



AQPER

ASSOCIATION QUÉBÉCOISE
DE LA PRODUCTION
D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

LE DÉVELOPPEMENT DE LA FILIÈRE SOLAIRE AU QUÉBEC

Photo de la couverture:
EDF-EN Canada
Centrale solaire d'Arnprior, Ontario

AQPER

Association québécoise de la production d'énergie renouvelable
276 rue Saint-Jacques, suite 807
H2Y 1N3, Montréal (Québec)
514-281-3131

www.aqper.com








TABLES DES MATIÈRES

1. CONTEXTE	4
2. FILIÈRE SOLAIRE QUÉBÉCOISE ACTUELLE	8
2.1 PRINCIPAUX ACTEURS DE LA FILIÈRE SOLAIRE QUÉBÉCOISE	10
2.2 ATOUTS EN MATIÈRE DE PRODUCTION SOLAIRE	12
2.3 EXPÉRIENCES ÉTRANGÈRES	13
3. VISION DE NOTRE AVENIR DANS LE DOMAINE SOLAIRE	14
3.1 LE SOLAIRE ET LES OBJECTIFS DE LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE DU QUÉBEC 2030	15
3.2 LE SOLAIRE, UN MOYEN DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE DU QUÉBEC	16
4. PROGRAMMES D'AIDE	18
5. RECOMMANDATIONS	20
AUTOPRODUCTION	21
RÉSEAUX AUTONOMES	22
RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT	22
FAVORISER LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE	23
ANNEXES - ÉTAT DES LIEUX	24
QU'EST-CE QUE L'ÉNERGIE SOLAIRE?	25
LE SECTEUR DE L'ÉLECTRICITÉ	26
LE SECTEUR DU CHAUFFAGE (SOLAIRE THERMIQUE ACTIF)	27
LE SECTEUR DE LA CHALEUR INDUSTRIELLE	28
LE SECTEUR DU TRANSPORT	28
AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'ÉNERGIE SOLAIRE	29



Rackam
Parc solaire Alain Lemaire
Kingsey Falls, Québec




CONTEXTE

-  La Politique énergétique 2030 (PEQ) vise à faire du Québec un chef de file nord-américain dans les domaines de l'énergie renouvelable et de l'efficacité énergétique pour bâtir une économie nouvelle, forte et à faible empreinte carbone.
-  Pour matérialiser cette vision, la PEQ a notamment pour cible de réduire de 40 % la quantité de produits pétroliers consommés. Il faut donc entreprendre une transition énergétique en profondeur pour atteindre cette cible d'ici 2030.
-  Divers moyens s'offrent pour permettre la décarbonisation de notre économie et à ce chapitre, le Québec dispose d'atouts de taille avec son potentiel d'énergie renouvelable immense.
-  L'énergie solaire, comme source énergétique thermique ou électrique, est une filière qui doit être considérée dans l'éventail des solutions permettant l'atteinte des objectifs et des cibles de la PEQ. Il s'agit d'une technologie mature dont les coûts ne cessent de baisser¹ au point où le président-directeur général d'Hydro-Québec, M. Éric Martel, affirme que la société d'État étudiait la possibilité de construction d'un parc de 100 MW en 2020-2021.²
-  L'énergie solaire peut servir à de nombreux usages (production d'électricité, chauffage, chaleur industrielle, transport). Les systèmes solaires se caractérisent aussi par une mise en oeuvre rapide et de faibles coûts d'entretien (*Voir l'Annexe « État des lieux »*).
-  Au-delà de nos besoins énergétiques internes, la demande pour des solutions de remplacement aux produits pétroliers pour des besoins de chaleur industrielle connaît une forte croissance et le Québec peut tirer d'importants avantages de ce contexte en produisant et développant, pour des fins d'exportation, des équipements et des services dédiés à cette fin.
-  La production solaire photovoltaïque distribuée, en combinaison avec le stockage (un domaine où les avancées technologiques se font à un rythme exponentiel) ou via l'injection dans le réseau, permet une sécurité d'approvisionnement et un appui à la pointe. Dans le cas de l'utilisation sur le réseau, il permet de conserver plus d'eau (hauteur de chute) dans les réservoirs pendant les froides journées d'hiver, ce qui permet de la conserver pour la pointe ou lors de celle des réseaux voisins.

¹ <https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/04/2017-04-25-Michael-Liebreich-BNEFSummit-Keynote.pdf>

² <http://www.assnat.qc.ca/fr/video-audio/archives-parlementaires/travaux-commissions/AudioVideo-72313.html>



-  Le déploiement du véhicule électrique nécessite l'installation de stations de recharge. Dans ce contexte l'installation de stations de recharge légères et flexibles alimentées à l'énergie solaire peut s'avérer un très bon allié de la croissance du réseau électrique. Permettant de localiser des bornes aux endroits qui en maximisent l'utilisation, à partir de l'expérience client, ce type de structure diminue considérablement le risque de planification des infrastructures permanentes.
-  Au niveau mondial, la filière solaire a créé le tiers des 10 millions d'emplois reliés aux énergies renouvelables.³ Plus près de nous aux États-Unis, les emplois dans l'industrie solaire en 2016 ont augmenté près de 17 fois plus rapidement que le taux de l'économie globale.⁴
-  La présente vise à jeter les bases d'une démarche de positionnement de l'industrie solaire au Québec.

³ <http://us2.campaign-archive1.com/?u=14af3f96b3d5df9564694d168&id=45fb628b83>

⁴ https://www.climaterealityproject.org/blog/solar-industry-creating-jobs-nearly-17-times-faster-rest-us-economy?utm_source=facebook&utm_medium=social&utm_campaign=general



Innergex
Parc solaire de Stardale, Ontario

FILIÈRE SOLAIRE QUÉBÉCOISE ACTUELLE

PRINCIPAUX ACTEURS DE LA FILIÈRE SOLAIRE QUÉBÉCOISE
ATOUS EN MATIÈRE DE PRODUCTION SOLAIRE
EXPÉRIENCES ÉTRANGÈRES

Au Québec, les initiatives prises jusqu'ici dans le solaire portent essentiellement au niveau thermique et par un projet pilote d'Hydro-Québec en autoproduction. Par ailleurs, cent-huit (108) systèmes, comprenant la bibliothèque de Varennes, d'une puissance de 862 kW sont raccordés au réseau d'Hydro-Québec.

Les murs solaires:

La technologie des murs solaires a été introduite au Québec au milieu des années 90.

L'autoproduction :

L'entreprise Rackam a installé 4 systèmes au Québec. L'installation sur toiture au Pavillon Alouette de l'Université du Québec à Chicoutimi (à Sept-Îles) permet au bâtiment d'être climatisé et chauffé toute l'année avec l'énergie solaire et géothermique. Le parc solaire Alain Lemaire de Cascades (Kingsey Falls) a été en 2014 la première installation de capteurs à concentration solaire paraboliques qui permettent de récupérer 60 % de l'énergie thermique du soleil. La centrale solaire de la Laiterie Chagnon (Waterloo) d'une puissance de 80 kW produit annuellement 108 000 kWh. Enfin, chez CanmetEnergie (Varennes), une centrale solaire a été couplée à un système d'éjecto-compression pour produire de la chaleur et du froid.⁵

⁵ <https://rackam.com/fr/studies/>

2.1 PRINCIPAUX ACTEURS DE LA FILIÈRE SOLAIRE QUÉBÉCOISE

Le Répertoire des entreprises et des centres de recherche en énergie du Québec identifiait en 2010, 8 entreprises qui conçoivent et réalisent des solutions solaires ou qui produisent des matériaux photovoltaïques.⁶

Le Québec bénéficie de chaires de recherche sur les bâtiments solaires pour développer une expertise de pointe dont, entre autres :

Le Centre de recherche de CanmetÉNERGIE, à Varennes, qui compte environ 110 scientifiques, ingénieurs, technologues, gestionnaires et employés de soutien.⁷

L'Université de Concordia qui fait partie du Réseau de recherche du CRSNG sur les bâtiments solaires et dont le Laboratoire de simulation solaire a acquis une réputation internationale.⁸

L'Université de Sherbrooke qui a un grand programme de recherche autour de l'énergie solaire, avec de multiples partenaires au Québec et à l'étranger. Les activités couvrent principalement l'énergie solaire concentrée (thermique et photovoltaïque). De plus, l'université a récemment reçu un financement pour le déploiement de deux parcs de production d'énergie solaire, combinant la production de chaleur et d'électricité.⁹

Le Cégep de la Gaspésie et des Îles qui est en train de développer des programmes de recherche en énergie solaire.¹⁰

⁶ https://www.economie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/documents_soutien/secteur_activites/environnement/cme_repertoire.pdf

⁷ <http://www.rncan.gc.ca/energie/bureaux-labos/canmet/varennes/5762>

⁸ <https://www.concordia.ca/encs/bcee/research/centres/solar-buildings-research-network.html>




⁹ http://www.fil-information.gouv.qc.ca/Pages/Article.aspx?idArticle=2_502202_749

¹⁰ <http://radiogaspesie.ca/solaire-future-expertise-cegep/>

Le fournisseur d'équipements électriques québécois St-Augustin Canada Électric (STACE) a annoncé en février 2017 un investissement de 28 millions de dollars pour implanter à Trois-Rivières une usine de fabrication de panneaux solaires photovoltaïques à concentration de technologie unique à haute performance.¹¹

En entrevue lors du dernier Forum économique de Davos en janvier dernier, M. Éric Martel, président-directeur général d'Hydro-Québec, indiquait que la société d'État envisageait de se lancer dans l'énergie solaire pour construire des toits photovoltaïques au Québec.¹²

Des développeurs québécois sont même à l'œuvre à l'étranger:

-  Ainsi, la compagnie montréalaise de production d'énergie renouvelable Boralex a mis en service en France un second site d'énergie solaire d'une puissance installée de 10 MW, situé dans les Alpes-de-Haute-Provence¹³.
-  Innergex exploite quant à elle le parc solaire de Stardale, dans le Canton de Hawkesbury Est, dont la capacité maximale installée est de 33,2 MW en courant continu (DC)¹⁴.
-  Le projet solaire nommé Seville, situé en Californie d'une puissance installée de 50 MW, a marqué la première incursion de Kruger Énergie dans la filière solaire.¹⁵ Kruger Énergie a assuré le développement du projet, la gestion de sa construction et l'a mis en service avec succès en décembre 2015. Le projet solaire a depuis été vendu à un important fournisseur d'électricité américain. Fière de ce succès, Kruger Énergie développe présentement un important portfolio d'actifs solaires dans le Sud-Est des États-Unis de plus de 300 MW. Kruger Énergie a ainsi soumis trois projets solaires (d'une puissance installée de 180 MW) dans le dernier processus d'approvisionnement lancé par Georgia Power, en Géorgie. Kruger Énergie a également acquis tout récemment un actif solaire sur toit en Caroline du Nord et évalue présentement diverses opportunités au Canada et aux États-Unis.

¹¹ <http://www.lapresse.ca/le-nouvelliste/affaires/201702/01/01-5065399-une-nouvelle-usine-de-28-millions-a-trois-rivieres.php>

¹² <http://www.journaldequebec.com/2017/01/19/hydro-lorgne-lenergie-solaire>

¹³ <http://fr.canoe.ca/argent/actualites/archives/2015/10/20151002-163615.html>

¹⁴ <http://www.innergex.com/site/stardale/>

¹⁵ <http://energy.kruger.com/fr/solaire/>

2.2 ATOUTS EN MATIÈRE DE PRODUCTION SOLAIRE

Pour la plupart des technologies photovoltaïques, les températures froides augmentent les performances des panneaux. De plus, de manière générale, en hiver, les jours de grands froids sont souvent bien ensoleillés.

Bien que la durée d'ensoleillement diminue en hiver, la réflexion sur la neige peut aider à augmenter la production.

Le réseau de HQ pourrait être utilisé pour le stockage. La rapidité de modulation du réseau, ainsi que la grande capacité des barrages, en font de merveilleux accumulateurs.

Du point de vue économique, le Québec possède plusieurs atouts majeurs qui pourraient contribuer à le propulser au niveau mondial de générateur de technologie solaire :

- ➔ Population éduquée: Le solaire est très attractif pour les jeunes. Si le Québec décidait de les former dans ce domaine, les programmes seraient sans aucun doute très populaires.
- ➔ Le Québec est producteur de plusieurs ressources utilisées en solaire (silicium pour les cellules, métaux pour les contacts, silice pour les verres de plaque, aluminium pour les panneaux, systèmes de puissance, métaux spéciaux, tellure, gallium, sélénium, etc...) De plus, une très grande proportion de l'énergie consommée par l'industrie est de source verte (hydro). Si l'on parvenait à dynamiser/concerter ces acteurs, le Québec pourrait devenir le premier endroit au monde avec une industrie de technologie solaire avec des produits à faible empreinte carbone.
- ➔ Le Nord-du-Québec pose des défis particuliers pour l'énergie. Une bonne partie des acteurs (communautés, entreprises minières ou autres) est hors de la grille. Autre opportunité de développer une expertise unique au monde. Le Québec l'a fait par le passé, lorsqu'il a dû faire face aux défis de production d'hydroélectricité à grande échelle sur son territoire nordique. En s'attaquant agressivement à ce problème, le Québec a développé une expertise de niveau mondial dans ce domaine. La même chose pourrait se faire pour le développement de « *l'autonomisation* » des communautés nordiques à l'aide de sources vertes d'énergie.

2.3 EXPÉRIENCES ÉTRANGÈRES

Dans son rapport 2015 sur les marchés du photovoltaïque, l'Agence internationale de l'énergie (IEA) indique que « *la capacité totale installée à la fin de 2015 dans le monde s'élevait à au moins 227,1 GW* ». Les plus grands pays producteurs sont la Chine, suivie du Japon, des États-Unis et de l'Italie.¹⁶

CHINE	43,5 GW
JAPON	34,4 GW
ÉTATS-UNIS	25,6 GW
ITALIE	18,9 GW

On compterait dans le monde trente-six (36) centrales d'une puissance de plus de 150 MW dont six (6) excèdent les 500 MW.¹⁷

Selon GTM Research et la Solar Energy Industries Association (SEIA), le marché américain du solaire a enregistré une croissance vertigineuse de 95 % en 2016. « *Au total, le solaire a représenté 39% des nouvelles additions de capacité pour tous les types de carburant en 2016* ». ¹⁸

Un exemple : la centrale solaire de Ouarzazate au Maroc

La première phase de 160 MW de ce projet d'énergie solaire de 9 milliards de dollars qui est en construction depuis 2013 a été mise en service en février 2016. D'une puissance totale de 580 MW lors de la fin des travaux en 2018, elle utilise de vastes réseaux de miroirs, plutôt que les panneaux photovoltaïques plus largement utilisés, pour produire de l'électricité à partir du soleil. Couvrant une superficie de 5 000 acres, elle sera l'une des plus grandes centrales solaires au monde, rivalisant avec le projet BHE Renewables Solar Star en Californie du Sud, qui revendique une capacité de 586 mégawatts.¹⁹

¹⁶ <http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/PICS/IEA-PVPS - A Snapshot of Global PV - 1992-2015 - Final 2 02.pdf>

¹⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_photovoltaic_power_stations

¹⁸ <https://www.greentechmedia.com/articles/read/us-solar-market-grows-95-in-2016-smashes-records>

¹⁹ <https://www.wsj.com/articles/a-solar-project-worth-watching-in-morocco-1473818401>



VISION DE NOTRE AVENIR DANS LE DOMAINE SOLAIRE

LE SOLAIRE ET LES OBJECTIFS DE LA POLITIQUE
ÉNERGÉTIQUE DU QUÉBEC 2030

LE SOLAIRE, UN MOYEN DE DÉVELOPPEMENT
ÉCONOMIQUE DU QUÉBEC

3.1 LE SOLAIRE ET LES OBJECTIFS DE LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE DU QUÉBEC 2030

Réduire les émissions de GES

Accroître la part des énergies renouvelables dans le portefeuille énergétique du Québec

Remplacer les centrales de production électrique alimentées au diesel dans les réseaux autonomes

Réduire la consommation de produits pétroliers dans les besoins de chaleur résidentielle et industrielle

Réduire la consommation de produits pétroliers en facilitant l'expansion du Réseau électrique

Réduire les coûts de raccordement et d'entretien de portions marginales du réseau de distribution (pour les résidences secondaires) en supportant l'installation de production solaire électrique et thermique en lieu et place de raccordement de plus de 300 mètres

3.2 LE SOLAIRE, UN MOYEN DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE DU QUÉBEC

- 1 Réduction de la balance commerciale négative par la réduction des importations de pétrole
- 2 Réduire la pression sur le réseau de HQ en diversifiant les sources d'électricité. Les surplus ainsi dégagés assureront la capacité pour les défis posés par l'électrification des transports et aussi permettront au Québec de devenir compétitif sur le marché énergétique du Nord-est américain (et Ontario)
- 3 Création d'emplois en région grâce à la formation de techniciens compétents
- 4 Amélioration de l'efficacité du secteur minier (situé hors réseau) grâce à un abaissement du coût de production de l'électricité et obtentions de crédits du SPEDE
- 5 Exportation de produits et de savoir-faire

À titre d'exemple, la Finlande qui reçoit moins de rayonnement solaire que la plupart des villes du Québec, a misé sur le solaire et comptait en 2015 plus de cinquante entreprises qui exportaient leur savoir-faire et leurs produits.²⁰

Une nouvelle technologie de panneaux, dite à concentrateur solaire, est en développement (avec une efficacité nettement accrue par rapport à la technologie actuelle). Les universités québécoises, dont celle de Sherbrooke, sont aux premières loges de cette recherche. Toute percée dans ce domaine permettrait au Québec de valoriser pleinement ses ressources minérales (terres rares et lithium), son électricité verte et d'en faire un produit recherché exportable à l'échelle planétaire.

²⁰ <https://finland.fi/business-innovation/finland-reaches-for-the-solar-switch/>





Rackam
Centrale solaire Pavillon Alouette
Sept-Îles, Québec

PROGRAMMES D'AIDE

Chauffez vert²¹, ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles Québec

Permet de remplacer les systèmes à combustibles fossiles par des systèmes alimentés à l'électricité ou par d'autres énergies renouvelables.

ÉcoPerformance²², ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles Québec

Financement de projets ou de mesures liés à la consommation et à la production d'énergie, de même qu'à l'amélioration des procédés. Il s'adresse autant aux petits qu'aux grands consommateurs d'énergie.

Option de mesurage net pour autoproducteurs²³, Hydro-Québec

L'option de mesurage net permet d'injecter des surplus de production d'électricité dans le réseau d'Hydro-Québec. En échange, le client obtient des crédits sous forme de kilowattheures, qui seront appliqués au solde de sa facture.

Rénoclimat²⁴, Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles Québec

Aide financière pour des travaux d'isolation, des travaux d'étanchéité ou l'installation/remplacement de systèmes mécaniques (système de ventilation, chauffe-eau, thermopompe, système de chauffage et système géothermique).

Préchauffage solaire²⁵, Gaz Métro

Subvention pour encourager l'achat et l'installation d'un système de préchauffage solaire de l'air pour le chauffage de l'espace.

RénoVert²⁶, Revenu Québec

Les murs et panneaux solaires thermiques sont éligibles à un crédit d'impôt à la rénovation.

²¹ http://www.efficaciteenergetique.gouv.qc.ca/mon-habitation/chauffez-vert/#.WK2lLhLhA_U

²² http://www.efficaciteenergetique.gouv.qc.ca/clientele-affaires/ecoperformance/#.WK2lQhLhA_U

²³ <http://www.hydroquebec.com/autoproduction/>

²⁴ http://www.efficaciteenergetique.gouv.qc.ca/mon-habitation/renoclimat/#.WK2lnRLhA_U

²⁵ <https://www.gazmetro.com/fr/affaires/subventions/efficacite-energetique/prechauffage-solaire/>

²⁶ <http://www.revenuquebec.ca/fr/citoyen/credits/renoververt/>



Innergex
Parc solaire de Stardale, Ontario

RECOMMANDATIONS

AUTOPRODUCTION
RÉSEAUX AUTONOMES
RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT
FAVORISER LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

La filière solaire est présente dans quatre secteurs dont les clientèles et les besoins sont fort différents ; un enjeu dont les programmes de soutien devront tenir compte.

Ces quatre secteurs sont :

- **Les utilités publiques**
- **Commercial et industriel (installation de systèmes sur des usines, autoconsommation)**
- **Résidentiel (autoconsommation)**
- **Autoproduction sans connexion au réseau («Behind The Meter»)**

Autoproduction

Dans sa Politique énergétique 2030, le gouvernement identifie les mesures²⁷ à mettre en place dont celle de « *permettre aux consommateurs de faire des choix verts* » entre autres par « *l'autorisation aux consommateurs de devenir des autoproducteurs d'électricité grâce à l'option mesurage net d'Hydro-Québec* ».

Dans cette optique, l'AQPER propose de :

- 1** - Éliminer le frais initial de 400 \$ pour le programme autoproduction
- 2** - Augmenter la limite au système raccordé au mesurage net par Hydro-Québec qui serait actuellement l'un des plus basses au Canada
- 3** - Étudier la possibilité de recourir au mesurage net virtuel qui permettrait à des propriétaires de condominiums ou de multi-logements de devenir autoproducteurs
- 4** - Prévoir l'option de construction « solar ready » dans les nouvelles normes de construction
- 5** - Bonifier les programmes de subvention afin qu'ils supportent directement les clients voulant faire l'achat de systèmes solaires via du financement de capitalisation. Hydro-Québec pourrait, par exemple, financer l'installation de systèmes qu'elle re-factorerait mensuellement
- 6** - Aider les consommateurs qui s'installent hors réseau ou qui sont éloignés de plus de 100 mètres de la ligne d'Hydro-Québec

²⁷ <http://politiqueenergetique.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/le-consommateur-au-centre-des-actions-a-venir-PEQ-2016.pdf>

Réseaux autonomes

- 7** - Développer des technologies autour de l'autonomie énergétique dans les bâtiments (domestiques et industriels) en région isolée, en combinant l'énergie solaire avec d'autres composants
- 8** - Déploiement du solaire dans les réseaux autonomes en remplacement ou complément des génératrices diesel (ou toute autre source d'approvisionnement)
- 9** - Faire des Iles-de-la-Madeleine qui est engagée dans un ambitieux programme de transition énergétique²⁸, une vitrine technologique de l'utilisation de l'énergie solaire pour réduire la consommation de combustibles fossiles
- 10** - Orienter la clientèle qui demande un raccordement pour des résidences secondaires vers le solaire (celles situées à plus de 300m du réseau et pour lesquelles il faudrait construire une ligne de raccordement)

Recherche et développement

- 11** - La nécessité de poursuivre la recherche dans le secteur solaire, notamment la technologie des concentrateurs solaires
- 12** - Augmenter le développement de nouveaux produits à base d'énergie solaire visant l'énergie distribuée pour les besoins internes et en exportation
- 13** - Valoriser les minéraux et terres rares du Québec par la création d'entreprises de production de panneaux à concentrateurs solaires, ce qui permettrait au Québec d'avoir une chaîne de valeur complète sur son territoire

²⁸ <http://www.muniles.ca/wp-content/uploads/Rapport-de-consultation-et-recommandations-CCEE-avec-annexes.pdf>

Favoriser la transition énergétique

14 - Poursuivre le financement des programmes de substitution énergétique et maintenir l'éligibilité de la filière solaire auxdits programmes. Des fonds recueillis par le Fonds vert devraient être utilisés pour accélérer le processus

15 - Cibler plus particulièrement le secteur industriel en proposant des mécanismes de financement et/ou de crédits d'impôt/taxes qui encourageraient les propriétaires à inclure les énergies renouvelables dans leur alimentation énergétique

16 - Que le MERN travaille de concert avec le ministère des Affaires municipales et les municipalités du Québec à l'ajustement de normes d'urbanisme afin de permettre l'installation de concentrateurs solaires ou de panneaux photovoltaïques sur les toits des édifices

17 - Que le MERN revoit régulièrement les analyses technico-économiques établissant la rentabilité des technologies solaires

18 - Favoriser l'installation d'unités de réfrigération solaire permettant aux usines agroalimentaires, commerces, pourvoiries, sites miniers et industriels de réduire leur recours aux énergies fossiles ou encore leur appel de puissance sur le réseau

19 - Accroître la présence du solaire thermique dans les sites industriels afin de réduire le recours aux combustibles fossiles

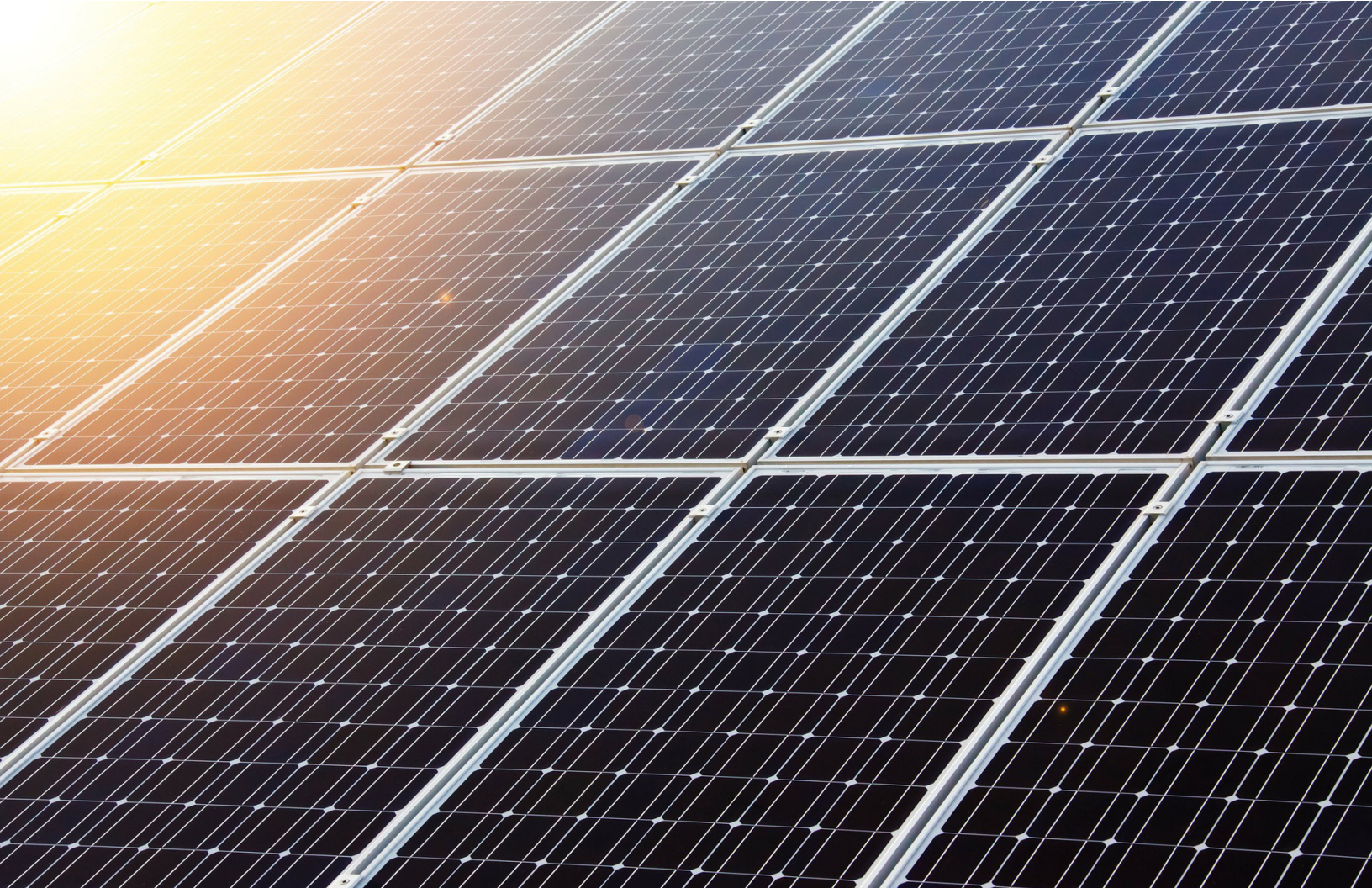
20 - Maximiser le recours aux murs solaires afin de réduire le recours aux combustibles fossiles ou encore le besoin de puissance à la pointe

21 - Accroître la couverture de Réseau électrique par l'entreprise des canopées solaires

22 - Déploiement des technologies solaires permettant de remplacer le mazout dans la chauffe de locaux ou de procédés industriels

23 - L'utilisation de canopée solaire pour des stations de recharge flexibles permettant de parfaire le réseau électrique à partir de l'expérience client (et non du « *built it, they'll come* »)

24 - L'utilisation de solaire thermique dans les prochaines stations multicarburants afin de répondre aux besoins de chaleur et d'eau chaude



ANNEXE - ÉTAT DES LIEUX

QU'EST-CE QUE L'ÉNERGIE SOLAIRE



Le Soleil est l'étoile autour de laquelle gravite la Terre. L'énergie qu'il dégage par son rayonnement électromagnétique et lumineux est à la base de la vie sur notre planète. Celle-ci est composée de particules élémentaires appelées photons. Ces particules énergétiques sont captées et transformées en chaleur ou en électricité.²⁹



La lumière du soleil couvre une large région spectrale, de l'infrarouge jusqu'aux ultraviolets, avec la majorité de l'énergie émise se situant autour de la lumière visible. Toutefois, certaines recherches laissent envisager la possibilité d'obtenir une plus grande productivité à l'aide de concentrateurs solaires ayant recours à l'ensemble du spectre.



Selon Union of Concerned Scientist, l'énergie libérée par le soleil et transportée jusqu'à la surface de la Terre, par son rayonnement, possède une énergie équivalente à 1 kW par mètre carré, lorsque mesurée à midi par une journée sans nuages.³⁰



Un panneau solaire photovoltaïque d'un kilowatt produit annuellement 1185 kWh à Montréal, alors qu'il en produira 1134 kWh à Québec. Ce qui est nettement plus que des villes comme Tokyo, Paris et Berlin et bon nombre de villes européennes.³¹

L'énergie solaire peut servir à de nombreux usages :

dans le
secteur de
l'électricité

dans le secteur
du chauffage
(solaire
thermique
actif)

dans le secteur
de la chaleur
industrielle

dans le
secteur du
transport

²⁹ https://www.nasa.gov/mission_pages/sdo/science/solar-irradiance.html

³⁰ http://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/renewable-energy/how-solar-energy-works.html

³¹ <http://pv.nrcan.gc.ca/index.php?m=r&lang=fr> ; <http://www.hydroquebec.com/developpement-durable/centre-documentation/pdf/fiche-solaire.pdf>

Le secteur de l'électricité

Grâce aux panneaux solaires photovoltaïques, faits de semi-conducteurs, on peut transformer le rayonnement solaire en électricité à l'aide de cellules photo-électriques. Pour un même site, la quantité d'énergie obtenue sera fonction de la qualité de l'équipement choisi et de sa technologie. Il existe principalement trois technologies commercialement disponibles :

a) Le panneau rigide monocristallin : fabriqué à partir de tranches d'un cristal de silicium, les cellules sont ensuite déposées sur une surface rigide et recouverte d'une plaque de verre. Chaque cellule produit une tension maximale avoisinant 0.5V. La tension finale sera déterminée par le nombre de cellules présentes sur le panneau et leur agencement en circuit. Ainsi, avec 60 cellules en série (le standard pour une production résidentielle), un panneau générera une tension de pointe de 30V³² lorsqu'exposé à la lumière. Ce type de panneau a une efficacité variant entre 16% et 22% et une durée de vie de 25 ans.³³ De nouvelles avancées, réalisées en installant les cellules entre 2 panneaux de verre rigide, permettent de générer un courant avec la lumière qui illumine les 2 faces du semi-conducteur. Appelés « bifaciales », ces panneaux de la compagnie belge IMEC ou de la compagnie canadienne SIIfab ont une efficacité pouvant aller jusqu'à 22%.³⁴ Quant aux panneaux solaires destinés à l'usage spatial, leur efficacité pourra atteindre 50%.³⁵

b) Le panneau polycristallin : fabriqué de plusieurs petits cristaux, ce type de panneau possède une efficacité légèrement inférieure au monocristallin, soit variant entre 14% et 16%.³⁶ Il est toutefois moins dispendieux à fabriquer et peut être rendu semi-flexible.

c) Le revêtement flexible en silicium amorphe : Dans cette dernière technologie, le matériau semi-conducteur est vaporisé sur une surface mince et flexible. Cette façon de faire est très économique et permet de multiples usages. De récentes avancées ont permis d'atteindre une efficacité de 18%.³⁷

³² [Ce nombre est toutefois fort variable selon l'usage auquel il est destiné : d'une cellule pour le fonctionnement de calculatrices à 90 cellules pour les centrales de production solaire \(solar farm\)](#)

³³ <http://www.theecoexperts.co.uk/which-solar-panels-are-best-how-much-should-i-expect-pay> , article publié en janvier 2017. Le niveau de 22% deviendrait de plus en plus la norme de l'industrie.

³⁴ http://www2.imec.be/be_en/press/imec-news/pv-bifacial-solar-cells.html

³⁵ <https://www.scientificamerican.com/article/how-does-solar-power-work/>

³⁶ <http://www.theecoexperts.co.uk/which-solar-panels-are-best-how-much-should-i-expect-pay> , op. cit.

³⁷ <http://www.printedelectronicsworld.com/articles/10532/lightweight-flexible-solar-modules-conversion-efficiency-14-percent>

Quant au prix des panneaux solaires, il variera selon le type et le volume acheté. Cette technologie arrive à maturité et les prix sont actuellement en chute libre en ce début d'année 2017 : 0.30\$US/W.³⁸ Cette chute devrait permettre l'atteint d'une production électrique non subventionnée de 20\$US/MW selon Scientific American d'ici à 2020.³⁹

Finalement, il importe de réaliser que malgré un rayonnement solaire moindre en hiver⁴⁰, il existe des effets croisés qui viendront amoindrir la baisse de production. Les températures plus basses et à la réflexion lumineuse obtenue par la neige ont un effet bénéfique sur la productivité. Il y a donc moyen de produire de l'électricité partout au Québec, ce qui s'avère une excellente solution technico-économique pour remplacer ou réduire significativement le recours aux génératrices diesel dans les réseaux isolés et pour les clientèles non raccordées au réseau.

Le secteur du chauffage (solaire thermique actif)

Le rayonnement solaire peut également être capté par des murs ou des capteurs solaires thermiques afin de préchauffer l'air utilisé dans la chauffe des bâtiments. Le rendement de tels équipements peut atteindre jusqu'à 80%.⁴¹ Un tel usage permet de réduire de 20 à 30 pour cent le recours aux combustibles fossiles.

Présents au Québec depuis les années 1990, les murs et panneaux solaires thermiques sortent progressivement de l'ombre compte tenu de leur potentiel d'économie d'énergie et de réduction de GES. Et ce autant pour les secteurs résidentiel, commercial/industriel et agricole.⁴² Cette technologie est d'ailleurs éligible à un crédit d'impôt à la rénovation (RÉNOVERT).⁴³ Le programme ÉCOPERFORMANCE⁴⁴, du MERN, permet également de supporter les coûts relatifs à l'installation d'équipements solaires thermiques. Certains distributeurs énergétiques supportent également les propriétaires d'immeubles à logement et les entreprises.⁴⁵

La structure du programme, par la courte période d'accessibilité, a toutefois pour effet de ne pas apporter une stimulation pérenne de l'industrie compte tenu de l'effet boom and bust induit par son calendrier d'éligibilité.

³⁸ <https://electrek.co/2016/09/26/solar-power-cost-down-25-in-five-months-theres-no-reason-why-the-cost-of-solar-will-ever-increase-again/>. Une gamme complète de fournisseurs, comprenant des milliers de panneaux, peut être consultée sur le site transactionnel du grossiste ENFSolar, voir <https://www.enfsolar.com/>

³⁹ <https://www.scientificamerican.com/article/are-we-entering-the-photovoltaic-energy-era/>

⁴⁰ <https://www.mern.gouv.qc.ca/energie/innovation/innovation-non-conventionnelles-cartes.jsp>

⁴¹ <http://www.t3e.info/pdf/Nouvelles/Vecteur%20Art%20tech%20PL%20Paradis-Janvier%202014.pdf>

⁴² http://www.efficaciteenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/agroalimentaire_agricole/11-Mur_solaire.pdf

⁴³ <http://www.revenuquebec.ca/fr/citoyen/credits/renovert/liste-travaux-reconnus.aspx>; <http://ici.radio-canada.ca/nouvelle/771129/renovert-credit-budget-leitao>. Ce crédit a fait son apparition au budget 2014 sous l'appellation LogiRénov, voir : <http://www.terra-verte.ca/wp-content/uploads/2014/09/Informations-generales-sur-le-Credit-LogiRenov-avril-2014.pdf>

⁴⁴ <http://www.efficaciteenergetique.gouv.qc.ca/clientele-affaires/ecoperformance/aide-financiere/>

⁴⁵ <http://www.lesaffaires.com/dossier/special-energie-objectif-2030/energie-solaire--un-vaste-potentiel-a-exploiter/590190>



Le secteur de la chaleur industrielle

Le secteur industriel utilise de grandes quantités de mazout ou de gaz afin de générer de la vapeur pour différents procédés industriels. Cette vapeur peut également être obtenue à partir de capteurs solaires concentrant le rayonnement solaire afin de chauffer à plus de 120 °C un liquide caloporteur qui, à l'aide d'un échangeur thermique, génèrera la vapeur requise et diminuera ainsi significativement le recours aux combustibles fossiles. La compagnie Rackam de Sherbrooke est une pionnière en la matière.⁴⁶

Le secteur du transport

L'électrification des transports exige le déploiement du vaste réseau de bornes de recharge sur l'ensemble du territoire québécois. La peur de se retrouver dans un endroit sans possibilité de recharge étant un frein psychologique non négligeable, le recours à des stations de recharge alimentées à l'énergie solaire permettrait d'étendre le territoire couvert par le Réseau électrique. Fabriqué en matériaux légers et selon des principes modulaires, ce type d'équipement peut être installé sur une base temporaire afin de valider l'emplacement optimal des stations de recharge (avant la réalisation des travaux d'installation permanente) ou afin d'étendre progressivement le réseau dans des zones à plus faible taux d'achalandage. Compte tenu de sa rapidité d'installation et de mise en fonction (4 heures), ce type d'équipement peut également servir pour des besoins saisonniers, dans les installations de la SEPAQ, par exemple. La compagnie Renewz, de Montréal, est à déployer ce type d'équipement aux États-Unis.⁴⁷

⁴⁶ <https://rackam.com/fr/>

⁴⁷ <http://www.renewz.com/?lang=fr>

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'ÉNERGIE SOLAIRE

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
L'énergie solaire est renouvelable puisqu'elle provient du rayonnement solaire. Tout comme le vent ou l'eau, c'est une énergie qui est présente dans la nature et gratuite.	L'énergie solaire est dite intermittente puisqu'il n'y a pas de rayonnement solaire la nuit. Une forte couverture nuageuse peut également affecter la productivité des équipements. ⁴⁸
L'énergie solaire est très faiblement émettrice de GES sur l'ensemble de son cycle de vie. 50 g CO ₂ /kWh> de valeur moyenne selon l'IPCC pour le solaire, 24g pour l'hydraulique et 490g pour une centrale au gaz à CC. ⁴⁹	Pour son utilisation électrique, elle nécessite le recours à des accumulateurs (batteries) afin d'accumuler l'énergie requise pour la consommation au cours des périodes où il y a absence de rayonnement solaire. Ce coût accroît la capitalisation requise. Une approche hybride, couplage solaire/diesel, peut en réduire les coûts, mais en réduira les gains environnementaux.
Le prix des panneaux solaires photovoltaïques a chuté de 25% en 6 mois au cours de l'année 2016. ⁵⁰ Il en coûte aujourd'hui 0,34\$/W. ⁵¹ Le délai entre la décision et la mise en production est excessivement court. Selon la taille du projet, il peut se compter en jours.	Il y a un faible bassin de main-d'œuvre qualifiée pour installer et entretenir les sites de productions photovoltaïques. Un programme de formation et de certification serait requis pour corriger la situation.
Le coût d'entretien est dérisoire et la durée de vie des panneaux photovoltaïques et des murs solaires est supérieure à 25 ans.	Pour les différentes clientèles reliées au réseau, le coût de l'électricité de source solaire est encore plus élevé que celui vendu par H-Q
	Demande une capitalisation hors de la portée de la plupart des consommateurs québécois

⁴⁸ [Il en va de même pour la production éolienne lorsque le vent chute ou pour la production hydraulique lorsque les températures chutent et qu'il y a formation de frasil.](#)

⁴⁹ https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf, p.1335

⁵⁰ <https://electrek.co/2016/09/26/solar-power-cost-down-25-in-five-months-theres-no-reason-why-the-cost-of-solar-will-ever-increase-again/>

⁵¹ <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:mOVVs80X4IUJ:https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-12-30/solar-panels-now-so-cheap-manufacturers-probably-selling-at-loss+&cd=6&hl=fr&ct=clnk&gl=ca&client=firefox-b>

Rédaction: Jean-François Samray

Conception graphique: Joanie Dubé

© Association québécoise de la production
d'énergie renouvelable, juin 2017