journalière / heure ensoleillement) x Facteur de correction	960 watts

**Les propriétaires auraient besoin d'un champ photovoltaïque d'environ 960 watts.**

C'est l'équivalent de deux (2) panneaux de 480 watts, ou de trois (3) panneaux 320 watts ou de quatre (4) panneaux de 250 watts.

## Dimensionnement de la capacité du contrôleur solaire

La capacité du contrôleur solaire dépend principalement de la puissance totale du champ photovoltaïque.

Un contrôleur solaire utilisant la technologie PWM est économique, mais moins performant que les contrôleurs utilisant la technologie MPPT. Nous vous conseillons d'utiliser les contrôleurs PWM pour des applications portatives de petites puissances (en bas de 200 watts de panneaux photovoltaïques). Le surcoût à l'achat d'un MPPT au lieu d'un PWM se repaie rapidement et est fortement conseillé.

Puissance PV requise	Caractéristiques du contrôleur solaire
200 W	Contrôleur PWM @ 12 Volts
260 W	Contrôleur MPPT 20 A @ 12 Volts
520 W	Contrôleur MPPT 20 A @ 24 Volts
390 W	Contrôleur MPPT 30 A @ 12 Volts
780 W	Contrôleur MPPT 30 A @ 24 Volts
520 W	Contrôleur MPPT 40 A @ 12 Volts
1 040 W	Contrôleur MPPT 40 A @ 24 Volts
800 W	Contrôleur MPPT 60 A @ 12 Volts
1 600 W	Contrôleur MPPT 60 A @ 24 Volts
2 400 W	Contrôleur MPPT 60 A @ 36 Volts
3 200 W	Contrôleur MPPT 60 A @ 48 Volts

Pour le système utilisant un champ photovoltaïque de 960 watts, nous suggérons l'utilisation d'un contrôleur solaire MPPT de 40A à 24 volts pouvant utiliser jusqu'à 1040 watts de panneaux photovoltaïques.

# Dimensionnement de la puissance de l'onduleur

La puissance de l'onduleur dépend de plusieurs facteurs :

1

De la puissance des appareils haute intensité tels que micro-ondes, grille-pain ou sèche-cheveux. Si on utilise un de ces appareils, l'onduleur doit être de 1500 watts.

2

Un réfrigérateur exige un onduleur de 800 watts afin de démarrer son compresseur.

3

On peut aussi tenir compte du nombre total de puissances des appareils qui pourraient fonctionner en même temps.

4

Notez que plus un onduleur est grand, plus il consomme et dissipe de la chaleur.

5

En général, un onduleur de 1500 watts répond assez bien à la demande en toutes circonstances.

6

Les onduleurs à forme d'onde sinus pure sont plus efficaces que les onduleurs à forme d'onde sinus modifié.

Note : les onduleurs sinus pure sont recommandés pour des équipements électroniques nécessitant une bonne qualité de l'onde (ex : portable, téléviseur, ...).

Pour nos propriétaires, un **onduleur à forme d'onde sinus pure** possédant une puissance **de 800 à 1500 watts** serait efficace et suffisant pour la demande électrique.

# Dimensionnement de la capacité du banc de batteries

Pour identifier la capacité de la batterie, on doit connaître la tension du système, la puissance du champ photovoltaïque, le nombre de jours d'autonomie désirée, la technologie de batteries utilisée, et la puissance de l'onduleur.

**Tension du système : 24 volts**

**Puissance du champ photovoltaïque : 960 watts**

**Puissance de l'onduleur : entre 800 et 1500 watts**

Le niveau de décharge maximale des batteries est de 50 % pour les batteries AGM et acide plomb immergé.

Le niveau de décharge maximale des batteries est de 80 % pour les batteries au lithium.

L'autonomie désirée varie de 1 à 3 jours. Plus elle est grande, plus le système sera dispendieux.

Tension du système	Puissance du champ photovoltaïque ou de l'onduleur (watts) (choisir le plus grand)	Courant (ampères)	Capacité du banc de batterie AGM et acide plomb immergé (ampère.heure)	Capacité du banc de batterie au lithium (ampère.heure)
12 volts	300 W	25A	100 Ah	65 Ah
12 volts	500 W	42 A	210 Ah	135 Ah
24 volts	800 W	33 A	167 Ah	107 Ah
24 volts	1 500 W	63 A	312 Ah	200 Ah
48 volts	3 000 W	63 A	312 Ah	200 Ah

Selon les informations recueillies, la tension du banc de batterie serait de 24 volts avec une capacité minimale de 312 Ah.

L'autonomie en heure du système est de :

$$\text{Autonomie (jour)} = \frac{\text{Tension du système} \times \text{Capacité de la batterie} \times \text{Niveau de décharge maximale de la batterie}}{\text{Consommation journalière}}$$

Voici la compilation des caractéristiques du système photovoltaïque :

Exemple
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La tension du système est de 24 V.</li> <li>• La capacité des batteries est de 312 Ah.</li> <li>• Le niveau de décharge de la capacité maximale de la batterie est fixé à 50 %.</li> <li>• La consommation journalière est de 2 506 Wh/jour</li> </ul>
$\text{Autonomie (jour)} = \frac{24 \text{ volts} \times 312 \text{ Ah} \times 50 \%}{2 506 \text{ Wh/jour}}$
<p>L'autonomie du système est de 1,5 jour.</p>

	Caractéristiques du système PV
Consommation journalière totale	2506 Wh/jour
Caractéristiques du champ photovoltaïque	Puissance de 960 watts
Caractéristiques du contrôleur solaire	Fonctionnant à 24 volts, courant de 40 A
Caractéristiques de l'onduleur	Puissance 800 à 1500 watts, fonctionnant à 24 volts, forme d'onde pure sine
Banc de batteries AGM ou acide-plomb	Tension = 24 V, capacité de 312 Ah, autonomie de 1,5 jour
Banc de batteries lithium	Tension = 24 V, capacité de 200 Ah, autonomie de 1,5 jour



# Vérifier son système

## Les appareils de mesure

Le technicien utilise principalement le **multimètre** ou la **pince ampèremétrique** afin de vérifier le fonctionnement des composantes d'un système en énergie renouvelable.

Le multimètre permet de mesurer la tension d'une batterie afin de vérifier son niveau de charge.



La pince ampèremétrique permet de mesurer facilement le courant circulant dans un fil.



Il utilise aussi le **compteur électrique portable** pour faciliter l'évaluation de la consommation électrique d'un site.

Avec cet appareil, le technicien pourra réaliser un profil de consommation électrique très réaliste pour un client.


Le compteur électrique permet entre autres de mesurer la **puissance (W)** d'un appareil électrique et sa **consommation (Wh)** sur une période de temps.

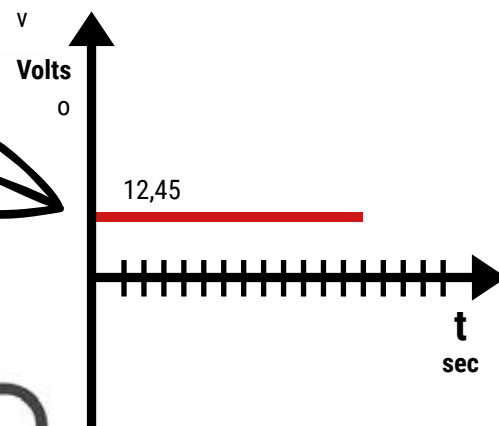
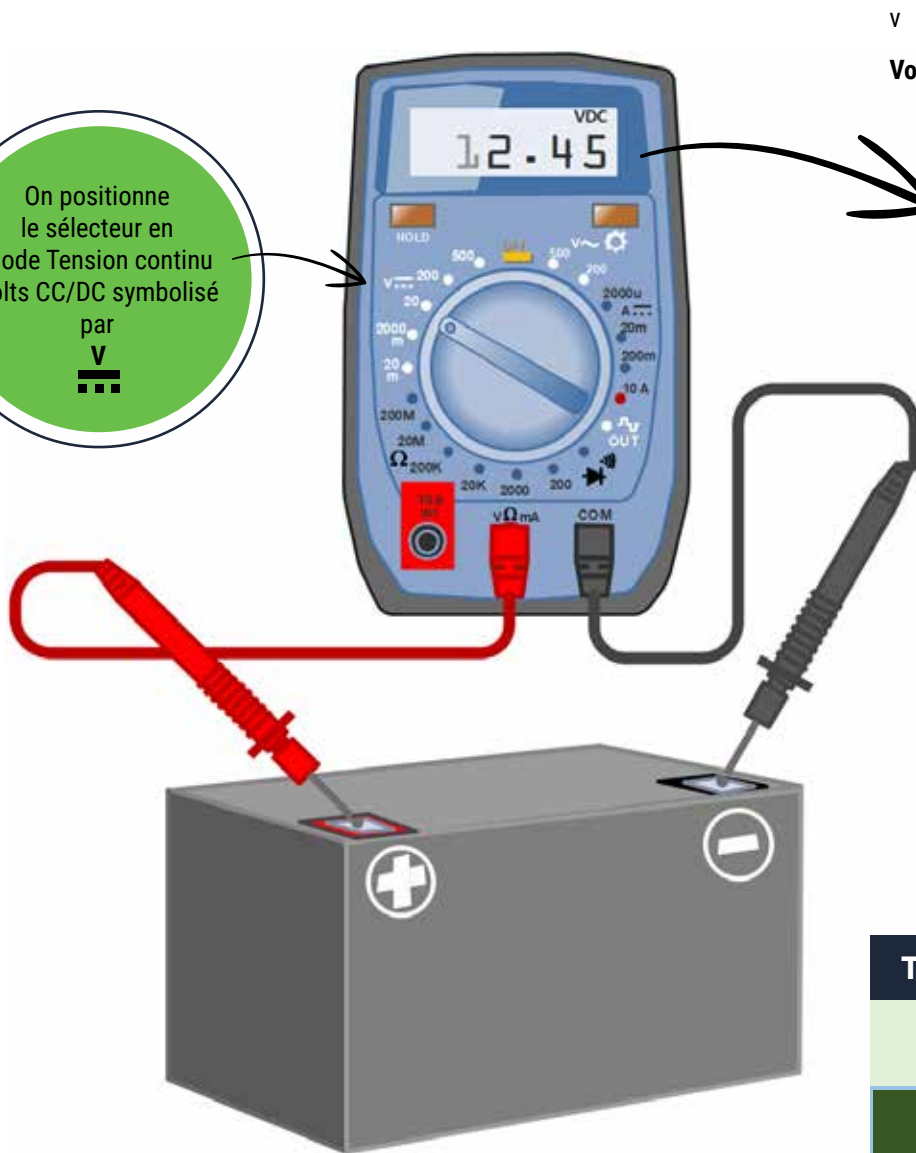




# Application :

Vérifier le niveau de charge d'une batterie 12 volts (CC)

On positionne le sélecteur en mode Tension continu Volts CC/DC symbolisé par  $V$  



La tension aux bornes de la batterie est de 12.45 VCC.  
Contrairement à la tension CA, la tension CC ne varie pas en fonction du temps.

%	$V_{BATT}$ [volts]
100 +	12,73
90	12,62
80	12,50
70	12,37
60	12,24
50	12,10
40	11,96
30	11,81
20	11,66
10	11,51
0	11,36

**EXERCICE**

Quel est le niveau de charge de la batterie?

**RÉPONSE**

En comparant au tableau, nous pouvons interpréter que la batterie est chargée à plus de 70 %.

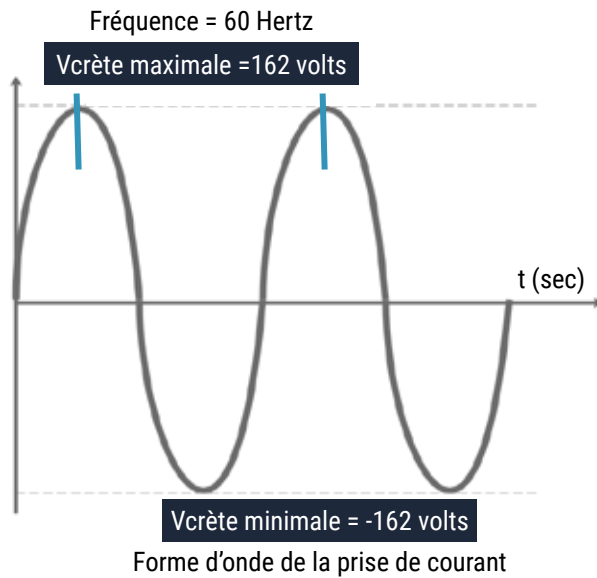
# Application :

## Vérifier la tension alternative (CA) d'une prise de courant américaine de 115 VCA

Un multimètre mesure la valeur efficace d'une tension CA.

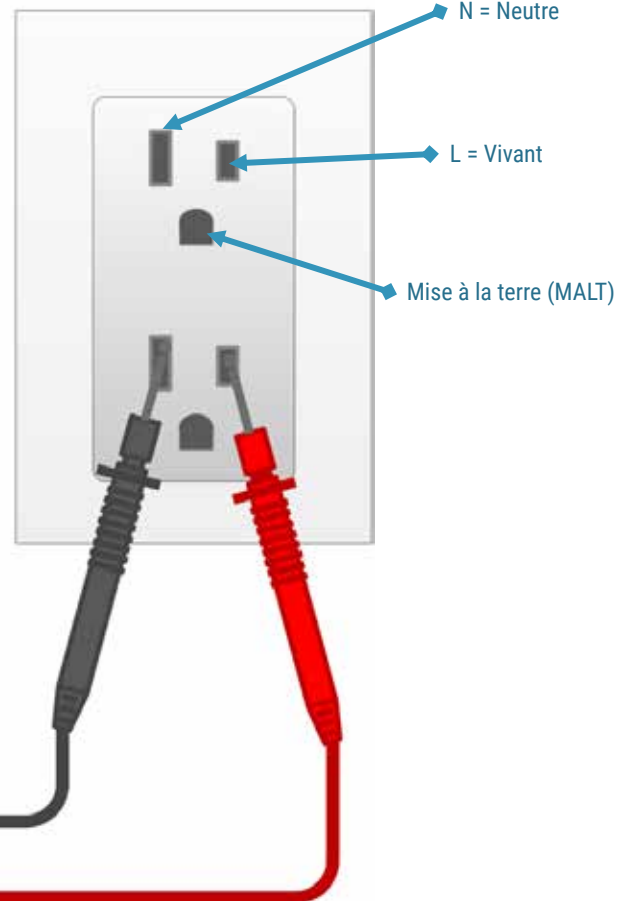
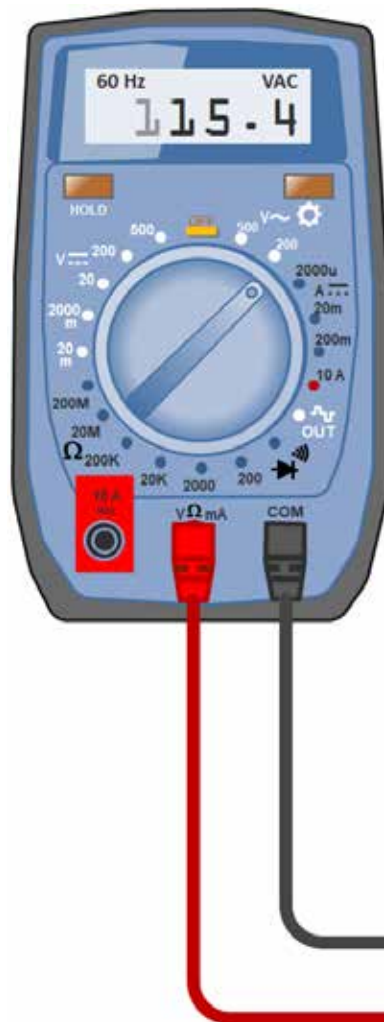
**Tension efficace (VRMS)**

$$V_{RMS} = V_{crête} / 1,41$$
$$V_{RMS} = 162 \text{ Volts} / 1,41$$
$$V_{RMS} = 115 \text{ VCA}$$



On positionne le sélecteur en mode « Tension alternative Volts CA/AC » symbolisé par

$V \sim$



# Test pour vérifier l'état des fusibles ou disjoncteurs

Les fusibles peuvent être vérifiés simplement avec un multimètre en utilisant la continuité ou la valeur résistive. On place les sondes du multimètre sur les deux extrémités du fusible ou des bornes du disjoncteur.



On obtient une valeur résistive (ohm) faible et un bip lorsque le fusible est en bon état.



On obtient un circuit ouvert, Open Line (O.L.), lorsque le fusible est brûlé.



# La pince ampèremétrique

La pince ampèremétrique possède les mêmes fonctionnalités de base qu'un multimètre. Cependant sa pince ergonomique permet de mesurer plus facilement le courant circulant dans un fil sans avoir à le débrancher de son circuit. Le multimètre peut habituellement mesurer des courants inférieurs à 10 ampères. La pince ampèremétrique est conçue pour mesurer des courants de plus grandes intensités et de manière plus sécuritaire.

**Application : Vérifier le courant circulant dans un fil avec la pince ampèremétrique**



La pince doit entourer un seul fil à la fois.



Le **séparateur de ligne** est un outil auxiliaire pour la pince ampèremètre.

Il permet de mesurer le conducteur unique à l'intérieur du câble d'alimentation gainé.

## Le moniteur de consommation CA portatif ou compteur électrique



Il s'utilise facilement en le branchant directement dans votre prise de courant et à y branchant votre équipement par la suite.

En branchant un ou plusieurs appareils sur le moniteur de consommation, celui-ci pourra mesurer l'énergie consommée sur une période donnée. En plus, il est possible de paramétrer le moniteur afin de connaître le coût exact de la consommation utilisée.

Ce moniteur peut aussi mesurer et afficher la tension d'opération, la fréquence et le courant utilisé par une charge électrique. Il calcule instantanément la puissance utilisée, minimale et maximale de la charge.



# Maintenance des panneaux photovoltaïques

## L'orientation du panneau photovoltaïque

Le soleil apparaît le matin, se déplace en suivant une courbe dans le ciel et disparaît la nuit. Pour un rendement idéal, vous devriez ajuster l'orientation de votre panneau afin de suivre le soleil. Il existe des systèmes suiveurs permettant de positionner votre panneau automatiquement. Cependant, il est plus rentable d'investir sur un panneau plus grand plutôt que de recourir aux systèmes suiveurs automatiques. Si vos panneaux sont sur un poteau au sol, il est possible pour les bricoleurs de se faire un suiveur solaire manuel.

Afin de maximiser le rendement de votre panneau photovoltaïque, il doit être orienté simplement vers le soleil lorsqu'il est midi, donc plein Sud.



## L'inclinaison du panneau photovoltaïque

L'inclinaison dépend de la latitude et varie légèrement chaque jour selon les mois de l'année. Il est préférable d'ajuster le panneau photovoltaïque plusieurs fois dans l'année surtout lorsque la période journalière d'ensoleillement est plus courte.

Pour une installation fixe, le rendement sera moindre.

Le panneau est complètement à l'horizontale lorsque son inclinaison est de 0°.

Le panneau est complètement à la verticale lorsque son inclinaison est de 90°.

Au Saguenay-Lac-Saint-Jean, la latitude est de 48°. C'est l'inclinaison recommandée pour les périodes du printemps et de l'automne. En été quand le soleil est plus haut dans le ciel, la meilleure inclinaison est de 30°. Inversement avec le soleil plus bas en hiver, elle grimpe à 66°.

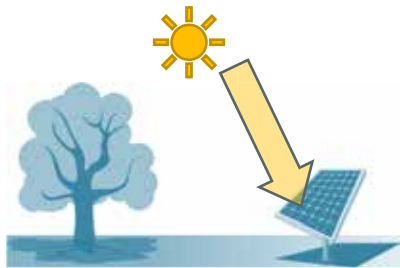
Quand on n'a pas cette table sous la main, on peut appliquer la règle du pouce du +/-15° par rapport à la latitude.

Selon la latitude géographique et le jour de l'année, l'inclinaison optimale des modules PV permet de capter le maximum de rayonnement solaire.

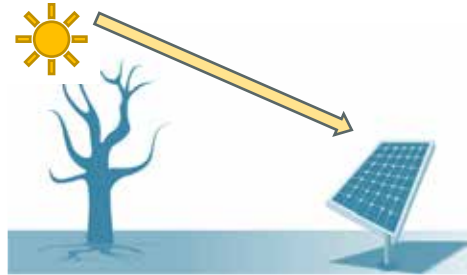


Inclinaison optimale des panneaux photovoltaïques			
Latitude du lieu	Printemps/ Automne	Été	Hiver
0°-15°	7°	2°	15°
16°-20°	21°	5°	37°
21°-25°	24°	7°	42°
26°-30°	29°	11°	47°
31°-35°	33°	15°	52°
36°-40°	38°	20°	57°
41°-45°	43°	25°	61°
46°-50°	48°	30°	66°
51°-55°	53°	34°	71°
56°-60°	58°	38°	77°
61°-65°	63°	49°	81°
66°-90°	65°	56°	84°

# Positionnement et emplacement du panneau



Positionner le panneau photovoltaïque dans un endroit avec la plus grande exposition au soleil et en éliminant l'ombrage.



L'hiver, le soleil est situé plus à l'horizontale. Méfiez-vous des ombrages. C'est primordial! Un ombrage même minime peut réduire grandement leur productivité.



La chaleur réduit l'efficacité du panneau. Installer le panneau photovoltaïque afin d'obtenir une aération suffisante. En ce sens, mars est en général le meilleur mois de production solaire pour le Québec.



Fixer et ancrer le panneau photovoltaïque solidement afin d'éviter qu'il ne parte au vent.



Installer le panneau photovoltaïque de manière accessible, pour faire la maintenance et l'ajustement de l'inclinaison.

## Entretien du panneau photovoltaïque



Lorsque le panneau est à l'horizontale, il est préférable de garder une inclinaison minimale de 2° pour laisser écouler l'eau lorsqu'il pleut. Avant de fermer pour l'hiver, mettez vos capteurs solaires verticaux si possible. Ils seront ainsi déneigés et au meilleur de leur production (Maintenance de la charge des batteries).



Nettoyer régulièrement le panneau de la poussière, la fiente d'oiseaux ou de la neige.

Un recouvrement même léger réduira drastiquement l'efficacité de la production solaire.

# MAINTENANCE DE LA BATTERIE

Niveau de charge de la batterie

## Niveau de charge pour une batterie acide-plomb immergée et AGM

% de charge	Vcc			
	6 volts	12 volts	24 volts	48 volts
100 % en recharge	7,10	14,40	28,80	57,60
100 % au repos	6,45	12,90	25,80	51,60
90 %	6,31	12,62	25,24	50,48
80 %	6,25	12,50	25,00	50,00
70 %	6,19	12,37	24,74	49,48
60 %	6,12	12,24	24,48	48,96

### Seuil de décharge maximale recommandé

50 %	6,05	12,10	24,20	48,40
------	------	-------	-------	-------

### Seuil de décharge qui endommage les batteries

40 %	5,98	11,96	23,92	47,84
30 %	5,91	11,81	23,63	47,26
20 %	5,83	11,66	23,32	46,64
10 %	5,65	11,30	22,60	45,20
0 %	5,25	10,50	21,00	42,00

## Niveau de charge pour une batterie au lithium

% de charge	Vcc			
	1 cellule	12 volts	24 volts	48 volts
100 % en recharge	3,65	14,60	29,20	58,40
100 % au repos	3,40	13,60	27,20	54,40
90 %	3,35	13,40	26,80	53,60
80 %	3,32	13,28	26,56	53,12
70 %	3,30	13,20	26,40	52,80
60 %	3,27	13,08	26,16	52,32
50 %	3,26	13,04	26,08	52,16
40 %	3,25	13,00	26,00	52,00
30 %	3,22	12,88	25,76	51,52
20 %	3,20	12,80	25,60	51,20

### Seuil de décharge maximale recommandé

10 %	3,00	12,00	24,00	48,00
------	------	-------	-------	-------

### Seuil de décharge qui endommage les batteries

0 %	2,50	10,00	20,00	40,00
-----	------	-------	-------	-------

## Évaluer le niveau de charge de votre banc de batteries :

Il existe différentes méthodes pour évaluer le niveau de charge d'un banc de batteries :

### Méthode 1 :

La méthode la plus simple est de regarder l'écran du contrôleur de charge solaire et de comparer la tension des batteries affichée avec le tableau ci-contre.

### Méthode 2 :

Certains contrôleurs de charge solaire peuvent transmettre les informations sur une application. Une fois connecté, vous pouvez lire directement le niveau de charge des batteries.

### Méthode 3 :

Vous pouvez mesurer directement la tension aux bornes des batteries avec un multimètre et comparer les résultats avec les tableaux ci-contre.

Par exemple pour une batterie de 12 volts acide-plomb AGM, on mesure une tension de 12.25 volts. Avec le tableau on peut estimer que la batterie est chargée à 60 % de sa charge.

Pour les batteries acide-plomb, un niveau de charge inférieur à 50 % réduit la vie utile de la batterie.

## Le niveau de charge de votre banc de batteries au lithium :

Contrairement aux batteries acide-plomb, les batteries au lithium peuvent être déchargées au-delà de 50 %.

Notez que le seuil de décharge maximale pour les batteries au lithium ne doit pas être inférieur à 20 %.

En bas de 10%, cela peut endommager votre banc de batterie.

Garder vos batteries toujours chargées, même si vous ne les utilisez pas.



# L'oxydation des pôles

## Oxydation des pôles et connecteurs de la batterie :

L'oxydation sur les pôles et connecteurs de la batterie réduit la conductivité et peut créer des troubles de fonctionnement.

Nettoyer les pôles de la batterie et connecteurs de toute trace d'oxydation avec une brosse, une lime, du papier sablé ou un tampon à récurer.

Appliquer de la gelée de pétrole ou graisse diélectrique sur les pôles avant de remettre les connecteurs en place.



## Le niveau de l'électrolyte

### Niveau de l'électrolyte de la batterie :

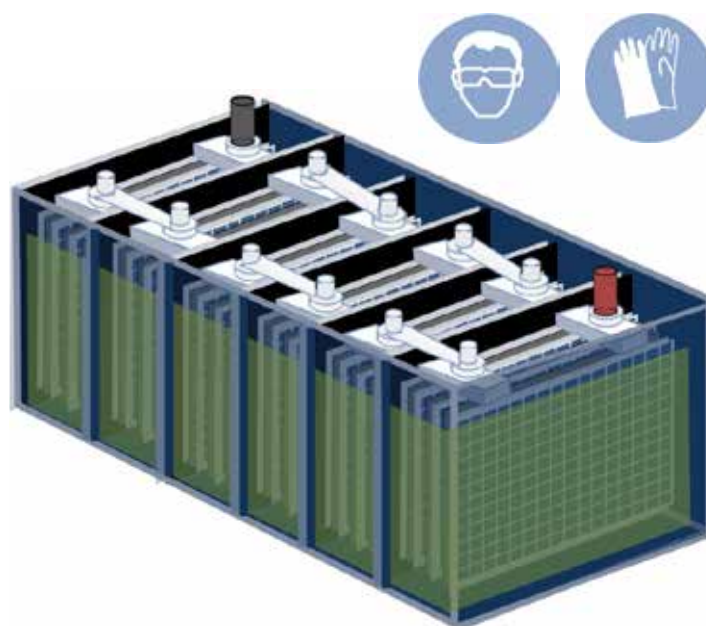
La batterie acide plomb nécessite à chaque six (6) mois une vérification du niveau de l'électrolyte (acide sulfurique). Lors de la recharge, l'eau peut s'échapper sous forme de gaz réduisant ainsi le niveau.

Pour effectuer cet entretien, utilisez des lunettes de protection et des gants de caoutchouc. Garder une boîte de bicarbonate de soude tout près afin de neutraliser les éclaboussures s'il y a lieu.

Les plaquettes de la batterie doivent être immergées complètement. La batterie 12 volts possède six (6) cellules isolées dans leur compartiment.

Avec un entonnoir de plastique, ajoutez de **l'eau distillée** pour ajuster le niveau de chaque compartiment.

Attention : Ne pas utiliser autre chose que de l'eau distillée pour remplir la batterie!



Vue interne d'une batterie acide-plomb avec six (6) cellules immergées



# L'effet de la température sur les batteries

La température a des effets importants sur la tension et la capacité d'une batterie. Le contrôleur solaire compense les effets de la température afin de protéger la batterie de la surcharge et de l'effet du gel par froid extrême.



Lorsqu'il fait **chaud**, la tension de la batterie augmente. Afin de ne pas endommager la batterie, le contrôleur solaire possède une sonde de température qui permet d'ajuster le niveau de recharge de la batterie.



**TENSION**



Lorsqu'il fait très **froid**, la **capacité de la batterie est réduite**. Cette diminution de capacité est égale à 1% par degré Celsius en dessous de 20°C. Donc à la température de -20°C la capacité à diminué de 40%. Lorsque le contrôleur solaire maintient la batterie chargée, cela la réchauffe et la protège contre le gel.



**CAPACITÉ**

# Le contrôleur solaire

## Représentation visuelle typique d'un contrôleur solaire

Il existe une grande variété de **contrôleurs solaires** de différentes tailles et puissances. La fonction principale du contrôleur solaire est de **gérer le niveau de charge de la batterie** avec l'énergie produite par le panneau photovoltaïque.

### Affichage ou indicateur :

Sur l'affichage on retrouve :

- des informations sur les performances électriques de production du panneau photovoltaïque (PV) ;
- des informations sur niveau de charge du banc de batteries (BATT) ;
- des informations sur la consommation électrique des charges (LOAD).

### Boutons de réglage :

Les boutons de réglage permettent :

- de faire des réglages tels que choisir le type de batterie, régler le temps d'opération des charges ;
- de sélectionner et faire défiler les différents menus de l'affichage.

### Bornes négatives (-) et positives (+) :

Identifiées d'une icône, les bornes du contrôleur possèdent trois (3) paires de borniers permettant de raccorder :

- le panneau photovoltaïque ;
- le banc de batteries ;
- la charge électrique (LOAD).

### Caractéristiques électriques :

Le contrôleur solaire possède les caractéristiques suivantes :

- le courant maximal pouvant recevoir et fournir le contrôleur ;
- la ou les tensions d'opérations ;
- le type de contrôleur (PWM ou MPPT).

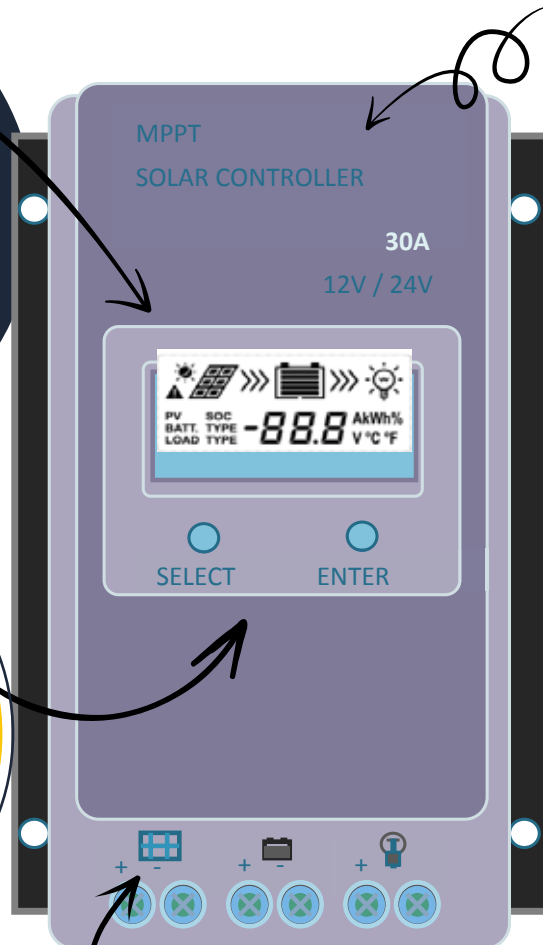
### Port USB :

Plusieurs contrôleurs possèdent des ports USB en option pour recharger par exemple un téléphone cellulaire ou une tablette.

### Sonde de température :

Lorsqu'il fait chaud ou très froid, le contrôleur solaire compense aussi la charge de la batterie grâce à sa sonde de température.

- La batterie sera toujours entièrement chargée en hiver et évitera tout risque de surcharge en été.



### Port de communication filaire et sans fil :

Certains modèles de contrôleur possèdent un port de communication pour connecter un affichage distant ou relier un cellulaire en Bluetooth ou Wifi.

Il est possible d'observer avec l'application cellulaire des informations sur la production et la consommation journalière.

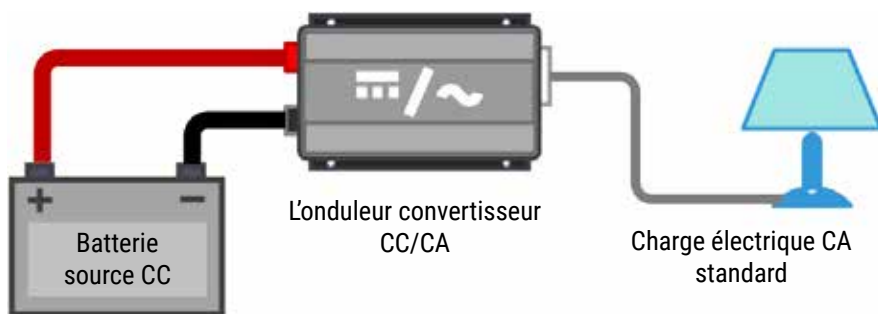
Il est possible aussi de modifier certains paramètres spécialisés comme le niveau de charge maximale ou le seuil de décharge.

# L'onduleur

## Rôle et fonction

L'énergie électrique provenant des panneaux photovoltaïques est stockée dans la batterie. La tension du système (12 V, 24 V, 48 V) est déterminée par le banc de batterie. Cependant, les appareils sont conçus en majorité pour être alimentés en courant alternatif de 120 VCA 60 Hz pour l'Amérique et de 220 VCA 50 Hz pour le reste du monde.

Le rôle de l'onduleur est donc de convertir ce courant continu en courant alternatif utilisable par ces appareils. Le processus de conversion entraîne une perte d'énergie même si aucun appareil électrique n'est en marche. Par conséquent, il est important de choisir l'onduleur le plus efficace ayant une perte d'énergie la plus faible possible.



## Conclusion

Le Conseil régional de l'environnement et du développement durable du Saguenay-Lac-Saint-Jean (CREDD) et le Centre TERRE du Cégep de Jonquière ont réalisé ce guide grâce à un financement de la Société du Plan Nord. Nous tenons aussi à remercier les autres collaborateurs impliqués : le Regroupement régional des zecs du Saguenay-Lac-Saint-Jean, la Fédération des pourvoiries du Québec et l'Institut nordique du Québec.

Nous vous invitons à consulter l'application [monchaletvert.com](http://monchaletvert.com). En trois étapes simples, cette application Web vous permet de faire un diagnostic énergétique de votre chalet et d'obtenir des recommandations pour réduire les coûts liés à votre consommation énergétique. L'objectif de cette application tout comme le guide est d'encourager le remplacement des énergies fossiles par des énergies alternatives.



# MERCI À NOS PARTENAIRES PRINCIPAUX



## Qui contacter si vous avez des questions?

### Conseil régional de l'environnement et du développement durable du Saguenay–Lac-Saint-Jean (CREDD)

Téléphone : 418 662-9347

Courriel : [secretariat@creddsaglac.com](mailto:secretariat@creddsaglac.com)

### Centre TERRE du Cégep de Jonquière

Martin Bourbonnais, titulaire Centre TERRE

Téléphone : 418 547-2191, poste 6944

Courriel : [martinbourbonais@cegepjonquiere.ca](mailto:martinbourbonais@cegepjonquiere.ca)





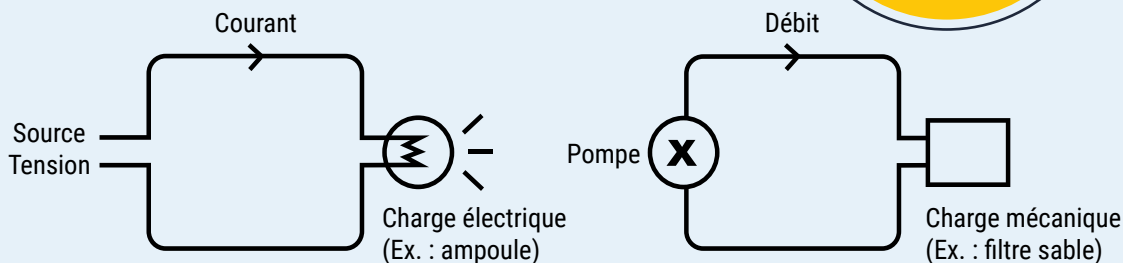
# Annexes : Notion électrique

## Formules de conversion électrique

### ANALOGIE

#### ÉLECTRIQUE VS MÉCANIQUE

pompe = tension  
débit = courant  
charge = résistance



Tension (V)	Courant (I)	Puissance (P)
Symbole : V ou U	Symbole : I	Symbole : P
Unité : volt	Unité : ampère	Unité : watt
$V = \frac{P}{I}$	$I = \frac{P}{V}$	$P = V \times I$

## À quoi servent les unités de mesure tension, courant et puissance?

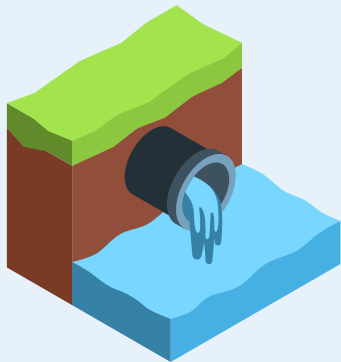
Tension (V)	Courant (I)	Puissance (P)
<p>Chaque appareil fonctionne à une tension spécifique. Par exemple une seule DEL doit être alimentée à une tension de 3 volts pour éclairer. Dans l'analogie hydraulique, la tension équivaut à la poussée de l'eau par la pompe</p> <p>Si on alimente la DEL avec une batterie AA de 1.5 volt la DEL éclairera faiblement ou pas du tout.</p> <p>Par ailleurs si on utilise une batterie de 12 volts on dépassera sa tension nominale de 3 volts de la DEL et on risque fortement de l'endommager.</p>	<p>Le courant est représenté par le flux de déplacement des électrons dans un fil. Dans l'analogie hydraulique, le courant est le débit d'eau engendré par la pompe.</p> <p>Par exemple, vous utilisez différents appareils domestiques qui fonctionnent tous à la même tension nominale de 120 volts ou 220 volts selon le pays.</p> <p>Certains appareils exigent plus de courant que d'autres. Par exemple un micro-ondes tire plus de courant qu'une radio. Pourtant les deux appareils fonctionnent à la même tension.</p>	<p>La puissance est la capacité de consommation d'un appareil par unité de temps.</p> <p>(Puissance = énergie/temps)</p> <p>La puissance se calcule en multipliant la tension d'opération par le courant utilisé de l'appareil. <math>P = V \times I</math></p> <p>Chaque type d'appareil consomme une puissance différente et on la retrouve sur les fiches techniques de l'appareil.</p>

# Les relations plomberie/électricité

## pour les différents niveaux

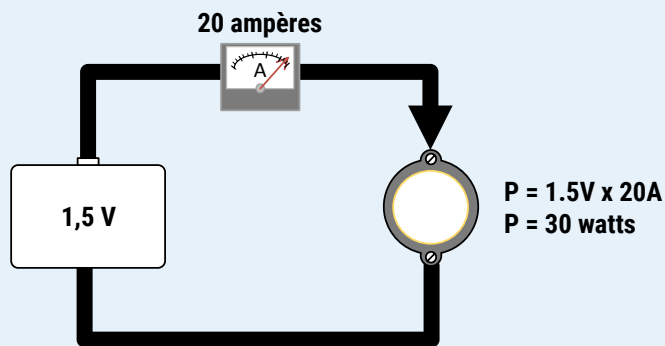
### Plomberie

Peu de pression  
Grand débit  
Grande quantité d'eau déversée



### Électricité

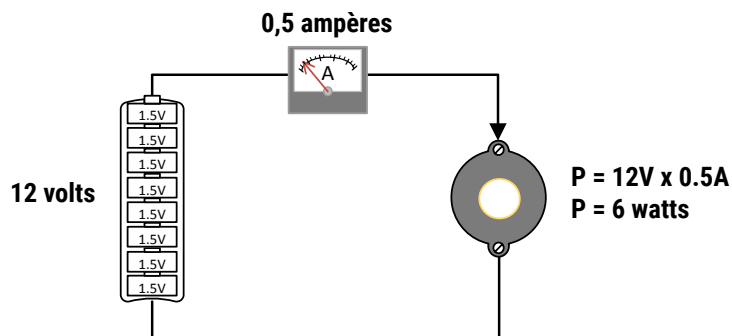
Faible tension (1.5 volts)  
Courant élevé (20 ampères)  
Grande puissance utilisée (30 watts)



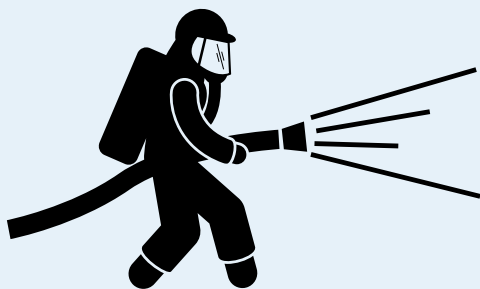
Grande pression  
Faible débit  
Petite quantité d'eau déversée



Tension élevée (12 volts)  
Courant faible (0.5 ampère)  
Faible puissance utilisée (6 watts)



Pression moyenne  
Débit moyen  
Moyenne quantité d'eau déversée



Tension moyenne (6 volts)  
Courant moyen (3 ampères)  
Moyenne puissance utilisée (18 watts)

