



# Agir sur les changements climatiques : **vers un dialogue élargi à la société civile canadienne**

Un recueil de textes en réponse à

*Agir sur les changements climatiques :*  
**les solutions d'universitaires canadiens et canadiennes**

un document de consensus lancé en mars 2015



Faculté des  
sciences







À PROPOS DE L'ORGANISME

# SOLAR GLOBAL SOLUTIONS

ADAM DAY ET SEAN FLEMING

---

Solar Global Solutions (SGS) est un fabricant de systèmes de microréseaux spécialisé dans le design, l'approvisionnement et la construction de photovoltaïques solaires, de générateurs de chaleur et d'électricité combinés et de piles pour le stockage d'énergie. L'équipe de SGS fournit des services clé en main d'ingénierie, d'approvisionnement et de construction (IAC) à la fois pour des projets reliés au réseau que hors réseau. SGS est une entreprise privée fondée en 1988 à Halifax, Nouvelle-Écosse, Canada et a plus de 25 ans d'expérience dans le développement de projets pour des clients résidentiels, commerciaux, gouvernementaux et des services publics. À ce jour, SGS a fourni plus de 500 systèmes solaires à l'échelle mondiale incluant des projets en Amérique du Nord, dans les Caraïbes et au Moyen-Orient.

POUR PLUS D'INFORMATIONS, VEUILLEZ CONTACTER

[sfleming@solarglobalsolutions.com](mailto:sfleming@solarglobalsolutions.com)

SITE INTERNET OFFICIEL

[solarglobalsolutions.com](http://solarglobalsolutions.com)



UN SYSTÈME SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE COMMERCIAL DE 12,2 KW CONÇU  
ET INSTALLÉ PAR SOLAR GLOBAL SOLUTIONS POUR LA VILLE DE HALIFAX  
DANS LE CADRE DE LEURS EFFORTS POUR ADOPTER L'ÉNERGIE SOLAIRE  
ET RÉDUIRE L'EMPREINTE CARBONE DE LEURS INSTALLATIONS

© ADAM DAY



# Les systèmes de microréseaux de production décentralisée :

faire avancer l'adoption de l'énergie renouvelable et l'évolution de notre réseau électrique

Texte original en anglais disponible à [www.sustainablecanadadialogues.ca/en/scd/extendingthediologue](http://www.sustainablecanadadialogues.ca/en/scd/extendingthediologue)

Solar Global Solutions (SGS) valorise l'importance de la durabilité environnementale dans la région de l'Atlantique et dans le reste du Canada. Comme compagnie d'énergie solaire et de microréseaux, SGS fait la promotion, la conception et l'installation de solutions qui minimisent l'utilisation des combustibles fossiles et réduit l'empreinte carbone de ses clients à travers le monde. SGS est fier d'appuyer le travail des Dialogues pour un Canada vert dans l'élaboration de ce document et la production d'une carte de l'énergie renouvelable du Canada. La planification par de multiples parties prenantes, comme celle mise en œuvre par Dialogues pour un Canada vert, est fondamentale pour la durabilité environnementale et économique du système énergétique du Canada à long terme.

À partir de 2013, environ 20 % de l'électricité au Canada a été produite par des sources qui utilisent des combustibles fossiles<sup>1</sup>. En raison

d'une géographie favorable où plus de 60 % des besoins en électricité du pays peuvent être comblés par l'hydroélectricité propre et par les infrastructures existantes supportant le nucléaire et des sources d'énergie renouvelable à grande échelle, le réseau électrique du Canada est moins dépendant de l'énergie provenant des combustibles fossiles que d'autres nations. Par contre, la production de 20 % de notre électricité à partir de sources qui utilisent les combustibles fossiles produit 12 % (90 Mt CO<sub>2</sub> éq. par année à partir de 2011) des émissions de gaz à effet de serre (GES) du Canada qui contribuent à la dégradation de notre climat<sup>2</sup>. Des mesures doivent être prises pour minimiser l'empreinte carbone de notre production d'électricité.

Ces dernières années, à l'aide de tarifs et d'autres programmes incitatifs, des progrès ont été réalisés à travers le Canada pour développer le secteur des énergies renou-

<sup>1</sup> <http://powerforthe future.ca/electricity-411/data-world/>

<sup>2</sup> [https://ec.gc.ca/ges-ghg/985F05FB-4744-4269-8C1A-D443F8A86814/1001-Canada%27s%20Emissions%20Trends%202013\\_e.pdf](https://ec.gc.ca/ges-ghg/985F05FB-4744-4269-8C1A-D443F8A86814/1001-Canada%27s%20Emissions%20Trends%202013_e.pdf)



velables. Plus particulièrement, la puissance solaire photovoltaïque (PV) installée au Canada est passée de 13,9 MW en 2004 à 1210 MW en 2013<sup>3</sup>. La corrélation entre les incitatifs gouvernementaux et l'adoption des énergies renouvelables peut être clairement observée en Ontario où un programme progressif de tarifs de rachat garantis a permis à la province de développer plus de 99 % de toute la puissance solaire PV installée au Canada<sup>4</sup>.

Des tendances similaires peuvent être observées à l'échelle mondiale où les mesures incitatives et les subventions parrainées par le gouvernement ont démontré leur capacité à faire progresser les taux d'adoption et, par la suite, à réduire les coûts des technologies solaires PV et de leurs installations. Au cours des six dernières années seulement, le coût global des modules solaires photovoltaïques a chuté de 80 % et le coût total des systèmes solaires PV de plus de 60 %<sup>5</sup>. Avec des coûts décroissant rapidement et des percées technologiques innovantes, il est prévu que d'ici 2050, l'énergie solaire sera la plus grande source d'électricité au monde devant les combustibles fossiles, l'énergie éolienne, l'hydroélectricité et le nucléaire<sup>6</sup>.

Ces diminutions rapides des coûts amènent, même sans incitatifs gouvernementaux, la production d'électricité par énergie solaire PV à devenir très compétitive pour les réseaux électriques de plusieurs juridictions. Il convient d'en souligner l'effet sur le taux de croissance rapide des systèmes PV décentralisés à petite échelle. Par exemple, en Nouvelle-Écosse, les installations solaires

PV commerciales et résidentielles ont eu, au cours des cinq dernières années, un taux de croissance annuel moyen de plus de 75 %. Le coût moyen actualisé de l'électricité (LCOE pour *Levelized Cost of Electricity*) des installations récentes en Nouvelle-Écosse est actuellement de l'ordre de 0,196 à 0,291 \$/kWh par rapport au taux d'environ 0,15 \$/kWh pour l'électricité résidentielle provenant des services publics<sup>7</sup>. Cette compétitivité croissante des coûts signifie que l'adoption du solaire décentralisé continuera d'augmenter rapidement indépendamment des incitatifs gouvernementaux. Les taux d'adoption de l'énergie solaire PV, autant à l'échelle des services publics que de la distribution, indiquent que le PV sera certainement un des grands contributeurs pour la production d'électricité dans le futur.

Alors que le déploiement rapide de l'énergie PV solaire est un pas positif vers moins de production d'électricité à fortes émissions de carbone, la hausse des taux de pénétration des systèmes PV décentralisés peut avoir un impact significatif sur notre infrastructure de réseaux électriques vieillissante. Plus particulièrement, n'étant pas conçus pour compenser les fluctuations causées par des sources d'énergie intermittentes comme l'énergie solaire, les centrales de production et les systèmes de contrôle traditionnels posent des défis aux services publics.

Comme plusieurs systèmes solaires PV sont ajoutés au réseau, le défi de subvenir aux demandes d'électricité en période de pointe est amplifié par le fait que le moment de la journée où la production d'énergie atteint sa puissance maximale (midi) ne correspond pas au moment de la journée où la demande des usagers est la plus grande (fin d'après-midi/début de soirée). Un bon exemple des

3 [http://cansia.ca/sites/default/files/20140403\\_cansia\\_white\\_paper\\_final\\_0.pdf](http://cansia.ca/sites/default/files/20140403_cansia_white_paper_final_0.pdf)

4 [http://cansia.ca/sites/default/files/cansia\\_roadmap\\_2020\\_final.pdf](http://cansia.ca/sites/default/files/cansia_roadmap_2020_final.pdf)

5 [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapSolarPhotovoltaicEnergy\\_2014edition.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapSolarPhotovoltaicEnergy_2014edition.pdf)

6 Ibid.

7 <http://www.questcanada.org/sites/all/sites/default/files/private/files/QUESTNS%20Submission%20No%202.pdf>



défis que cela pose peut être observé dans les zones géographiques qui connaissent actuellement des taux plus élevés de pénétration des technologies solaires. En Californie par exemple, il est estimé que d'ici 2020, les services publics devront être en mesure d'accroître la capacité de production de 13 000 MW pendant les trois heures où l'énergie solaire pour la production chute alors que la demande augmente afin de compenser un déséquilibre quotidien dans le réseau<sup>8</sup>.

L'intermittence des profils existants de demande des utilisateurs finaux, associée à la production variable d'électricité à partir d'énergie renouvelable, est actuellement équilibrée par les services de production traditionnels des fournisseurs de services publics. Ceci inclus habituellement des générateurs en ligne (incluant le pétrole, le gaz, le charbon et l'hydroélectricité) et des générateurs hors ligne qui peuvent être mis en marche rapidement lorsque nécessaire (normalement les centrales à turbines à gaz pour les périodes de pointe), mais ils sont rapidement coûteux à exploiter et à entretenir, en plus de produire des émissions de GES considérables.

Il n'est pas viable d'un point de vue environnemental et économique de compter, en période de pointe, sur des centrales et des services auxiliaires centralisés fonctionnant aux combustibles fossiles pour compenser l'intermittence des actifs renouvelables. Puisque l'adoption des ressources renouvelables par les consommateurs continue de grimper, un nouveau modèle de réseau électrique doit être développé. Bien qu'*Agir sur les changements climatiques : les solutions d'universitaires canadiens et canadiennes* propose de combiner l'énergie hydraulique avec les énergies solaire et

éolienne, le PV doit être déployé avec des technologies de microréseaux complémentaires telles que les piles pour le stockage d'énergie, la microproduction combinée de chaleur et d'électricité (ou microcogénération, en anglais micro-CHP) et le contrôle interactif du réseau électrique. Ce nouveau système énergétique décentralisé se composera de grands services publics traditionnels produisant des actifs qui travailleront en collaboration avec ces systèmes de microréseaux.

Intégrer le PV aux technologies de stockage d'énergie permet aux utilisateurs finaux d'exercer un contrôle accru sur le moment où l'électricité produite est consommée. L'impact d'un système solaire PV est ainsi optimisé et vient perturber les fournisseurs de services publics traditionnels. Conjointement avec les technologies solaires PV, le coût des technologies de stockage d'énergie atteint aussi actuellement de nouveaux bas historiques et, pour la première fois, les systèmes solaires avec stockage décentralisés à petite échelle sont un choix économique sensé pour les utilisateurs finaux.

En utilisant le stockage d'énergie, la stabilité du réseau électrique peut être améliorée en emmagasinant l'énergie solaire produite pendant le jour et en différant son utilisation pendant les périodes de pointe de la demande. De plus, l'ajout d'un générateur de soutien à faibles émissions, tel qu'un système de micro-CHP pour une série de PV décentralisées, permet aux utilisateurs finaux de fonctionner hors réseau pendant les heures de pointe de la demande ou d'agir, malgré le niveau de la puissance de sortie du système solaire, comme un exportateur net d'énergie vers le réseau électrique. Ceci est particulièrement avantageux pour le climat nordique du Canada où la demande en période de pointe pour le réseau électrique est ressentie en soirée pendant les mois d'hiver. Pendant

---

8 [https://www.caiso.com/Documents/FlexibleResourcesHelpRenewables\\_FastFacts.pdf](https://www.caiso.com/Documents/FlexibleResourcesHelpRenewables_FastFacts.pdf)



cette période, après le coucher du soleil, il n'y a pas de support pendant les périodes de pointe pour la réduction de la charge due à l'utilisation du système solaire seulement. Dans un système de cogénération, le groupe de piles et le système de micro-CHP peuvent travailler en tandem pour réduire la charge sur le réseau électrique et permettre aux services publics de minimiser leur dépendance à la production d'actifs au coût marginal le plus haut. Ce coût peut être deux à trois fois plus dispendieux que la production d'énergie solaire PV<sup>9</sup>.

Intégrer le stockage dans des piles et les micro-CHP aux PV améliore par ailleurs les avantages environnementaux, en minimisant la consommation par l'utilisateur d'électricité provenant du réseau électrique, et minimise le besoin des services publics de générer de l'électricité à partir de centrales électriques fonctionnant aux combustibles fossiles. Une centrale électrique aux combustibles fossiles conventionnelle a une efficacité, lors de la conversion du combustible en énergie électrique, de seulement environ 35 à 40 %<sup>10</sup>. En combinant un petit générateur électrique avec un système de récupération de la chaleur, les unités de micro-CHP ont une efficacité thermique et électrique combinée de l'ordre de 85 à 95 %. En outre, la concentration de la production d'énergie (PV et micro-CHP) chez l'utilisateur final élimine également les pertes d'électricité causées par la distribution depuis une grande centrale électrique. Ces pertes, dues à la distribution, peuvent atteindre jusqu'à 10 %<sup>11</sup>. Une étude publiée par des chercheurs provenant de deux universités canadiennes a démontré qu'un système de PV, de stockage

d'énergie et de CHP combinés peut réduire les émissions de GES de 50 à 90 % par rapport à une centrale électrique traditionnelle aux combustibles fossiles<sup>12</sup>. Les avantages environnementaux d'intégrer un générateur de soutien et du stockage d'énergie aux PV chez les utilisateurs finaux sont très clairs. Et comme l'érosion des coûts de ces nouvelles technologies continue, l'intégration de la production d'énergie décentralisée dans le réseau électrique deviendra indépendante des subventions ou d'autres programmes incitatifs.

Les systèmes de microréseaux décentralisés et la menace de « défection de la charge » (lorsque les clients résidentiels et commerciaux sont hors réseau pour la majeure partie de leurs besoins énergétiques (comblés principalement par des piles et du stockage) et utilisent le réseau comme soutien lorsque nécessaire) peuvent être vus comme un risque, selon le modèle d'affaires traditionnel des services publics, pour les fournisseurs de services. Il est prévu que d'ici 2030, à mesure que la production d'énergie changera vers des sources renouvelables décentralisées, certaines parties des États-Unis verront une érosion des ventes de 50 à 60 % à la fois chez les utilisateurs résidentiels et chez les utilisateurs commerciaux<sup>13</sup>. Seulement dans la région du nord-est des États-Unis, l'érosion représentera une perte de revenu pour les services publics de 34 milliards de dollars américains chaque année. Cette perte de revenu est particulièrement inquiétante compte tenu des coûts requis pour entretenir l'infrastructure du réseau électrique existant. À titre de référence, aux États-Unis, entre 2010 et 2030, il est estimé que le réseau électrique nécessitera un investissement de

9 <http://www.lazard.com/PDF/Levelized%20Cost%20of%20Energy%20-%20Version%208.0.pdf>

10 <http://www.c2es.org/technology/factsheet/natural-gas>

11 [http://www.hydroone.com/RegulatoryAffairs/Documents/EB-2007-0681/Exhibit%20A/Tab\\_15\\_Schedule\\_3\\_Distribution\\_Line\\_Losses\\_Study.pdf](http://www.hydroone.com/RegulatoryAffairs/Documents/EB-2007-0681/Exhibit%20A/Tab_15_Schedule_3_Distribution_Line_Losses_Study.pdf)

12 Nosrat, A.H., Swan, L.G., et Pearce, J.M. (2013). « Improved performance of hybrid photovoltaic-trigeneration systems over photovoltaic-cogen systems including effects of battery storage », *Energy*, 49: 366-374.

13 [http://www.rmi.org/Knowledge-Center/Library/2015-05\\_RMI-TheEconomicsOfLoadDefection-FullReport](http://www.rmi.org/Knowledge-Center/Library/2015-05_RMI-TheEconomicsOfLoadDefection-FullReport)



100 milliards de dollars américains chaque année seulement pour maintenir les opérations<sup>14</sup>. Avec les futurs coûts d'entretien à l'esprit et les pertes de revenu potentielles facilitées par la production d'énergie décentralisée, il n'est pas surprenant que plusieurs fournisseurs de services publics voient les actifs d'énergie renouvelable décentralisés comme une menace pour le système existant. Alors que cela pourrait encourager les fournisseurs de services publics à réduire les mesures incitatives pour l'adoption de l'énergie renouvelable ou à abolir les structures telles que la facturation nette pour tous les services, ces types de solution à court terme ne feront que retarder, de façon économiquement douloureuse, l'évolution inévitable de notre système énergétique.

Le modèle de réseau électrique unidirectionnel devient obsolète et des modifications dans la réglementation sont nécessaires afin de traiter les microréseaux décentralisés comme des opportunités plutôt que comme un risque. Les actifs renouvelables décentralisés avec stockage d'énergie peuvent offrir une grande variété d'avantages pour le réseau électrique incluant : l'intégration grandissante des ressources renouvelables, la gestion de la variabilité, la gestion en période de pointe, la régularisation du voltage et de la fréquence et la résilience du réseau électrique. En intégrant intelligemment plus d'actifs renouvelables au réseau, notre réseau électrique peut réduire sa dépendance à la production d'électricité émettrice de GES. Par ailleurs, le développement d'actifs renouvelables marquera l'entrée de plusieurs nouvelles opportunités économiques intéressantes comme, entre autres, des emplois de haute technologie en ingénierie, en développement des technologies, en installation et en maintenance. Ces tendances se font déjà sentir dans notre économie. En 2013, 37 %

plus de Canadiens qu'en 2009 travaillaient dans le secteur des énergies renouvelables, alors que l'industrie de l'énergie renouvelable au Canada compte actuellement plus d'emplois directs canadiens que l'industrie pétrolière<sup>15</sup>.

Les microréseaux décentralisés mènent vers un changement dans la façon de gérer l'électricité. Le réseau électrique centralisé a ainsi un rôle de soutien alors que la production et le stockage sur place remplissent les besoins énergétiques primaires des utilisateurs finaux. Pour que cette transition se produise en douceur, les modèles d'affaires des services publics doivent évoluer. Il est maintenant temps d'expérimenter avec de nouvelles structures de taux et de nouvelles réglementations qui supporteront le développement du réseau électrique de demain vers un système plus respectueux de l'environnement.

En ne prenant pas de mesures proactives, pendant que les systèmes de microréseaux en sont toujours à leurs balbutiements, pour établir une structure réglementaire appropriée pour les ressources énergétiques distribuées et en considérant que l'adoption massive des consommateurs se fait indépendamment des subventions gouvernementales, les fournisseurs de services publics rencontreront probablement des défis importants. Les bénéfices économiques de produire sa propre énergie deviendront évidents avec ou sans le support des services publics puisque les progrès technologiques feront encore baisser le prix de l'énergie renouvelable. Alors que notre réseau électrique actuel induit une pression supplémentaire sur le climat de notre planète, les consommateurs demandent de l'énergie propre et ce besoin peut être satisfait à l'aide

14 Ibid.

15 <http://cleanenergycanada.org/wp-content/uploads/2014/12/Tracking-the-Energy-Revolution-Canada-.pdf>



des technologies des énergies renouvelables. Le modèle de réseau électrique actuel peut soit évoluer pour établir des barrières qui isolent les utilisateurs finaux, et éroder ainsi davantage l'intégrité existante de notre système électrique, ou encore fournir les moyens pour avoir un système décentralisé résilient et interconnecté.

En adoptant les microréseaux renouvelables décentralisés avec de nouveaux modèles d'affaires et de nouvelles structures de taux,

(1) les gouvernements et les fournisseurs de services publics peuvent aider à prévenir les changements climatiques tout en exploitant les avantages inhérents des ressources énergétiques distribuées et (2) les fondations d'un réseau électrique intégré fiable, abordable et à faibles émissions peuvent être développées.





À PROPOS DE L'INITIATIVE

# DIALOGUES POUR UN CANADA VERT

---

Cette contribution fait partie d'un recueil de textes, *Agir sur les changements climatiques : vers un dialogue élargi à la société civile canadienne*, qui provient des interactions entre Dialogues pour un Canada vert, une initiative parrainée par la Chaire UNESCO-McGill Dialogues pour un avenir durable, et des gens d'affaires, des organisations non gouvernementales, des syndicats, des municipalités, des groupes de chercheurs et des citoyens.

Dialogues pour un Canada vert est une initiative qui mobilise plus de 60 chercheurs provenant de toutes les provinces du Canada qui représentent des disciplines diverses en sciences pures, en génie et en sciences sociales. Nous sommes convaincus qu'il est grand temps de mettre de l'avant des options concrètes, dans le contexte canadien, et que ces options aideront le pays à passer à l'action.

Ensemble, ces textes enrichissent les solutions possibles et prouvent qu'il y a des idées en ébullition partout au Canada. Les opinions exprimées dans *Agir sur les changements climatiques : vers un dialogue élargi à la société civile canadienne* appartiennent aux auteurs et aux organismes respectifs et ne reflètent pas nécessairement celles des Dialogues pour un Canada vert.

Nous remercions tous les contributeurs de s'être engagés dans ce dialogue afin d'arriver à une vision collective des voies menant à une société sobre en carbone et des façons d'y parvenir.

POUR PLUS D'INFORMATIONS, CONSULTEZ NOTRE SITE WEB

[sustainablecanadadialogues.ca/fr/vert/agir-changements-climatiques](https://sustainablecanadadialogues.ca/fr/vert/agir-changements-climatiques)