

L'ÉNERGIE SOLAIRE  
D'UN POINT DE VUE RÉSIDENTIEL

PRÉPARÉ PAR: PIERRE ROBILLARD

30 JANVIER 2025





1. L'objectif de la présentation
2. L'énergie provenant du soleil;
3. L'ensoleillement à Brossard;
4. L'orientation et l'inclinaison optimale des panneaux solaires;
5. Présentation de 2 systèmes solaires;
6. La consommation énergétique des équipements domestiques;
7. Quelques ordres de grandeur;
8. Cas : Une installation pour réduire sa facture d'électricité;
9. Un bref aperçu des coûts dans le futur;
10. Deux sites internet intéressants;
11. Quelques commentaires additionnels sur le matériel;

## Objectif de la présentation

---



Le réchauffement climatique et l'état du réseau électrique du Québec annonce des pannes d'électricité plus fréquentes et de plus longue durée.

Regardons ce qu'un citoyen peut installer comme système d'énergie solaire dans le but de réalimenter certains appareils durant une panne d'électricité.

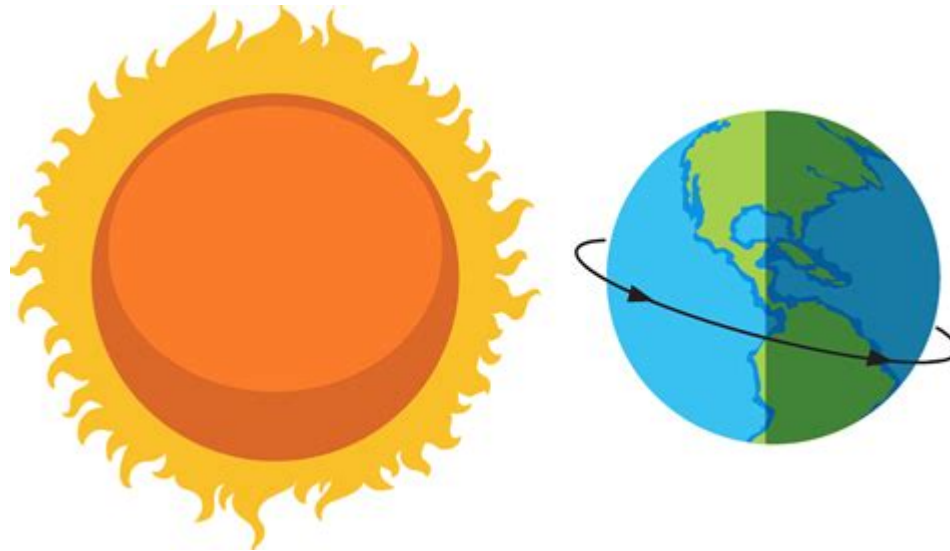
Débutons par les conditions d'ensoleillement à Brossard.

# Le rayonnement provenant du soleil

---

La terre reçoit un rayonnement solaire d'une intensité d'environ

**1 kWatt /m<sup>2</sup>**



# L'énergie provenant du soleil

---



L'énergie c'est :

la puissance exprimée en watt multiplié par le temps  
d'ensoleillement soit:

watts x Heure

= **Wh** ou **kWh** (1000 Wh)

À Brossard, des sites spécialisés, l'**ensoleillement quotidien** qui varie selon le mois, produit ceci:

En décembre: **1 kWh/ m<sup>2</sup>** (100 wattheures /pied carré)

En juin: : **6 kWh/ m<sup>2</sup>** (600 wattheures /pied carré)

pour une moyenne quotidienne annuelle équivalent à :

**4 kWh/m<sup>2</sup>**

# L'ensoleillement à Brossard

À Brossard, un panneau solaire ayant une **efficacité de 20%** nous obtenons donc selon le mois, une production moyenne de:

En décembre:  
**200 Wh /m<sup>2</sup> par jour**

En juin:  
**1,2 kWh/m<sup>2</sup> par jour**



# L'orientation et l'inclinaison optimale des panneaux solaires

Idéalement, pour optimiser la production d'électricité, l'orientation des panneaux solaires suit la trajectoire du soleil. Il existe des supports motorisés mais les coûts sont élevés.

Pour des raisons économiques, on utilise un support avec une orientation fixe (est ouest nord sud) et une inclinaison fixe par rapport au sol.







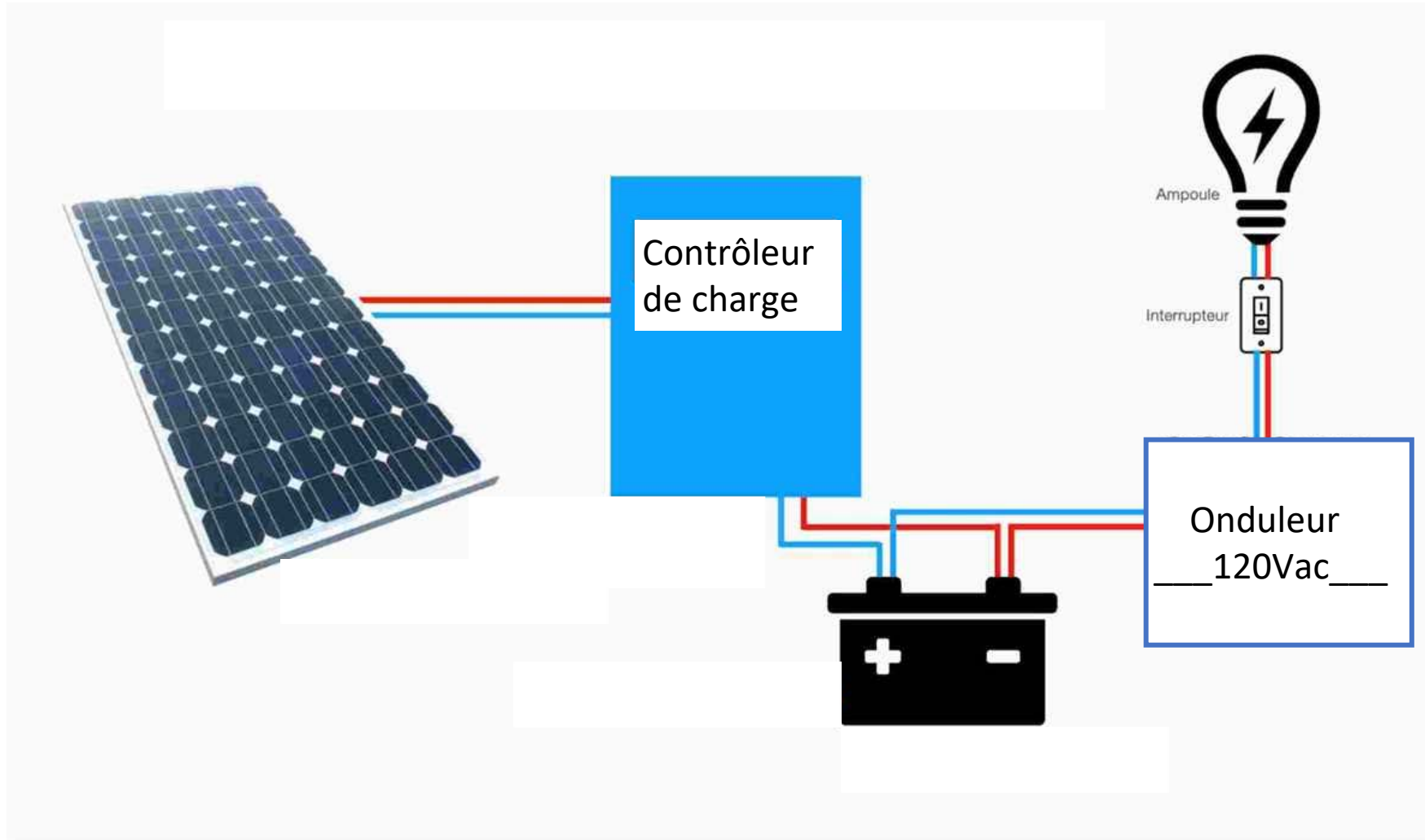
Pour maximiser l'exposition au soleil tout au long de la journée et de l'année, l'**orientation** du panneau solaire doit être  
**plein sud**

**L'inclinaison optimale** par rapport au sol d'un panneau solaire à la latitude de Brossard varie selon la saison:

En été: entre 30 et 35 degrés;

En hiver: entre 80 et 90 degrés.

# Les composants d'un système solaire résidentiel : 1<sup>er</sup> cas



## Les composantes d'un système solaire résidentiel : 1<sup>er</sup> cas (suite)

C'est un système simple qui n'a aucun lien avec le réseau électrique de la maison d'où l'expression « hors réseau » (en anglais Off Grid) que l'on peut retrouver dans la littérature.



Le panneau solaire

c'est le producteur de l'énergie électrique du système.

# Les composantes d'un système solaire résidentiel : 1<sup>er</sup> cas (suite)



Le contrôleur de charge sert à contrôler la tension et le courant de recharge et empêche ainsi une surcharge ou une surchauffe de la ou des batteries.

## Les composants d'un système solaire résidentiel : 1<sup>er</sup> cas (suite)



La ou les batteries:

C'est la réserve d'énergie du système.

Dans tout système, l'utilisation d'une ou plusieurs batteries est nécessaire pour accumuler l'énergie sinon l'appareil raccordé ne fonctionnerait que lorsqu'il y a du soleil.

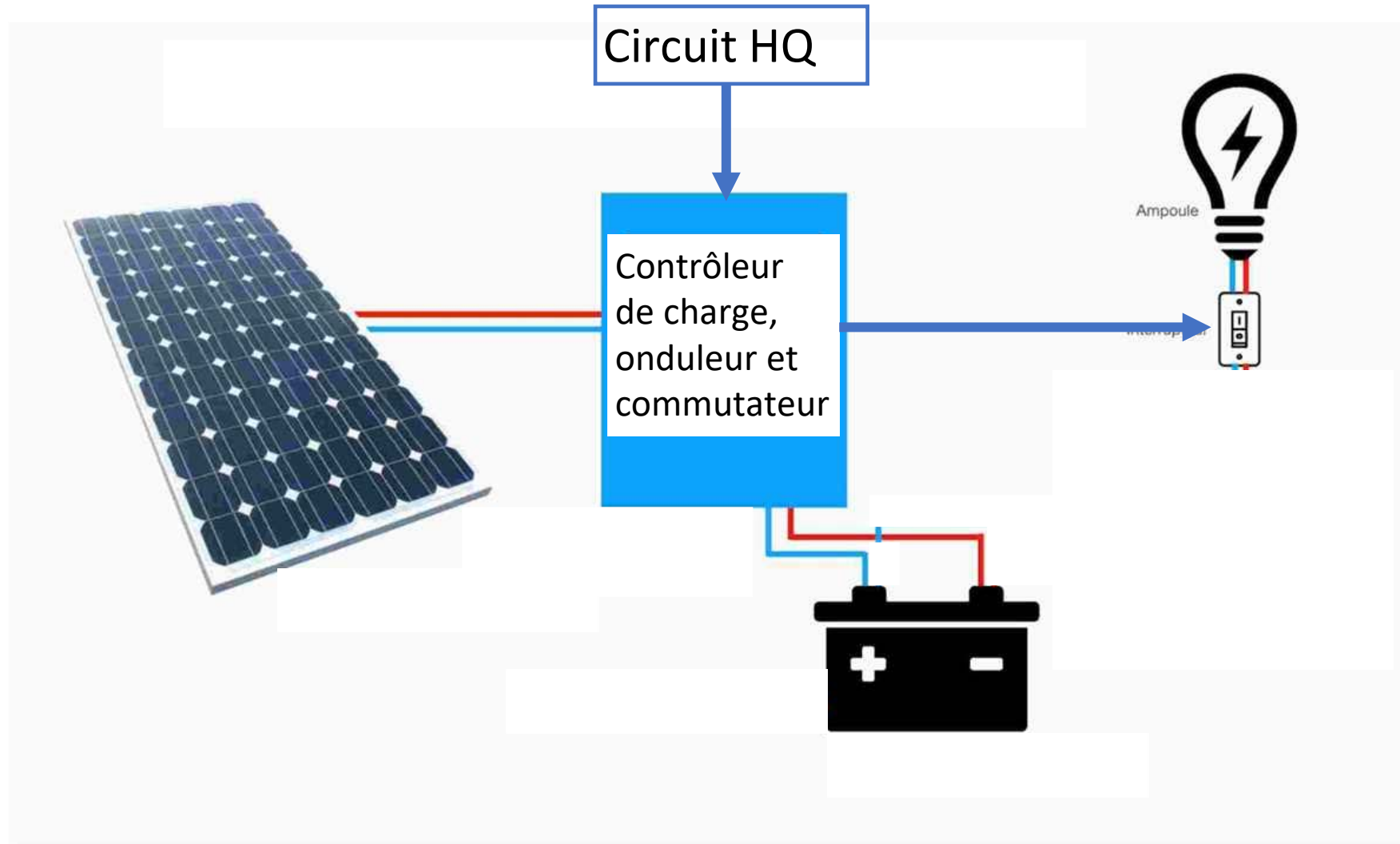
## Les composantes d'un système solaire résidentiel : 1<sup>er</sup> cas (suite)

L'onduleur (en anglais Inverter) convertit la tension des batteries (12 ou 24 volts cc) en une tension 120 volts ca.

Dans ce système, lors d'une panne, on doit intervenir pour débrancher les appareils du réseau électrique de la maison et les rebrancher sur les prises 120 volts AC de l'onduleur.



# Les composantes d'un système solaire résidentiel : 2<sup>ème</sup> cas





Dans ce système, l'appareil au centre du schéma a plusieurs fonctions. Il sert à la fois de :

- 1) Contrôleur de charge;
- 2) Onduleur 120 volts ac;
- 3) Commutateur automatique de charge.

En cas de panne Hydro-Québec, le commutateur transfère automatiquement les appareils raccordés sur le système solaire.

Cet appareil est généralement appelé « onduleur/chargeur hybride tout-dans-un (All-in-one Hybrid Charger Inverter).





Les circuits qui alimentent les appareils à réalimenter sont habituellement déplacés dans un nouveau petit panneau électrique lequel est raccordé à l'appareil hybride.

L'ensemble de ces travaux doivent être réalisés par un électricien.

## La ou les batteries

La batterie à décharge profonde **LiFePO4** (Lithium-Fer-Phosphate) est préférable à la batterie Lithium-Fer, AGM ou à Plomb-Acide.

Une batterie de 100 Ah peut emmagasiner et fournir **1 kWh**.

200 Ah : 800\$

8,5 x 21 x 8 po.



100 Ah : 350\$

6,5 x 10 x 4 po.



# Les panneaux solaires



Voici les caractéristiques d'un panneau solaire standard :

Capacité: 100 watts

Dimension approx : 2 pieds x 3 pieds

Prix : 100 à 120\$

Tension *nominale* : 12 volts CC

La tension générée par le panneau varie selon l'ensoleillement de 0 à 18 volts.

Il est fourni préfilé avec des connecteurs standardisés.



Un panneau solaire de **100 watts** devrait fournir dans un **environnement et conditions idéales** les moyennes suivantes:

En décembre: **100 Wh / jour**

En juin: **600 Wh / jour**

pour une moyenne annuelle équivalent à :  
**400 Wh / jour**

Dans un environnement et condition réelle d'utilisation (fixe, incliné à 45 degrés, bâtiment à proximité, saleté, etc) et en considérant la perte dû au contrôleur et à l'onduleur), **la valeur réelle peut être réduite au 2/3 de cette valeur.**

# La consommation énergétique des équipements domestiques



Voici quelques ordres de grandeur de la consommation d'énergie dans une résidence.

Une tasse de thé/café: **100 Wh**

La consommation **par jour**:

1. L'eau chaude pour 2 personnes: **8 kWh**
2. Réfrigérateur: **3,0 kWh**
3. Congélateur : **2,3 kWh**
4. Électroménagers, électronique, etc: **10 kWh**
5. Chauffage : **40 à 80 kWh**
6. Modem + routeur (16 watts) : **400 Wh**
7. Une tour et un écran : **1 à 2 kWh**

## Une installation

Voici un exemple d'une installation composé de 8 panneaux solaires de 100 watts inclinés à 45 degrés par rapport au sol.



## En résumé: Quelques ordres de grandeur

---



Une surface de 4x8 pieds de panneaux solaires équivaut à 500 watts et pourrait produire cette énergie :

- ❑ En décembre: à peine **500 Wh / jour**
- ❑ En juin: **3 kWh / jour**
- ❑ Pour une moyenne annuelle de **2 kWh / jour**

Ces 32 pieds carrés de panneaux ne peuvent donc pas fournir l'énergie quotidienne que nécessite un réfrigérateur soit : 3 kWh/jour !

Une batterie 12 volts de 200 Ah fournit à peine 16-20 heures d'autonomie à ce même réfrigérateur !

## Cas : Une installation pour réduire sa facture d'électricité

---



Il existe des appareils qui permettent de réduire sa facture d'électricité.

Il suffit d'avoir un ou des panneaux solaires et un onduleur de type « réseau » ( en anglais « On Grid Inverter») dont la sortie se raccorde dans une prise de courant du réseau électrique de la maison.

Aucune batterie n'est requise puisque l'onduleur injecte dans le réseau Hydro-Québec, en temps réel, l'énergie produite par les panneaux solaires.



## Cas : réduire sa facture d'électricité (suite)

Voici l'installation



## Cas : réduire sa facture d'électricité (suite)

---

Regardons la rentabilité.

Les hypothèses :

- 1) 5 panneaux solaire de 100 watts à 100\$ chacun;
- 2) Un panneau 100 watts produit sur une base annuelle 400 Wh / jour
- 3) Un micro-onduleur « On Grid »: 250\$
- 4) Matériel pour le raccordement: 200\$
- 5) Un kWh revient à 0,10\$

Conclusion:

**13 années** seront requises pour rembourser le coût du système !



# Un bref aperçu des coûts dans le futur



Voici un tableau montrant la variation du coût des panneaux solaires depuis quelques années.

Année	Prix moyen par watt (CAD)	Évolution
2013	6,00 CAD	
2015	4,65 CAD	-22%
2020	3,20 CAD	-31%
2023	2,00 CAD	-38%
2024	1,35 CAD - 2,00 CAD	-33% à -50%
2030 (estimé)	1,10 CAD	-44%
2040 (estimé)	0,85 CAD	-56%

Pour les systèmes à grande échelle, la réduction est de 90% entre 2009 et 2019! Source: LaPresse du 6 janvier 2025

## Quelques sites internet intéressants

---



Voici deux sites internet intéressants relatif à la performance des panneaux solaires:

L'angle optimal d'un panneau par saison, par mois ou pour toute une année: <https://shopsolarkits.com/pages/solar-panel-tilt-angle-calculator>

Pour connaître le nombre de kWh que des panneaux solaires peuvent produire chaque mois de l'année selon le lieu et selon l'angle d'inclinaison des panneaux:

<https://pvwatts.nrel.gov/pvwatts.php>



- Pour un gain en efficacité, l'utilisation d'un contrôleur de charge de type MPPT (Maximum Power Point Tracking) est recommandé. Un contrôleur de type PWM (Pulse Width Modulation) doit abaisser la tension fournie par le panneau solaire pour correspondre à la tension de la batterie, ce qui réduit considérablement son efficacité.
- La qualité des panneaux solaires monocristallins est supérieure aux panneaux polycristallins.



- L'onduleur doit être à onde sinusoïdale **pure** pas seulement une onde sinusoïdale (tout court ou modifiée) car cette onde pourrait ressembler à une onde carrée laquelle affecte le fonctionnement des appareils électroniques.
- Un système 24 volts (2 batteries raccordées en série) est préférable à un système 12 volts (les 2 même batteries raccordées en parallèle) car le coût d'un contrôleur de charge est fonction de l'intensité du courant et fonctionne à 12, 24 ou 48 volts.



- L'onduleur doit être à onde sinusoïdale **pure** pas seulement une onde sinusoïdale (tout court ou modifiée) car cette onde pourrait ressembler à une onde carrée laquelle affecte le fonctionnement des appareils électroniques.
- Un système 24 volts (2 batteries raccordées en série) est préférable à un système 12 volts (les 2 même batteries raccordées en parallèle) car le coût d'un contrôleur de charge est fonction de l'intensité du courant et fonctionne à 12, 24 ou 48 volts.

# Des questions ?

---

Des questions?

