



Natural Resources
Canada

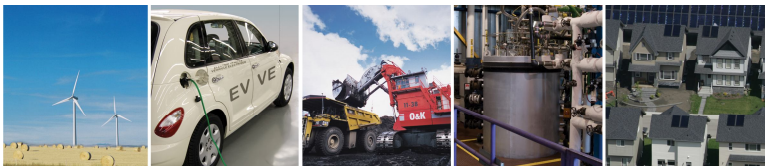
Ressources naturelles
Canada



CanmetENERGY

Leadership in ecoInnovation

PROFIL DU SECTEUR DE L'ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE AU CANADA



Canada

PROFIL DU SECTEUR DE L'ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE AU CANADA

Préparé par :

Navigant Consulting, Inc.
333, Bay Street
Bureau 1250
Toronto, Ontario, M5H 2R2
www.navigant.com

Présenté à :

CanmetÉNERGIE, Centre de recherche de Varennes

Date :

29 mars 2012

CITATION

Navigant Consulting Inc., Profil du secteur de l'énergie solaire photovoltaïque au Canada, rapport 2012-063 (RP-TEC), CanmetÉNERGIE, Ressources naturelles Canada, mars 2012, 117 pp.

AVIS DE NON-RESPONSABILITÉ

Le présent rapport est distribué uniquement à des fins d'information et ne reflète pas nécessairement les opinions du gouvernement du Canada, et son contenu ne peut être interprété comme une recommandation d'un produit commercial ou d'une personne. Le gouvernement du Canada, ses ministres, ses hauts fonctionnaires, ses employés ou ses agents ne donnent aucune garantie et n'assument aucune responsabilité à l'égard de ce rapport.

REMERCIEMENTS

La préparation de ce rapport a été financée par Ressources naturelles du Canada dans le cadre de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation.

TABLE DES MATIÈRES

1	Sommaire	1
1.1	Points clés à retenir	1
2	Inciatifs provinciaux et fédéraux pour le secteur de l'énergie solaire photovoltaïque	5
2.1	Ontario	9
2.1.1	POSER	10
2.1.2	Loi de 2009 sur l'énergie verte et l'économie verte	12
2.1.3	Les exigences de l'Ontario relativement au contenu local	13
2.1.4	Tarif de rachat garanti (TRG) 2.0	18
2.2	Colombie-Britannique	21
2.3	Alberta	23
2.4	Saskatchewan	24
2.5	Manitoba	26
2.6	Québec	26
2.7	Nouveau-Brunswick	27
2.8	Île-du-Prince-Édouard	27
2.9	Terre-Neuve-et-Labrador	28
2.10	Nouvelle-Écosse	28
2.11	Territoires du Nord-Ouest	28
2.12	Yukon	29
2.13	Nunavut	29
3	Les marchés de l'énergie solaire photovoltaïque au Canada	30
3.1	Ontario	30
3.2	Programme d'offre standard pour l'énergie renouvelable (POSER)	31
3.3	TRG et TRG pour les micro-projets	31
3.3.1	Samsung	40
3.4	À l'extérieur de l'Ontario	41
4	Chaîne d'approvisionnement photovoltaïque au Canada	43
4.1	Fabrication des modules	44
4.2	Fabrication des autres composants du système	45
4.3	Chaîne d'approvisionnement en aval	48
4.4	Modèles d'entreprises et circuits du marché	48
	Intégration verticale	48
	Fabrication en sous-traitance	49
	Modèles de propriété	50
	Circuits du marché	51
4.5	Autres éléments de la chaîne d'approvisionnement	51
4.6	Chaîne d'approvisionnement pour le photovoltaïque intégré aux bâtiments (BIPV)	52
5	Profils des principaux fabricants	54
5.1	Modules	55
5.2	Onduleurs	60
5.3	Châssis	62
5.4	Autres	63
5.5	Fabrication en sous-traitance	64
5.6	Fermetures d'usines récentes	64
6	Statistiques actuelles sur l'économie et la productivité	66
6.1	Paramètres	67
6.2	Demande locale	68
6.3	Retombées économiques – exportations	73
6.4	Production d'énergie	74

6.5	Emplois.....	75
7	Évaluation de la main-d'œuvre canadienne.....	78
7.1	Besoins en main-d'œuvre.....	78
7.2	Compétences requises.....	78
7.2.1	Prévisions concernant le marché.....	79
7.2.2	Exigences en main-d'œuvre.....	80
7.3	Offre actuelle.....	81
7.4	Pénuries et défis.....	82
8	Système d'innovation du secteur photovoltaïque au Canada.....	84
8.1	Introduction.....	84
8.2	Sommaire de programmes de financement.....	84
8.3	Grappes de technologies photovoltaïques canadiennes.....	87
8.4	Les principales entreprises et leurs concurrents dans chaque grappe technologique.....	96
8.5	Innovations mondiales relatives au photovoltaïque.....	97
8.5.1	Modules.....	97
8.5.2	Électronique de puissance et autres composants des systèmes.....	101
8.5.3	Systèmes BIPV.....	102
9	Annexe A : Acteurs clés tout le long de chaîne d'approvisionnement photovoltaïque au Canada...	104
10	Annexe B : Principaux chercheurs universitaires canadiens dans le domaine du photovoltaïque....	109
10.1	Universités.....	109

Liste des figures

Figure 1 – Installations photovoltaïques canadiennes en 2011, 289 MW _{CC}	1
Figure 2 – Progression des projets d'énergie solaire (MW _{CA}) POSER	11
Figure 3 – Projets du programme Green Options Partners 2011 de SaskPower, 50 MW	26
Figure 4 – Installations canadiennes d'énergie solaire photovoltaïque en 2011, 289 MW _{CC}	30
Figure 5 – Aperçu des micro-projets de TRG (MW)	33
Figure 6 – Aperçu des projets d'énergie solaire TRG (MW)	35
Figure 7 – Projets solaires photovoltaïques TRG au sol c. sur toiture (MW _{CA})	36
Figure 8 – MW _{CC} cumulatifs des installations photovoltaïques canadiennes	42
Figure 9 – Chaîne d'approvisionnement photovoltaïque	43
Figure 10 – Étapes du processus de fabrication d'un module au silicium cristallin	44
Figure 11 – Autres composants d'un système	46
Figure 12 – Chaîne d'approvisionnement en aval	48
Figure 13 – Méthodologie d'évaluation des retombées économiques	Error! Bookmark not defined.
Figure 14 – Ensembles de compétences requis	81
Figure 15 – Source de financement fédéral canadien (en 2012)	85
Figure 16 – Vue d'ensemble mondiale des technologies de modules photovoltaïques et des rendements de conversion atteints	100

Liste des tableaux

Tableau 1 – Sommaire des incitatifs reliés au secteur solaire photovoltaïque au Canada	6
Tableau 2 – Activités désignées relativement au contenu local des programmes de TRG et de TRG pour les micro-projets.....	14
Tableau 3 – Exigences de l'Ontario relativement au contenu local	15
Tableau 4 – Prix initiaux du programme de TRG pour les micro-projets	16
Tableau 5 – Barème de prix initial du programme de TRG.....	17
Tableau 6 – Objectifs technologiques du Plan énergétique à long terme.....	19
Tableau 7 – Prix initial du programme TRG et prix proposé pour le TRG 2.0	20
Tableau 8 – Prix de base du programme d'offre permanente de la C.-B.	22
Tableau 9 – Tableau d'ajustement des délais de livraison du programme d'offre permanente	23
Tableau 10 – Taux tarifaires du programme Green Options Partners Program	25
Tableau 11 – Détenteurs de contrats de TRG pour des installations au sol.....	36
Tableau 12 – Principaux pionniers de la fabrication des modules au Canada.....	45
Tableau 13 – Principaux pionniers de la fabrication des onduleurs au Canada	47
Tableau 14 – Principaux fabricants de composants photovoltaïques canadiens	55
Tableau 15 – Exemples de relations de fabrication en sous-traitance.....	64
Tableau 16 – Sommaire des paramètres économiques et de productivité.....	66
Tableau 17 – Ventilation présumée des coûts d'installation.....	68
Tableau 18 – Installations photovoltaïques canadiennes et retombées économiques pour 2011	69
Tableau 19 – Retombées économiques des coûts du propriétaire	69
Tableau 20 – Exigences de contenu local du programme de TRG de l'Ontario	70
Tableau 21 – Retombées économiques de la fabrication des modules au Canada en 2011.....	71
Tableau 22 – Retombées économiques de la fabrication des onduleurs au Canada.....	72
Tableau 23 – Retombées économiques de la fabrication des châssis au Canada	72
Tableau 24 – Retombées économiques de la distribution des composants électriques	73
Tableau 25 – Retombées économiques des exportations manufacturières	74
Tableau 26 – Production du parc photovoltaïque à la fin de 2011	75
Tableau 27 – Coefficient de main-d'œuvre (ETP/MW)	76
Tableau 28 – Estimation des emplois dans l'industrie de la photovoltaïque en 2011	77
Tableau 29 – Ensemble de compétences par type d'activité	79
Tableau 30 – Prévisions de Navigant concernant le marché [MW _{CC}].....	80

Tableau 31 – Données 2011 sur l'offre de main-d'œuvre pour les ensembles de compétences pertinents à l'industrie photovoltaïque	81
Tableau 32 – Pénurie de main-d'oeuvre par rapport aux niveaux de 2011	83
Tableau 33 – Les entreprises canadiennes et leurs principales innovations groupées par grappes technologiques	i
Tableau 34 – Principaux concurrents des entreprises qui innovent dans le domaine du photovoltaïque au Canada	96
Tableau 35 – Principales innovations mondiales relativement aux modules photovoltaïques.....	98
Tableau 36 – Innovations et programmes clés à l'échelle mondiale relativement à l'électronique de puissance et aux autres composants des systèmes photovoltaïques	101
Tableau 37 – Innovations et programmes clés à l'échelle mondiale pour les systèmes BIPV.....	102
Tableau 38 – Chefs de file de la recherche universitaire reliée au photovoltaïque au Canada.....	109

1 SOMMAIRE

La capacité solaire photovoltaïque installée dans l'ensemble du Canada en 2011 s'élevait à 289 MW_{CC}, ce qui représente plus de 335 gigawatts-heures (GWh) de production d'énergie sur une base annuelle. Ce niveau d'activité a donné lieu à une production économique directe de 584 millions de dollars et employé environ 5 100 équivalents temps plein directs sur une base annuelle. Comme il est indiqué dans la Figure 1 ci-dessous, la majorité des installations ont été effectuées en Ontario.

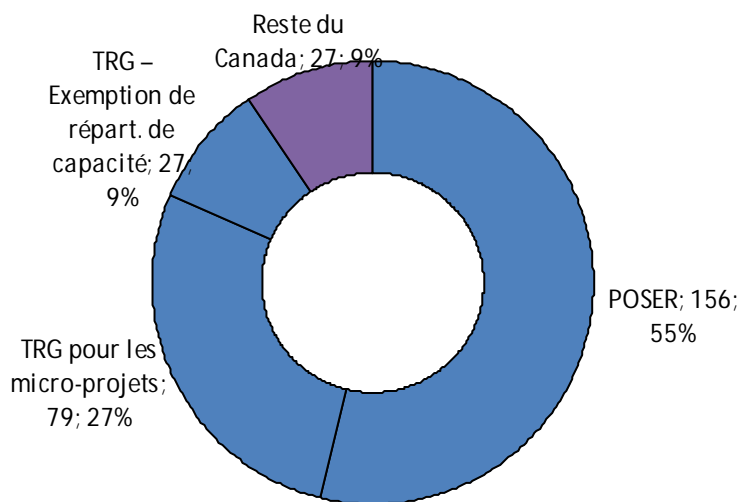


Figure 1 – Installations photovoltaïques canadiennes en 2011, 289 MW_{CC}

Le secteur photovoltaïque a connu une transformation importante au Canada au cours des cinq dernières années. Durant cette période, les efforts du secteur photovoltaïque canadien sont passés des applications autonomes et de créneaux principalement résidentiels aux systèmes raccordés au réseau public. Grâce surtout au Programme d'offre standard pour l'énergie renouvelable (POSER) et au programme de Tarif de rachat garanti (TRG) pour les systèmes photovoltaïques raccordés au réseau, le secteur du solaire a fait l'objet d'investissements importants au Canada en 2011.

Ce profil du secteur présente un tour d'horizon du marché au Canada, y compris les différents incitatifs en place partout dans le pays, fournit une mise à jour sur les installations en 2011, et décrit la chaîne d'approvisionnement photovoltaïque, les retombées économiques, la capacité en main-d'œuvre et l'état de la situation sur les initiatives de R et D en cours au Canada.

Les points clés à retenir de ce profil du secteur sont présentés dans la sous-section suivante et sont également intégrés aux endroits appropriés dans le rapport.

1.1 Points clés à retenir

Voici une liste des points clés à retenir par chapitre.

Chapitre 2 – Incitatifs provinciaux et fédéraux pour le secteur de l'énergie solaire photovoltaïque

- 1) Les programmes d'approvisionnement axés sur l'énergie solaire photovoltaïque de l'Ontario, notamment le Programme d'offre standard en matière d'énergie renouvelable (POSER), le Programme de tarifs de rachat garantis (TRG) et le programme de TRG pour micro-projets la démarquent du reste du Canada et ont mené à un investissement beaucoup plus important dans le solaire photovoltaïque.
- 2) L'un des principaux objectifs de la Loi de 2009 sur l'énergie verte et l'économie verte était de promouvoir les emplois reliés aux énergies renouvelables, et le programme de TRG comportait des exigences de contenu local pour la production de l'énergie solaire photovoltaïque et éolienne.
- 3) Le rapport d'analyse du TRG recommande un rôle élargi pour les projets avec participation des Autochtones ou de la communauté, limite la possibilité de sélectionner des sites sur des terres agricoles de choix pour les projets montés au sol, et réduit les tarifs TRG de 10 % à 32 %.
- 4) À l'extérieur de l'Ontario, le mesurage net est offert dans la plupart des provinces et des territoires; cependant, les tarifs résidentiels ne sont pas suffisants pour justifier un investissement dans l'énergie solaire photovoltaïque pour la plus grande partie de la population, et il existe peu de programmes incitatifs pour l'énergie solaire photovoltaïque en particulier. Ainsi, à l'extérieur de l'Ontario, le marché est presque exclusivement composé de systèmes autonomes.
- 5) Les budgets publics totaux pour l'énergie photovoltaïque s'élevaient à 61,8 millions de dollars en 2010. Cela est principalement dû au programme incitatif de l'Ontario, qui offre un tarif de rachat garanti pour l'électricité produite par l'énergie solaire photovoltaïque.

Chapitre 3 – Les marchés de l'énergie solaire photovoltaïque au Canada

- 6) L'Ontario représentait 91 % des 289 MW_{CC} d'énergie solaire photovoltaïque installée au Canada en 2011.
- 7) Plus de 11 000 micro-projets TRG d'énergie solaire photovoltaïque ont été installés en Ontario en date de février 2012, ce qui représente plus de 100 MW_{CC} d'énergie solaire photovoltaïque distribuée. Bien qu'ils ne dépassent pas la taille maximale de 10 kW_{CA}, certains micro-projets TRG sont rejetés en raison des limitations imposées par le réseau de distribution, particulièrement dans les régions rurales de l'Ontario.
- 8) Plus de 75 %, ou 940 MW_{CA}, des 1 200 MW_{CA} de projets de TRG sous contrat sont des projets montés au sol. Parmi ces projets montés au sol, plus de 800 MW_{CA} sont concentrés parmi sept détenteurs de contrats. En février 2012, l'Ontario Power Authority avait en dossier des demandes additionnelles représentant une capacité de 5 900 MW_{CA}.
- 9) Malgré le grand nombre de projets et la grande capacité en MW sous contrat en Ontario dans le cadre du programme de TRG, très peu de promoteurs ont commencé à construire, principalement en raison des retards associés au nouveau processus d'autorisation

environnementale, au processus d'autorisation des projets d'énergie renouvelable, et à l'évaluation d'impact du raccordement.

- 10) En dépit de sa croissance soutenue, la part de marché totale des applications autonomes continuera de baisser au fur et à mesure de l'expansion rapide du marché raccordé au réseau.

Chapitre 4 – Chaîne d'approvisionnement photovoltaïque au Canada

- 11) La chaîne d'approvisionnement photovoltaïque comprend la fabrication en amont de l'équipement et des composants, de même que les services en aval nécessaires pour la construction des composants photovoltaïques et l'installation des projets. La majeure partie de ces services sont offerts au Canada, mais certains produits seulement sont fabriqués au Canada.
- 12) Les pionniers de la fabrication de modules au Canada sont situés en Ontario, et la plupart d'entre eux ont réalisé une intégration verticale en créant leurs propres projets afin d'assurer une demande suffisante pour justifier l'investissement dans la fabrication.
- 13) Plusieurs fabricants d'équipement d'origine qui ont décidé d'investir en Ontario après 2010 ont opté pour un modèle de fabrication en sous-traitance qui réduit leur investissement tout en leur permettant de respecter les exigences de contenu local et de capturer une partie du marché de TRG de l'Ontario.
- 14) Le marché du photovoltaïque intégré au bâtiment est relativement embryonnaire comparativement aux autres formes de systèmes solaires photovoltaïques, et il en est encore à la phase de démonstration au Canada.

Chapitre 5 – Profils des principaux fabricants

- 15) En 2011, les principaux fabricants canadiens de composants photovoltaïques ont réalisé des revenus de 359 millions de dollars pour toutes leurs activités liées au photovoltaïque, et avaient plus de 2 100 personnes à leur emploi.
- 16) Les fabricants de composants établis à l'extérieur de l'Ontario représentaient la majorité des exportations en 2011.

Chapitre 6 – Statistiques actuelles sur l'économie et la productivité

- 17) En 2011, l'industrie canadienne du photovoltaïque a donné lieu à une production économique de 584 M\$ et employé directement environ 5 100 équivalents temps plein.
- 18) À la fin de 2011, les installations photovoltaïques canadiennes totales de 571 MW_{cc} pouvaient générer 692 GWh par an, pour une valeur potentielle de 50 M\$/an.

Chapitre 7 – Évaluation de la main-d'œuvre canadienne

- 19) L'industrie photovoltaïque canadienne est à court d'environ 4 000 ETP pour répondre à la demande probable jusqu'à la fin de 2014.

Chapitre 8 – Système d'innovation du secteur photovoltaïque au Canada

- 20) Plusieurs sources de financement fédérales et provinciales sont offertes aux fabricants de systèmes photovoltaïques à chaque étape de la commercialisation des produits. Les principales sources sont TDDC, le CRSNG, le Fonds pour les projets pilotes d'innovation de l'Ontario, et les Centres d'excellence de l'Ontario.
- 21) La création de réseaux officiels et de centres d'essais à la fine pointe grâce au financement fédéral et provincial a stimulé la collaboration entre les entreprises et les universités en matière de recherche.
- 22) Les principales entreprises innovatrices dans le secteur photovoltaïque au Canada ont recueilli plus de 95 millions de dollars en financement auprès des gouvernements et des sociétés de capital de risque. En outre, les sociétés privées consacrent chaque année plus de 20 millions de dollars à la recherche sur le photovoltaïque au Canada.
- 23) Plus de 375 M\$ US sont consacrés chaque année à la R et D sur les cellules et les modules photovoltaïques uniquement.
- 24) La Commission européenne, le US Department of Energy, et les grands fabricants d'onduleurs sont les principales sources de financement pour la R et D sur l'électronique de puissance et les autres systèmes.
- 25) La recherche sur les systèmes BIPV est principalement motivée par les exigences législatives, particulièrement en Europe, voulant que les nouvelles constructions soient des bâtiments à consommation énergétique nette nulle à compter de 2020.

2 INCITATIFS PROVINCIAUX ET FÉDÉRAUX POUR LE SECTEUR DE L'ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

La taille des marchés de l'énergie solaire photovoltaïque au Canada et dans le monde est principalement dictée par le niveau de soutien qu'ils reçoivent sous la forme d'incitatifs et de subventions de la part du gouvernement. Le présent chapitre décrit les différents mécanismes de soutien du secteur photovoltaïque dans chacune des provinces et chacun des territoires. Ces mécanismes de soutien vont des initiatives permettant aux consommateurs d'électricité de compenser leur propre consommation d'électricité par des programmes de mesurage net aux incitatifs basés sur le coût qui versent une prime excédant les coûts de remplacement de l'électricité.

L'Ontario se démarque des autres provinces canadiennes par ses programmes d'approvisionnement axés sur l'énergie solaire photovoltaïque, notamment le programme d'offre standard pour l'énergie renouvelable (POSER), le programme de Tarif de rachat garanti (TRG) et de TRG pour les micro-projets, qui sont tous décrits en détail dans le présent chapitre. En revanche, les autres provinces canadiennes encouragent le raccordement des systèmes solaires photovoltaïques au réseau par des programmes de mesurage net. Cependant, à eux seuls, les avantages du mesurage net ne suffisent pas pour inciter la plupart des clients à construire directement un système photovoltaïque ou à s'en remettre à un tiers pour le financement et la responsabilité des projets. Ainsi, la capacité photovoltaïque totale raccordée au réseau à l'extérieur de l'Ontario demeure modeste et principalement limitée au marché hors réseau. Bien que certaines provinces continuent d'envisager des modèles propres à l'énergie solaire photovoltaïque, il n'existe actuellement aucun plan concret pour la mise en œuvre de tels programmes dans l'avenir immédiat.

Au niveau fédéral, exception faite des déductions pour amortissement accéléré de 50 % sur la valeur résiduelle pour les systèmes photovoltaïques admissibles en vertu de la Loi de l'impôt sur le revenu fédérale, aucun incitatif n'est offert pour l'énergie solaire photovoltaïque.

Dans le présent chapitre, nous décrivons la réglementation et les autres programmes incitatifs en Ontario et dans le reste du Canada.

Le Tableau 1 présente un sommaire de ces incitatifs.

Tableau 1 – Sommaire des incitatifs reliés au secteur solaire photovoltaïque au Canada

Programmes s'adressant particulièrement au secteur de l'énergie solaire photovoltaïque		
Province	Programme	Description
Ontario	<ul style="list-style-type: none"> • POSER • TRG / TRG pour micro-projets • FIT 2.0 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrat de 20 ans; 0,42 \$/kWh pour chaque kWh, plafond de 10 MW_{CA} par projet • Contrat de 20 ans; échelle tarifaire en fonction de la taille du système; exigence relative au contenu domestique, restriction touchant les terres agricoles • Prix révisé (à la baisse); priorité à la participation de la communauté et des Autochtones
Alberta	<ul style="list-style-type: none"> • Programme pilote d'équipement solaire photovoltaïque • ENMAX Generate Choice Home Solar Program 	<ul style="list-style-type: none"> • Subventions allant jusqu'à 19 500 \$ par système pour les systèmes de plus de 10 kW, destinées aux fermiers • La société de services publics installe et exploite le système de 1,3 kW; le client paie une combinaison de mise de fonds et de paiements mensuels
Québec	<ul style="list-style-type: none"> • Programme d'aide à l'installation d'équipements solaires opérationnels 	<ul style="list-style-type: none"> • Les systèmes photovoltaïques doivent mener à la diminution de la consommation des combustibles fossiles et être situés dans des bâtiments des secteurs municipal, institutionnel, commercial, industriel et agricole • 75 % des coûts totaux du projet de système photovoltaïque sont payés, jusqu'à concurrence de 300 000 \$ • Budget de 7 millions de dollars

Incitatif fédéral		
Mesure incitative	Description	
Déductions pour amortissement (DPA) accéléré	Catégorie 43.2, permet un amortissement de 50 % sur la valeur résiduelle pour les systèmes solaires photovoltaïques admissibles	
Mesurage net		
Province (de l'ouest vers l'est, puis Territoires)	Taille maximale du site	Traitement de l'énergie excédentaire nette
Colombie-Britannique	50 kW	Reportée un an, après quoi l'entreprise de services publics a l'option de payer au tarif de 8,16 cents / kWh
Alberta	1 MW	Reportée un an
Saskatchewan	100 kW	Reportée jusqu'à un an, puis concédée au service public. Le Saskatchewan Research Council (SRC) couvrira 35 % des coûts d'immobilisation jusqu'à concurrence de 35 000 \$.
Manitoba	10 MW	Les clients ont l'obligation d'acheter un compteur bidirectionnel
Ontario	500 kW	Reportée un an
Québec	50 kW	Reportée et concédée à l'entreprise de services publics après 24 mois
Nouveau-Brunswick	100 kW	Reportée jusqu'en mars de chaque année, puis réclamée par l'entreprise de services publics
Île-du-Prince-Édouard	100 kW	Créditée au tarif de détail
Terre-Neuve-et-Labrador	Programme en cours d'élaboration	

Nouvelle-Écosse	1 MW	Reportée un an, puis concédée au service public
Territoires du Nord-Ouest	Aucun mesurage net, mais exploite un programme de technologies d'énergie de remplacement qui subventionne les petits projets d'énergie renouvelable	
Yukon	Programme en cours d'élaboration	
Nunavut	Aucun programme	

Point clé à retenir 1) Les programmes d'approvisionnement axés sur l'énergie solaire photovoltaïque de l'Ontario, notamment le Programme d'offre standard en matière d'énergie renouvelable (POSER), le Programme de tarifs de rachat garantis (TRG) et le programme de TRG pour micro-projets la démarquent du reste du Canada et ont mené à un investissement beaucoup plus important dans le solaire photovoltaïque.

2.1 Ontario

Trois programmes actifs et un programme antérieur ont contribué au développement de l'énergie solaire photovoltaïque en Ontario. Le mesurage net, le TRG et le TRG pour les micro-projets sont actifs, tandis que le programme POSER n'accorde plus de contrats, mais plusieurs projets sont encore en développement. La présente section traite de ces programmes dans l'ordre suivant :

1. Mesurage net
2. POSER
3. Micro-projets TRG
4. TRG

Le mesurage net et le TRG pour les micro-projets sont axés sur les applications résidentielles et les petites applications commerciales, tandis que les programmes POSER et TRG s'adressent aux installations plus grandes sur les toitures commerciales et aux systèmes solaires à grande échelle. Les programmes de TRG et de TRG pour les micro-projets ont été mis sur pied dans la foulée de la Loi de 2009 sur l'énergie verte et l'économie verte. En plus de donner naissance à ces programmes d'incitatifs, cette loi importante a également eu un impact significatif sur l'ensemble du secteur des énergies renouvelables en Ontario, et a suscité des investissements dans le secteur manufacturier ontarien en raison des exigences de contenu local intégrées à ces programmes. La sous-section suivante décrit les éléments importants de chacun des programmes d'incitatifs, et donne un aperçu de la Loi sur l'énergie verte et l'économie verte et des exigences de contenu local.

Mesurage net

L'initiative de mesurage net de l'Ontario permet aux consommateurs d'électricité de produire de l'électricité à partir d'une source d'énergie renouvelable et de compenser leur consommation d'électricité en utilisant l'énergie qu'ils génèrent et en injectant l'énergie excédentaire dans le système de distribution. Les entreprises de distribution locales font un suivi de la quantité d'énergie injectée dans le réseau, et cette quantité peut être utilisée dans un délai maximal d'un an pour compenser la consommation future d'électricité. Après un an, tous les crédits de production excédentaire sont retirés par l'entreprise de distribution locale. Les principaux critères d'admissibilité pour le mesurage net sont les suivants :

- Vous devez générer de l'électricité principalement pour votre usage personnel;
- L'électricité doit être générée uniquement à partir d'une ressource renouvelable (vent, eau, énergie solaire ou biomasse);
- La capacité maximale de l'installation de production d'énergie ne doit pas dépasser 500 kilowatts.

2.1.1 POSER

Aperçu

Le programme POSER a été lancé en novembre 2006 pour encourager le développement de projets d'énergie renouvelable de plus petite envergure. L'approche standard en matière de passation de marchés visait à réduire les coûts de développement et les risques par rapport aux processus de demandes de propositions (DP) concurrentielles, et permettait ainsi à des promoteurs plus petits d'obtenir des contrats. Ce programme ne comportait pas d'objectifs officiels, mais visait à encourager la production d'environ 1 000 MW d'énergie renouvelable sur 10 ans. Les technologies admissibles étaient l'énergie éolienne, solaire et hydroélectrique, ainsi que différentes technologies bioénergétiques, dont la biomasse ligneuse et la production de biogaz. En moins d'un an et demi, le programme POSER avait déjà plus de 1 400 MW de projets sous contrat, et l'énergie solaire photovoltaïque représentait plus de 525 MW, ou plus de 37 % du nombre total de projets sous contrat.¹

Établissement des prix

Le programme POSER utilisait une approche très simplifiée de l'établissement des prix pour l'énergie solaire photovoltaïque, et offrait un tarif standard de 0,42 \$ / kWh. Il n'y avait pas de distinction de prix ou de taille pour l'énergie solaire photovoltaïque, et les projets à petite et à grande échelle recevaient le même tarif dans le cadre du programme POSER. Cependant, afin de maximiser le rendement, les promoteurs tentaient d'obtenir des contrats pour des projets à la limite supérieure de la taille allouée (10 MW_{CA}) pour réaliser des économies d'échelle.

Admissibilité

Pour être admissibles au programme POSER, les projets devaient :

1. Être raccordés à la tension de distribution (moins de cinquante kilovolts)
2. Avoir une évaluation de l'impact de raccordement valide
3. Démontrer le contrôle de l'emplacement proposé pour le projet
4. Spécifier la catégorie applicable au projet en vertu des exigences antérieures en matière d'évaluation environnementale²
5. Permettre à l'OPA d'accéder aux données des compteurs de production

Règles pertinentes au programme

Le programme POSER limitait la taille des projets à un maximum de 10 MW_{CA} et accordait aux producteurs un délai de trois ans à compter de la date d'exécution du contrat pour qu'ils mènent leurs projets jusqu'à l'étape d'exploitation commerciale. L'Ontario Power Authority offrait une extension de

¹ Ontario Power Authority, Archives POSER, http://archive.powerauthority.on.ca/sop/Storage/97/9262_RESOP_Progress_Report_February_2009.pdf, consulté en ligne le 29 février 2012.

² Le processus d'évaluation environnementale a été mis à jour en 2009-2010 lors de l'inauguration du processus d'autorisation des projets d'énergies renouvelables.

contrat d'un an aux détenteurs d'un contrat POSER à l'été 2009 en échange d'un dépôt de garantie et d'une clause de dommages-intérêts convenus. Cette extension offrait plus de flexibilité aux détenteurs de contrats POSER durant une période de baisse continue des coûts de l'énergie solaire. Comme on peut le voir dans la Figure 2 ci-dessous, la majorité des contrats POSER attribués sont toujours en force, et plus de la moitié ont atteint la phase d'exploitation commerciale. Navigant prévoit que la grande majorité des projets restants sous contrat atteindront la phase d'exploitation commerciale.

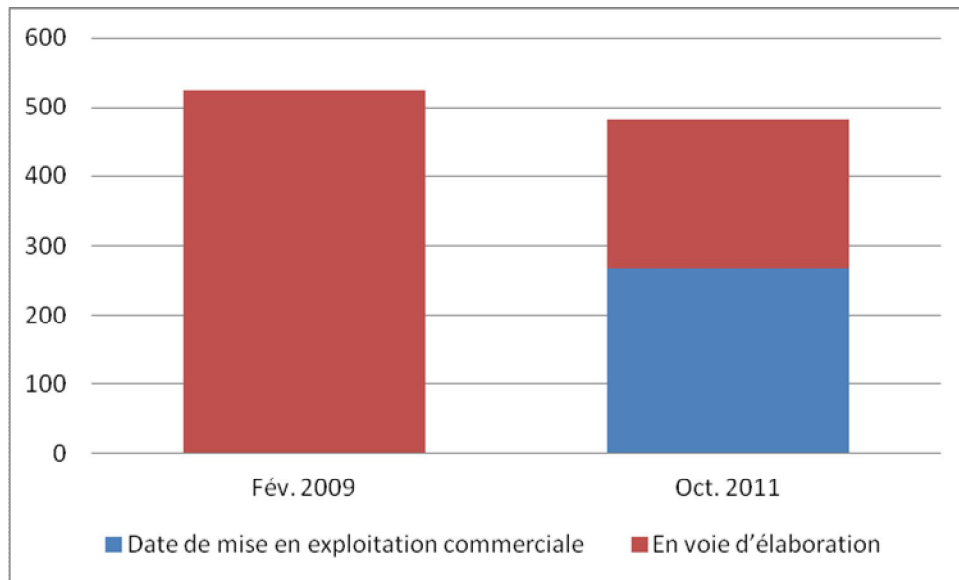


Figure 2 – Progression des projets d'énergie solaire (MW_{CA}) POSER³

Source : OPA – Archives POSER et Rapport de gestion des contrats pour le TR3 2011.

À l'époque de l'inauguration du programme POSER, les coûts d'installation des systèmes d'énergie solaire photovoltaïques étaient beaucoup plus élevés qu'ils ne le sont aujourd'hui, et il n'y avait aucune expertise en systèmes solaires pour la production commerciale ou à grande échelle. Le tarif POSER de 0,42 \$ / kWh était exploratoire, avec des attentes limitées quant à la capacité totale ou le nombre de projets auxquels des contrats seraient attribués. Cependant, en raison des baisses significatives dans les coûts des modules et des systèmes, la valeur des contrats POSER a grandement augmenté et donné naissance à un marché secondaire florissant pour les contrats POSER.

Le programme POSER a donc été soumis à une réévaluation en mai 2008. À l'époque, le programme suscitait beaucoup d'intérêt, mais en raison des défis auxquels étaient confrontés certains producteurs relativement au raccordement au réseau de distribution dans certaines parties de la province, certaines questions demeuraient quant au rôle de ce programme et à la manière dont il s'intégrait aux autres programmes d'achat d'énergie renouvelable en cours. Dans un même temps, l'Ontario subissait des

³ OPA – Archives POSER et Rapport de gestion des contrats pour le TR3 2011.

bouleversements économiques importants en raison de la crise financière mondiale, et le secteur manufacturier en était grandement affecté.

2.1.2 Loi de 2009 sur l'énergie verte et l'économie verte

Les programmes de TRG et de TRG pour les micro-projets de l'Ontario, lancés en septembre 2009, sont des programmes d'approvisionnement en systèmes de production d'électricité dans le cadre desquels les demandes de contrats des promoteurs intéressés sont soumises à des règles, des prix et des ententes standard. Les programmes de TRG et de TRG pour les micro-projets sont considérés comme la pierre angulaire de la *Loi de 2009 sur l'énergie verte et l'économie verte* du gouvernement provincial. Annoncée en mai 2009, cette loi comportait plusieurs objectifs qui ont donné lieu à des changements importants dans le développement des énergies renouvelables en Ontario. Deux principaux objectifs de la loi consistaient à 1) promouvoir le développement des énergies renouvelables et réduire les barrières à ce développement, et à 2) maximiser les emplois reliés aux énergies renouvelables en Ontario. Une panoplie de mesures stratégiques ont permis d'atteindre ces objectifs :

- Donner au ministre de l'Énergie l'autorité d'ordonner à l'OPA de développer un programme de TRG comportant des exigences de contenu local
- Remédier à l'opposition locale en retirant aux autorités municipales le pouvoir de restreindre le développement des énergies renouvelables
- Rationaliser les autorisations environnementales en uniformisant les exigences relativement à la recherche et à la sélection des sites pour les projets d'énergie renouvelable par la création d'une approche à guichet unique et d'une garantie de service de six mois pour l'obtention des autorisations environnementales
- Créer un Bureau de facilitation en matière d'énergie renouvelable (BFER) afin d'assister les promoteurs avec les processus d'autorisation
- Donner un accès prioritaire aux énergies renouvelables en exigeant que les compagnies de transport et de distribution raccordent les systèmes des producteurs d'énergies renouvelables, pourvu que ce raccordement soit demandé par écrit et respecte certaines exigences techniques, économiques et autres
- Réduire l'incertitude entourant la réglementation en élargissant les objectifs de la Commission de l'énergie de l'Ontario « *...promouvoir la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable et l'utilisation d'électricité ainsi produite...* »
- Permettre aux réseaux de transport et de distribution de récupérer les coûts associés aux investissements pour le raccordement des installations de production d'énergie renouvelable auprès de tous les consommateurs d'électricité

La plus importante mesure stratégique reliée au secteur de l'énergie solaire photovoltaïque a trait à l'inclusion des exigences relatives au contenu local au sein des programmes de TRG et de TRG pour les micro-projets. Ces exigences sont décrites plus en détail dans la sous-section suivante.

2.1.3 Les exigences de l'Ontario relativement au contenu local

Un objectif clé de la Loi sur l'énergie verte et l'économie verte consistait à créer un investissement dans la fabrication d'équipements de production d'énergies renouvelables en Ontario. L'un des quelques changements apportés au projet de loi 150, qui est devenu la Loi sur l'énergie verte et l'économie verte, dictait l'inclusion d'une clause de contenu local dans un programme de TRG. Cet aspect était en contraste avec le programme POSER précurseur, qui n'incluait pas de telles dispositions.

Les dispositions concernant le contenu local stipulent que certains composants et certaines activités propres à l'énergie solaire photovoltaïque doivent être exécutés par des fabricants et des fournisseurs de services établis en Ontario. Chaque activité, appelée Activité désignée dans le contrat de TRG, comportait un pourcentage admissible, et la somme de ces pourcentages déterminait la mesure dans laquelle le projet répondait aux exigences. Le Tableau 1 fournit un aperçu des activités désignées et de leurs pourcentages admissibles associés

Tableau 2 – Activités désignées relativement au contenu local des programmes de TRG et de TRG pour les micro-projets

Activité désignée	Pourcentages admissibles	
	TRG pour les micro-projets	Silicium cristallin > 10 kW
Silicium	10 %	11 %
Lingots/tranches	12 %	13 %
Cellules	10 %	11 %
Module	13 %	15 %
Onduleur	9 %	8 %
Châssis	9 %	11 %
Câblage et matériel électrique	10 %	9 %
Main-d'œuvre sur le site et hors site	27 %	18 %
Services d'experts-conseils	-	4 %
Total	100 %	100 %

Les exigences de contenu local variaient selon la taille et la mise en service prévue des projets de TRG, cette dernière étant définie par la date jalon pour l'exploitation commerciale dans le contrat de TRG, et la date de mise en service pour les micro-projets TRG. Les exigences initiales relativement au contenu local étaient de 40 % pour les micro-projets TRG prêts pour l'exploitation commerciale en 2010, et augmentaient à 60 % en 2011. Pour les projets de TRG, le contenu local exigé était de 50 % pour les installations mises en service avant 2011, et de 60 % par la suite. Seuls les projets de production d'énergie solaire photovoltaïque sur toiture étaient admissibles aux contrats avec exigence de contenu local de 50 %. Malgré ces délais plus courts pour un seuil de contenu local moins élevé pour les contrats de TRG pour les micro-projets et de TRG pour les systèmes sur toiture, les deux types de contrats ont par la suite été prolongés par l'OPA en raison des retards subis par les promoteurs. Ces retards ont permis aux projets installés en 2011 et en 2012 de se conformer aux seuils de 40 % et 50 %. Les prévisions de Navigant relativement au nombre de mégawatts qui seront installés de 2012 à 2014 figurent dans l'analyse des retombées économiques à la sous-section 7.2.1 Prévisions concernant le marché. Le Tableau 3 ci-dessous présente un aperçu des exigences de contenu local et des extensions accordées.

Tableau 3 – Exigences de l'Ontario relativement au contenu local

Programme	Contenu local exigé	Date de mise en service exigée	Extension à la date de mise en service exigée
TRG pour les micro-projets	40 %	Avant 2011	<ul style="list-style-type: none"> Les projets soumis avant le 8 octobre 2010 étaient admissibles à un contenu local de 40 % Les projets pour lesquels des contrats avaient été attribués en date du 28 janvier 2011 disposaient d'une année supplémentaire pour atteindre la phase d'exploitation commerciale, ce qui laissait plus de temps à ceux qui devaient respecter un contenu de 40 %.
TRG pour les micro-projets	60 %	Après 2011	
TRG	50 %	Avant 2011. ⁴	<ul style="list-style-type: none"> Tous les projets de TRG ont bénéficié d'une année supplémentaire pour atteindre la phase d'exploitation commerciale en février 2011, y compris les projets assujettis à une exigence de 50 %.
TRG	60 %	Après 2011	

Au moment de leur introduction, les dispositions relatives au contenu local ont donné lieu à de nombreuses discussions en raison de l'offre limitée en matière de capacité manufacturière dans la province, mais, comme nous l'expliquerons plus tard, cela n'a pas freiné les demandes d'adhésion aux programmes de TRG ou de TRG pour les micro-projets.

Point clé à retenir 2) L'un des principaux objectifs de la Loi de 2009 sur l'énergie verte et l'économie verte était de promouvoir les emplois reliés aux énergies renouvelables, et le programme de TRG comportait des exigences de contenu local pour la production de l'énergie solaire photovoltaïque et éolienne.

⁴ En raison des retards dans l'attribution des contrats, l'exigence initiale relativement à la date de mise en service avant 2011 accordait aux titulaires de contrats jusqu'au 30 avril 2011 pour atteindre la phase d'exploitation commerciale; ainsi, avec l'extension additionnelle d'un an, les titulaires de contrats avaient jusqu'au 30 avril 2012 pour atteindre la phase d'exploitation commerciale, ce qui leur donnait six mois supplémentaires avant d'avoir à payer des dommages-intérêts.

TRG pour micro-projets

Le programme de TRG pour les micro-projets offre une approche simplifiée de la passation des marchés avec des producteurs à micro-échelle (≤ 10 kW) qui sont raccordés au réseau de distribution. Administrés par l'intermédiaire de l'Ontario Power Authority, les micro-projets TRG de production d'énergie solaire sont admissibles à des contrats de 20 ans pour l'achat de l'énergie produite et injectée dans le réseau d'une entreprise de distribution locale, voir le Tableau 4 pour les prix. Bien qu'un éventail de technologies soient admissibles, y compris l'énergie éolienne, l'hydroélectricité, la bioénergie et l'énergie solaire photovoltaïque, plus de 99 % des demandes ont porté sur des projets d'énergie solaire photovoltaïque.⁵

Tableau 4 – Prix initiaux du programme de TRG pour les micro-projets

Sur toiture ou monté au sol	Taille	Prix
Sur toiture	≤ 10 kW	80,2 ¢/kWh
Monté au sol	≤ 10 kW	64,2 ¢/kWh

Il y a cinq étapes pour participer au programme de TRG pour les micro-projets :

1. Soumettre une demande à l'OPA
2. Obtenir l'autorisation de raccorder le projet au réseau de l'entreprise de distribution locale
3. Recevoir une offre conditionnelle de l'OPA
4. Réaliser et raccorder le projet
5. Accepter le contrat

La deuxième étape ne faisait pas partie du programme lors de son inauguration en septembre 2009, mais comme il est décrit au chapitre 3, le programme de TRG pour les micro-projets a suscité plus de réponses que prévu dans les régions rurales de l'Ontario, et dans certains cas, le réseau de distribution local ne pouvait pas prendre en charge les projets additionnels.

Avec plus de 11 000 projets raccordés, qui représentent environ 100 MW_{CC} de capacité⁶, le programme de TRG pour les micro-projets a démontré qu'il existe une volonté d'investir dans l'énergie solaire photovoltaïque, et que l'industrie est capable de réagir rapidement pour répondre à la demande croissante.

TRG

Les contrats de TRG ont une durée de vingt ans et paient les producteurs en fonction de l'énergie produite. Comme il est indiqué dans le Tableau 5, les prix du programme de TRG varient en fonction du type et de la taille du projet.

⁵ D'après un rapport bimensuel sur le programme TRG pour les micro-projets, accessible en ligne : <http://microfit.powerauthority.on.ca/sites/default/files/Bi-Weekly%20FIT%20and%20microFIT%20Report%20February%202011%20-%202012.pdf>, consulté le 2 mars 2012.

⁶ Ibid.

Tableau 5 – Barème de prix initial du programme de TRG

Montage sur toiture ou au sol	Taille	Prix
Sur toiture	> 10 kW ≤ 250 kW	71,3 c/kWh
Sur toiture	> 250 kW ≤ 500 kW	63,5 c/kWh
Sur toiture	> 500 kW	53,9 c/kWh
Au sol	> 10 kW ≤ 10 MW	44,3 c/kWh

À l'origine, le processus d'examen des demandes d'adhésion au programme de TRG prévoyait une distinction entre les petits et les grands projets; les projets plus petits bénéficiant d'une exemption en regard de la répartition de la capacité, comme défini dans le code des réseaux de distribution⁷, devaient être examinés plus rapidement que les projets plus importants pour lesquels une répartition de la capacité était exigée. Cependant, en raison des problèmes de raccordement des projets avec exemption, les demandes pour les deux types de projets étaient assujetties à un processus d'autorisation du raccordement. Les étapes menant à l'obtention d'un contrat de TRG, avant l'examen du programme, sont les suivantes :

1. Soumission d'une demande, y compris la sécurité de la demande
2. Examen de la demande par l'OPA
3. Offre de contrat de l'OPA ou rejet de la demande
4. Exécution du contrat

Même après l'exécution du contrat, les détenteurs de contrats de TRG étaient tenus d'atteindre certaines étapes de développement avant d'obtenir un ordre de commencement des travaux de la part de l'OPA. Avant d'émettre l'ordre de commencement des travaux, l'OPA pouvait à sa discrétion annuler un contrat de TRG et payer des dommages-intérêts pour les frais de développement encourus. Afin d'obtenir l'ordre de commencement des travaux, les détenteurs de contrats de TRG pour la production d'énergie solaire photovoltaïque devaient :

1. Obtenir les autorisations environnementales nécessaires par le biais du processus d'autorisation des projets d'énergies renouvelables
2. Soumettre un plan de financement
3. Obtenir une évaluation d'impact du raccordement ou une évaluation d'impact sur le réseau, le cas échéant
4. Soumettre un plan de contenu local

En vertu de l'examen préliminaire des contrats et des règles du programme de TRG, les détenteurs de contrats d'énergie solaire photovoltaïque ont trois ans pour bâtir leur projet et atteindre la phase d'exploitation commerciale.

⁷ Le code des réseaux de distribution définit les projets exemptés de la répartition de capacité comme des projets raccordés à un réseau de distribution qui représentent moins de 250 kW s'ils sont raccordés à 15 kV ou moins, ou des projets de 500 kW ou moins s'ils sont raccordés à 15 kV ou plus.

2.1.4 Tarif de rachat garanti (TRG) 2.0

Les règles du programme de TRG stipulaient une révision du programme après deux ans. Bien qu'il y ait eu différentes mises à jour du programme de TRG depuis son lancement en septembre 2009, la révision officielle du programme a commencé le 31 octobre 2011, et le rapport d'analyse du TRG a été publié le 22 mars 2012. Le rapport d'analyse du TRG fournit une direction claire pour l'avenir du programme en formulant des recommandations dans les six secteurs stratégiques énumérés et décrits ci-dessous. Cependant, ce n'est qu'après la publication de la directive ministérielle à l'OPA et la publication des révisions aux règles et aux contrats TRG, qui est encore à venir au moment de la rédaction du présent rapport, que nous saurons concrètement comment toutes les recommandations du rapport d'analyse du TRG seront mises en œuvre. Les six mesures stratégiques couvertes dans le rapport d'analyse TRG étaient :

- Poursuivre l'engagement de l'Ontario envers le développement des énergies propres
- Rationaliser les processus et créer des emplois
- Encourager une plus grande participation de la communauté et des Autochtones
- Améliorer l'engagement municipal
- Réduire les prix pour refléter les coûts plus bas
- Stimuler le développement d'une économie axée sur l'énergie propre en Ontario

Les points saillants des recommandations dans chacune des six mesures stratégiques sont présentés ci-dessous.

Poursuivre l'engagement de l'Ontario envers le développement des énergies propres

Le Plan énergétique à long terme de l'Ontario fournit une orientation de politique à l'OPA, comme communiqué dans la directive concernant l'approvisionnement diversifié du 17 février 2011 sur la quantité et l'échelonnement des différentes sources d'énergie. Le ministère de l'Énergie a clairement indiqué que le programme de TRG 2.0 serait harmonisé aux objectifs du Plan énergétique à long terme. La contribution vers la demande énergétique provinciale est communiquée dans le Plan énergétique à long terme, et sur la base de ces renseignements, les objectifs en MW par technologie peuvent être calculés. En utilisant les objectifs en MW communiqués par l'OPA et le ministère de l'Énergie, il est possible de déterminer les MW restants nécessaires pour atteindre les objectifs en MW associés à l'énergie solaire photovoltaïque dans le Plan énergétique. En supposant un taux d'attrition nul pour les projets actuellement sous contrat ou engagés, seule une capacité additionnelle de 80 MW suffit pour atteindre les objectifs du Plan énergétique pour 2018. Voir le Tableau 6 ci-dessous. Cela est en contraste avec les près de 5 900 MW pour lesquels des demandes ont été soumises ou sont en attente d'une mise à niveau du réseau de transport, comme il est indiqué dans la Figure 6.

Tableau 6 – Objectifs technologiques du Plan énergétique à long terme⁸

Type de combustible	% de la demande énergétique en 2030	GWh	Facteur de capacité	MW prévus	IPSP II	Sous contrat ou engagés	Requis pour atteindre l'objectif (attrition nulle)
Vent	10 %	19 800	29 %	7 790	10 700	6 850	940
Photovoltaïque solaire	2 %	2 970	14 %	2 510		2 430	80
Bioénergie	1 %	2 574	75 %	390		220	170
Eau	20 %	39 600	50 %	9 040	9000	9 330	(290)
Total					19 700	18 830	900

Cette différence importante entre l'« offre et la demande » pour les contrats d'énergie solaire photovoltaïque exercera des pressions sur le gouvernement pour qu'il augmente le rôle futur de l'énergie solaire photovoltaïque dans l'approvisionnement diversifié. Le rapport d'analyse du TRG recommande de devancer l'échéancier pour atteindre l'objectif de 10 700 MW d'énergies renouvelables de 2015 à 2018, et souligne que le gouvernement devrait réévaluer l'objectif des énergies renouvelables à la fin de 2013.

Rationaliser les processus et créer des emplois

Le rapport d'analyse TRG fournit plusieurs recommandations pour l'amélioration du processus des autorisations environnementales en augmentant la coordination entre les ministères et l'option d'autosélection afin d'inclure les petits projets d'énergie solaire et de bioénergie admissibles et de réduire ainsi les délais d'obtention des autorisations pour les projets d'énergies renouvelables.

Encourager une plus grande participation de la communauté et des Autochtones

Désormais, les demandes d'adhésion au programme de TRG seront priorisées sur la base d'un système de pointage qui reconnaîtra et favorisera les projets comportant une participation de la communauté et des Autochtones au capital. En outre, 10 % de la capacité restante en contrats de TRG sera réservée aux projets répondant à ces exigences.

Accroître l'engagement municipal

Le système de notation utilisé pour prioriser les demandes de participation au TRG permettra également de reconnaître les projets qui ont déjà exécuté un mandat avec les municipalités dans lesquelles ils seront mis en œuvre. En outre, les projets d'énergie solaire photovoltaïque de plus de 10 kW ne seront plus autorisés sur les terres comportant des terres agricoles de premier choix, et les exemptions auparavant permises aux modifications du zonage ne seront plus permises.

⁸ Selon le Plan énergétique à long terme et l'analyse par Navigant de la gestion des contrats du TR3 par l'OPA, des rapports TRG bimensuels, et des contrats gouvernementaux annoncés.

Réduire les prix pour refléter les coûts plus bas

Durant les deux années suivant la mise en place du programme de TRG, les coûts de l'équipement de production d'énergie solaire photovoltaïque ont considérablement baissé, tandis que les prix offerts pour l'énergie sont demeurés constants, exception faite de la réduction des prix pour les installations de TRG pour les micro-projets au sol décrits précédemment dans ce chapitre. Cela a entraîné une augmentation du rendement pour les détenteurs de contrats d'énergie solaire photovoltaïque. En 2011 seulement, les prix des modules ont baissé de 40 %. Dans le programme de TRG 2.0, le prix de l'énergie solaire photovoltaïque devrait baisser considérablement pour refléter le marché actuel.

Le rapport d'analyse du TRG recommande une réduction de 10 % à 32 % des prix pour l'énergie solaire (voir le Tableau 7 ci-dessous). En outre, le TRG sera déterminé au moment de l'exécution du contrat, et non au moment de la demande, et le prix sera révisé chaque année.

Tableau 7 – Prix initial du programme TRG et prix proposé pour le TRG 2.0

Montage sur toiture ou au sol	Taille	Prix TRG 1.0	Recommandé pour TRG 2.0	Variation en %
Sur toiture	≤ 10 kW	80,2 c/kWh	54,9 c/kWh	-31,5 %
	> 10 kW ≤ 100 kW	71,3 c/kWh	54,8 c/kWh	-23,1 %
	> 100 kW ≤ 500 kW	63,5 – 71,3 c/kWh	53,9 c/kWh	-15,1 à -23,1 %
	> 500 kW	53,9 c/kWh	48,7 c/kWh	-9,6 %
Au sol	≤ 10 kW	64,2 c/kWh	44,5 c/kWh	-30,7 %
	> 100 kW ≤ 500 kW	44,3 c/kWh	38,8 c/kWh	-12,4 %
	> 500 kW ≤ 5 MW		35,0 c/kWh	-21,0 %
	> 5 MW		34,7 c/kWh	-21,7 %

Stimuler le développement d'une économie axée sur l'énergie propre en Ontario

Comme il est décrit dans le rapport d'analyse du TRG, le gouvernement de l'Ontario continuera d'élaborer sa stratégie de promotion d'une économie axée sur l'énergie propre. À cet effet, il envisagera plusieurs mesures stratégiques, notamment :

- Un soutien financier ciblé pour les projets de démonstration d'un réseau intelligent
- Envisager la possibilité de mettre sur pied un institut des énergies propres afin d'encourager l'innovation et d'accroître la présence des entreprises ontariennes dans le marché mondial
- Assurer un soutien des fabricants ontariens grâce à une politique d'exportation stratégique
- Créer un groupe de travail sur l'énergie propre qui conseillera le gouvernement sur les stratégies potentielles pour le secteur des énergies propres en Ontario

Point clé à retenir 3) Le rapport d'analyse du TRG recommande un rôle élargi pour les projets avec participation des Autochtones ou de la communauté, limite la possibilité de sélectionner des sites sur des terres agricoles de choix pour les projets montés au sol, et réduit les tarifs TRG de 10 % à 32 %.

2.2 Colombie-Britannique

Trois programmes facilitent l'exploitation de l'énergie solaire photovoltaïque en Colombie-Britannique :

1. Mesurage net de BC Hydro
2. Mesurage net de FortisBC
3. Programme d'offre permanente

En outre, BC Hydro a entrepris des consultations et l'élaboration d'un programme de TRG axé sur les technologies nouvelles et émergentes, mais ne l'a pas encore mise en œuvre. Les programmes de mesurage net et d'offre permanente sont décrits ci-dessous.

Mesurage net de BC Hydro

Le programme de mesurage net de la Colombie-Britannique a été approuvé par la BCUC en mai 2004. Les consommateurs d'électricité qui sont raccordés au réseau de distribution de BC Hydro peuvent compenser leur consommation en générant de l'électricité au moyen d'une technologie définie comme propre par le gouvernement de la C.-B., ce qui inclut l'énergie solaire photovoltaïque⁹, au moyen d'installations de taille égale ou inférieure à 50 kW. Toute production excédentaire est utilisée pour compenser les factures d'électricité à venir pour une période d'un an. À la fin de la période d'un an, tout excédent injecté dans le réseau de distribution de BC Hydro est payé au tarif de mesurage net de 8,16 cents / kWh¹⁰ ou appliqué aux factures à venir.

Mesurage net de FortisBC

Le programme de mesurage net de FortisBC a été approuvé en septembre 2009 et est très similaire au programme de mesurage net de BC Hydro. Les clients de FortisBC peuvent générer leur propre électricité en utilisant une énergie propre et renouvelable et l'injecter dans le réseau de distribution de FortisBC afin de compenser leur propre consommation. La taille de ces systèmes ne doit pas excéder

⁹ Définitions de l'électricité propre ou renouvelable par la Colombie-Britannique, <http://www.empr.gov.bc.ca/EAED/AEPB/Documents/CleanEnergyJune.pdf>, consulté en ligne le 2 mars 2012.

¹⁰ Échelle tarifaire 1289 – Service de mesurage net, http://www.bchydro.com/etc/medialib/internet/documents/info/pdf/info_net_metering_tariff.Par.0001.File.info_net_metering_tariff.pdf, consulté le 2 mars 2012.

50 kW. Contrairement aux 8,16 cents/kWh payés par BC Hydro à la fin de l'année pour toute production excédentaire, FortisBC paie un tarif basé sur l'échelle tarifaire en vigueur pour l'électricité.

Programme d'offre permanente de BC Hydro

Le programme d'offre permanente de la Colombie-Britannique a été conçu pour encourager la mise sur pied de projets de production d'énergie renouvelable à plus petite échelle. Seuls les projets dont la taille est de moins de 15 MW peuvent participer au programme, et ils doivent respecter plusieurs autres exigences d'admissibilité, notamment produire une ressource propre et renouvelable comme définie dans le Clean Energy Act, ce qui inclut l'énergie solaire photovoltaïque.

Les prix payés aux producteurs dans le cadre du programme d'offre permanente varient selon l'emplacement des sites dans la province, ainsi que selon l'heure du jour et le mois de livraison (voir le Tableau 6 et le Tableau 7). En outre, cinquante pour cent du prix du contrat est augmenté chaque année en fonction de l'indice des prix à la consommation (IPC). Les prix différenciés reflètent la valeur prévue de l'énergie pour le réseau d'électricité de la C.-B. et les coûts relatifs associés à la transmission d'énergie aux tableaux de répartition de la charge de la C.-B. dans les basses terres continentales et sur l'île de Vancouver.

Tableau 8 – Prix de base du programme d'offre permanente de la C.-B.¹¹

Région du point d'injection	Prix de base (\$ 2010 / MWh)
Île de Vancouver	102,25 \$
Basses terres continentales	103,69 \$
Kelly/Nicola	97,02 \$
Région centrale intérieure	99,26 \$
Peace Region	94,86 \$
Côte nord	96,17 \$
Intérieur sud	98,98 \$
East Kootenay	102,18 \$

¹¹ Règles du programme d'offre permanente de BC Hydro, http://www.bchydro.com/etc/medialib/internet/documents/planning_regulatory/acquiring_power/2011q1/2011_0125_sop_program.Par.0001.File.20110125-SOP-ProgramRules.pdf, consulté en ligne le 2 mars 2012.

Tableau 9 – Tableau d'ajustement des délais de livraison du programme d'offre permanente¹²

Mois	Coefficient de période de livraison		
	Super pointe	Pointe	Hors pointe
Janvier	141 %	122 %	105 %
Février	124 %	113 %	101 %
Mars	124 %	112 %	99 %
Avril	104 %	95 %	85 %
Mai	90 %	82 %	70 %
Juin	87 %	81 %	69 %
Juillet	105 %	96 %	79 %
Août	110 %	101 %	86 %
Septembre	116 %	107 %	91 %
Octobre	127 %	112 %	93 %
Novembre	129 %	112 %	99 %
Décembre	142 %	120 %	104 %

À ces tarifs, il est peu probable que des projets de production d'énergie solaire photovoltaïque soient mis sur pied, mais il pourrait y avoir des exceptions.

2.3 Alberta

Trois programmes encouragent la production d'énergie solaire photovoltaïque en Alberta :

1. Mesurage net
6. Programme pilote d'équipement solaire photovoltaïque
7. Programme Generate Choice Home Solar d'ENMAX

Chaque programme est décrit dans la présente section.

Mesurage net

En 2008, la province de l'Alberta, en conjonction avec l'Alberta Utilities Commission, a inauguré un programme de mesurage net qui offre aux Albertains la possibilité de produire leur propre électricité par des installations de microproduction (1 MW ou moins), et de vendre toute énergie excédentaire renvoyée dans le réseau de distribution.¹³

Programme pilote d'équipement solaire photovoltaïque

Le 30 janvier 2012, Agriculture Alberta a annoncé un programme pilote d'achat d'équipement de production d'énergie solaire photovoltaïque s'adressant aux fermiers. Les producteurs agricoles ayant des revenus bruts annuels de 10 000 \$ ou plus sont admissibles au programme. Une évaluation du site

¹² BC Hydro Standing Offer Program – Standard Form EPA, Appendix 4, http://www.bchydro.com/planning_regulatory/acquiring_power/standing_offer_program/documents.html, consulté en ligne le 2 mars 2012.

¹³ Alberta Utilities Commission, consulté le 14 février 2012, <http://www.auc.ab.ca/rule-development/micro-generation/Pages/default.aspx>

est effectuée afin de déterminer si le demandeur est admissible au programme. S'il est admissible, un financement lui est offert dans le cadre du programme pilote d'achat d'équipement de production d'énergie solaire photovoltaïque en fonction de la puissance nominale du système d'énergie solaire photovoltaïque représentée par le total cumulatif de la formule suivante : 2,50 \$ par watt de 2 200 W à 3 000 W; plus 2,00 \$ par watt de 3 001 W à 6 000 W; plus 1,50 \$ par watt à partir de 6 001 W, jusqu'à concurrence d'un financement maximal de 19 500 \$ prévu au programme. Le financement maximal correspond à un système solaire photovoltaïque de 10 kW.¹⁴

La première phase du programme (Partie 1) a été complètement vendue moins de deux semaines après l'appel de candidatures au programme. Cependant, le programme devrait être offert de nouveau le 2 avril 2012 avec des fonds additionnels.

Programme Generate Choice Home Solar d'ENMAX

ENMAX, une entreprise de services publics établie à Calgary, a mis sur pied l'initiative Generate Choice Home Solar Program qui installe des systèmes solaires photovoltaïques de 1,3 kW pour les propriétaires résidentiels en Alberta. Les systèmes solaires sont payés et entretenus par ENMAX, et les clients ne doivent verser que des frais d'entrée et des frais de location mensuels pour y participer. Il existe trois options de paiement pour les participants au programme. Les propriétaires peuvent choisir de :

1. Ne verser aucun acompte et payer des frais mensuels de 59,99 \$
2. Verser un acompte de 1 500 \$ et payer des frais mensuels de 39,99 \$
3. Verser un acompte de 3 500 \$ et payer des frais mensuels de 16,99 \$¹⁵

2.4 Saskatchewan

Les programmes qui peuvent faciliter la production d'énergie solaire photovoltaïque en Saskatchewan sont les suivants :

1. Mesurage net
2. Green Options Partner Program
3. Small Power Producers Program
4. Politique concernant les producteurs d'énergie de Saskatoon Light & Power

Mesurage net

La Saskatchewan a également mis su pied un programme de mesurage net qui permet aux petits producteurs individuels (100 kW ou moins) de renvoyer l'excédent d'électricité produit dans le réseau de distribution. Le programme fournit un financement allant jusqu'à 35 % des coûts d'immobilisation,

¹⁴ Government of Alberta, Agriculture and Rural Development, consulté le 13 février 2012, <http://www.growingforward.alberta.ca/ProgramAreas/EnhancedEnvironment/EnergyEfficiency/On-FarmEnergyManagement/index.htm>

¹⁵ ENMAX Generate Choice, consulté le 14 février 2012, <http://www.generatechoice.ca/solar/benefits/>

jusqu'à concurrence de 35 000 \$, et comprend les coûts de l'équipement, l'installation et les permis, la demande et les frais d'interconnexion. Le financement est assuré par le Go Green Fund de la Saskatchewan, et le programme est administré par le Saskatchewan Research Council (SRC). L'équipement admissible comprend les systèmes solaires photovoltaïques, éoliens, hydroélectriques à faible impact, de production de biomasse, de récupération de la chaleur et de gaz de torche. Les projets admissibles doivent se conformer aux politiques de leur entreprise locale de services publics en matière de mesurage net, et doivent conclure une entente avec leurs services publics locaux.¹⁶ Les clients qui participent au programme de mesurage net peuvent déduire l'électricité qu'ils produisent en excès de l'énergie consommée sur le site durant le cycle de facturation annuel, mais ils ne sont pas payés pour l'électricité additionnelle envoyée au réseau.

Green Options Partner Program

SaskPower a mis sur pied le Green Options Partners Program qui permet aux producteurs d'énergie propre de taille moyenne (100 kW – 10 MW) de vendre leur production d'électricité à SaskPower. Vingt projets totalisant une production de 50 MW ont été sélectionnés pour le programme 2011. Les tarifs d'achat de l'énergie varient selon la date visée pour la phase mise en exploitation commerciale et la date réelle de mise en exploitation commerciale. Les projets réalisés recevront le plus bas des tarifs applicables au deux dates.¹⁷

Tableau 10 – Taux tarifaires du programme Green Options Partners Program

Année	Tarif de l'énergie (\$/MWh)
2011	96,09 \$
2012	98,02 \$
2013	99,98 \$
2014	101,98 \$
2015	104,02 \$
2016	106,10 \$
2017	108,22 \$
2018	110,38 \$
2019	112,59 \$

Les projets attribués en 2011 comportaient sept technologies différentes représentées à la Figure 3, mais aucune initiative de production d'énergie solaire photovoltaïque. Au tarif actuel, l'énergie solaire photovoltaïque n'est pas concurrentielle.

¹⁶ Saskatchewan Research Council, consulté le 13 février 2012, http://www.src.sk.ca/html/research_technology/energy_conservation/net_metering/index.cfm

¹⁷ SaskPower Green Option Partners Program, consulté le 15 février 2012, <http://environment.alberta.ca/01838.html>

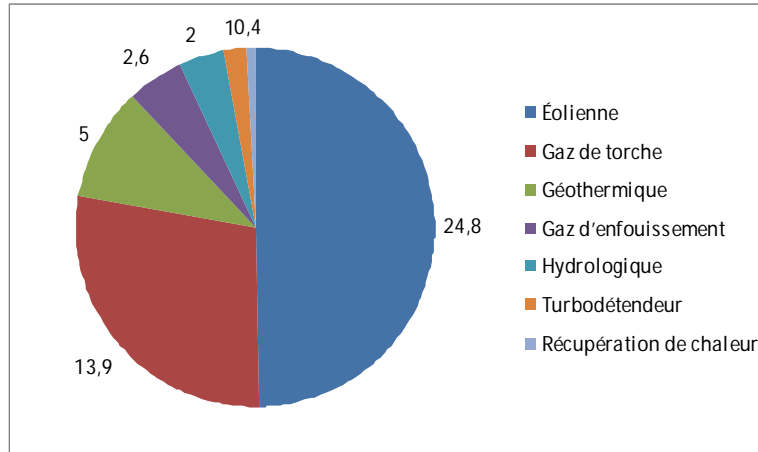


Figure 3 – Projets du programme Green Options Partners 2011 de SaskPower, 50 MW

Small Power Producers Program

SaskPower a également inauguré un programme Small Power Producers qui offre aux clients désirant produire jusqu'à 100 kW d'électricité l'option de revendre cette énergie à SaskPower. Dans le cadre de ce programme, les clients assument le coût d'investissement initial du système de production mais sont payés pour toute l'électricité produite en excès de l'énergie utilisée sur le site. Le programme paie 9,609 ¢/kWh produit en 2011, et le prix augmentera de deux pour cent par année.

Politique concernant les producteurs d'énergie de Saskatoon Light & Power

Saskatoon Light & Power a élaboré une politique concernant les producteurs d'énergie qui est conçue pour permettre aux clients de revendre l'électricité produite par des sources renouvelables (jusqu'à concurrence de 1 MW) au réseau de distribution.¹⁸

2.5 Manitoba

Production appartenant aux clients

Hydro Manitoba permet aux clients raccordés à moins de 25 kV de générer leur propre énergie pour des projets allant jusqu'à 10 MW et d'injecter l'énergie excédentaire dans le réseau pour compenser leur propre consommation.

2.6 Québec

Option de mesurage net

Hydro-Québec offre une option de mesurage net qui permet aux clients produisant jusqu'à 50 kW d'énergie solaire photovoltaïque de compenser leur consommation en injectant l'énergie excédentaire

¹⁸ Saskatoon Light & Power

www.saskatoon.ca/DEPARTMENTS/Utility%20Services/Saskatoon%20Light%20and%20Power/Documents/Power_Producers_Policy.pdf

dans le réseau. Les producteurs admissibles sont les clients résidentiels, les fermiers ou les clients d'affaires produisant de l'énergie à petite échelle. Les producteurs accumulent des crédits pour l'énergie excédentaire sur une période allant jusqu'à vingt-quatre mois, au terme de laquelle les crédits non utilisés pour compenser la consommation sont annulés.

Programme d'aide à l'installation d'équipements solaires opérationnels

Offert par le gouvernement du Québec, ce programme offre des subventions aux projets admissibles qui réduisent l'utilisation des combustibles fossiles par l'application des technologies solaires. Pour être admissibles, les projets doivent être installés sur des bâtiments des secteurs municipal, institutionnel, commercial, industriel ou agricole. Les projets de production d'énergie solaire photovoltaïque admissibles peuvent recevoir une subvention équivalant à plus de 75 % des coûts totaux du projet, jusqu'à concurrence de 300 000 \$. Inauguré en mars 2012, ce programme comportait un budget de 7 millions de dollars.

2.7 Nouveau-Brunswick

Mesurage net

Le programme de mesurage net du Nouveau-Brunswick permet aux projets ne dépassant pas 100 kW, y compris les projets de production d'énergie solaire photovoltaïque, de compenser la consommation de l'installation ou de la résidence où ils sont situés. Tous les crédits de production excédentaire inutilisés sont annulés en mars de l'année suivante.

Tarif de production intégrée

Pour les projets entre 100 et 3 000 kW, ce tarif offre l'option de produire et de vendre de l'électricité à Énergie NB. Plusieurs technologies, dont le solaire photovoltaïque, sont admissibles. Au mois de juin 2010, le tarif était de 9,728 cents par kWh; ce tarif est basé sur le coût de l'énergie fournie par le réseau de distribution.¹⁹

2.8 Île-du-Prince-Édouard

En adoptant le Renewable Energy Act, l'Î.-P.-É. a mis sur pied un programme de mesurage net avec l'intention d'aider les clients désirant produire une partie de leur consommation annuelle d'électricité à partir d'un système de production d'énergie renouvelable de petite capacité. Grâce au programme de mesurage net, les clients se verront créditer le prix de détail de l'électricité générée par les systèmes allant jusqu'à 100 kW.²⁰ Le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Île-du-Prince-Édouard offre

¹⁹ Énergie NB,

http://www.nbpower.com/html/fr/conservation/renewable_projects/embedded_generation/embedded_generation.html, consulté le 2 mars 2012.

²⁰ Maritime Electric - Net Metering, consulté le février 2012,

http://www.maritimeelectric.com/documents/environment/Net_Metering_Brochure.pdf

des exemptions de taxe de vente provinciale (TVP) pour l'achat de petits systèmes de production d'énergie renouvelable (<100 kW).²¹

2.9 Terre-Neuve-et-Labrador

Un programme de mesurage net est en cours d'élaboration à Terre-Neuve-et-Labrador. Ils ont présentement deux clients qui sont équipés de turbines éoliennes et sont intéressés au mesurage net.²²

2.10 Nouvelle-Écosse

Programme de mesurage net

Nova Scotia Power a mis sur pied un programme de mesurage net qui offre aux clients l'option de raccorder un système de production d'énergie renouvelable d'une capacité ne dépassant pas 1 MW au réseau. Toute l'électricité produite en excès de celle consommée par la résidence ou l'entreprise peut être redirigée vers le réseau, et les clients recevront un crédit pour cette production qui pourra être appliqué aux factures à venir pour une durée maximale de 12 mois.²³

Achats d'énergie renouvelable

La Nouvelle-Écosse a inauguré un programme de tarif de rachat garanti communautaire (COMFIT) en 2011; cependant, le solaire ne figurait pas parmi les technologies. Ils ont également annoncé un programme pour la production de 300 GWh d'énergie renouvelable par appel d'offres en régime concurrentiel. Toutes les technologies liées aux énergies renouvelables sont admissibles, mais en raison de la concurrence sur le plan des prix, l'approvisionnement sera vraisemblablement assuré par 3 à 5 parcs éoliens.

2.11 Territoires du Nord-Ouest

Programme de technologies d'énergie de remplacement

Le gouvernement des Territoires du Nord-Ouest a conçu un programme de technologies d'énergie de remplacement afin d'encourager la création de projets de production d'énergie renouvelable à petite échelle. Le programme comporte trois catégories de sources de financement : les collectivités, les entreprises, et les résidents. Le Community Renewable Energy Fund offre un financement de 50 %, jusqu'à concurrence de 50 000 \$ par année pour des projets d'énergie de remplacement comme les systèmes solaires photovoltaïques ou les murs trombes. Le Medium Renewable Energy Fund offre 15 000 \$ ou un tiers du coût d'un projet d'énergie de remplacement admissible pour une entreprise, et

²¹ PEI Department of Environment and Energy, consulté le 15 février 2012,

http://www.gov.pe.ca/photos/original/ee_frame_rep_e.pdf

²² Newfoundland Labrador Hydro - Environment, consulté le 14 février 2012,

<http://www.nlh.nl.ca/hydroweb/nlhydroweb.nsf/TopSubContent/Environment-Sustainable%20Electricity?OpenDocument>

²³ Nova Scotia Power – Net Metering, consulté le 14 février 2012,

www.nspower.ca/en/home/environment/renewableenergy/netmetering/default.aspx

le Small Renewable Energy Fund offre jusqu'à 5 000 \$ pour les projets résidentiels.²⁴ Le programme est géré par le ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles des Territoires du Nord-Ouest et fonctionne comme un programme de mesurage net.

2.12 Yukon

Le gouvernement du Yukon a préparé une ébauche de politique de mesurage net qui n'a pas encore été mise en place. Lorsqu'il sera mis sur pied, ce programme encouragera les clients résidentiels à installer leur propre système de production d'électricité renouvelable pour compenser leur consommation d'électricité. L'électricité additionnelle générée sera réinjectée dans le réseau de distribution.²⁵

2.13 Nunavut

Il n'y a présentement aucun incitatif en place au Nunavut pour encourager le développement de l'énergie solaire. La publication de 2007 *Ikummatiit: An Energy Strategy for Nunavut* était axée sur la réduction de la dépendance de Nunavut sur les combustibles fossiles; cependant, aucun programme n'a été élaboré pour soutenir le développement des énergies renouvelables jusqu'à présent.²⁶

Point clé à retenir 4) À l'extérieur de l'Ontario, le mesurage net est offert dans la plupart des provinces et des territoires; cependant, les tarifs résidentiels ne sont pas suffisants pour justifier un investissement dans l'énergie solaire photovoltaïque pour la plus grande partie de la population, et il existe peu de programmes incitatifs pour l'énergie solaire photovoltaïque en particulier. Ainsi, à l'extérieur de l'Ontario, le marché est presque exclusivement composé de systèmes autonomes.

Point clé à retenir 5) Les budgets publics totaux pour l'énergie photovoltaïque s'élevaient à 61,8 millions de dollars en 2010.²⁷ Cela est principalement dû au programme incitatif de l'Ontario, qui offre un tarif de rachat garanti pour l'électricité produite par l'énergie solaire photovoltaïque.

²⁴ Gouvernement des T. N.-O., consulté le 13 février 2012,

<http://www.enr.gov.nt.ca/live/pages/wpPages/aetp.aspx>

²⁵ Gouvernement du Yukon, consulté le 13 février 2012, <http://netmetering.gov.yk.ca/>

²⁶ Gouvernement du Nunavut, consulté le 14 février 2012,

http://www.gov.nu.ca/files/Ikummatiit%20Energy%20strategy_sept%202007_eng.pdf

²⁷ Ayoub, J, Dignard-Bailey, Poissant, Y, *Rapport national d'enquête sur les applications d'alimentation photovoltaïques au Canada – 2010*, Rapport CanmentÉNERGIE, 2011

3 LES MARCHÉS DE L'ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE AU CANADA

Le marché canadien de l'énergie solaire photovoltaïque est caractérisé par deux types de marchés provinciaux, ceux qui offrent un soutien explicite aux installations raccordées au réseau, et ceux qui ne le font pas. Comme il est décrit dans le chapitre 2, l'Ontario se démarque du reste du Canada, tant du point de vue de la capacité installée que des programmes actuels et antérieurs de soutien du développement et de l'installation des projets d'énergie solaire photovoltaïque.

La ci-dessous montre les installations de production d'énergie solaire photovoltaïque au Canada en 2011, qui totalisaient 289 MW_{CC}. Comme on peut le voir ci-dessous, l'Ontario représentait 91 % des installations du Canada en 2011. Par conséquent, le présent chapitre portera principalement sur les installations d'énergie solaire photovoltaïque raccordées au réseau en Ontario. Nous allons également aborder le marché autonome, qui représente la majorité de la capacité installée dans le « reste du Canada ».

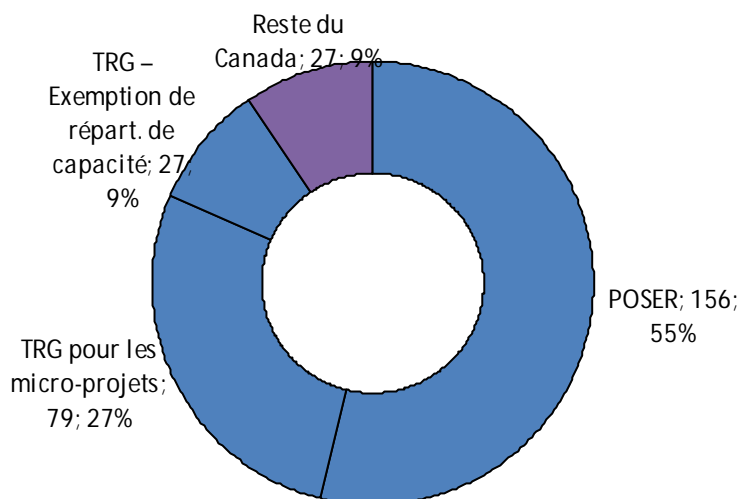


Figure 4 – Installations canadiennes d'énergie solaire photovoltaïque en 2011, 289 MW_{CC}²⁸

Point clé à retenir 6) L'Ontario représentait 91 % des 289 MW_{CC} d'énergie solaire photovoltaïque installée au Canada en 2011.

3.1 Ontario

Les segments du marché de l'énergie solaire photovoltaïque en Ontario couvrent les projets de toutes tailles, des installations urbaines et rurales à très petite échelle aux toitures commerciales et aux projets

²⁸ Les données sur les installations de l'Ontario sont tirées des rapports de gestion des contrats et des rapports TRG bimensuels de l'OPA. Les données de l'OPA sont indiquées en MW_{CA}, et ont par conséquent été converties selon un ratio CC/CA de 1,15. Reste du Canada basé sur le relevé des installations d'énergie solaire photovoltaïque de 2011 effectué par RNCan.

à grande échelle recouvrant de vastes étendues de terrain. Chacun de ces segments de marché sera abordé, y compris les différents niveaux d'activités suscités par les différents programmes d'acquisitions en place. Ces programmes sont les suivants :

1. Programme d'offre standard pour l'énergie renouvelable (POSER)
2. Programme de tarif de rachat garanti (de TRG) 1.0
 - Programme de TRG pour les micro-projets (résidentiel)
 - Projets TRG exemptés de la répartition de capacité (toitures commerciales)
 - Projets TRG avec répartition exigée de la capacité (à l'échelle des services publics / toiture à grande échelle)
 - Examen des répercussions du programme de TRG

En outre, au moment de rédiger le présent rapport, le programme de TRG a pris fin, et un sommaire de l'évaluation a été publié dans lequel des renseignements sont fournis sur les changements prévus au programme. Ces changements seront également décrits.

3.2 Programme d'offre standard pour l'énergie renouvelable (POSER)

Activité récente reliée au programme POSER

Comme il est indiqué dans la Figure 4 à la page 30 ci-dessus, environ 150 MW_{CC} de projets POSER ont atteint la phase d'exploitation commerciale en 2011, et Navigant croit que la majorité des autres ont commencé à préparer le site ou ont entrepris la construction.

Comme c'est généralement le cas pour ces types d'actifs, un nombre important de ces projets POSER ont été revendus par leurs promoteurs et détenteurs de contrats initiaux au détenteur exploitant de l'actif pour le long terme. Parmi les détenteurs de contrats POSER, First Solar est celui qui a le mieux réussi à développer et à revendre ces actifs après avoir atteint l'exploitation commerciale. Les principaux détenteurs de contrats/propriétaires d'installations d'énergie solaire POSER à long terme sont notamment Enbridge, EDF EN, GE, NextEra, Capstone Infrastructure (anciennement Macquarie), Innergex et Starwood Energy.

3.3 TRG et TRG pour les micro-projets

Grâce à la création des programmes de TRG et de TRG pour les micro-projets, le marché de l'énergie solaire photovoltaïque a pris de l'essor en Ontario; cependant, la réussite associée à l'exécution des contrats et au développement des projets a été nuancée par plusieurs problèmes lors de la mise en œuvre. Les exigences relatives au contenu local dans ces programmes ont également été à la fois une source de réussite et de frustration. Ces réussites et ces défis sont présentés dans la section suivante.

TRG pour les micro-projets

La 2.1 Ontario, ci-dessus a présenté un aperçu du programme TRG pour les micro-projets. Dans la présente section, nous allons décrire les changements récents apportés aux activités de développement et au programme.

La révision des prix pour les micro-projets TRG au sol et le rôle des agrégateurs

En date du 12 février 2012, 11 000 micro-projets d'énergie solaire photovoltaïque TRG ont été installés, ce qui représente plus de 100 MW_{CC} d'énergie solaire photovoltaïque répartie dans des micro-systèmes.²⁹ Après le programme POSER, le développement et la construction des micro-projets de TRG ont amplement dépassé les projets de TRG sur toitures commerciales et au sol jusqu'à présent. Cela s'explique principalement par le processus d'approbation et de raccordement simplifié associé au programme de TRG pour les micro-projets.

Même si le programme de TRG pour les micro-projets a réussi à encourager les investissements, ce qui a donné lieu à un nombre important d'installations, cela n'a pas été sans heurts. En effet, même se le programme avait d'abord été conçu pour les installations sur toitures résidentielles, les règles ont été modifiées avant son inauguration afin de permettre les installations au sol également. Cela a donné lieu à une grande quantité de demandes de TRG pour les micro-projets en provenance des régions rurales de l'Ontario, où les restrictions de terrain et d'ombrage sont beaucoup moindres, ce qui a permis des systèmes plus grands. À l'été 2010³⁰, la taille moyenne d'un micro-projet de TRG atteignait plus de 9 kW_{CA}, ce qui représente un très gros système pour toiture résidentielle. Le grand pourcentage des projets au sol par rapport aux projets sur toiture n'avait pas été prévu par l'OPA et le ministère de l'Énergie. Ils n'avaient pas non plus prévu l'utilisation de l'équipement de poursuite du soleil, qui, malgré son coût d'investissement et de M et E élevé, permettait une production d'énergie et un rendement des capitaux propres (RCP) supérieurs aux prévisions du programme. En outre, bon nombre des demandes rurales soumises à cette époque, provenaient d'agrégateurs de projets qui louaient les terrains auprès des propriétaires de terres rurales. Tous les effets combinés du volume des projets, de leur taille moyenne, des RCP plus élevés et du rôle important des agrégateurs ont incité l'OPA et le ministère de l'Énergie à modifier les tarifs et les règlements du programme de TRG pour les micro-projets de manière à payer des prix moins élevés pour les projets au sol que sur toiture et à interdire formellement la participation des agrégateurs. Ainsi, le TRG révisé pour les micro-projets au sol a été réduit à 0,642 \$/kWh, comme indiqué au Tableau 4, alors qu'il était de 0,802 \$/kWh à l'origine. Même si les agrégateurs ne pouvaient plus être parties prenantes dans les contrats avec l'OPA pour les micro-projets de TRG situés sur des terres appartenant à un tiers, l'agrégation des micro-projets de TRG se poursuit parce que les détenteurs de contrats de TRG pour les micro-projets sont autorisés à diriger les paiements auxquels ils sont admissibles à une tierce partie.

²⁹ Ibid.

³⁰ Calculé sur la base du rapport bimensuel sur le TRG et le TRG pour les micro-projets du 13 septembre 2010, http://fit.powerauthority.on.ca/Storage/11147_Bi-Weekly_FIT_and_de_TRG_pour_les_micro-projets_Report_September_13th_2010.pdf, consulté en ligne le 4 mars 2012.

Problèmes associés aux raccordements

Les micro-projets de TRG sont définis comme des projets de production micro-intégrée en vertu du code des réseaux de distribution de la Commission de l'énergie de l'Ontario³¹, le code qui régit le traitement de ces producteurs par les distributeurs, et ne sont par conséquent généralement pas assujettis à une évaluation de raccordement officielle, peu importe la tension à laquelle ils sont raccordés. Même si les distributeurs ont le droit de refuser de raccorder des producteurs micro-intégrés, lors de la conception du programme de TRG pour les micro-projets, le rejet des demandeurs de TRG pour les micro-projets était considéré comme improbable en raison de la production relativement petite. Cependant, étant donné la popularité des micro-projets de TRG et leur emplacement dans les régions rurales de l'Ontario, où les artères des réseaux de distribution peuvent être très longues et où l'équipement de distribution est généralement moins récent, les producteurs de TRG pour les micro-projets ont commencé à recevoir des avis de refus de la part des distributeurs vers la deuxième moitié de 2010.

En raison des restrictions au sein des réseaux de distribution, l'OPA a mis à jour le processus d'adhésion au programme de TRG pour les micro-projets de manière à ce que les candidats soient tenus de confirmer la disponibilité du raccordement auprès de leur entreprise de distribution locale avant de recevoir une offre conditionnelle. En date du 17 février 2012, plus de 11 MW de projets se sont vu refuser un raccordement, et une autre tranche totalisant près de 49 MW ont été rejetés ou se sont désistés (Figure 5 ci-dessous).

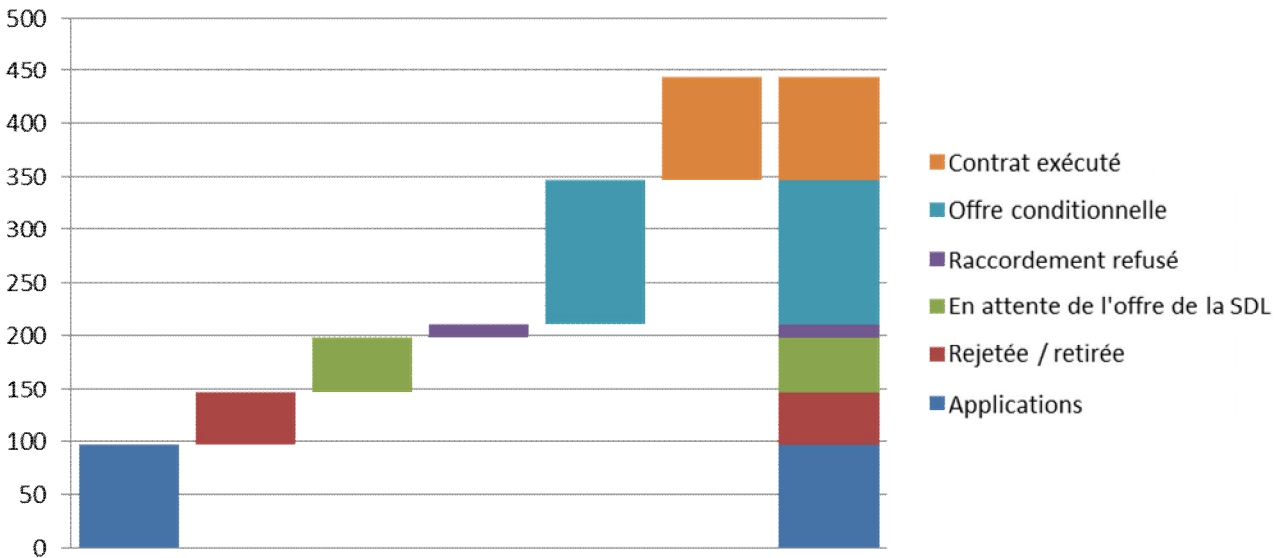


Figure 5 – Aperçu des micro-projets de TRG (MW)³²

³¹ Code des réseaux de distribution,

http://www.ontarioenergyboard.ca/OEB/Documents/Regulatory/Distribution_System_Code.pdf

³² D'après les données du rapport bimensuel sur le TRG et le TRG pour les micro-projets,

[http://fit.powerauthority.on.ca/sites/default/files/Bi-](http://fit.powerauthority.on.ca/sites/default/files/Bi-Weekly%20FIT%20and%20microFIT%20Report%20February%202011%2C%202012.pdf)

[Weekly%20FIT%20and%20microFIT%20Report%20February%202011%2C%202012.pdf](http://fit.powerauthority.on.ca/sites/default/files/Bi-Weekly%20FIT%20and%20microFIT%20Report%20February%202011%2C%202012.pdf), consulté le 4 mars 2012.

Extension pour le contenu local

Les retards créés dans le programme de TRG pour les micro-projets, notamment ceux associés à la consultation de révision des prix et au raccordement des projets, ont donné lieu à des extensions pour les détenteurs de contrats et d'offres conditionnelles.³³ Les extensions ont alloué plus de temps pour atteindre l'exploitation commerciale, et ont prolongé les délais et augmenté le nombre de projets pouvant répondre aux exigences de contenu local sans utiliser des onduleurs et des modules fabriqués en Ontario. Pour les fabricants d'onduleurs et de modules, cela a eu pour effet de réduire la taille de leur marché et de retarder la demande sur le marché. Comme nous le verrons plus loin, le retard dans le segment de TRG pour les micro-projets n'était pas le seul retard avec lequel les fabricants ont dû composer.

Point clé à retenir 7) Plus de 11 000 micro-projets TRG d'énergie solaire photovoltaïque ont été installés en Ontario en date de février 2012, ce qui représente plus de 100 MW_{CC} d'énergie solaire photovoltaïque distribuée. Bien qu'ils ne dépassent pas la taille maximale de 10 kW_{CA}, certains micro-projets TRG sont rejetés en raison des limitations imposées par le réseau de distribution, particulièrement dans les régions rurales de l'Ontario.

Tarif de rachat garanti (TRG)

Le programme de TRG est un programme d'acquisition normalisé qui offre aux producteurs d'énergies renouvelables des contrats à long terme assujettis à des règlements et à des contrats standards. Les projets d'énergie photovoltaïque sont admissibles à des contrats de 20 ans. Le programme de TRG a été mis au point à la fin de 2008 et en 2009 par l'OPA en collaboration avec le ministère de l'Énergie, la Commission de l'énergie de l'Ontario, Hydro One et Independent Electricity System Operator (IESO).

Même si le programme de TRG n'avait pas de plafonds ou d'objectifs officiels en raison de l'importance de promouvoir l'industrie locale à l'aide des exigences de contenu local, l'infrastructure du réseau d'électricité de l'Ontario et la capacité disponible pour le transport et la distribution imposaient des limites quant à nouvelle production pouvant être raccordée. Cependant, étant donné l'importance du développement économique local, le processus d'adhésion au programme de TRG incluait un mécanisme par lequel les projets pouvant être raccordés immédiatement étaient placés dans une file d'attente qui permettrait de déterminer les mises à niveau à apporter à l'infrastructure pour qu'elle puisse éventuellement raccorder ces projets. Un autre aspect important du programme de TRG fut l'application des délais de révision qui devaient initialement être de soixante jours.

Comme décrit ci-dessus, le programme de TRG comportait deux volets. Le premier portait principalement sur les installations commerciales de petite taille, généralement sur toitures, considérées

³³ Le report des dates limites de mise en service, qui dictait les exigences de contenu local, a été confirmé officiellement le 8 novembre 2010; par la suite, les échéances ont été repoussées de nouveau par l'OPA, à la suggestion du Ministère, le 28 janvier 2011. Le site Web du programme de TRG pour les micro-projets redirige le lecteur vers l'OPA : <http://microfit.powerauthority.on.ca/domestic-content-requirements-microfit-projects>

comme exemptées de la répartition de capacité (CAE), et sur les projets de plus grande envergure, considérés comme étant du type avec répartition exigée de la capacité (CAR). Pour les projets d'énergie solaire photovoltaïque, il existait plusieurs différences dans la manière dont le programme de TRG traitait ces segments. La distinction dans les prix et la différence initiale dans les évaluations de raccordement ont déjà été décrites ci-dessus. Une autre distinction importante concernant les toitures CAE et les CAR à l'échelle des services publics avait trait aux exigences entourant les approbations environnementales. Contrairement aux projets CAR, les projets d'énergie solaire photovoltaïque CAE sur toiture n'étaient assujettis à aucune exigence d'autorisation environnementale. La Loi sur l'énergie verte et l'économie verte a instauré une nouvelle approbation, intitulée le Règlement sur les autorisations de projet d'énergie renouvelable (APER) qui fusionnait tous les processus d'autorisation environnementale antérieurs en un seul processus. Même si cette nouvelle approche à guichet unique avait pour but de réduire l'incertitude et les délais associés à l'obtention des autorisations environnementales, l'APER avait à l'origine une garantie de service de six mois, cela ne s'est pas avéré aussi rapide que prévu. En fin de compte, le processus a nécessité environ 18 à 24 mois, comme il est décrit plus loin.

Offres de contrats et installations

En date du 17 février 2012, plus de 1 200 MW_{CA} de projets photovoltaïques de TRG étaient sous contrat, et une autre tranche de 5 900 MW_{CA}, y compris les demandes et les projets en attente du test de raccordement économique (ECT) était en file d'attente pour l'obtention de contrats. Voir le Figure 6 ci-dessous. Ces contrats furent offerts entre mars 2010 et juillet 2011. Peu de contrats ont été offerts depuis ce temps.

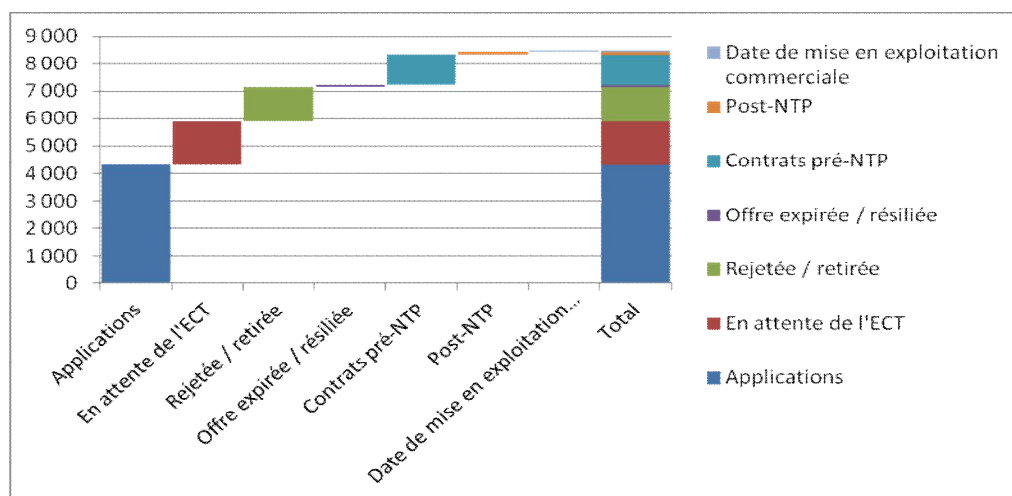


Figure 6 – Aperçu des projets d'énergie solaire TRG (MW)³⁴

³⁴ D'après les données du rapport bimensuel sur le TRG et le TRG pour les micro-projets, <http://fit.powerauthority.on.ca/sites/default/files/Bi-Weekly%20FIT%20and%20microFIT%20Report%20February%202017%2C%202012.pdf>, consulté le 4 mars 2012.

En termes de MW, les projets montés au sol représentent la plus grande part des projets d'énergie solaire photovoltaïque TRG sous contrat étant à différentes phases du développement, comme il est indiqué dans la Figure 7. À l'étape du contrat, de l'ordre de commencement des travaux, et de la date de mise en exploitation commerciale, les projets montés au sol représentent 940 MW_{CA}, alors que les projets sur toitures représentent 301 MW_{CA}.

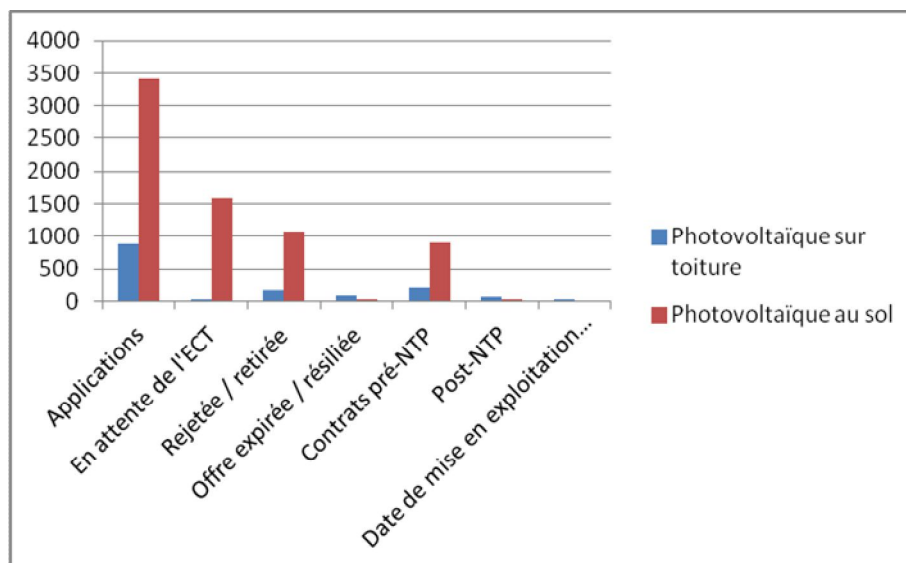


Figure 7 – Projets solaires photovoltaïques TRG au sol c. sur toiture (MW_{CA})³⁵

La Figure 6 et la Figure 7 n'indiquent pas la concentration de contrats TRG parmi les principaux détenteurs de contrats. Les sept plus importants détenteurs de contrats et leurs partenaires ont plus de 800 MW_{CA} sous contrat, ce qui représente un peu moins de 85 % des projets montés au sol, comme il est indiqué dans la partie ombragée du Tableau 9.

Tableau 11 – Détenteurs de contrats de TRG pour des installations au sol³⁶

Classement	Promoteur	MWCA	Nbre	Taille moy.	%	% cumulatif
1	Recurrent Energy	170	27	6	18,1 %	18,1 %
2	SkyPower	158	16	10	16,8 %	34,9 %
3	Northland Power	130	13	10	13,8 %	48,7 %
4	SunEdison	130	13	10	13,8 %	62,5 %
5	Penn Energy Trust	65	9	7	6,9 %	69,5 %
6	ATS & Q-Cells JV	64	7	9	6,8 %	76,3 %
7	Canadian Solar	30	3	10	3,2 %	79,5 %
8	Saturn (en partenariat avec Canadian Solar)	30	3	10	3,2 %	82,7 %
9	3G Energy (en partenariat avec Canadian Solar)	17	2	9	1,8 %	84,5 %

³⁵ Ibid.

³⁶ Communiqués de presse sur le programme de TRG de l'OPA, rapports d'entreprises, articles de presse et analyse Navigant.

Classement	Promoteur	MWCA	Nbre	Taille moy.	%	% cumulatif
10	Solray Energy	20	3	7	2,1 %	86,6 %
11	International Power	20	2	10	2,1 %	88,7 %
12	Perpetual Energy	20	2	10	2,1 %	90,9 %
13	Invenergy	20	2	10	2,1 %	93,0 %
14	Conex	10	1	10	1,1 %	94,0 %
15	Energy Farming Ontario	10	1	10	1,1 %	95,1 %
16	Upper Canada Solar Generation	10	1	10	1,1 %	96,2 %
17	Solar Spirit	10	1	10	1,1 %	97,2 %
18	Silvercreek Solar Park	10	1	10	1,1 %	98,3 %
19	Hugh Thorne (particulier)	9	1	9	1,0 %	99,3 %
20	Balsam Lake Green Energy	3	1	3	0,3 %	99,6 %
21	Hybridyne Power	2	1	2	0,2 %	99,8 %
22	Vinefresh Produce Limited	2	1	2	0,2 %	100,0 %
	Total	940	111	8	100,0 %	

Trois des plus grands fournisseurs de modules, Canadian Solar, ATS et SunEdison/MEMC figurent parmi les plus importants détenteurs de contrats. Les exigences liées au contenu local offrent un potentiel de synergies; car les détenteurs de contrats ont besoin de modules, et les fournisseurs de modules ont besoin de s'assurer qu'ils ont un débouché de vente pour justifier l'investissement dans des installations de production de modules.

Point clé à retenir 8) Plus de 75 %, ou 940 MW_{CA}, des 1 200 MW_{CA} de projets de TRG sous contrat sont des projets montés au sol. Parmi ces projets montés au sol, plus de 800 MW_{CA} sont concentrés parmi sept détenteurs de contrats. En février 2012, l'Ontario Power Authority avait en dossier des demandes additionnelles représentant une capacité de 5 900 MW_{CA}.

Défis

En dépit du nombre important de MW sous contrat, en date du 17 février 2012, seulement 27 MW_{CA} de contrats TRG avaient atteint l'exploitation commerciale, presque deux ans après l'annonce des premières offres de contrats en mars 2010. Le programme de TRG accorde trois ans aux projets d'énergie solaire photovoltaïque pour qu'ils atteignent la phase d'exploitation commerciale, mais bon nombre des producteurs auxquels des contrats ont été offerts lors du lancement du programme en mars ou avril 2010 ont accéléré leur date d'exploitation commerciale prévue afin d'obtenir la priorité. Par conséquent, bon nombre des projets montés au sol ou sur toiture plus importants avaient moins de trois ans pour atteindre la phase d'exploitation commerciale. Après avoir obtenu les contrats, ces projets ont cependant accumulé plusieurs retards. Les retards les plus importants étaient associés au processus APER et à l'obtention d'une évaluation d'impact du raccordement (CIA). Ces deux éléments

étaient requis pour obtenir un ordre de commencement des travaux de la part de l'OPA, lequel était nécessaire pour entreprendre la phase de construction du projet. Cependant, le processus APER était tout nouveau lors du lancement du programme de TRG, et plus de deux cents nouveaux projets furent rapidement en attente d'examen et d'approbation. En outre, un nombre encore plus grand de projets sous contrat demandaient des CIA auprès de leur entreprise de distribution locale et des centaines d'autres promoteurs de projets demandaient des renseignements préliminaires concernant le raccordement de leurs applications TRG. En bref, tous les ministères participant au processus d'approbation APER, et certaines entreprises de distribution locales étaient dépassés par l'énorme volume de projets. En février 2011, ayant régulièrement reçu des demandes de force majeure, l'OPA a offert une extension de contrat optionnelle d'un an à tous les détenteurs de contrats de TRG en échange de certains types de demandes de force majeure.³⁷ Essentiellement, cette extension offrait à nouveau un délai de trois ans pour la plupart des détenteurs de contrats d'énergie solaire photovoltaïque.

Au-delà de cette extension, le contrat de TRG alloue une période de six mois pour les installations sur toiture, et une période de dix-huit mois pour les installations au sol après la date limite d'entrée en phase d'exploitation commerciale, durant laquelle le détenteur de contrat peut payer des dommages-intérêts. Après ce sursis additionnel cependant, si un projet n'a toujours pas atteint la phase d'exploitation commerciale, le contrat est résilié.

Entre-temps, les prix TRG, qui étaient basés sur des estimations de coûts spécifiques, sont demeurés constants pour les détenteurs de contrats, alors que les coûts de l'énergie solaire photovoltaïque baissaient considérablement, ce qui augmentait les rendements potentiels pour les contrats de production d'énergie solaire photovoltaïque TRG.

En résumé, il y a eu très peu d'activités de construction à ce jour dans les projets TRG en raison de plusieurs facteurs, mais surtout à cause des retards dans l'obtention des autorisations environnementales et des évaluations de raccordement. En outre, étant donné la période de trois ans accordée aux détenteurs de contrats pour la construction et la baisse des coûts ces deux dernières années, les propriétaires de projets avaient très peu intérêt à acheter de l'équipement et à construire les projets longtemps avant leur date limite d'entrée en exploitation commerciale.

Perspective du fabricant

Lors du lancement du programme de TRG, il y avait un fabricant de modules en Ontario, Solgate, un raffineur de silicium, 6N Silicon, qui appartient maintenant à Silicor Materials (anciennement Calisolar) et un fabricant d'onduleurs, Satcon. Par conséquent, les exigences de contenu local intégrées au programme de TRG créaient de l'incertitude pour les promoteurs de projets et des occasions d'affaires pour les fabricants de composants. Comme mentionné au chapitre 4, plusieurs fabricants de composants ont investi dans de nouvelles installations ou de nouveaux accords de fabrication en Ontario afin d'approvisionner le marché florissant. Par conséquent, en plus de retarder la demande pour

³⁷ *One year extension of Milestone Date for Commercial Operation available for FIT contract holders*, site Web FIT de l'OPA, <http://fit.powerauthority.on.ca/february-9-2011-one-year-extension-milestone-date-commercial-operation-available-fit-contract-holder>, consulté le 4 mars 2012.

les produits fabriqués en Ontario, chacun des retards décrits ci-dessus permettait à des concurrents additionnels de rattraper les premiers intervenants.

La plupart des détenteurs de contrats d'envergure pour les installations au sol ont sélectionné d'importants fournisseurs de composants, mais n'ont pas besoin d'une livraison avant 2013 et 2014. Les fabricants se tournent maintenant vers les segments des projets commerciaux sur toiture et des micro-projets TRG pour les livraisons de 2012.

Point clé à retenir 9) Malgré le grand nombre de projets et la grande capacité en MW sous contrat en Ontario dans le cadre du programme de TRG, très peu de promoteurs ont commencé à construire, principalement en raison des retards associés au nouveau processus d'autorisation environnementale, au processus d'autorisation des projets d'énergie renouvelable, et à l'évaluation d'impact du raccordement.

Financement

Les propriétaires à long terme de projets TRG comprennent SunEdison et ses filiales, TransCanada, IPR GDF Suez, Algonquin, Northland, et le groupe Starwood Energy, qui est le partenaire investisseur de Samsung.

Un financement d'environ 3 milliards de dollars devrait être requis au cours des trois prochaines années pour combler le retard actuel dans les projets TRG de production d'énergie solaire et éolienne, et le volet solaire en représente environ la moitié.³⁸ Les contrats TRG montés au sol devraient être financés à environ 60-80 % par des emprunts, la majorité des détenteurs de contrats ayant accès aux marchés financiers pour du financement de projet sans recours, bien que plusieurs entreprises très solides financièrement aient l'option de financer leurs projets en utilisant leur bilan.

Traditionnellement, les prêteurs européens et japonais ont eu moins de réticence à financer des projets solaires en raison de leur expérience en prêts aux promoteurs d'énergie solaire photovoltaïque. Les prêteurs qui ont financé les projets POSER sont notamment Dexia, West LB, Nord LB, Caixa Nova, Union Bank, KfW, Deutsche Bank et Bank of Tokyo-Mitsubishi. Pour les projets TRG, Navigant prévoit certains des mêmes prêteurs, mais aussi un bon nombre de nouveaux acteurs, y compris une forte présence des banques japonaises, des compagnies d'assurance-vie canadiennes, et possiblement de certaines banques canadiennes. Bon nombre de prêteurs sont intéressés à financer des projets TRG, mais doivent généralement être en mesure d'offrir de longues périodes d'emprunt de quinze à vingt ans qui s'harmonisent avec le contrat, et d'éviter les risques associés au taux d'intérêt afin d'attirer les détenteurs de contrats. Même si certains prêteurs nouveaux venus dans le secteur de l'énergie sont capables d'offrir ces périodes de remboursement plus longues, ils ont encore des réticences en regard

³⁸ <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2012/02/ontario-post-election-is-the-financing-market-ready>

de la technologie et des risques associés aux contrats. Voici certaines inquiétudes des prêteurs concernant le programme de TRG :

- Exigences de contenu local – Puisque la conformité aux exigences de contenu local est déterminée après la date d'entrée en exploitation commerciale et qu'il existe par conséquent un risque, quoique minime, que le contrat soit résilié pour non-conformité à ces exigences. L'OPA a travaillé étroitement avec les promoteurs et les prêteurs pour remédier à ce problème.
- Risque politique / réductions rétroactives des tarifs – Certains prêteurs craignent que le gouvernement décide de réduire rétroactivement les tarifs, ce qui aurait une incidence sur les flux de trésorerie des projets. Puisque des mesures rétroactives nuiraient considérablement à la réputation de l'Ontario dans la communauté internationale, cela est très improbable.

À ce jour, bon nombre de projets ont obtenu le financement nécessaire pour la construction auprès de Deutsche Bank, Rabobank, Bank of China et Mizuho; cependant la dette à terme fixe n'a pas encore été annoncée. Navigant prévoit qu'un financement suffisant sera offert pour les projets de TRG, bien que des emprunts considérables devront être contractés dans un court délai et qu'il y a certainement des scénarios dans lesquels la dette offerte est insuffisante. Si le marché de la dette est insuffisant pour les projets, le marché des obligations constitue une autre option. Aux États-Unis, MidAmerican mobilise du financement sur le marché des obligations pour environ 50 % des coûts d'investissement pour son projet Topaz de 550 MW en Californie.

Premiers projets de TRG montés au sol raccordés

En février 2012, le premier projet de TRG monté au sol de 10 MW a été raccordé au réseau à Ingleside, en Ontario. Ce projet a été conçu et réalisé par SunEdison. En avril 2012, plusieurs projets de TRG montés au sol avaient atteint l'étape de l'ordre de commencement des travaux, et étaient soit en construction, soit près de la phase de construction, notamment les projets conçus par Canadian Solar et Recurrent.

3.3.1 Samsung

Le gouvernement de l'Ontario a signé une entente-cadre avec Samsung C&T et ses partenaires (le consortium coréen) qui engage la province à conclure des contrats à long terme pour 500 MW d'énergie solaire photovoltaïque et 2 000 MW d'énergie éolienne, en échange d'un engagement en vue de construire quatre installations de fabrication d'équipement de production d'énergie renouvelable en Ontario. L'entente comportait cinq phases de 500 MW chacune, 100 MW d'énergie solaire et 400 MW d'énergie éolienne. Les installations de fabrication convenues étaient les suivantes :

1. Fabrication d'onduleurs photovoltaïques d'ici 2013
2. Fabrication de modules solaires d'ici 2013
3. Fabrication de pales d'éoliennes d'ici 2015
4. Fabrication de tours d'éoliennes d'ici 2013

En septembre 2011, Samsung a annoncé qu'elle fabriquera des modules à un site à London, Ontario. Jusqu'à présent, elle a formé un partenariat avec un fabricant d'onduleurs allemand, SMA, pour fabriquer des onduleurs aux installations de Celestica à Toronto.

3.4 À l'extérieur de l'Ontario

Marché autonome

En dépit du fait que les applications autonomes ne sont pas subventionnées, elles représentaient 13,4 % des systèmes photovoltaïques installés au Canada en 2010.³⁹ Ce sont des applications autonomes comprenant un champ de panneaux photovoltaïques tenant lieu de générateur unique ou un système hybride combiné à une petite turbine éolienne ou un groupe électrogène diesel. Ces systèmes sont généralement installés sur des sites éloignés, avec ou sans stockage dans des batteries, mais sont de plus en plus appliqués près du réseau d'électricité à mesure que les coûts baissent et que les concepteurs et le public sont plus sensibilisés aux possibilités. Le marché autonome « domestique » représentait environ 4,2 % des ventes de systèmes photovoltaïques en 2010, principalement pour les résidences et les chalets éloignés, la communication résidentielle comme les radios, et les véhicules récréatifs. Le marché autonome non résidentiel pour le pompage de l'eau, la signalisation routière, les bouées de navigation, les répéteurs de télécommunications, et les dispositifs de détection, de surveillance et de contrôle industriel représentait 9,2 % des ventes de systèmes photovoltaïques en 2010. À mesure que le marché raccordé au réseau poursuivra sa croissance au Canada, le marché autonome représentera une proportion plus petite des installations photovoltaïques canadiennes, comme il est indiqué dans la Figure 8 ci-dessous.

Le marché autonome a tendance à se concentrer dans les endroits où il y a des maisons secondaires luxueuses et des installateurs à proximité. Les plus grands marchés sont en Ontario, en Colombie-Britannique, en Alberta, et au Québec.

³⁹ *Rapport national d'enquête sur les applications d'alimentation photovoltaïques au Canada – 2010*, CanmetÉNERGIE, juin 2011

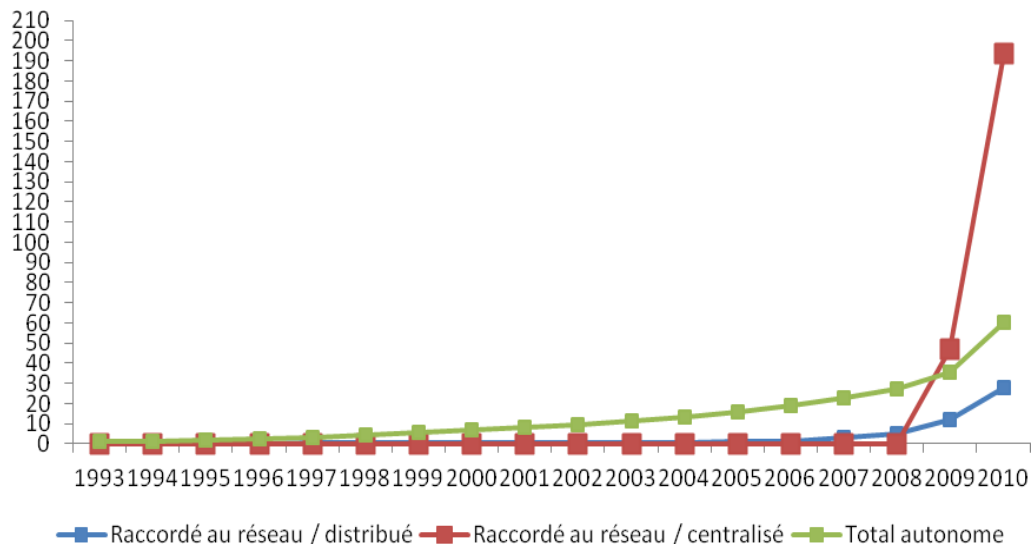


Figure 8 – MW_{cc} cumulatifs des installations photovoltaïques canadiennes⁴⁰

Point clé à retenir 10) En dépit de sa croissance soutenue, la part de marché totale des applications autonomes continuera de baisser au fur et à mesure de l'expansion rapide du marché raccordé au réseau.

Marché raccordé au réseau

Le plus important système raccordé au réseau en Ontario est le système de 260 kW au centre d'excellence Okanagan de Penticton, en Colombie-Britannique, qui a été installé par l'entrepreneur SkyFire Energy et a été raccordé en septembre 2011⁴¹.

Un système de 60 kW a été mis en service dans les Territoires du Nord-Ouest en mars 2012. Ce système a fait l'objet d'un financement de 700 000 \$ de la part du ministère de l'Industrie, du Tourisme et de l'Investissement des Territoires du Nord-Ouest⁴².

D'autres systèmes raccordés au réseau ont été construits à l'extérieur de l'Ontario, dans des collèges et des universités ayant des objectifs de durabilité et des résidences appartenant à des particuliers à valeur nette élevée.

⁴⁰ Ayoub, J, Dignard-Bailey, Poissant, Y, *Rapport national d'enquête sur les applications d'alimentation photovoltaïques au Canada – 2010*, Rapport CanmentÉNERGIE, 2011

⁴¹ http://www.conergy.us/desktopdefault.aspx/tabid-183/468_read-787/

⁴² <http://news.exec.gov.nt.ca/premier-mcleods-speech-official-ribbon-cutting-for-the-fort-simpson-solar-photovoltaic-project/>

4 CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT PHOTOVOLTAÏQUE AU CANADA

Le présent chapitre offre un aperçu de la chaîne d'approvisionnement photovoltaïque au Canada, allant des composants nécessaires pour construire les cellules et les modules solaires aux services de soutien au développement et à l'installation des projets. Nous verrons que la majorité des services de soutien sont fournis, mais que seul un sous-ensemble des produits à valeur ajoutée est produit au Canada. La chaîne d'approvisionnement photovoltaïque est composée d'équipement ou de produits et services, comme il est indiqué dans la Figure 9. La portion en amont de la chaîne d'approvisionnement comprend de l'équipement comme les modules, les onduleurs, les étagères/montages, et le câblage. La portion en aval de la chaîne d'approvisionnement comprend la distribution des produits, le développement des projets, les services d'ingénierie, d'approvisionnement et de construction (IAC), et les services d'exploitation et de maintenance (E et M). Le présent chapitre traitera principalement de la fabrication de l'équipement et des fonctions en aval.

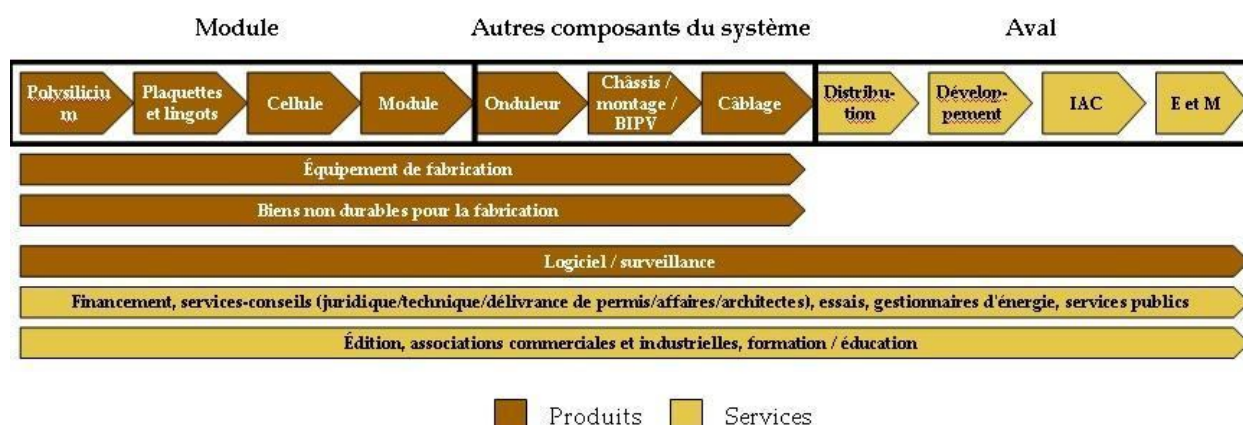


Figure 9 – Chaîne d'approvisionnement photovoltaïque

Plusieurs fonctions soutiennent cette chaîne d'approvisionnement, y compris les biens d'équipement utilisés pour fabriquer des composants et l'équipement photovoltaïque et les biens non durables pour la fabrication. Dans le cas de l'assemblage des modules, les biens non durables sont le verre, les boîtes de jonction et les câbles, les encapsulants, les cadres en aluminium, et les feuilles arrière, etc. Les trois lignes au bas de la Figure 9 montrent les services qui soutiennent l'industrie, notamment le logiciel et la surveillance, le financement, les services-conseils, les essais, les gestionnaires d'énergies et les services publics, l'édition, les associations commerciales et industrielles, et la formation / l'éducation.

Les entreprises qui participent à chaque étape de la chaîne d'approvisionnement sont énumérées dans l'annexe A.

Les détails concernant les différentes parties de la chaîne d'approvisionnement photovoltaïque sont fournis ci-dessous et accompagnés des points saillants concernant certains pionniers de la chaîne d'approvisionnement photovoltaïque canadienne. Les profils des principaux fabricants sont fournis au chapitre 5.

Point clé à retenir 11) La chaîne d'approvisionnement photovoltaïque comprend la fabrication en amont de l'équipement et des composants, de même que les services en aval nécessaires pour la construction des composants photovoltaïques et l'installation des projets. La majeure partie de ces services sont offerts au Canada, mais certains produits seulement sont fabriqués au Canada.

4.1 Fabrication des modules

Les étapes de fabrication d'un module au silicium cristallin sont indiquées à la Figure 10.

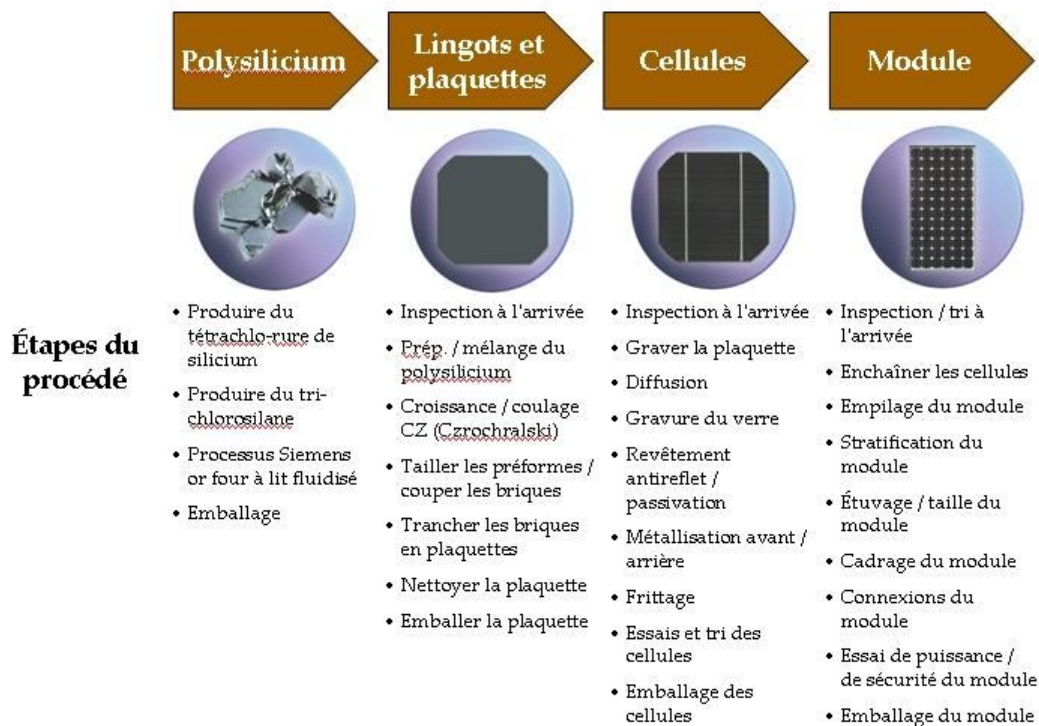


Figure 10 – Étapes du processus de fabrication d'un module au silicium cristallin

Comme il est indiqué à la Figure 10, la première étape dans la fabrication d'un module au silicium cristallin est le traitement et le raffinage du polysilicium. Au Canada, une seule compagnie produit du silicium – 6N Silicon, basée à Vaughan en Ontario, et appartenant à Silicor Materials, anciennement Calisolar. L'étape suivante consiste à former des tranches de silicium et des cellules au silicium; cependant, il n'y a aucun fabricant de tranches ou de cellules au Canada. Une fois produites, les cellules au silicium sont ensuite connectées électriquement et stratifiées pour former des modules. Pour l'étape d'assemblage des modules, il existe plusieurs fabricants canadiens qui sont tous, sauf un, basés en Ontario. Les entreprises d'assemblage des modules de l'Ontario obtiennent leurs cellules auprès d'entreprises étrangères comme JA Solar, Motech et Gintech en Chine et à Taiwan.

Les pionniers des modules de fabrication canadienne, qui sont tous situés en Ontario afin de respecter les exigences de contenu local de l'Ontario, sont indiqués au Tableau 12. Quatre des cinq entreprises mentionnées dans le tableau ont l'avantage d'avoir développé leurs propres projets, et peuvent par conséquent approvisionner ces projets avec leurs propres modules, à l'exception de Celestica. En outre, deux des plus importants détenteurs de contrats de TRG ont formé un partenariat avec ces entreprises. Northland a signé une entente avec MEMC/Flextronics pour 130 MW_{CA} de modules, et Recurrent avec Celestica pour 170 MW_{CA}. Outre Recurrent, Celestica assume le rôle de fabricant sous contrat pour Opsun et Soventix.

Tableau 12 – Principaux pionniers de la fabrication des modules au Canada

Pionniers de la fabrication de modules au Canada					
Compagnie	Partenariat MEMC / Flextronics	Celestica	Canadian Solar	Photowatt (ATS)	Consortium Samsung (planifié)
Secteur d'activités	<ul style="list-style-type: none"> MEMC : Entreprise PV de Niveau 1 Flextronics : fabricant en sous-traitance 	Fabricant en sous-traitance à différentes industries	Entreprise PV de Niveau 1	<ul style="list-style-type: none"> Systèmes de fabrication et d'assemblage automatisés Secteur PV 	<ul style="list-style-type: none"> Conglomérat
Clients principaux / protocoles d'entente	<ul style="list-style-type: none"> Compte propre (180 MW) Northland (130 MW) 	<ul style="list-style-type: none"> Recurrent (170 MW) Soventix Opsun Fabrique également des onduleurs 	<ul style="list-style-type: none"> Compte propre (102 MW) SkyPower (POSER) 	<ul style="list-style-type: none"> Compte propre (64 MW) Promoteur de micro-projets de TRG (24 MW) Hanwha (160 MW) 	<ul style="list-style-type: none"> Compte propre (500 MW)
Cap. boursière (3/12)	920 M\$ (MEMC)	1 900 M\$	163 M\$	720 M\$	> 100 G\$
Lieu de fabrication	Newmarket, Ontario	Toronto (Don Mills), Ontario	Guelph, Ontario	Cambridge, Ontario	London, Ontario (planifié)

Dans ce tableau nous incluons Samsung qui a une entente pour 500 MW_{CA} de projets avec le gouvernement de l'Ontario et a annoncé en septembre 2011 son intention de fabriquer des modules à London, en Ontario. Le premier projet prévu par Samsung est un projet de 100 MW à Haldimand, en Ontario, au sud de Hamilton.

Nous indiquons la capitalisation boursière de chaque entreprise dans ce tableau. La force financière de l'entreprise joue un rôle dans le processus de décision d'achat des modules, car les promoteurs de projets préfèrent choisir des fournisseurs qui ont un bilan solide et sont par conséquent mieux positionnés pour honorer les garanties typiques de 20 à 25 ans pour les modules.

4.2 Fabrication des autres composants du système

La Figure 11 montre les autres composants d'un système.

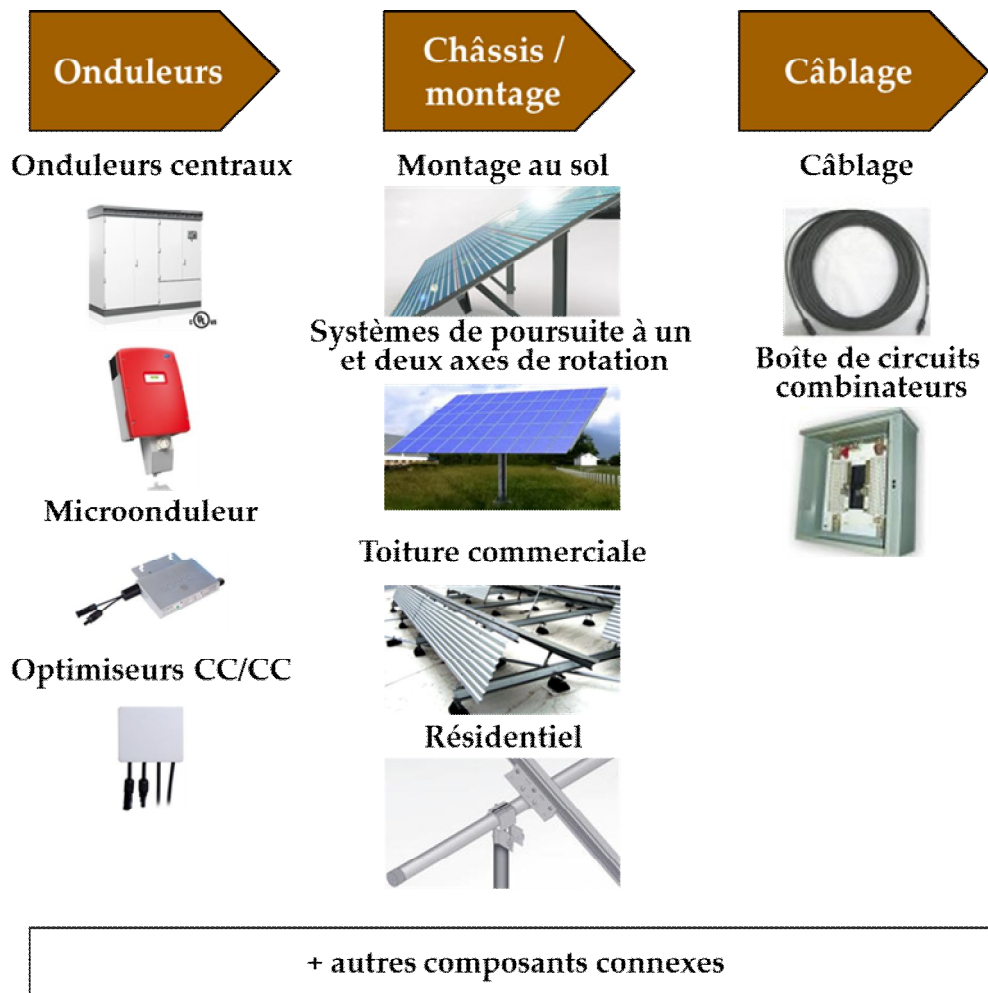


Figure 11 – Autres composants d'un système

Parmi les composants représentés dans la Figure 11 ci-dessus, le secteur de la fabrication des onduleurs centraux a connu la plus grande augmentation des capacités de fabrication au Canada. Ces onduleurs sont utilisés pour les projets commerciaux sur toitures et les projets de services publics qui représentent les segments les plus importants de projets photovoltaïques sous contrats. Les étapes du processus de fabrication d'un onduleur central sont :

- Condensateurs
- Carte mère
- Dissipateur thermique
- Filtre de ligne
- Armoire
- Flexbar
- Transformateurs
- Câblage / assemblage final
- Rodage / test
- Emballage / expédition

Le Tableau 13 montre les principaux pionniers de la fabrication des onduleurs au Canada. Ces entreprises comprennent de grands conglomérats mondiaux qui œuvrent dans la fabrication des onduleurs et exploitent des sociétés de conversion d'énergie non diversifiées. Contrairement aux modules, bon nombre des promoteurs avec d'importants portefeuilles de projets n'ont pas encore conclu d'ententes d'approvisionnement à long terme avec des fabricants d'onduleurs. Cependant, comme c'est le cas pour les modules, les promoteurs ont une préférence pour les entreprises ayant un bilan solide qui peuvent offrir une garantie couvrant toute la durée de vie de 20 ans du système.

Tableau 13 – Principaux pionniers de la fabrication des onduleurs au Canada

Pionniers dans la fabrication des onduleurs au Canada							
	Riches sociétés mondiales				Sociétés de conversion d'énergie non diversifiées		
Compagnie	Schneider Electric	Siemens	Emerson	SMA / Samsung	Advanced Energy	Power One	Satcon
Clients principaux / protocoles d'entente	<ul style="list-style-type: none"> EDF (POSER) First Solar (POSER) 	• -	• -	<ul style="list-style-type: none"> Compte Samsung (500 MW) (planifié) 	<ul style="list-style-type: none"> Moose Power (3 MW) 	• -	<ul style="list-style-type: none"> Ozz (17 MW TRG) Q-Cells (50 MW POSER) SunEdison (TRG)
Confié en sous-traitance (oui/non)	Non	Non	Oui, Sammina-SCI	Oui, Celestica	Oui	Oui, SAE Power	Recherche un partenaire fabricant en sous-traitance
Cap. boursière (3/12)	38 G\$	92 G\$	38 G\$	SMA : 1,8 G\$ Samsung : > 100 G\$	547 M\$	487 M\$	64 M\$
Lieu de fabrication	Toronto, Ontario	Burlington, Ontario	Ottawa, Ontario	Don Mills, Ontario	-	Scarborough, Ontario	-

4.3 Chaîne d'approvisionnement en aval

La Figure 12 montre les étapes du processus dans la partie de la chaîne d'approvisionnement située en aval.

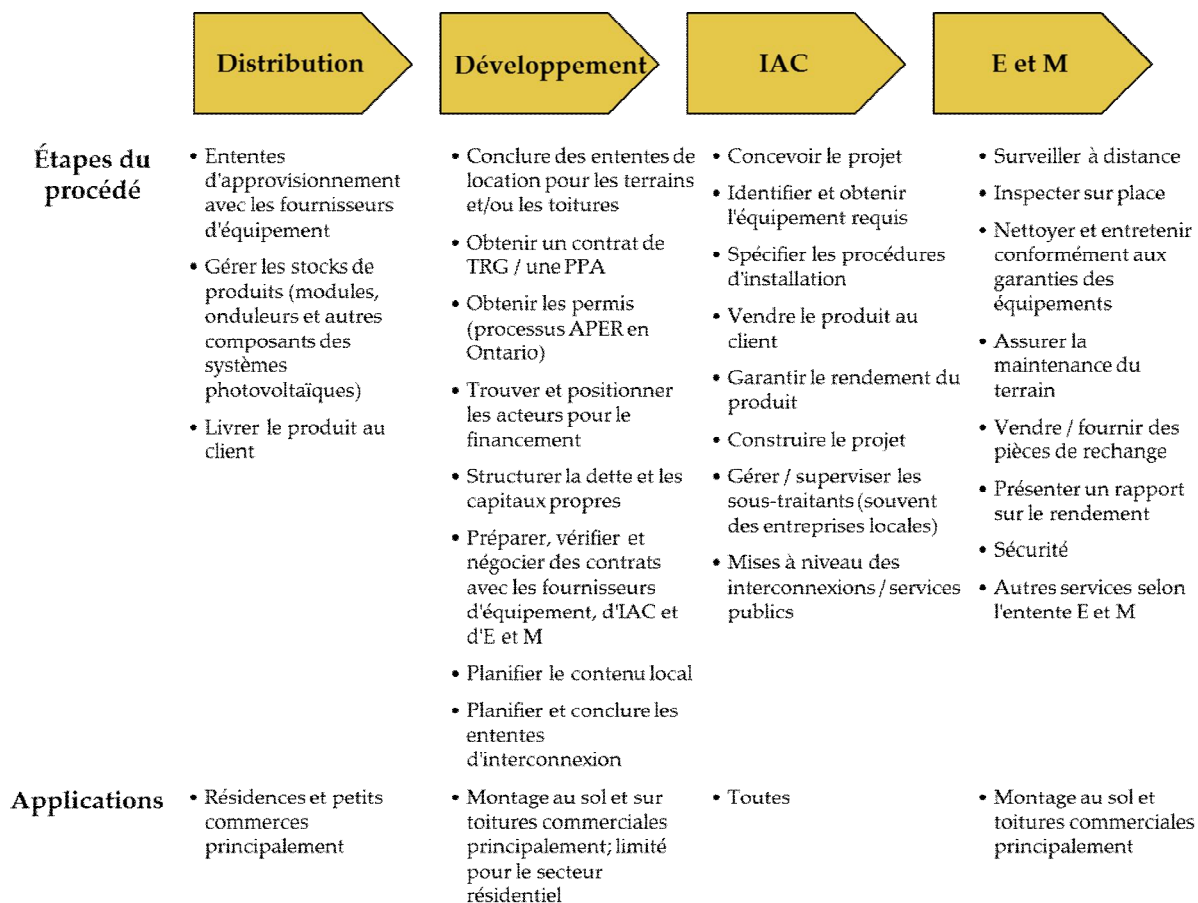


Figure 12 – Chaîne d'approvisionnement en aval

4.4 Modèles d'entreprises et circuits du marché

La chaîne d'approvisionnement comporte de nombreuses parties et plusieurs modèles d'entreprises différents. Les paragraphes suivants expliquent comment certaines sont intégrées à l'échelle de la chaîne d'approvisionnement, de même que les concepts importants de fabrication en sous-traitance et de modèles de propriété. En outre, nous traiterons des circuits du marché pour les fabricants de produits.

Intégration verticale

Plusieurs entreprises ont déployé des stratégies d'intégration verticale dans lesquelles elles participent à plusieurs points de la chaîne d'approvisionnement afin de réaliser des marges plus élevées. SunEdison /

MEMC et Canadian Solar sont deux exemples des entreprises les plus verticalement intégrées en Ontario. SunEdison / MEMC, par le biais de leur entente de services avec Flextronics, et Canadian Solar ne fabriquent pas seulement des modules; ce sont également des initiateurs de projets, des maîtres d'ouvrage, des entrepreneurs en ingénierie, approvisionnement et construction (IAC), et des fournisseurs de services d'exploitation et de maintenance (E et M). Il n'est pas surprenant que ces entreprises procèdent à une intégration verticale en Ontario, car bon nombre d'entreprises ont financièrement bénéficié de l'intégration verticale sur toute la chaîne d'approvisionnement à l'extérieur du Canada, notamment GCL, Sharp, First Solar et SunPower.

Voici également d'autres exemples d'intégration verticale :

- Investisseurs stratégiques renforçant leur participation à l'entreprise, et fournissant d'autres fonctions au sein de leur entreprise, notamment les services IAC et E et M à un projet.
- Promoteurs qui vendent leurs propres projets à la condition d'assurer les services IAC et E et M pour le projet.
- Entreprises d'onduleurs qui tentent d'enrichir leur offre de services en incluant la surveillance et les services E et M aux projets qui n'utilisent pas leur produit.
- Distributeurs qui tentent d'offrir également des services IAC, particulièrement en ce qui a trait aux études de conception.
- Fabricants en sous-traitance qui fournissent des études de conception de produits et de processus de fabrication, de même que des services logistiques comme l'expédition, l'entreposage et les stocks de pièces de rechange.
- Fabricants de modules locaux et étrangers qui achètent des projets pour y fournir leurs propres modules.

Point clé à retenir 12) Les pionniers de la fabrication de modules au Canada sont situés en Ontario, et la plupart d'entre eux ont réalisé une intégration verticale en créant leurs propres projets afin d'assurer une demande suffisante pour justifier l'investissement dans la fabrication.

Fabrication en sous-traitance

Plusieurs fournisseurs d'équipement en amont ont accédé au marché de l'Ontario par le biais de la fabrication en sous-traitance avec une firme locale, une approche qui requiert moins d'investissement pour respecter les exigences de contenu local. Cela permet au fournisseur d'équipement de renforcer sa marque et sa position de propriété intellectuelle et de réduire son exposition au risque advenant un déclin du marché pour le long terme. Celestica est probablement le plus important fabricant en sous-traitance en Ontario; il fabrique des modules et des onduleurs pour plusieurs compagnies. Flextronics et Sanmina-SCI fabriquent également des modules et des onduleurs en sous-traitance. Il existe en outre plusieurs sous-traitants dans le domaine de la fabrication des châssis et de l'équipement de montage.

Dans certaines ententes de fabrication en sous-traitance, le client agit également comme fournisseur pour son propre produit en fournissant certains matériaux ou composants au fabricant sous-traitant. Par exemple, certains fabricants d'équipement d'origine fourniront des cellules solaires à leur fabricant sous-traitant qui produit les modules. Cela leur permet d'avoir un meilleur contrôle sur les intrants utilisés. Dans d'autres cas, le fabricant sous-traitant fournira toutes ses propres matières premières.

Dans l'un des scénarios les plus spectaculaires de changement d'orientation vers la fabrication en sous-traitance, le fabricant d'onduleurs Satcon a fermé son usine de Burlington, en Ontario, et mis à pied 140 travailleurs en janvier 2012 afin d'adopter un modèle de fabrication en sous-traitance pour desservir le marché ontarien. Peu après, en février 2012, Satcon a prolongé son partenariat de fabrication en sous-traitance avec Excelstor, basé à Shenzhen, en Chine, une filiale de Great Wall Computer, avec laquelle elle a annoncé une importante entente de 5 ans pour les ventes, le marketing et la distribution.⁴³

Point clé à retenir 13) Plusieurs fabricants d'équipement d'origine qui ont décidé d'investir en Ontario après 2010 ont opté pour un modèle de fabrication en sous-traitance qui réduit leur investissement tout en leur permettant de respecter les exigences de contenu local et de capturer une partie du marché de TRG de l'Ontario.

Modèles de propriété

Un système solaire photovoltaïque peut appartenir soit à l'hôte, soit à un tiers. La plupart des micro-projets TRG appartiennent à l'hôte, tandis que la plupart des projets montés au sol ou des projets commerciaux sur toitures appartiennent à de tierces parties.

Il existe différents scénarios de tierces parties propriétaires, dont les plus courants sont les suivants :

1. Le système est la propriété d'un producteur d'énergie indépendant qui a financé le projet en utilisant son propre bilan pour obtenir un emprunt;
2. Le système appartient à une entité de projets à vocation spéciale qui obtient un financement de projet sans recours, normalement auprès de banques, de sociétés d'assurance-vie, ou de fonds de pension.

Certaines entités financières fournissent également des options de location aux propriétaires de systèmes comme solution de rechange au financement sur bilan ou sans recours. La propriété par une tierce partie est plus probablement un contrat avec un fournisseur dans le but de fournir l'E et M, car cela nécessite une plus grande préoccupation relativement aux données financières.

⁴³ <http://www.masshightech.com/stories/2012/02/06/daily16-Satcon-stock-rises-more-than-55-on-China-deal.html>

Circuits du marché

Les produits comme les modules, les onduleurs et les bâtis sont vendus dans le marché soit de manière ponctuelle, soit par l'entremise d'une entente d'approvisionnement à différents types de clients, y compris les grossistes/distributeurs, les établissements de vente au détail, les promoteurs de projets, les entreprises IAC, les entités de projet et l'hôte du système. Divers intervenants peuvent influencer la sélection de l'équipement, y compris le promoteur du projet, l'entrepreneur IAC, l'investisseur, tant prêteur qu'actionnaire, l'ingénieur indépendant et d'autres conseillers. Lorsqu'un produit est vendu par l'intermédiaire d'un distributeur, le distributeur prend une marge sur la vente, ce qui réduit généralement la marge du fabricant du produit. À l'avenir, des ventes de produits pourront avoir lieu par l'intermédiaire de promoteurs immobiliers désirant intégrer l'énergie solaire photovoltaïque aux nouvelles constructions.

4.5 Autres éléments de la chaîne d'approvisionnement

Les autres éléments de la chaîne d'approvisionnement sont :

- Équipement de fabrication – Il s'agit des biens d'équipement utilisés pour fabriquer de l'équipement solaire. Normalement, les entrepreneurs construisent des usines clé en main, selon une entente par laquelle ils sont mandatés pour construire la totalité de l'usine. Au Canada, la compagnie ATS, établie à Cambridge, en Ontario est un fournisseur d'équipement de fabrication.
- Biens non durables pour la fabrication – Cela désigne les matières brutes consommées durant le processus de fabrication. Dans le cas de l'assemblage des modules, cela comprend notamment le verre, les boîtes/câbles de jonction, les encapsulants, les cadres et les feuilles arrière. DuPont, 3M, et 5N Plus sont des fournisseurs de matériel au Canada.
- Logiciel / contrôle – Des logiciels et de l'équipement de contrôle sont utilisés dans différents processus de fabrication. Ils sont également utilisés pour les systèmes solaires photovoltaïques, dans lesquels ils contrôlent la sortie de puissance et assurent la notification des problèmes de maintenance.
- Financement – Le financement comprend les emprunts et les capitaux propres requis pour financer les systèmes solaires photovoltaïques. Les produits d'assurance constituent également un autre instrument de financement important. Par exemple, les produits d'assurances sont utilisés pour couvrir la garantie de performance d'un module solaire.
- Services-conseils – Les experts-conseils fournissent des services-conseils à l'industrie dans le domaine juridique, ainsi qu'en génie/architecture, en affaires, en comptabilité, etc. à l'industrie.
- Essais – Le produit doit être soumis à des essais tout au long de la chaîne d'approvisionnement. En Ontario, la firme Exova offre des services d'essais des modules.
- Gestionnaire de l'énergie – Les gestionnaires de l'énergie sont les personnes au sein des entreprises qui ont la responsabilité de superviser et de gérer l'approvisionnement et la consommation d'énergie. Ils sont également souvent chargés de l'achat des systèmes solaires pour les établissements de leur entreprise.

- Services publics – Les services publics jouent un rôle clé dans la chaîne d'approvisionnement lorsqu'il s'agit de fournir le raccordement au réseau électrique.
- Édition – Il s'agit des éditeurs de magazines, bulletins et autres revues spécialisées.
- Associations de commerce et d'industrie – Ce sont les associations de commerce et d'industrie comme CanSIA (Canadian Solar Industries Association), l'OSEA (Ontario Sustainable Energy Association) et l'OSN (Ontario Solar Network).
- Formation/éducation – Ce sont les entreprises qui offrent de la formation à différentes étapes de la chaîne d'approvisionnement, et également au personnel des universités et des collèges qui donne des cours sur l'énergie solaire photovoltaïque.

4.6 Chaîne d'approvisionnement pour le photovoltaïque intégré aux bâtiments (BIPV)

La photovoltaïque intégrée aux bâtiments (BIPV) met en œuvre des technologies et/ou des matériaux qui sont utilisés pour remplacer les matériaux de construction nécessaires pour les toits, les puits de lumière, les façades, les murs-rideaux sur les gratte-ciel, et les auvents pour terrains stationnements. Même si la BIPV est admissible au programme de TRG en Ontario, il n'existe pas de tarif unique pour cette technologie.

Le domaine de la BIPV fait l'objet d'innovations considérables au Canada et partout dans le monde (voir le chapitre 8 PV Innovation System In Canada). Au Canada, les produits BIPV ne sont généralement pas offerts dans le commerce, car ils sont plutôt au stade de démonstration. Depuis juillet 2006, la France a offert le tarif le plus élevé au monde pour la BIPV, ce qui en fait un marché plus commercial, bien que l'industrie de la BIPV soit encore relativement embryonnaire.

Du point de vue de la chaîne d'approvisionnement, le produit BIPV élimine ou réduit les besoins en châssis et en montages, contrairement à la photovoltaïque traditionnelle. Cependant, les onduleurs et le câblage sont toujours nécessaires. En ce qui a trait à l'installation, la photovoltaïque BIPV peut être soit déployée en tant que réhabilitation thermique d'un bâtiment existant, soit intégrée à la conception d'un bâtiment neuf.

Les principales compagnies offrant des produits BIPV au Canada sont Centennial Global Technology et Canadian Solar. Uni-Solar a fabriqué un produit BIPV en Ontario en 2011, mais ils ont quitté le marché depuis. Certains des principaux fournisseurs de produits BIPV à l'échelle mondiale sont notamment Suntech, SunPower, Sharp, Yingli et Dow Chemical.

Les modules BIPV offerts ou en voie de développement revêtent plusieurs formes :

- **Toitures plates** – Les toitures les plus souvent installées jusqu'à ce jour sont une cellule solaire en couche mince intégrée à une membrane pour toiture en polymère souple. En Ontario, Uni-Solar avait un produit pour les toitures plates, mais ils ont quitté le marché depuis.

- **Toitures inclinées** – Les bardeaux solaires sont des modules qui ressemblent à des bardeaux traditionnels et qui agissent comme tel, mais auxquels une cellule en couche mince flexible est intégrée.
- **Façade** – Des façades peuvent être installées sur les bâtiments existants. Ces modules sont montés sur la façade du bâtiment, par-dessus la structure existante, ce qui peut rendre le bâtiment plus attrayant et en accroître la valeur de revente.
- **Vitrage** – On peut utiliser des modules transparents pour remplacer plusieurs éléments architecturaux communément fabriqués avec du verre ou des matériaux similaires, par exemple les fenêtres et les puits de lumière.
- **Auvent pour stationnement** – Des modules solaires sont intégrés aux auvents d'un terrain de stationnement.

Point clé à retenir 14) Le marché de la photovoltaïque intégrée au bâtiment est relativement embryonnaire comparativement aux autres formes de systèmes solaires photovoltaïques, et il en est encore à la phase de démonstration au Canada.

5 PROFILS DES PRINCIPAUX FABRICANTS

Le présent chapitre fournit les profils des principaux fabricants canadiens de composants de la chaîne complète d'approvisionnement photovoltaïque. Les profils comprennent les mesures clés concernant les offres de produits et de services des fabricants, les revenus pour 2011, les dépenses en R et D, les employés directs et les niveaux des exportations. Les données ont été recueillies au moyen de sondages téléphoniques effectués durant les mois de février et mars 2012. Dans plusieurs cas, les répondants n'ont pas divulgué une valeur donnée ou ont fourni une valeur minimale ou un intervalle. Dans certains cas, les revenus et les dépenses en R et D sont fournis à titre global, mais ne sont pas divulgués pour un fabricant particulier.

Le Tableau 14 présente un sommaire des principales mesures pour certains grands fabricants. Les revenus comprennent tous les revenus canadiens reliés à la photovoltaïque pour tous les secteurs d'activités, y compris les revenus associés au développement et à l'IAC. En raison de la manière dont certaines données ont été fournies, Navigant a dû formuler des hypothèses concernant les revenus, les dépenses en R et D, et les exportations. La valeur totale fournie est une approximation fondée sur les hypothèses suivantes : 1) pour les valeurs fournies sous forme d'intervalle, nous avons supposé un point médian, et 2) lorsqu'une valeur minimale était fournie, nous avons utilisé cette valeur minimale pour calculer les totaux. En outre, plusieurs fabricants ont fourni leurs données de manière à ce qu'elles soient utilisées à un niveau global seulement. Au total, les fabricants sondés avaient cumulé des revenus de 359 millions de dollars en 2011 sur toutes leurs gammes de produits et services, et comptaient plus de 2 100 employés directs au 31 décembre 2011, alors que leurs exportations représentaient environ 89 millions de dollars ou 25 % des revenus. Navigant a tenté de communiquer avec tous les principaux fabricants actifs au Canada. Le tableau ci-dessous représente ceux qui ont répondu à notre sondage, mais il n'est pas exhaustif.

Tableau 14 – Principaux fabricants de composants photovoltaïques canadiens

Composant fabr.	Compagnie	Siège social canadien	Revenus des activités à valeur ajoutée (M\$)	R et D	Employés	Exportations en % des ventes	Exportations des fabricants ontariens (%)
Fabricants basés en Ontario							
Module PV	Canadian Solar	Kitchener, Ontario	Supérieurs à 100 millions de dollars	0	300	25%	
Module PV	Celestica	Toronto, Ontario					
Module PV	Eclipsall	Toronto, Ontario	8 M\$	\$250 000	70	10%	
Module PV	Heliene	Sault Ste Marie, Ontario	42 M\$	1,1 M\$	38	5%	
Module PV	Photowatt	Cambridge, Ontario	Supérieurs à 10 millions de dollars	500 000 \$	80	Moins de 5 %	
Module PV	Silfab	Mississauga, Ontario					
Module PV	Siliken	Toronto, Ontario	11,3 millions de dollars	0	163	0%	
Module PV	Solgate	Woodbridge, Ontario	Supérieurs à 10 M\$	250 000 \$ - 500 000 \$	38	0%	
Module PV	MEMC/Flextronics	Toronto, Ontario	Supérieurs à 10 M\$	S. O.	450		9%
Onduleur	SAE Power	Scarborough, Ontario	Environ 12 M\$	0	25	0%	
Onduleur	SatCon	Burlington, Ontario	Environ 10 à 15 M\$	0	140	50%	
Onduleur	Schneider Electric	Burnaby, Colombie-Britannique	30 à 50 millions de dollars	15 à 20 millions de dollars	300	0%	
Onduleur	SunGrow Canada	Vaughan, Ontario	Moins de 1 M\$	Plus de 500 000 \$	14	30%	
Onduleur	Sanmina	Ottawa, Ontario					
Châssis	Samco	Toronto, Ontario	5 à 10 M\$	0	32	40%	
Châssis	Schletter	Windsor, Ontario			40		
Châssis	Commercial Roll Form	Brampton, Ontario	Moins de 500 k\$	0	4	0%	
Fabricants basés à l'extérieur de l'Ontario							Exportations des fabricants non ontariens (%)
Module PV	Day4 Energy	Burnaby, Colombie-Britannique	57 millions de dollars	3,4 millions de dollars	34	94%	94%
Autre	5N Plus	Montréal, Québec	Supérieurs à 10 M\$	750000	90 \$	Plus de 95 %	
Total canadien (SM)			359 \$	26	2156	25%	25%

Point clé à retenir 15) En 2011, les principaux fabricants canadiens de composants photovoltaïques ont réalisé des revenus de 359 millions de dollars pour toutes leurs activités reliées au photovoltaïque, et avaient plus de 2 100 personnes à leur emploi.

Point clé à retenir 16) Les fabricants de composants établis à l'extérieur de l'Ontario représentaient la majorité des exportations en 2011.

5.1 Modules

Celestica	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> • Entreprise mondiale de services de fabrication de produits électroniques (SFPE)
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> • Assemblage des modules • Assemblage et essais des onduleurs
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> • Études de conception pour les produits et les processus • Services de fabrication de produits • Services de laboratoire de fiabilité technique et qualification • Services de logistique et de chaîne d'approvisionnement
Emplacement du siège social canadien / mondial	Toronto, Ontario
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	Plus de 300

SunEdison/MEMC	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> • SunEdison est une division de MEMC • MEMC fabrique des produits au silicium pour les industries solaire et des semiconducteurs
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> • Assemblage des modules <ul style="list-style-type: none"> ○ MEMC a une entente de service en place avec Flextronics, dont les installations sont situées à Newmarket, ON
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> • Développement de projet • E et M • IAC • Financement • Appropriation de projet
Emplacement du siège social mondial	Belmont, Californie
Emplacement du siège social au Canada	Toronto, Ontario
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	Supérieurs à 10 millions de dollars
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	450

Filiale solaire d'ATS Automation (anciennement Photowatt)	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> • Division d'ATS, qui fabrique des systèmes de fabrication et d'assemblage automatisés
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> • Assemblage des modules • Fabrication sous contrats de panneaux pour Hanwha SolarOne en utilisant les cellules de Hanwha (entente 160 MW) • Équipement de fabrication de modules solaires
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> • Développement de projets solaires au sol et sur toitures
Emplacement du siège social mondial / canadien	Cambridge, Ontario
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	Supérieurs à 10 millions de dollars
Dépenses en R et D sur le photovoltaïque au Canada en 2011	500 000 \$
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	80
Exportations en % des ventes	5 %

Canadian Solar Solutions Inc.

Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> • Division de Canadian Solar Inc. • Fabricant de modules verticalement intégré
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> • Assemblage des modules
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> • Développement de projets de parcs solaires à grande échelle • E et M • IAC
Emplacement du siège social mondial / canadien	Kitchener, Ontario
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	Supérieurs à 100 millions de dollars
Dépenses en R et D sur le photovoltaïque au Canada en 2011	Aucune
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	300
% des ventes pour l'exportation	25 %

Eclipsall Energy Corp.

Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricant de modules non diversifié
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> • Modules
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> • Développement et financement • IAC de projets solaires
Emplacement du siège social mondial / canadien	Toronto, Ontario
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	8 millions de dollars
Dépenses en R et D sur le photovoltaïque au Canada en 2011	250 000 \$
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	70
% des ventes pour l'exportation	10 %

Heliene Inc.	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> • Affiliée à Heliene Spain • Fabricant de modules non diversifié
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> • Modules
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> • Conception de systèmes • Financement • Location à des tiers
Emplacement du siège social mondial / canadien	Sault Ste. Marie, Ontario
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	42 millions de dollars
Dépenses en R et D sur le photovoltaïque au Canada en 2011	1,1 million de dollars
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	38
% des ventes pour l'exportation	5 %

Siliken Canada	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> • Siliken Canada est une filiale de Siliken, basée en Espagne • Fabricant de modules non diversifié
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> • Assemblage de modules (à Windsor)
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> • Appropriation de projets • Acquisition de projets
Emplacement du siège social mondial	Valencia, Espagne
Emplacement du siège social au Canada	Toronto, Ontario
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	11,3 millions de dollars
Dépenses en R et D sur le photovoltaïque au Canada en 2011	0
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	163
% des ventes pour l'exportation	0

Day4 Energy	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> Fabrication de modules photovoltaïque et octroi de licences de technologie Wangs Brother Motor Company (Taiwan) a acquis une participation de 20 % en décembre 2011
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> Assemblage des modules Équipement de fabrication pour l'assemblage des modules photovoltaïques
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> Développement de projet Recherche, conception et marketing – modules photovoltaïques évolués Octrois de licences de fabrication de modules photovoltaïques
Emplacement du siège social mondial / canadien	Burnaby, Colombie-Britannique
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	57 millions de dollars
Dépenses en R et D sur le photovoltaïque au Canada en 2011	3,4 millions de dollars
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	34
% des ventes pour l'exportation	94 %

SolGate	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> Fabricant de modules non diversifié
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> Assemblage des modules
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> Aucune
Emplacement du siège social mondial / canadien	Woodbridge, Ontario
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	Supérieurs à 10 millions de dollars
Dépenses en R et D sur le photovoltaïque au Canada en 2011	250 à 500 k\$
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	38
% des ventes pour l'exportation	0

Silfab Ontario Inc.	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> • Silfab Ontario appartient à Silfab SpA, qui appartient à GRIDCO SRL • GRIDCO SRL fabrique des cellules et des modules avec ses partenaires
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> • Assemblage des modules • Système de poursuite à un axe de rotation
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune
Emplacement du siège social mondial	Via Medoaco, Italie
Emplacement du siège social au Canada	Mississauga, Ontario

5.2 Onduleurs

Satcon	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> • Compagnie de fabrication d'onduleurs photovoltaïques • Autres solutions de conversion d'énergie
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> • Assemblage et essais des onduleurs
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de systèmes
Emplacement du siège social mondial	Boston, Massachusetts
Emplacement du siège social au Canada	Burlington, Ontario (l'usine a fermé ses portes en janvier 2012)

SAE Power	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> • Fabrication d'onduleurs en sous-traitance • Autres solutions de conversion d'énergie
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> • Onduleurs
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune
Emplacement du siège social mondial / canadien	Scarborough, Ontario
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	Environ 12 millions de dollars
Dépenses en R et D sur le photovoltaïque au Canada en 2011	0
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	25
% des ventes pour l'exportation	0

Schneider Electric	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> Schneider Electric Canada Inc. est une filiale de Schneider Electric SA basée à Paris, en France
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> Onduleurs triphasés
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> Développement de projets (ingénierie et solutions de produits) E et M
Emplacement du siège social mondial / canadien	<ul style="list-style-type: none"> Siège social mondial pour le solaire : Burnaby, C.-B. Bureau central de l'exploitation pour le solaire : Mississauga, ON
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	30 à 50 millions de dollars
Dépenses en R et D sur le photovoltaïque au Canada en 2011	15 à 20 millions de dollars
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	Plus de 300
% des ventes pour l'exportation	0 %

SunGrow	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> Filiale de SunGrow Power Supply Ltd. en Chine Le plus important fabricant d'onduleurs en Chine Fabricant d'onduleurs non diversifié au Canada
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> Onduleurs raccordés au réseau (100 kW, 250 kW, and 500 kW)
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> Aucune
Emplacement du siège social mondial	Heifei, Chine
Emplacement du siège social au Canada	Vaughan, Ontario (également le siège social pour l'Amérique du Nord)
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	Moins de 1 million de dollars
Dépenses en R et D sur le photovoltaïque au Canada en 2011	Plus de 500 000 \$
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	14
% des ventes pour l'exportation	30 %

Sanmina-SCI Inc.	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> • Services de fabrication de produits électroniques (SFPE) à l'échelle mondiale
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> • Assemblage et essais des onduleurs • Fabrique des onduleurs raccordés au réseau pour plusieurs grands fabricants d'équipement d'origine de l'industrie • Fabrique des micro-onduleurs à la fine pointe de la technologie et les centres de communication associés
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	<ul style="list-style-type: none"> • Études de conception pour les produits et les processus
Emplacement du siège social mondial	San Jose, Californie, États-Unis
Emplacement du siège social au Canada	Ottawa, Ontario
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	Moins de 125

5.3 Châssis

Samco Solar	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> • Division de Samco Machinery • Offre des solutions de machines de profilage pour les industries de la construction, de l'automobile, du chauffage et de la climatisation et des électroménagers • Chef de file en fabrication clé en main de systèmes de montage et d'accessoires solaires pour les systèmes photovoltaïques à grande échelle montés sur toitures et au sol
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> • Châssis (fabrication en sous-traitance) • Systèmes de poursuite (fabrication en sous-traitance) • Systèmes solaires concentrés (fabrication en sous-traitance)
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	Aucune
Emplacement du siège social mondial / canadien	Toronto, Ontario
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	5 à 10 millions de dollars
Dépenses en R et D sur le photovoltaïque au Canada en 2011	Aucune
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	32
% des ventes pour l'exportation	40 %

Schletter Canada Inc.	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> Schletter GmbH – fabricant de systèmes de châssis solaires
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> Systèmes de châssis solaires
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	Aucune
Emplacement du siège social mondial	Kirchdorf/Haag, Allemagne
Emplacement du siège social au Canada	Windsor, Ontario
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	Environ 40

Commercial Roll Form	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> Dessert plusieurs marchés avec une variété de produits de métal
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> Systèmes de châssis
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	Aucune
Emplacement du siège social mondial / canadien	Brampton, Ontario
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	Moins de 500 000 \$
Dépenses en R et D sur le photovoltaïque au Canada en 2011	Aucune
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	4
% des ventes pour l'exportation	Aucune

5.4 Autres

5N Plus	
Description de la société mère	<ul style="list-style-type: none"> Fabricant de matériel pour modules photovoltaïques non diversifié
Produits photovoltaïques fabriqués au Canada	<ul style="list-style-type: none"> Métaux purs et composés chimiques pour l'industrie du photovoltaïque en couches minces : Tellure de cadmium, tellure de cadmium, sulfure de cadmium et sélénium
Secteurs d'activités, services reliés au photovoltaïque	Aucune
Emplacement du siège social mondial / canadien	Montréal, Québec
Revenus canadiens du photovoltaïque pour 2011	Supérieurs à 10 millions de dollars
Dépenses en R et D sur le photovoltaïque au Canada en 2011	750 000 \$
Employés affectés au photovoltaïque basés au Canada (au 31 décembre 2011)	-90
% des ventes pour l'exportation	Plus de 95 %

5.5 Fabrication en sous-traitance

Les fabricants énumérés ci-dessus ont leurs propres installations au Canada. Comme mentionné au chapitre 4 PV Supply Chain in Canada, en Ontario, bon nombre de fabricants vendent leurs produits, mais ont recours à un tiers pour les fabriquer localement afin de respecter les exigences de contenu local intégrées au programme de TRG. Dans ces cas, les fabricants de l'équipement d'origine offrent leur technologie sous licence ou fournissent les intrants à ces fabricants. Le Tableau 15 fournit des exemples de certaines relations de fabrication en sous-traitance établies au Canada en raison des exigences de contenu local de l'Ontario.

Tableau 15 – Exemples de relations de fabrication en sous-traitance

Composant	Fabricant	Fabricant en sous-traitance
Modules	Soventix	Celestica
	Opsun	
	Hanwha	ATS
	LDK	Lumin Ontario Solar Form
Onduleurs	SMA Advanced Energy	Celestica
	Emerson SPARQ	Sanmina
	UniRac Unistrut Northern Metal States	Non divulgué
Châssis	DEGERenergie	Broadway Metals Inc

5.6 Fermetures d'usines récentes

L'excès de capacité sur le marché mondial du photovoltaïque a entraîné des fermetures d'usines et des faillites. En outre, la transition à un modèle de fabrication en sous-traitance a également entraîné des fermetures d'usines. Les entreprises suivantes ont récemment fermé des usines au Canada :

United Solar (Uni-Solar) – En novembre 2011, le fabricant de modules au silicium amorphe en couche mince Uni-Solar a annoncé qu'il fermait son usine de Lasalle, près de Windsor en Ontario, et mettait à pied ses 20 travailleurs.⁴⁴ L'entreprise venait tout juste d'inaugurer ces installations cinq mois plus tôt en mai 2011. Uni-Solar était la seule entreprise de production commerciale de modules en couche mince

⁴⁴ <http://blogs.windsorstar.com/2011/11/10/lasalles-uni-solar-plant-closes/>

en Ontario. Par la suite, en février 2012, la société mère d'Uni-Solar, Energy Conversion Devices, basée à Auburn Hills, Michigan, a déclaré faillite.⁴⁵

Satcon – En janvier 2012, le fabricant d'onduleurs Satcon a annoncé qu'il fermerait son usine de Burlington, en Ontario, et mettrait à pied 140 travailleurs.⁴⁶ L'usine de Satcon à Burlington fabriquait principalement les onduleurs Solstice de plus petite taille, que Satcon avait décidé d'éliminer. Les grands onduleurs de Satcon sont fabriqués à l'extérieur de l'Ontario. En janvier 2012, Satcon a indiqué qu'il tentait de former un partenariat avec un fabricant en sous-traitance afin de maintenir sa capacité de production en Ontario pour que les solutions de Satcon continuent de respecter les exigences du programme de tarifs de rachat garantis de l'Ontario.⁴⁷

Timminco – Timminco a annoncé en mars 2010 qu'il suspendait sa production de silicium à Bécancour, au Québec, en raison de la baisse des prix du polysilicium. L'entreprise a continué à vendre les produits en stocks, mais n'a pas encore repris la production. En mars 2012, Timminco a annoncé que ses actifs avaient été achetés par QSI Partners.⁴⁸

⁴⁵ <http://www.freep.com/article/20120214/BUSINESS06/120214023/Energy-Conversion-Devices-bankruptcy-ECD>

⁴⁶ <http://www.bloomberg.com/news/2012-01-04/satcon-cuts-35-of-workforce-to-close-factory-in-canada.html>

⁴⁷ <http://investor.satcon.com/phoenix.zhtml?c=93692&p=irol-newsArticle&ID=1644417&highlight=>

⁴⁸ <http://www.timminco.com/PressRelease.aspx?prId=1579145&id=24>

6 STATISTIQUES ACTUELLES SUR L'ÉCONOMIE ET LA PRODUCTIVITÉ

Le présent chapitre fournit une estimation des statistiques de 2011 sur l'économie et la productivité dans l'industrie du photovoltaïque au Canada, lesquelles sont résumées dans le Tableau 16. Nous examinerons d'abord les paramètres que nous avons choisi d'analyser, et nous décrirons chaque paramètre en détail.

Cette analyse représente une estimation de haut niveau des retombées économiques directes, et a été produite au moyen de l'information offerte par des sources publiques. Étant donné que certains détails propres aux projets étaient inconnus, Navigant a utilisé son propre jugement professionnel afin d'évaluer le contenu local pour les principales composantes et activités sur la base de la capacité manufacturière canadienne et des exigences de contenu local particulières, présentées plus en détail ci-dessous. En outre, nous avons établi une estimation des pourcentages de valeur ajoutée canadienne pour chaque activité par segment de marché, sur la base des activités canadiennes et des prix de vente moyens. La **Error! Reference source not found.** ci-dessous présente une vue d'ensemble de la méthodologie.

Point clé à retenir 17) En 2011, l'industrie canadienne du photovoltaïque a donné lieu à une production économique de 584 M\$ et employé directement environ 5 100 équivalents temps plein.

Tableau 16 – Sommaire des paramètres économiques et de productivité

Paramètre	Activité	Production économique imputable au marché canadien en 2011	Production économique imputable aux exportations en 2011
Production économique	Ingénierie et construction	452 M\$	0
	Coûts de développement	32 M\$	0
	Fabrication de modules	42 M\$	14 M\$
	Fabrication d'onduleurs	9 M\$	3 M\$
	Fabrication de châssis	33 M\$	11 M\$
	Distribution de composants électriques	16 M\$	0
	Total		584 M\$
Génération d'énergie nouvelle	Toutes	692 GWh	S. O.
Emplois	Toutes	5 143 ETP	

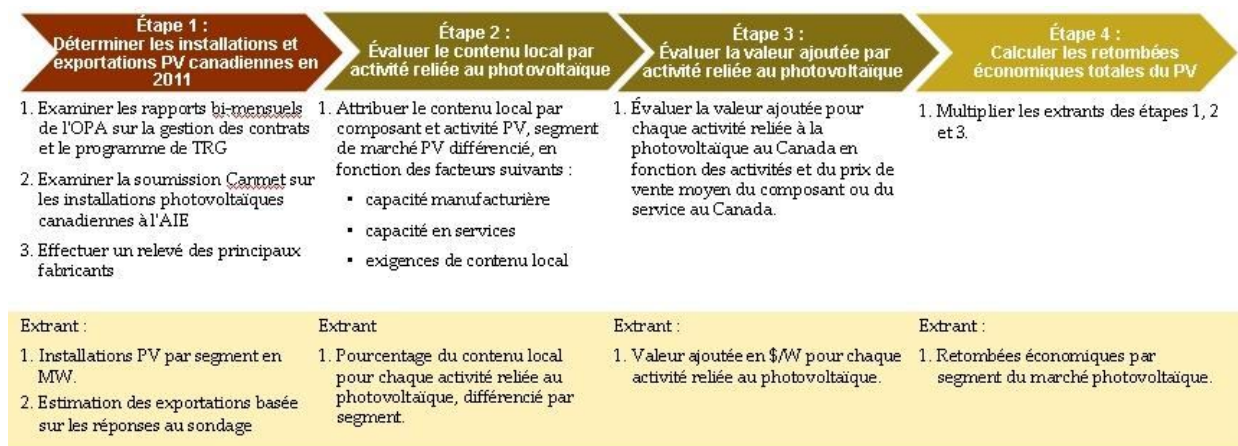


Figure 13 - Méthodologie d'évaluation des retombées économiques

6.1 Paramètres

Navigant a examiné les retombées économiques des installations photovoltaïques canadiennes et des exportations de produits déclarées. Nous avons envisagé un grand nombre de paramètres différents pour faire un suivi de la productivité économique, mais nous avons opté pour ceux reliés à 1) la production économique, y compris l'ingénierie et la construction, les coûts de développement, la fabrication, 2) la production d'énergie, et 3) l'emploi. La plupart des retombées directes de l'industrie du photovoltaïque sur le PIB sont reliées à ces activités et peuvent être suivies ou déterminées chaque année à partir des données accessibles au public.

Nous avons d'abord examiné les retombées des installations photovoltaïques canadiennes. Puisque tout l'équipement fabriqué durant une année donnée ne sera pas installé durant cette même année, les données représentent une période de 12 mois typique, plutôt que les données propres à 2011. Sur la base du nombre d'installations pour une année donnée, nous avons formulé des hypothèses sur le pourcentage d'équipement qui a été fabriqué au Canada et sur le pourcentage qui représentait les activités à valeur ajoutée produites au Canada. Par exemple, un module photovoltaïque peut coûter 1,60 \$/W, mais la valeur ajoutée des étapes de fabrication qui ont lieu au Canada n'est que de 0,80 \$/W; donc, nous ne pouvons attribuer qu'une production économique de 0,80 \$ /W au Canada.

Pour cette analyse, nous avons divisé l'industrie en six segments selon les variations dans les exigences de contenu local (ce qui influence le niveau de fabrication canadienne requis), les coûts d'installation, et la production d'énergie typique. Les six segments sont :

- POSER Ontario
- TRG Ontario – au sol
- TRG Ontario – sur toiture
- MicroTRG Ontario
- Raccordé au réseau à l'extérieur de l'Ontario
- Autonome

Nous avons supposé une ventilation des prix des systèmes par segment, qui est présentée au Tableau 17.

Tableau 17 – Ventilation présumée des coûts d'installation

Segment	POSER Ontario	TRG Ontario – au sol	TRG Ontario – sur toiture	MicroTRG Ontario	Raccordé au réseau à l'extérieur de l'Ontario	Autonome
Modules	1,70 \$	1,60 \$	1,70 \$	1,75 \$	2,00 \$	2,00 \$
Onduleur	0,35 \$	0,35 \$	0,35 \$	0,35 \$	0,40 \$	0,40 \$
Châssis	0,20 \$	0,20 \$	0,20 \$	0,20 \$	0,30 \$	0,30 \$
Composants électriques	0,26 \$	0,26 \$	0,26 \$	0,30 \$	0,30 \$	0,30 \$
Installation	0,80 \$	0,80 \$	0,90 \$	2,80 \$	3,00 \$	3,00 \$
Coûts du propriétaire	0,20 \$	0,20 \$	0,30 \$	0	0	0
Total	3,51 \$	3,41 \$	3,71 \$	5,40 \$	6,00 \$	6,00 \$

Outre les retombées associées aux installations photovoltaïques canadiennes, nous avons examiné les retombées économiques des exportations de produits par les fabricants canadiens. Nous avons choisi les paramètres associés à la fabrication et au développement en utilisant le même raisonnement décrit précédemment. Les données sur les exportations n'étaient pas rapidement accessibles et sont fondées sur les renseignements fournis par un échantillon des principaux fabricants.

6.2 Demande locale

Navigant estime que 289 MW_{CC} ont été installés durant 2011, répartis parmi les segments du marché du photovoltaïque, comme il est indiqué au Tableau 18. Les données propres à l'Ontario ont été obtenues auprès de l'Ontario Power Authority⁴⁹ et les données autres que pour l'Ontario sont des estimations de Navigant basées sur les soumissions de CanmetÉNERGIE à l'Agence internationale de l'énergie.⁵⁰ Plusieurs grands projets POSER ont été installés en 2011, de même qu'un nombre important de projets microTRG et certains projets TRG sur toiture.

Installation

Navigant suppose que 100 % de la production économique de l'installation est attribuable au Canada. La contribution économique de ces éléments – en \$/W pour chaque segment, est également indiquée dans le Tableau 18. La production économique totale de tous les segments pour 2011 était d'environ 452 millions de dollars, ce qui représente la retombée la plus importante dans tous les segments analysés.

⁴⁹ Ontario Power Authority à FIT.powerauthority.on.ca

⁵⁰ Ayoub, J, Dignard-Bailey, Poissant, Y, *Rapport national d'enquête sur les applications d'alimentation photovoltaïques au Canada – 2009*, Rapport CanmetÉNERGIE, 2010

Tableau 18 – Installations photovoltaïques canadiennes et retombées économiques pour 2011

Segment	Installations en 2011 (MW _{cc}) ⁵¹	Installations à valeur ajoutée canadiennes (\$/W)	Retombées économiques totales en 2011 (M\$)
POSER Ontario	156	0,80 \$	125 \$
TRG Ontario – au sol	0,6	0,80 \$	0,5 \$
TRG Ontario – sur toiture	27	0,90 \$	24 \$
MicroTRG Ontario	79	2,80 \$	222 \$
Raccordé au réseau à l'extérieur de l'Ontario	2	3,00 \$	6 \$
Autonome	25	3,00 \$	75 \$
Total	289		452 \$

Coûts du propriétaire

Outre les activités économiques reliées à la construction, un propriétaire de projet doit assumer des coûts pour le développement, l'obtention des permis, les services professionnels et les experts-conseils. Selon notre expérience, ces coûts ne sont associés qu'aux projets commerciaux et à grande échelle, comme les projets POSER et TRG, et non pour les projets plus petits comme les microTRG ou les applications autonomes. Tandis que les projets POSER doivent se procurer ces services pour respecter les exigences de contenu local, ils ont généralement besoin d'entreprises ayant une expertise locale dans ces domaines, par exemple, les firmes canadiennes sont mieux en mesure de prendre en charge l'obtention des permis au Canada. Nous avons donc supposé que la majorité des coûts du propriétaire restent au Canada. La valeur ainsi ajoutée est d'environ 0,20 \$/W, pour une production économique de 32 millions de dollars pour 2011.

Tableau 19 – Retombées économiques des coûts du propriétaire

Segment	Installations en 2011 (MW _{cc})	% de sourçage local	Valeur ajoutée canadienne (\$/W)	Retombées économiques totales en 2011 (M\$)
POSER Ontario	156	80 %	0,15 \$	23 \$
TRG Ontario – au sol	0,6	80 %	0,20 \$	0,1 \$
TRG Ontario – sur toiture	27	80 %	0,30 \$	8,1 \$
MicroTRG Ontario	79	0	0,00 \$	0,0 \$
Raccordé au réseau à l'extérieur de l'Ontario	2	0	0,00 \$	0,0 \$
Autonome	25	0	0,00 \$	0,0 \$
Total	289		Total	32 \$

Fabrication

La plupart des composants nécessaires sont fabriqués au Canada, principalement en Ontario, mais leur utilisation locale réelle est influencée par différentes exigences de contenu local. Certains segments –

⁵¹ L'OPA mesure la production photovoltaïque en MW_{CA}, tandis que les coûts sont indiqués en MW_{CC}; par conséquent, nous avons utilisé un ratio CC/CA de 1,20 pour convertir les chiffres de l'OPA sur les installations en MW_{CC}.

POSER, autonome et raccordé au réseau à l'extérieur de l'Ontario – n'ont pas d'exigences de contenu local. Pour ces segments, les composants sont généralement achetés aux plus bas coûts et ne proviennent probablement pas du Canada. Cependant, les projets qui participent aux programmes de TRG de l'Ontario doivent respecter les exigences de contenu local minimal décrites dans la section 2.1.3 Ontario's Domestic Content Requirements. Par souci de clarté, nous avons répété ces exigences dans le Tableau 20 ci-dessous. Nous avons ombragé les éléments que la plupart des projets utiliseront selon nous pour respecter ces exigences. Nous supposons que les lingots/plaquettes et les cellules ne proviendront pas de l'Ontario parce qu'il n'existe aucun fournisseur à l'échelle commerciale. La présente section décrit les retombées économiques des éléments qui sont fabriqués au Canada.

Tableau 20 – Exigences de contenu local du programme de TRG de l'Ontario⁵²

Activité désignée	Pourcentages admissibles	
	TRG pour les micro-projets	Silicium cristallin > 10 kW
Silicium	10 %	11 %
Lingots/plaquettes	12 %	13 %
Cellules	10 %	11 %
Module	13 %	15 %
Onduleur	9 %	8 %
Châssis	9 %	11 %
Câblage et matériel électrique	10 %	9 %
Main-d'œuvre sur le site et hors site	27 %	18 %
Services d'experts-conseils	-	4 %
Total	100 %	100 %

Modules

En raison des écarts dans les exigences de contenu, nous avons analysé les sources probables pour les modules de chaque segment. Pour les segments sans exigences de contenu local, nous avons supposé que les modules provenaient pour la plupart de l'extérieur du Canada.⁵³ Pour les projets de TRG, nous avons examiné l'évolution des exigences de contenu local. Les demandes de projets microTRG présentées avant octobre 2010 devaient respecter une exigence de 40 % de contenu local, ce qui est possible sans utiliser un module de l'Ontario. Étant donné que les projets bénéficient d'une période de six mois à un an pour l'exécution après l'approbation de la demande, selon la date à laquelle ils ont présenté leur demande, nous supposons qu'environ la moitié des projets installés en 2011 étaient assujettis à une exigence de 40 %, et l'autre moitié à une exigence de 60 %. Pour les projets TRG sur

⁵² Ontario Power Authority. Les exigences relatives aux couches minces n'ont pas été incluses, puisqu'aucune usine de fabrication de couches minces à l'échelle commerciale n'est en activité en Ontario.

⁵³ Outre le fait qu'ils sont exempts des exigences de contenu local, la plupart des projets POSER ont été réalisés à une période durant laquelle il n'existait pas beaucoup de fabricants de modules au Canada, de sorte qu'ils ont signé des ententes d'approvisionnement avec des fournisseurs internationaux.

toiture, nous avons supposé que la plupart des projets installés en 2011 respectaient l'exigence de contenu local à 50 %, de sorte que la plupart d'entre eux n'ont pas utilisé de modules canadiens.

Pour calculer les retombées économiques de la fabrication de modules, nous avons inclus la valeur ajoutée de l'assemblage des modules, et non la valeur totale des modules. L'assemblage des modules commence avec des cellules finies. Les cellules sont ensuite enchaînées (électriquement), montées sur une feuille arrière, et encapsulées. Le vitrage de couverture est appliqué avant que les cadres ne soient ajoutés. Enfin, les essais électriques sont complétés. Selon le segment, la valeur ajoutée va de 0,80 \$ à 1,00 \$/W. Le Tableau 21 montre que les retombées totales étaient d'environ 42 millions de dollars en 2011. Cependant, les projets de TRG restants seront désormais assujettis à des exigences de contenu local plus élevées, et les retombées économiques de la fabrication des modules devraient augmenter.

Tableau 21 – Retombées économiques de la fabrication des modules au Canada en 2011

Segment	Installations en 2011 (MW _{cc})	% de modules locaux	Valeur ajoutée canadienne (\$/W)	Retombées économiques totales en 2011 (M\$)
POSER Ontario	156	0 %	0,85 \$	0,0 \$
TRG Ontario – au sol	0,6	25 %	0,80 \$	0,1 \$
TRG Ontario – sur toiture	27	25 %	0,85 \$	5,7 \$
MicroTRG Ontario	79	50 %	0,88 \$	34,6 \$
Raccordé au réseau à l'extérieur de l'Ontario	2	5 %	1,00 \$	0,1 \$
Autonome	25	5 %	1,00 \$	1,3 \$
Total	289		Total	42 \$

Onduleurs

À l'instar des modules, seules les étapes de l'assemblage final et des essais des onduleurs – environ 25 % de la valeur totale – sont présentement effectuées au Canada, la valeur ajoutée est donc inférieure au prix de vente total d'un onduleur. Cela représente environ 0,09 \$ à 0,10 \$/W. Puisque certains fabricants d'onduleurs étaient présents en Ontario avant le programme de TRG, nous avons supposé que certains projets POSER utilisent des onduleurs de l'Ontario. Pour les projets de TRG sur toiture, les promoteurs ont l'obligation d'utiliser des onduleurs de l'Ontario pour respecter les exigences de contenu local; nous avons donc supposé un sourcing à 100 % local. Pour la même raison que dans le cas des modules, nous avons supposé que 50 % des projets microTRG utilisaient des onduleurs locaux. Il en résulte des retombées totales de 9 millions de dollars.

Tableau 22 – Retombées économiques de la fabrication des onduleurs au Canada

Segment	Installations en 2011 (MW _{cc})	% d'onduleurs locaux	Valeur ajoutée canadienne (\$/W)	Retombées économiques totales en 2011 (M\$)
POSER Ontario	156	25 %	0,09 \$	3,4 \$
TRG Ontario – au sol	0,6	100 %	0,09 \$	0,0 \$
TRG Ontario – sur toiture	27	100 %	0,09 \$	2,4 \$
MicroTRG Ontario	79	50 %	0,09 \$	3,5 \$
Raccordé au réseau à l'extérieur de l'Ontario	2	0 %	0,10 \$	0,0 \$
Autonome	25	0 %	0,10 \$	0,0 \$
Total	289		Total	9,0 \$

Châssis

Pour les châssis, nous avons supposé que les projets de TRG devraient s'approvisionner à 100 % en Ontario pour respecter les exigences de contenu local. Cependant, il existe déjà des options de fabrication de châssis depuis un certain temps, de sorte que nous présumons également que certains projets autres que TRG font leur sourçage au Canada. Puisque toute la fabrication de ces composants est généralement effectuée au Canada, et puisque la plupart des intrants sont disponibles au Canada, nous avons attribué 80 % des coûts des composants à l'activité économique canadienne. Les retombées totales pour 2011 étaient de 33 millions de dollars, et puisque la plus grande partie des châssis proviennent du Canada, nous prévoyons que les retombées de ce secteur seront proportionnelles à la taille du marché.

Tableau 23 – Retombées économiques de la fabrication des châssis au Canada

Segment	Installations en 2011 (MW _{cc})	% de châssis locaux	Valeur ajoutée canadienne (\$/W)	Retombées économiques totales en 2011 (M\$)
POSER Ontario	156	50 %	0,16 \$	12,5 \$
TRG Ontario – au sol	0,6	100 %	0,16 \$	0,1 \$
TRG Ontario – sur toiture	27	100 %	0,16 \$	4,3 \$
MicroTRG Ontario	79	100 %	0,24 \$	12,7 \$
Raccordé au réseau à l'extérieur de l'Ontario	2	50 %	0,24 \$	0,2 \$
Autonome	25	50 %	0,24 \$	3,0 \$
Total	289		Total	33 \$

Composants électriques

Les exigences de contenu local relatives aux composants électriques – par exemple, le câblage, les boîtes de circuits combineurs et les fusibles – stipulent que les produits doivent être achetés auprès d'une entreprise ontarienne, mais peuvent être fabriqués ailleurs; nous avons donc supposé un sourcing local à 100 % pour les projets de TRG. Mais pour les projets autres que les TRG, nous avons également supposé un sourcing local à 100 % parce que ces composants ne sont généralement pas obtenus sur le marché international. Nous avons supposé que la valeur ajoutée est en grande partie la marge d'environ 20 % du distributeur ou du grossiste. Les retombées économiques sont donc de 16 millions de dollars.

Tableau 24 – Retombées économiques de la distribution des composants électriques

Segment	Installations en 2011 (MW _{cc})	% de composants électriques locaux	Valeur ajoutée canadienne (\$/W)	Retombées économiques totales en 2011 ⁵⁴ (M\$)
POSER Ontario	156	100 %	0,05 \$	8,1 \$
TRG Ontario – au sol	0,6	100 %	0,05 \$	0,0 \$
TRG Ontario – sur toiture	27	100 %	0,05 \$	1,4 \$
MicroTRG Ontario	79	100 %	0,06 \$	4,8 \$
Raccordé au réseau à l'extérieur de l'Ontario	2	100 %	0,06 \$	0,1 \$
Autonome	25	100 %	0,06 \$	1,5 \$
Total	289		Total	16 \$

6.3 Retombées économiques – exportations

Pour évaluer les retombées économiques des exportations manufacturières, nous avons tiré profit des entrevues avec les fabricants au chapitre 5, et nous les avons interrogés sur leurs activités d'exportation. Nous avons découvert que pour les modules, les onduleurs et les châssis, les exportations constituaient 25 % des revenus en 2011. Nous avons supposé qu'il n'y avait aucune exportation de l'installation, des coûts du propriétaire ou de la distribution des composants électriques, car ces domaines sont généralement régionaux et requièrent une expertise, des certifications, des licences, etc. locales particulières. Nous avons augmenté les retombées économiques calculées dans la section précédente pour la fabrication des modules, des onduleurs et des châssis en proportion des exportations. Les résultats sont présentés dans le Tableau 25. Les exportations totalisaient des retombées économiques de 28 millions de dollars pour 2011.

⁵⁴ Il peut y avoir un écart entre les valeurs individuelles et leur somme en raison de l'arrondissement.

Tableau 25 – Retombées économiques des exportations manufacturières

Produit	Revenu d'exportation (M\$)
Fabrication de modules	14,0 \$
Fabrication d'onduleurs	3,1 \$
Fabrication de châssis	10,9 \$
Total	28,0 \$

6.4 Production d'énergie

Un autre avantage économique de l'industrie du photovoltaïque est l'électricité produite par les installations qui réduit d'autant la dépendance envers d'autres sources d'énergie. Pour comptabiliser cet avantage, nous avons calculé la production annuelle des systèmes installés au Canada. Pour les installations antérieures à 2011, nous avons utilisé les données déclarées à l'AIE par CanmetÉNERGIE.⁵⁵ Nous avons utilisé les données météo et les outils de modélisation de la production accessibles au public, notamment le System Advisor Medel du US National Renewable Energy Laboratory, les Cartes d'ensoleillement et du potentiel d'énergie solaire photovoltaïque du Canada⁵⁶, ainsi que les données obtenues par le biais des études antérieures de Navigant sur l'industrie, afin d'évaluer la production annuelle pour chaque segment. Nous avons examiné chaque segment séparément, en raison des variations dans les emplacements probables et dans la conception des systèmes. Tous les projets TRG et POSER seront installés en Ontario à un angle d'inclinaison fixe, mais bon nombre des projets microTRG utilisent des systèmes de poursuite sur deux axes. En outre, les projets TRG et POSER montés au sol auront une inclinaison légèrement plus prononcée que les projets montés sur les toitures. Pour les projets à l'extérieur de l'Ontario, nous avons utilisé les données météorologiques de Winnipeg en tant que données moyennes pour le reste du pays. Nous avons ensuite multiplié les kWh/kW calculés par la base installée afin d'obtenir la production disponible en 2011, et avons obtenu 692 GWh.

La valeur économique de cela peut correspondre au coût moyen de la production d'énergie durant l'année. Pour notre analyse, nous nous sommes concentrés sur le coût moyen de la production d'énergie en Ontario, puisque c'est là que la plupart des systèmes sont installés. En utilisant les données de l'Independent Electricity System Operator en Ontario, nous avons employé un prix moyen horaire de l'électricité en Ontario de 3,15 cents/kWh⁵⁷ et un coût moyen des mécanismes d'ajustement global de 4,04 cents/kWh⁵⁸ pour une valeur totale de 7,19 cents/kWh. En multipliant cette valeur par 692 GWh, nous obtenons 50 M\$/an.

⁵⁵ Ayoub, J, Dignard-Bailey, Poissant, Y, *Rapport national d'enquête sur les applications d'alimentation photovoltaïques au Canada – 2010*, Rapport CanmetÉNERGIE, 2011

⁵⁶ Cartes d'ensoleillement et du potentiel d'énergie solaire photovoltaïque du Canada : <http://pv.nrcan.gc.ca/index.php?&lang=f>

⁵⁷ Extrait de http://www.ieso.ca/imoweb/siteShared/monthly_prices.asp?sid=bi

⁵⁸ Extrait de http://www.ieso.ca/imoweb/siteshared/global_adjustment_tbl.asp?sid=bi

Point clé à retenir 18) À la fin de 2011, les installations photovoltaïques canadiennes totales de 571 MW pouvaient générer 692 GWh par an, pour une valeur potentielle de 50 M\$/an.

Tableau 26 – Production du parc photovoltaïque à la fin de 2011

Segment	Base installée avant 2011 (MW _{cc})	Installations en 2011 (MW _{cc})	Capacité de production (kWh/kW)	Électricité générée (GWh)
Autonome local	22,9	27	1 200	42
Autonome non local	37,3		1200	60
Raccordé au réseau distribué	27,7	106,0	1 250	170
Raccordé au réseau centralisé	193,3	156,6	1 200	420
Total	281	289	-	692

6.5 Emplois

Outre la production économique, les emplois totaux font également partie des retombées économiques d'une industrie. Nous avons analysé les retombées sur l'emploi pour chacune des activités présentées ci-dessus – l'ingénierie et la construction, les coûts du propriétaire et la fabrication. Navigant a complété plusieurs études sur les retombées de l'industrie photovoltaïque sur l'emploi et a été en mesure de tirer profit des études antérieures pour évaluer les retombées de chaque activité en emplois par MW, comme il est indiqué dans le Tableau 27. Les données sont représentées en équivalents temps plein⁵⁹ (ETP)/MW. Pour la fabrication des modules POSER, nous supposons que la valeur est 0 parce qu'aucun module RESOP ne provient du Canada. L'installation est l'activité la plus exigeante en main-d'œuvre, suivie de la fabrication des modules.

⁵⁹ Une ETP équivaut à l'emploi d'une personne pendant un an, ou de plusieurs personnes contribuant suffisamment d'heures pour équivaloir une personne employée pendant un an.

Tableau 27 – Coefficient de main-d'œuvre (ETP/MW)

Segment	Fabr. des modules	Fabr. des onduleurs	Installation	Fabr. des châssis	Distributeurs de composants électriques	Coût du propriétaire	Total
POSER Ontario	0	1,2	3	2	0,3	1,3	7,8
TRG Ontario – au sol	2,5	1,2	3	2	0,3	1,2	10,3
TRG Ontario – sur toiture	2,5	1,2	4	2	0,3	2,5	12,5
MicroTRG Ontario	1	1,2	12	2	0,4	0	16,6
Raccordé au réseau à l'extérieur de l'Ontario	2,5	1,2	13	2	0,3	0	19,0
Autonome	2,5	1,2	13	2	0,4	0	19,1

Les coefficients de main-d'œuvre pour la fabrication des modules, des onduleurs et des châssis ont été tirés des études antérieures de Navigant⁶⁰ et adaptés aux conditions canadiennes actuelles sur la base des entrevues avec les fabricants.

Pour les autres industries, nous avons utilisé les multiplicateurs économiques de Statistiques Canada⁶¹ sur le nombre d'emplois créés par les dépenses dans certaines industries, ces industries étant définies par des codes SCIAN. Pour l'installation des systèmes photovoltaïques, nous avons utilisé les données de construction de génie électrique, soit 4,33 ETP/M\$ dépensé. Pour les distributeurs de composants électriques, nous avons utilisé une valeur de 6,27 ETP/M\$ dans le commerce de gros. Enfin, pour les coûts de propriétaire, nous avons utilisé une valeur de 8,16 ETP/M\$ dépensé sur la conception des systèmes informatiques et autres services professionnels, scientifiques et techniques. Comme mentionné ci-dessus, nous avons supposé que les coûts de propriétaire étaient minimaux dans les projets microTRG et les marchés à l'extérieur de l'Ontario.

Le Tableau 28 montre les résultats de la multiplication des coefficients de main-d'œuvre par les valeurs combinées des installations canadiennes et des ventes à l'exportation. Nous estimons qu'il existe déjà une capacité d'environ 1 000 MW en Ontario pour la fabrication des modules, des onduleurs et des châssis. Nous avons supposé ce même niveau de capacité pour la moitié de 2011 et inclus ces retombées sur l'emploi également. Soulignons que cela n'inclut pas : l'impact des employés des services publics ou du gouvernement qui travaillent dans le domaine du photovoltaïque; les retombées sur

⁶⁰ Sources : *Economic Impacts of Extending Federal Solar Tax Credits*, septembre 2008, étude effectuée pour la Solar Energy Research and Education Foundation; *Jobs Impacts of a National Renewable Electricity Standard*, février 2010, étude effectuée pour le compte de RES Alliance for Jobs; *Employment Impacts of a National Clean Energy Standard*, août 2010, étude effectuée pour GE Energy; *What Does the California Solar Clean Tech Workforce Look Like*, juillet 2010, présentée à Intersolar North America 2010

⁶¹ Multiplicateurs provinciaux des entrées-sorties, Division des comptes de l'industrie, Statistiques Canada, mai 2010

l'emploi de la planification et de la construction des réseaux de transport et de distribution; et les emplois reliés aux projets en voie de développement. Il s'agit d'une augmentation d'environ 70 % par rapport aux ETP déclarés par la CanSIA en 2009.⁶²

Tableau 28 – Estimation des emplois dans l'industrie du photovoltaïque en 2011

Type de main-d'œuvre	2011
Métiers du secteur manufacturier	2 225
Ingénieurs en fabrication	295
Gestion et administration	412
Métiers de la construction	1 661
Ingénieurs civils	179
Ingénieurs en électricité	179
Experts-conseils en permis	68
Ventes	124
Total	5 143

⁶² *Enquête sur la main-d'œuvre dans le secteur canadien de l'énergie solaire 2009, 2009*, accessible à www.brightfutures.ca

7 ÉVALUATION DE LA MAIN-D'ŒUVRE CANADIENNE

Les besoins en employés ayant des connaissances spécialisées sur l'énergie solaire augmenteront de pair avec la croissance de l'industrie photovoltaïque canadienne. Dans le présent chapitre, nous avons d'abord établi des prévisions de la demande en main-d'œuvre. Ensuite, nous avons comparé cette demande avec différents renseignements sur l'offre de main-d'œuvre pour déterminer les carences éventuelles. Nous avons constaté qu'il y aura une pénurie de main-d'œuvre manufacturière et de travailleurs spécialisés en construction et en ingénierie pour satisfaire la demande de pointe en 2013.

7.1 Besoins en main-d'œuvre

Navigant a d'abord calculé combien d'ETP seraient requis pour chaque ensemble de compétences dans l'industrie photovoltaïque canadienne. Nous avons d'abord déterminé quelles sont les compétences requises, puis nous avons calculé le nombre d'ETP dans chaque ensemble de compétences en fonction de la taille de l'industrie photovoltaïque.

7.2 Compétences requises

Pour comprendre les différents besoins en compétences pour l'industrie photovoltaïque canadienne, nous avons regardé les différentes activités analysées au chapitre 6 :

- Fabrication des modules : techniciens en haute technologie et en techniques traditionnelles pour l'assemblage et les essais des modules; ingénieurs de la fabrication pour la conception des procédés, l'équipement de contrôle, le contrôle de la qualité et le dépannage; gestionnaires et superviseurs; et personnel de vente bien informé sur le photovoltaïque.
- Fabrication des onduleurs : techniciens en haute technologie et en techniques traditionnelles pour l'assemblage et les essais des onduleurs; ingénieurs de la fabrication pour la conception des procédés, l'équipement de contrôle, le contrôle de la qualité et le dépannage; gestionnaires et superviseurs; et personnel de vente bien informé sur le photovoltaïque.
- Fabrication des châssis : techniciens traditionnels pour le travail des métaux, l'assemblage, les revêtements et les essais; ingénieurs en fabrication, gestionnaires et superviseurs; et personnel de vente bien informé sur le photovoltaïque.
- Distributeurs de composants électriques : personnel de vente bien renseigné sur les produits et conceptions photovoltaïques; gestionnaires et superviseurs.
- Installation : Métiers de la construction, y compris des électriciens, des soudeurs, des travailleurs en construction générale, des opérateurs de machinerie lourde et des chefs de quarts; des ingénieurs civils et électriciens; et du personnel de gestion et d'administration.
- Coûts du propriétaire : les experts-conseils en délivrance de permis sont généralement des scientifiques et des biologistes dans le domaine de l'environnement, du génie civil et électrique, de la gestion et de l'administration.

Nous avons regroupé ces différents ensembles de compétences sous huit catégories :

- Métiers du secteur manufacturier
- Ingénieurs en fabrication
- Gestion et administration
- Métiers de la construction
- Ingénieurs civils
- Ingénieurs électriciens
- Experts-conseils en délivrance de permis
- Ventes

Au moyen d'études et de modèles antérieurs de Navigant⁶³ nous avons effectué une estimation de la ventilation des besoins en main-d'œuvre pour chaque activité, qui est représentée au Tableau 29.

Tableau 29 – Ensemble de compétences par type d'activité

Type de main-d'œuvre	Fabrication de modules	Fabrication d'onduleurs	Installation	Fabrication de châssis	Distribution de composants électriques	Coût du propriétaire
Métiers du secteur manufacturier	75 %	75 %	0 %	85 %	0 %	0 %
Ingénieurs en fabrication	15 %	15 %	0 %	5 %	0 %	0 %
Gestion et administration	7 %	7 %	5 %	8 %	10 %	15 %
Métiers de la construction	0 %	0 %	85 %	0 %	0 %	0 %
Ingénieurs civils	0 %	0 %	5 %	0 %	0 %	30 %
Ingénieurs en électricité	0 %	0 %	5 %	0 %	0 %	30 %
Experts-conseils en délivrance de permis	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	25 %
Ventes	3 %	3 %	0 %	2 %	90 %	0 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

7.2.1 Prévisions concernant le marché

Pour comprendre l'ampleur des besoins en main-d'œuvre, nous avons effectué une projection des installations annuelles, par segment, basé uniquement sur les contrats en cours en Ontario, ainsi que les

⁶³ *Jobs Impacts of a National Renewable Electricity Standard*, février 2010, étude réalisée pour RES Alliance for Jobs; *PV Manufacturing Cost Model*, 2008, étude préparée pour le U.S. Department of Energy's Solar America Initiative.

prévisions en dehors de l'Ontario, jusqu'en 2014. Nos prévisions – présentées au Tableau 30 – indiquent une valeur crête de 748 MW_{CC} pour les installations en 2013.⁶⁴ Ces prévisions tiennent compte des projections sur les taux d'attrition par segment de marché. Veuillez noter que le taux d'attrition pour chaque segment ne s'applique pas à tous les MW sous contrat. Navigant tient pour acquis que les projets déjà en construction atteindront la phase d'exploitation commerciale. Nous supposons que les marchés autonomes et raccordés au réseau à l'extérieur de l'Ontario demeureront constants. La ligne TRG Ontario – au sol comprend les 240 MW_{CC} de projets proposés par Samsung, qui devraient être installés en 2014.

Tableau 30 – Prévisions de Navigant concernant le marché [MW_{CC}]

Segment	Sous contrat	Attrition	Net après attrition	2012	2013	2014
POSER Ontario	224	10 %	202	202	0	0
TRG Ontario – au sol	1 359	10 %	1 223	141	618	465
TRG Ontario – sur toiture	337	20 %	269	124	104	42
MicroTRG Ontario	174	20 %	139	139	0	0
Total partiel	2 094	12 %	1 834	606	721	506
Raccordé au réseau à l'extérieur de l'Ontario	-	-	-	2	2	2
Autonome	-	-	-	25	25	25
Total	2 094	12 %	1 834	633	748	533

7.2.2 Exigences en main-d'œuvre

En utilisant les coefficients de main-d'œuvre du Tableau 27, les besoins en compétences du Tableau 29, et nos projections sur le marché dans le Tableau 30, nous avons effectué une projection du nombre d'ETP requis pour chaque ensemble de compétences, par année, dans chaque scénario (Figure 13).

Les besoins en main-d'œuvre plafonnent en 2013 avec les installations. Les secteurs dans lesquels les besoins sont les plus grands sont les métiers de la fabrication et les métiers de la construction, qui, combinés représentent environ 5 800 ETP en 2013. Cependant, ces besoins diminuent en 2014, avec la réduction des nouvelles constructions.

⁶⁴ L'OPA déclare les contrats en MW_{CA}, mais ces valeurs ont été converties en MW_{CC} suivant un ratio CC/CA de 1,2.

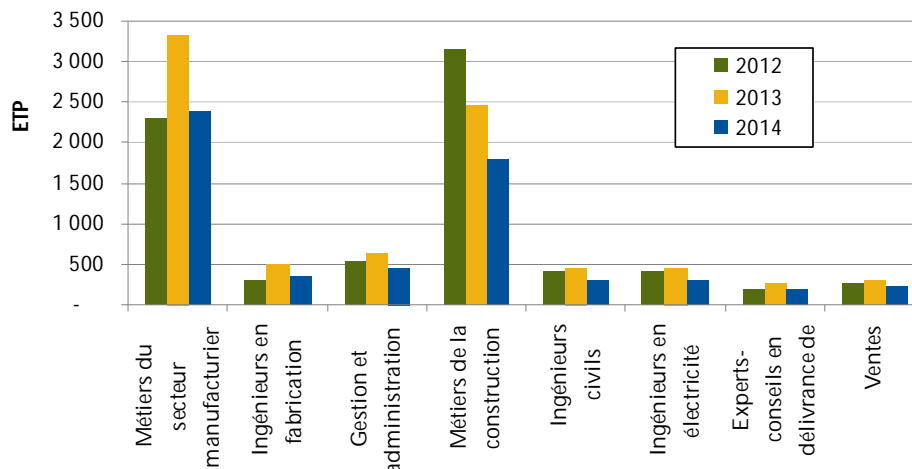


Figure 13 – Ensembles de compétences requis

7.3 Offre actuelle

Il n'existe aucune étude à jour (c.-à-d. effectuée au cours la dernière année) sur l'offre de main-d'œuvre pour l'industrie de la photovoltaïque; nous avons donc recueilli de l'information de différentes sources pour comparer l'offre à la demande.

Données de Statistiques Canada

Chaque année, Statistiques Canada effectue une estimation de l'offre de main-d'œuvre par code de classification nationale des professions - statistiques (CNP-S). Navigant a acheté les données⁶⁵ pour les codes associés au photovoltaïque pour l'ensemble du Canada et pour l'Ontario en particulier, car c'est là qu'aura lieu la plus grande partie de la fabrication et de la construction.

Tableau 31 – Données 2011 sur l'offre de main-d'œuvre pour les ensembles de compétences pertinents à l'industrie photovoltaïque

Fonction / ensemble de compétences	Canada	Ontario	Code CNP-S
Gestionnaires en construction et transport	196 700	74 500	A37
Gestionnaires en fabrication et services publics	75 400	28 100	A39
Ingénieurs civils	414 300	22 700	C031
Ingénieurs en électricité et en électronique	37 200	16 700	C033
Ingénieurs industriels et en fabrication	12 900	5 500	C041
Représentants et spécialistes des ventes techniques	364 300	150 100	G11 et G12
Métiers de la construction	395 700	128 200	H1
Opérateurs de machines en fabrication	359 400	159800	J1

⁶⁵ Statistiques Canada, Enquête sur la main-d'œuvre, achat de tabulations faites sur mesure à www.statcan.ca

Estimations de Navigant relativement aux niveaux de 2011

Enfin, nous avons effectué une estimation des niveaux d'emploi en 2011 afin de comprendre combien d'ETP supplémentaires sont requis dans chaque section. En utilisant les installations de 2011 dans le Tableau 18, les coefficients de main-d'œuvre du Tableau 27, et les besoins en compétences du Tableau 29, nous avons créé une estimation initiale. Cependant, nous avons mis à jour cette estimation, étant donné que nous estimons qu'il existe déjà une capacité d'environ 1 000 MW en Ontario pour la fabrication des modules, des onduleurs et des châssis. Nous avons supposé ce niveau de capacité pour une moitié de 2011. On obtient ainsi un niveau total d'environ 5 100 ETP pour 2011, comme il est indiqué dans le Tableau 28.

7.4 Pénuries et défis

Une comparaison du Tableau 16 avec le Tableau 31 suggérerait que l'industrie photovoltaïque canadienne dispose d'une abondante main-d'œuvre. Cependant, le Tableau 31 omet d'indiquer que l'industrie photovoltaïque a des besoins en formation spécialisée, comme l'indique une étude récente du Conseil sectoriel de l'électricité⁶⁶ sur la main-d'œuvre dans le domaine de la photovoltaïque et un rapport du Conference Board du Canada, qui analyse les besoins futurs en main-d'œuvre dans l'ensemble du secteur canadien de l'électricité.⁶⁷ Il est plus utile de comparer les besoins en main-d'œuvre durant la période de pointe de 2013 aux niveaux de 2011, comme indiqué dans le Tableau 32.

Cette analyse montre qu'il existe une pénurie de main-d'œuvre dans chaque domaine. Il existe une pénurie dans les métiers du secteur manufacturier, mais elle n'est pas si importante que prévue lorsqu'on regarde seulement la capacité installée en 2011. La raison en est que l'Ontario a déjà une capacité manufacturière suffisante pour répondre presque entièrement aux besoins futurs. Cependant, il existe toujours une pénurie d'environ 4 000 ETP dans les métiers de la construction et les compétences connexes en ingénierie et en fabrication à laquelle il faut remédier dans le court terme.

Point clé à retenir 19) L'industrie photovoltaïque canadienne est à court d'environ 4 000 ETP pour répondre à la demande probable jusqu'à la fin de 2014.

⁶⁶ *Enquête sur la main-d'œuvre dans le secteur canadien de l'énergie solaire 2009*, 2009, accessible à www.brightfutures.ca

⁶⁷ *Shedding Light on the Economic Impact of Investing in Electricity Infrastructure*, 2012, The Conference Board of Canada

Tableau 32 – Pénurie de main-d'œuvre par rapport aux niveaux de 2011

Type de main-d'œuvre	Main-d'œuvre de 2011	Besoins maximum 2012 - 2014	Déficit
Métiers du secteur manufacturier	2 225	3 333	1 108
Ingénieurs en fabrication	295	491	199
Gestion et administration	412	641	229
Métiers de la construction	1 661	2 981	1 485
Ingénieurs civils	179	463	284
Ingénieurs en électricité	179	463	284
Experts-conseils en délivrance de permis	68	265	197
Ventes	124	321	197
Total	5 143	8 956	3 978

8 SYSTÈME D'INNOVATION DU SECTEUR PHOTOVOLTAÏQUE AU CANADA

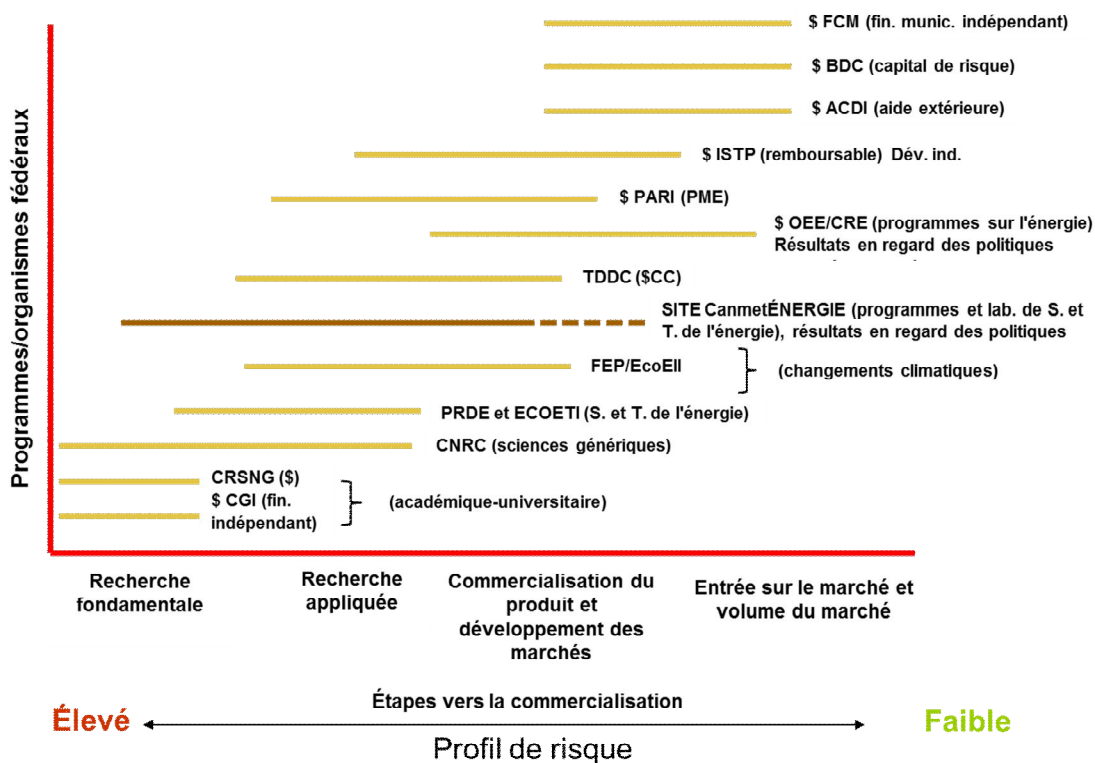
8.1 Introduction

L'accès à différentes formes de financement auprès des gouvernements fédéral et provinciaux, et des sociétés de capital-risque a favorisé la création de carrefours de l'innovation photovoltaïque au Canada. Dans le présent chapitre, nous nous penchons sur le système d'innovation du secteur photovoltaïque au Canada. Nous repérons les grappes de technologies photovoltaïques à l'intérieur du Canada, les entreprises chefs de file qui effectuent de la recherche et du développement (R&D) au sein de ces grappes, et les principaux partenaires de recherche privés et institutionnels qui collaborent avec chaque entreprise. Nous identifions également les réseaux académiques qui ont donné lieu à une collaboration importante entre les chercheurs universitaires et les entreprises. Nous identifions ensuite les concurrents locaux et mondiaux pour chaque entreprise dont le profil est présenté. Enfin, nous présentons un aperçu des activités d'innovation des technologies photovoltaïques à l'échelle mondiale. L'annexe B présente un sommaire des principaux chercheurs canadiens dans le domaine du photovoltaïque ainsi que de leurs recherches.

8.2 Sommaire de programmes de financement

La Figure 14 présente les sources de financement du gouvernement fédéral canadien aux différentes étapes de commercialisation. Ces sources de financement potentielles pour le photovoltaïque sont également offertes à différentes autres industries. Outre, ces sources fédérales, il existe des sources de financement aux niveaux provincial et local. Le gouvernement de l'Ontario a créé plusieurs fonds pour soutenir le développement et la commercialisation des technologies énergétiques propres par l'intermédiaire du ministère de la Recherche et de l'Innovation de l'Ontario, des Centres d'excellence de l'Ontario, du Fonds pour les projets pilotes d'innovation (FPPI), du Fonds ontarien de développement des technologies émergentes (FODTE), et du Fonds de démonstration des technologies de l'Ontario Power Authority. Le gouvernement de la Colombie-Britannique (C.-B.) a consacré 25 millions de dollars au Innovative Clean Energy Fund afin d'aider à la mise en marché des technologies énergétiques propres presque en phase commerciale. Le gouvernement du Québec a créé Technoclimat, un programme de démonstration des technologies vertes appuyant les entreprises dans le développement et la démonstration des technologies qui réduisent les émissions de gaz à effet de serre, ainsi que le Programme d'aide à l'innovation en énergie (PAIE) pour financer les activités de recherche, d'expérimentation et de développement de produits dans le domaine des énergies propres qui sont effectuées dans les centres de recherche collégiaux et universitaires au Québec.

Figure 14 – Sources de financement fédéral canadien (en 2012)



Source : Adapté du ministère des Ressources naturelles du Canada

Les sources de financement et leurs énoncés de mission sont décrits ci-dessous :

BDC – Banque de développement du Canada. Mission : « Contribuer à créer et à développer des entreprises canadiennes en leur offrant du financement, du capital de risque et des services de consultation, avec une attention particulière sur les PME. »

FCI – La Fondation canadienne pour l'innovation est une organisation non gouvernementale indépendante qui finance jusqu'à 40 % des coûts d'infrastructure de la recherche pour les institutions d'enseignement et l'industrie. Les infrastructures financées par la FCI comprennent l'équipement de pointe, les laboratoires, les bases de données, les spécimens, les collections scientifiques, le matériel informatique et les logiciels, les liens de communications et les bâtiments nécessaires pour mener des travaux de recherche d'avant-garde.

ACDI – L'Agence canadienne de développement international est financée par le gouvernement du Canada pour gérer de manière efficace et responsable le soutien et les ressources du Canada afin d'obtenir des résultats significatifs et durables, et s'engager dans l'élaboration de politiques de développement au Canada et sur la scène internationale. L'ACDI a consacré plus de 75 millions de dollars à la R et D sur les projets de politique, de production et de transport d'énergie qui contribuent au développement économique du Canada et d'autres pays émergents et en voie de développement.

Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation – Ce nouveau programme financé par le Plan d'action économique du Canada appuie la recherche et le développement, de même que les projets de démonstration des innovations en matière de technologies de l'énergie. Le programme écoÉnergie sur l'innovation assure le financement de projets axés sur l'efficacité énergétique, les pétroles et les gaz non traditionnels, les énergies propres et renouvelables, la bioénergie, et l'électrification du transport. L'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation est un nouveau programme qui a reçu 97 millions de dollars en fonds dans le budget de 2011.

FCM – La Fédération canadienne des municipalités représente les intérêts des municipalités dans les enjeux liés aux politiques et aux programmes de compétence fédérale. Elle investit également dans des projets reliés aux énergies vertes et au changement climatique par le biais des Fonds municipaux verts totalisant 3 milliards de dollars, en établissant des partenariats qui mettent à profit le financement par les secteurs public et privé afin d'atteindre des objectifs plus élevés de protection de l'air, de l'eau, de la qualité du sol et du climat.

PARI – Le Programme d'aide à la recherche industrielle dirigé par le Conseil national de la recherche (CNRC) offre des services consultatifs et une assistance financière pour la promotion du développement et de la commercialisation de la technologie auprès des petites et moyennes entreprises au Canada.

ISTP Canada – ISTP Canada a été constituée en personne morale dans le but premier de renforcer la science et technologie et les relations interentreprises au Canada de même, en fin de compte, que les relations économiques, commerciales et politiques d'ensemble du pays. La société offre des occasions de réseautage et un financement pour soutenir la participation canadienne dans des projets de recherche en collaboration avec des homologues du monde entier, notamment la Chine et l'Inde. L'accent est mis sur les projets de recherche présentant un potentiel d'application commerciale.

CRSNG – Le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada est un organisme financé par le gouvernement fédéral du Canada qui appuie les étudiants universitaires dans leurs études supérieures, encourage et appuie la recherche axée sur la découverte et favorise l'innovation en incitant les entreprises canadiennes à investir dans des projets de recherche d'établissements postsecondaires et à y participer.

TDDC – Technologies du développement durable Canada est une fondation à but non lucratif qui finance et appuie le développement et la démonstration de technologies propres visant à trouver des solutions aux problèmes de changement climatique, de la qualité de l'air, de l'eau et du sol, lesquelles auront des répercussions bénéfiques sur la santé des Canadiens ainsi que sur leur environnement et la vie économique du pays.

Ces institutions et programmes publics de recherche (IPPR) sont structurés et mandatés pour assumer le risque beaucoup plus élevé associé avec le développement et la démonstration et l'entrée initiale sur le marché, afin d'appuyer la croissance industrielle. Les IPPR maîtrisent les risques (le long des étapes de recherche, de développement et de démonstration de la chaîne d'innovation technologique) en établissant un partenariat avec divers intervenants des secteurs privé et public. Ainsi les IPPR répondent à un besoin en prenant la relève des bureaux de transfert de technologie des universités qui répugnent

parfois à prendre des risques technologiques et/ou financiers parce qu'ils ne sont pas structurés pour y faire face.

Point clé à retenir 20) Plusieurs sources de financement fédérales et provinciales sont offertes aux fabricants de systèmes photovoltaïques à chaque étape de la commercialisation des produits. Les principales sources sont TDDC, le CRSNG, le Fonds pour les projets pilotes d'innovation de l'Ontario, et les Centres d'excellence de l'Ontario.

8.3 Grappes de technologies photovoltaïques canadiennes

Avec la croissance de l'industrie photovoltaïque canadienne et mondiale, plusieurs entreprises canadiennes ont poursuivi des innovations technologiques dans les modules photovoltaïques avancés, en électronique de puissance, en photovoltaïque intégré aux bâtiments, et dans les processus de fabrication. Mises ensemble, ces entreprises ont obtenu plus de 117 millions de dollars en financement de la part de programmes gouvernementaux, d'investisseurs stratégiques et de sociétés de capital-risque. Dans de nombreux cas, ils ont créé des grappes photovoltaïques en collaborant avec des universités et des instituts de recherche. Le Tableau 33 présente les entreprises qui effectuent de la recherche de pointe au Canada.

CanmetÉNERGIE de Ressources naturelles du Canada joue un rôle important dans le développement des connaissances appliquées soit directement ou indirectement dans le Système d'innovation du secteur photovoltaïque. Cet organisme a la responsabilité de mener au Canada des activités de RD et D qui faciliteront le déploiement de technologies de production d'énergie photovoltaïque dans tout le pays. Dans le cadre du programme photovoltaïque, CanmetÉNERGIE coordonne des projets de recherche nationaux, participe à des comités internationaux sur l'établissement de normes pour le secteur photovoltaïque, produit de l'information à l'appui du renforcement de la capacité à l'échelle nationale, et organise des réunions et des ateliers techniques afin de fournir l'information nécessaire aux intervenants pour qu'ils prennent des décisions avisées. Pour la plupart des projets de recherche, les coûts sont partagés avec l'industrie, les universités, les groupes de recherche, les organismes quasi publics, et d'autres ministères et gouvernements. Plus particulièrement, CanmetÉNERGIE préside le sous-comité canadien du comité technique 82 (CT82) de la Commission électrotechnique internationale (CEI), et coordonne les efforts de développement canadiens relativement aux normes internationales sur les systèmes et les composants photovoltaïques. Les normes assurent la fiabilité et la sécurité des systèmes photovoltaïques adaptés au climat et aux conditions du Canada, et elles contribuent à une évaluation globale de la conformité des produits photovoltaïques, à une réduction des barrières non tarifaires, ainsi qu'à la mise au point de produits photovoltaïques améliorés à moindre coût. En outre, CanmetÉNERGIE coordonne la participation du Canada à l'entente de mise en œuvre de l'Accord de mise en œuvre de systèmes d'alimentation photovoltaïques (PVPS) de l'IAE afin d'appuyer la transformation du marché canadien vers les technologies des énergies propres et renouvelables. Le PVPS de l'IAE

constitue une manière efficace d'allier les objectifs des politiques à ceux de la science, et de tirer profit de l'effort global requis pour réduire le coût des technologies photovoltaïques solaires.

Enfin, plusieurs réseaux axés sur l'innovation du secteur photovoltaïque ont été formés à l'aide du financement du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie (CRSNG), de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI), de Ressources naturelles Canada (RNCan) et/ou d'autres sources provinciales. Ces réseaux ont permis de réunir des entreprises afin qu'elles puissent utiliser des installations d'essai de calibre mondial pour tester leurs produits innovateurs, former un partenariat avec des professeurs d'université pour effectuer de la recherche, et établir des liens avec des étudiants de deuxième et troisième cycles pour constituer une réserve de talents et retenir les professionnels hautement qualifiés dans la région. Voici une description de quatre de ces réseaux :

SUNLab – Avec 9,8 millions de dollars en financement du Fonds pour la recherche en Ontario, SUNLab est le plus important centre de recherche de caractérisation des cellules solaires pour les systèmes photovoltaïques concentrés ayant la capacité de tester les cellules dont les intensités sont supérieures à 1000 soleils. Situé à l'Université d'Ottawa et dirigé par le Dr Karin Hinzer, cet établissement a réuni des partenaires de l'industrie, notamment Cyrium Technologies Inc, Morgan Solar Inc, Menova Energy Inc, et Opel Solar Inc pour des efforts de recherche en collaboration sur les systèmes concentrateurs photovoltaïques, les cellules solaires en multijonction, les jonctions thermiques, et les nouvelles nanostructures pour les modules photovoltaïques.

Réseau sur l'innovation photovoltaïque – Le CRSNG a investi 5 millions de dollars sur une période de 5 ans pour créer le Réseau sur l'innovation photovoltaïque, qui est actuellement dirigé par le Dr Rafael Kleiman de l'Université McMaster, et qui regroupe 100 chercheurs, partenaires industriels et instituts de recherche gouvernementaux (CanmetÉNERGIE et le Conseil national de recherches du Canada) afin de favoriser et d'accélérer la recherche en collaboration et l'adoption généralisée du photovoltaïque en tant qu'énergie renouvelable au Canada. Le réseau photovoltaïque prépare actuellement une feuille de route pour la technologie des cellules photovoltaïques par l'intermédiaire de son comité de transfert des technologies, en créant un programme estival de formation spécialisée pour les étudiants des cycles supérieurs de tout le Canada sur la recherche de pointe dans le domaine des cellules photovoltaïques, et est également l'hôte d'une conférence scientifique nationale, Photovoltaïque Canada, axée sur les innovations dans les cellules photovoltaïques.

Center for Advanced Photovoltaic Devices and Systems (CAPDS) – Situé à l'Université de Waterloo, et dirigé par le Dr Siva Sivoththaman, il s'agit d'un centre de recherche d'une superficie de 14 000 pieds carrés qui permet la synthèse des matériaux de base des semiconducteurs, les nanotechnologies pour le photovoltaïque, la conception et la fabrication de dispositifs et de modules photovoltaïques de pointe, et les essais et la caractérisation des matériaux, des dispositifs et des systèmes photovoltaïques. Ces installations sont utilisées autant par les entreprises en démarrage que par d'autres universités en Ontario. La recherche effectuée dans ce centre a donné lieu à d'importantes études sur les modules utilisant du silicium de pureté moindre, ainsi qu'à la création de cellules solaires à « ingénierie spectrale » pour tirer profit des effets de quantum en déployant des structures à nanoéchelle sur les dispositifs photovoltaïques. Des entreprises comme Canadian Solar Inc. et Photowatt Ontario ont

activement collaboré avec CAPDS pour des méthodes nouvelles d'essai et de caractérisation des modules de cellules.

Réseau stratégique sur les bâtiments intelligents à consommation énergétique nette nulle (BICENN) –

Le CRSNG, la SCHL et RNCAN ont investi 6,25 millions de dollars sur 5 ans afin de réunir 29 chercheurs provenant de 15 universités, et plus de 15 entreprises et compagnies de services publics pour concentrer la recherche sur les technologies du bâtiment avec l'objectif éventuel de mettre au point des technologies pour les bâtiments à consommation énergétique nette nulle. Dirigé par le Dr Andreas Athienitis de l'Université Concordia, ce réseau consacre des fonds au développement d'un nouveau simulateur solaire à grande échelle sur deux étages qui permet les essais et le développement de systèmes BIPV et d'ensembles d'enveloppe évolués dans un grand éventail de températures extérieures et de niveaux de rayonnement solaire simulés.

Point clé à retenir 21) La création de réseaux officiels et de centres d'essais à la fine pointe grâce au financement fédéral et provincial a stimulé la collaboration entre les entreprises et les universités en matière de recherche.

Tableau 33 – Les entreprises canadiennes et leurs principales innovations groupées par grappes technologiques

Nom et emplacement de l'entreprise	Description de la R et D	Partenaires de financement	Partenaires universitaires
PHOTOVOLTAÏQUE CONCENTRÉ (CPV)			
Morgan Solar Toronto, Ontario	Développement d'une installation de fabrication de systèmes à CPV Sun Simba utilisant la technologie brevetée Light-Guide Solar Optic (optique solaire à conduit lumineux) pour une réduction des coûts comparativement aux systèmes à CPV concurrents	50 millions de dollars recueillis jusqu'à ce jour auprès des partenaires suivants : <ul style="list-style-type: none"> • Enbridge Inc. • Frost Group LLC • California Energy Commission (prêt) • Nypro Inc. • Technologies du développement durable Canada (TDDC) • Turnstone Capital Management LLC • Iberdrola Group • Fonds pour les projets pilotes d'innovation de l'Ontario • Centres d'excellence de l'Ontario 	<ul style="list-style-type: none"> • Dr Karin Hinzer (Université d'Ottawa) • Dr Oliver Trescases (Université de Toronto)
Cyrium Technologies Ottawa, Ontario	Développement d'une installation de fabrication de cellules QDEC (photopiles améliorées à points quantiques) qui utilisent une nanotechnologie brevetée avec une efficacité minimale de 38 % (avec un ensoleillement supérieur à 50 W/cm ² et 25 °C). Participation à l'élaboration de normes en tant que membre du CT 82 GT7 de la Commission électrotechnique internationale (CEI) sur les concentrateurs photovoltaïques solaires.	20 millions de dollars recueillis jusqu'à ce jour auprès des partenaires suivants : <ul style="list-style-type: none"> • Fonds de capital de risque de la Banque de développement du Canada (BDC) • Chrysalix Energy Venture Capital • Panagea Venture Fund • Querus Trust Investissement de capitaux avec Ressources naturelles Canada (RNC) dans le cadre du CT 82 de la Commission électrotechnique internationale (CEI) sur les systèmes et composants photovoltaïques., estimé à 1 million de dollars	<ul style="list-style-type: none"> • Dr Roberto Morandotti (Institut national de la recherche scientifique (INRS)) • Dr Vincent Aimez (Université de Sherbrooke) • Dr Richard Ares (Université de Sherbrooke) • Conseil national de recherches du Canada (CNRC) • Secteur de l'innovation et de la technologie énergétique de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), Programme photovoltaïque de CanmetÉNERGIE

<p>Gestion TechnoCap Inc. Division SpaceWatts Varenes, Québec</p>	<p>A mis au point un système à CPV rentable et à haute efficacité, SpaceWatt, qui utilise la logistique de la chaîne d'approvisionnement en matériaux actuelle. Planifie actuellement la démonstration d'un système de 35 kW et d'un système de 125 kW à Bromont et Varenes respectivement, au Québec.</p>	<p>2,7 millions de dollars recueillis jusqu'à ce jour auprès des partenaires suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • TDDC • Arch Aluminum & Glass Company Inc. • Monast Inc. • Institut de recherche Hydro- Québec • Spire Semiconductor LLC • Agence de l'efficacité énergétique du Québec • Richard Norman 	<ul style="list-style-type: none"> • Université de Sherbrooke
PHOTOVOLTAÏQUE ORGANIQUE (OPV)			
<p>St-Jean Petrochemical Inc. St-Jean-Sur-Richelieu, Québec</p>	<p>En partenariat avec Konarka Technologies Inc. pour la fabrication d'un polymère unique, Power Plastic, utilisé pour les nouveaux modules photovoltaïques organiques (OPV) avec un coefficient d'efficacité de 8 % et un coût de moins de 1 \$ par watt</p>	<p>5 millions de dollars recueillis jusqu'à ce jour auprès des partenaires suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konarka Technologies Inc. • Technologies du développement durable Canada (TDDC) • Conseil national de recherches du Canada (CNRC) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dr Mario LeClerc (Université Laval) • Conseil national de recherches du Canada (CNRC)
MATIÈRES PREMIÈRES PHOTOVOLTAÏQUES			
<p>ARISE Technologies Corp. Waterloo, Ontario</p>	<p>A construit une usine de démonstration qui produit des matières premières au silicium pouvant alimenter le procédé de fabrication des lingots afin de produire des lingots de silicium cristallin pour les cellules solaires. L'approche permet également la récupération et la réutilisation des déchets de silicium.</p>	<p>19,7 millions de dollars recueillis jusqu'à ce jour auprès des partenaires suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • TDDC • Ebner Gesellschaft M.B.H • Topsil Semiconductor Materials A/S 	<ul style="list-style-type: none"> • Université de Toronto • Université de Waterloo
<p>6N Silicon / Silicor Materials Vaughan, Ontario</p>	<p>Construit une usine de démonstration qui produira du silicium métallurgique enrichi (UMG) pur à 99,9999 % pour l'industrie photovoltaïque.</p>	<p>5,5 millions de dollars recueillis jusqu'à ce jour auprès des partenaires suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fonds pour les projets pilotes d'innovation de l'Ontario • TDDC 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune

<p>5N Plus Inc. Montréal, Québec</p>	<p>A mis au point une technologie exclusive qui permet d'obtenir du tellurure de cadmium et du sulfure de cadmium de grande pureté. A mis a point un procédé de recyclage du tellurure.</p> <p>Participation à l'effort de collaboration en recherche sur les systèmes d'alimentation photovoltaïques (PVPS) de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) en ce qui a trait à la santé, à la sécurité et à l'environnement – Tâche 12</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Autofinancé • Budget annuel de 800 000 \$ pour la R et D - 1 million de dollars pour les technologies et les procédés PV <p>Investissement de capitaux avec Ressources naturelles Canada (RNCAN) dans le cadre du budget de 1,23 M\$ du programme sur les systèmes d'alimentation photovoltaïques (PVPS) de l'Agence internationale de l'énergie (AIE)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secteur de l'innovation et de la technologie énergétique, Programme photovoltaïque de CanmetÉNERGIE
MODULES PHOTOVOLTAÏQUES ET PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉE AUX BÂTIMENTS (BIPV)			
<p>Day4 Energy Inc. Burnaby, Colombie-Britannique</p>	<p>A mis au point une plateforme d'électrode brevetée donnant lieu à un procédé de fabrication de modules photovoltaïques de pointe qui améliore les connexions aux cellules photovoltaïques et entre ces cellules, ce qui se traduit par des cellules plus efficaces et une réduction des coûts de production des modules.</p> <p>Participation à l'effort de collaboration en recherche sur les systèmes d'alimentation photovoltaïques (PVPS) de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) en ce qui a trait aux systèmes de production d'énergie photovoltaïque à très grande échelle – Tâche 8</p> <p>Participation à l'élaboration de normes au sein du CT 82 GT7 de la Commission électrotechnique internationale (CEI) sur les concentrateurs photovoltaïques solaires.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Autofinancé; budget annuel de 3 à 3,5 M\$ pour la R et D - 3,5 millions de dollars pour les technologies et les procédés PV • 500 000 \$ du Programme d'aide à la recherche industrielle du Conseil national de la recherche (CNR) (prêt) <p>Investissement de capitaux avec Ressources naturelles Canada (RNCAN) dans le cadre du budget de 1,23 M\$ du programme sur les systèmes d'alimentation photovoltaïques (PVPS) de l'Agence internationale de l'énergie (AIE)</p> <p>Investissement de capitaux avec Ressources naturelles Canada (RNCAN) dans le cadre du CT 82 de la Commission électrotechnique internationale (CEI) sur les systèmes et composants photovoltaïques., estimé à 1 million de dollars</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dr Mario Beaudoin (Université de la Colombie-Britannique) • Dr Stephen O'Leary (Université de la Colombie-Britannique) • Dr Alexandre Brolo (Université de Victoria) • Li Yang (Université Simon Fraser) • British Columbia Institute of Technology (BCIT) • Université de Capilano • Secteur de l'innovation et de la technologie énergétique, Programme photovoltaïque de CanmetÉNERGIE

	A mis au point un outil breveté, ecoTest Probe, pour la caractérisation des cellules solaires imprimées avec et sans barres omnibus imprimées.	<ul style="list-style-type: none"> • Autofinancé 	<ul style="list-style-type: none"> • Dr Mario Beaudoin (Université de la Colombie-Britannique)
Canadian Solar Kitchener, Ontario	<p>A conçu des modules BIPV spécialisés qui utilisent un vitrage double en verre trempé pauvre en fer avec des cellules solaires stratifiées au milieu. La puissance produite par ces modules varie entre 55 et 115 W/m² selon l'espacement des cellules. A fait de la R et D sur le BIPV au Canada.</p> <p>Participation à l'élaboration des normes au sein du CT 82 GT2 de la Commission électrotechnique internationale (CEI) sur les modules photovoltaïques solaires.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Autofinancé • A également investi dans MSR Innovations Inc. <p>Investissement de capitaux avec Ressources naturelles Canada (RNCa) dans le cadre du CT 82 de la Commission électrotechnique internationale (CEI) sur les systèmes et composants photovoltaïques, estimé à 1 million de dollars</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Participe au programme de recherche collaborative des centres d'excellence de l'Ontario • Dr Siva Sivothyman (Université de Waterloo) • Secteur de l'innovation et de la technologie énergétique, Programme photovoltaïque de CanmetÉNERGIE
<p>Maisons Alouette (acquise par les Industries Bonneville en 2012) St-Alphonse-de-Granby, Québec</p> <p>Régulvar Laval, Québec</p>	A commercialisé une toiture photovoltaïque/thermique intégrée au bâtiment et fait la démonstration de la maison ÉcoTerra, la première maison à consommation énergétique nette zéro au Canada, qui a une superficie de 2 600 pi. ca. et consomme moins de 10 % de l'énergie d'une maison standard de taille similaire.	<p>640 000 auprès des partenaires suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesures d'action précoces en matière de technologie (TEAM) de RNCa • Société canadienne d'hypothèque et de logement (SCHL) • Hydro Québec 	<ul style="list-style-type: none"> • Dr Andreas Athienitis (Université Concordia) • Secteur de l'innovation et de la technologie énergétique, Programme photovoltaïque de CanmetÉNERGIE

ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE			
Schneider-Xantrex Burnaby, Colombie-Britannique	Son emplacement actuel est un centre mondial pour Schneider Electric Inc. en ce qui a trait à la recherche sur la prochaine génération d'onduleurs solaires, l'électronique de puissance CC à haute tension pour les installations à grande échelle, et les systèmes de gestion d'énergie pour la production d'énergie décentralisée. Plusieurs brevets dans ces domaines.	<ul style="list-style-type: none"> • Autofinancé • Budget annuel de 15 à 20 M\$ pour la R et D - 20 millions de dollars pour les technologies et les procédés d'électronique de puissance photovoltaïque • Investissement de capitaux avec Ressources naturelles Canada (RNCan) dans le cadre du budget de 1,23 M\$ du programme sur les systèmes d'alimentation photovoltaïques (PVPS) de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) 	<ul style="list-style-type: none"> • British Columbia Institute of Technology • Université de la Colombie-Britannique • Secteur de l'innovation et de la technologie énergétique, Programme photovoltaïque de CanmetÉNERGIE
	Participation à l'élaboration des normes au sein du CT 82 GT6 de la Commission électrotechnique internationale (CEI) sur les autres composants des systèmes.	Investissement de capitaux avec Ressources naturelles Canada (RNCan) dans le cadre du CT 82 de la Commission électrotechnique internationale (CEI) sur les systèmes et composants photovoltaïques, estimé à 1 million de dollars	
Solantro Semiconductor Corp. Ottawa, Ontario	A mis au point une approche mettant en œuvre un réseau CA pour l'interconnexion des modules BIPV basés sur son nanoonduleur breveté. Travaille actuellement à la construction du prototype de l'onduleur. Peut également être utilisé avec du silicium cristallin (c-Si) et des modules en couches minces pour d'autres applications	<p>Plus de 10 millions de dollars recueillis jusqu'à ce jour auprès des partenaires suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technologies du développement durable Canada (TDDC) • Conseil national de recherches du Canada • System Photonics • Tecta Solar • Solarcentury • Captelia • EDF-ENR/Imerys • Sociétés de capital de risque étrangères 	<ul style="list-style-type: none"> • Plusieurs universités canadiennes et américaines

SPARQ Systems Inc. Kingston, Ontario	Démonstration d'un microonduleur qui utilise des solutions technologiques et logicielles évoluées pour produire du courant CA au moyen de panneaux solaires photovoltaïques pour des périodes plus longues dans des conditions d'ensoleillement réduit et d'ombre partielle.	600 000 \$ recueillis jusqu'à ce jour auprès des partenaires suivants : <ul style="list-style-type: none"> • Centres d'excellence de l'Ontario • Consortium canadien pour la recherche (CCR) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dr Praveen Jain (Université Queens et chef de la direction de SPARQ Systems Inc.)
SYSTÈMES DE MONTAGE			
MSR Innovations Inc. Burnaby, Colombie-Britannique	A développé une tuile modulaire unique en polymère pour toiture, SolTrak, contenant un panneau solaire-électrique intégré monté sur des glissières extrudées sur mesure pour réduire le temps et les coûts d'installation des systèmes BIPV.	1,5 million de dollars recueillis jusqu'à ce jour auprès des partenaires suivants : <ul style="list-style-type: none"> • TDDC • Century Group Lands Corp. • Canadian Solar Inc. • EMS Grivory (Chemie) • Advantage Tool & Machine 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune
APPLICATIONS SOLAIRES			
Carmanah Technologies Corp. Victoria, Colombie-Britannique	A mis au point un système d'éclairage photovoltaïque autonome pour les applications d'éclairage public dans les rues et les parcs. A également fourni des systèmes photovoltaïques pour l'École publique du Dr David Suzuki (Windsor, Ontario), la première école LEED de niveau platine du Canada.	<ul style="list-style-type: none"> • Autofinancé • Budget de R et D annuel de 2 millions de dollars pour l'électronique de puissance appliquée à la photovoltaïque • 466 000 \$ de la part de TDDC • 500 000 \$ de la part de Mesures d'action précoce en matière de technologie (TEAM), coprésidé par RNCAN, Industrie Canada (IC), et Environnement Canada (EC) • 400 000 \$ de la part de l'Initiative pour des écoles vertes du gouvernement de l'Ontario pour le système photovoltaïque raccordé au réseau 	<ul style="list-style-type: none"> • Dr Reuven Gordon (Université de Victoria) • British Columbia Institute of Technology

Point clé à retenir 22) Les principales entreprises innovatrices dans le secteur photovoltaïque au Canada ont recueilli plus de 95 millions de dollars en financement auprès des gouvernements et des sociétés de capital de risque. En outre, les sociétés privées consacrent chaque année plus de 20 millions de dollars à la recherche sur le photovoltaïque au Canada.

8.4 Les principales entreprises et leurs concurrents dans chaque grappe technologique

Bien que les entreprises canadiennes soient bien reconnues pour leurs produits innovateurs, plusieurs sociétés leur font concurrence au Canada et sur les marchés internationaux (principalement en Allemagne et aux États-Unis). Le Tableau 34 présente les entreprises canadiennes ayant produit des innovations importantes dans le domaine du photovoltaïque au Canada, de même que leurs concurrents locaux et mondiaux.

Tableau 34 – Principaux concurrents des entreprises qui innovent dans le domaine du photovoltaïque au Canada

Nom et emplacement de l'entreprise	Concurrents canadiens	Concurrents mondiaux
PHOTOVOLTAÏQUE CONCENTRÉ (CPV)		
Morgan Solar Toronto, Ontario	<ul style="list-style-type: none"> Opel Solar Inc. 	<ul style="list-style-type: none"> Amonix Inc. SolFocus Inc Soitec Semprius Inc.
Cyrium Technologies Ottawa, Ontario	<ul style="list-style-type: none"> Menova Energy Inc. Opel Solar Inc. 	<ul style="list-style-type: none"> United Solar Ovonic LLC Spectrolab Helios Solar LLC
PHOTOVOLTAÏQUE ORGANIQUE (OPV)		
St-Jean Petrochemical Inc. St-Jean-Sur-Richelieu, Québec	<ul style="list-style-type: none"> Aucune 	<ul style="list-style-type: none"> Konarka Technologies Inc. Heliatek GmbH
MATIÈRES PREMIÈRES PHOTOVOLTAÏQUES		
6N Silicon / Silicor Materials Vaughan, Ontario	<ul style="list-style-type: none"> Timminco Ltd. 	<ul style="list-style-type: none"> Dow Corning Corp.
5N Plus Inc. Montréal, Québec	<ul style="list-style-type: none"> Redlen Technologies 	<ul style="list-style-type: none"> Aucune
MODULES PHOTOVOLTAÏQUES ET PHOTOVOLTAÏQUE INTÉGRÉ AUX BÂTIMENTS (BIPV)		
Day4 Energy Inc. Burnaby, Colombie- Britannique	<ul style="list-style-type: none"> Canadian Solar Inc. 	<ul style="list-style-type: none"> Schott Solar AG Bosch Solar Energy AG Suntech Power Inc.
Canadian Solar Kitchener, Ontario	<ul style="list-style-type: none"> Aucune 	<ul style="list-style-type: none"> First Solar Inc. Suntech Power Inc. SolarWorld GmbH
ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE		
Schneider-Xantrex Burnaby, Colombie- Britannique	<ul style="list-style-type: none"> Satcon Technology Corp. 	<ul style="list-style-type: none"> Power-One Inc. SMA America LLC Siemens AG ABB Inc.
Solantro Semiconductor Corp. Ottawa, Ontario	<ul style="list-style-type: none"> SPARQ Systems Inc. SMTC 	<ul style="list-style-type: none"> STMicroelectronics Inc. National Semiconductor (Texas Instruments Inc.)
SPARQ Systems Inc. Kingston, Ontario	<ul style="list-style-type: none"> Solantro Semiconductor Corp. SMTC 	<ul style="list-style-type: none"> Enphase Inc. Enecsys Ltd.

		• Power-One Inc.
SYSTÈMES DE MONTAGE		
MSR Innovations Inc. Burnaby, Colombie- Britannique	• Cosma International Inc.	• UniRac (Hilti Group) • UniStrut (Atkore Intl) • DEGERenergie GmbH

8.5 Innovations mondiales relatives au photovoltaïque

Les dépenses publiques mondiales pour la recherche et le développement en photovoltaïque ont augmenté de façon substantielle durant la dernière décennie. Selon les données recueillies par l'Agence internationale de l'énergie (AIE), les efforts publics en R et D (y compris les projets pilotes et de démonstration) ont augmenté à l'échelle mondiale pour atteindre plus de 500 millions de dollars depuis 2007. Bien que la recherche se poursuive sur les onduleurs et le reste des composants des systèmes, la plus grande partie de la recherche (plus de 75 % des fonds en R et D, ou 375 M\$) est concentrée sur les cellules et les modules photovoltaïques.

Les établissements chefs de file sont l'Université de New South Wales (UNSW) en Australie, Sandia National Laboratories aux É.-U., le Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE) en Allemagne, l'Energy Research Centre (ECN) des Pays-Bas, et les organisations nationales et internationales comme la New Energy and Industrial Development Technology Association (NEDO) du Japon, la Commission européenne à Bruxelles, en Belgique, le National Renewable Energy Laboratory (NREL) aux États-Unis, et l'Agence néerlandaise pour l'énergie et l'environnement (NOVEM).

Plusieurs entreprises privées effectuent également de la recherche. Les paragraphes suivants présentent un sommaire de certaines recherches et innovations technologiques en cours dans le domaine des modules, de l'électronique de puissance, des autres composants du système (ACS) et des systèmes BIPV.

Point clé à retenir 23) Plus de 375 M\$ US sont consacrés chaque année à la R et D sur les cellules et les modules photovoltaïques uniquement.

8.5.1 Modules

La Figure 16 présente la situation actuelle relativement aux technologies des modules photovoltaïques à l'échelle mondiale pour ce qui a trait à l'efficacité des cellules. Les travaux de R et D actuels se concentrent principalement sur l'efficacité des cellules, tant pour la technologie traditionnelle au silicium cristallin que les technologies en couche mince, et sur la réduction des coûts de fabrication. Ces domaines font l'objet d'efforts de recherche importants à l'extérieur du Canada par des entreprises et des organismes gouvernementaux en Allemagne, aux États-Unis et au Japon. Le Tableau 35 présente les principales innovations technologiques pour les modules photovoltaïques.

Tableau 35 – Principales innovations mondiales relativement aux modules photovoltaïques

Nom et emplacement de l'entreprise / institution	Principale(s) innovation(s)
FABRICATION DE MODULES PHOTOVOLTAÏQUES	
Sunsonix Creative Cleaning Californie, États-Unis	Mise au point d'une technologie de nettoyage évoluée qui retire les métaux de transition interfaciaux des jonctions photovoltaïques, ce qui entraîne une efficacité accrue des cellules photovoltaïques au silicium
DuPont Inc. Delaware, États-Unis	Mise au point d'une pellicule en Teflon en tant que substitut au verre dans le procédé de laminage afin de produire des systèmes photovoltaïques plus légers et plus souples.
Napra Company Ltd, et Advanced Industrial Science and Technology Institute (AIST) Tokyo, Japon	Mise au point d'une pâte en cuivre à titre de substitut pour la pâte en argent à partir des travaux de recherche effectués par AIST pour permettre la fabrication à bas coût des impressions pour les électrodes et les câbles des cellules solaires au silicium cristallin.
MATIÈRE DE BASE AU SILICIUM	
JYT Corp. Beijing, Chine	A créé des fours polycristallins de 450 et 600 kg pour accélérer la formation des plaquettes, qui constitue un point d'engorgement dans la production photovoltaïque.
GT Advanced Technologies New Hampshire, États-Unis	A produit avec succès des fours de croissance de polysilicium pour la vente, mettant fin à un cartel de longue date, et réduisant ainsi les prix de manière significative.
MODULES AU SILICIUM CRISTALLIN	
SunPower Inc. Oregon, États-Unis Suntech Inc. Jiangsu, Chine	A mis au point des modules de cellules à contacts arrières, et travaille à leur optimisation en vue d'accroître l'efficacité des cellules.
Sanyo Inc. Osaka, Japon	Cette société a mis au point et breveté des cellules à hétérojonction avec couche mince intrinsèque (HIT), mais le brevet est en voie d'expirer, ce qui entraînera plusieurs variantes ou une augmentation des rendements de cellules standards, et réduira les coûts de la technologie.
JA Solar Holdings Co. Ltd. Shanghai, Chine	Utilise l'encre à nanoparticules Secium d'Innovolight pour mettre au point un nouvel émetteur sélectif. Bien qu'il existe environ 10 autres types de conceptions d'émetteur sélectif dans le monde, cette conception augmente considérablement l'efficacité des cellules.
EFFICACITÉ DES CELLULES ET DES MODULES EN COUCHE MINCE	
Miasolé Californie, États-Unis	A atteint une efficacité de 17,3 % pour son dispositif champion, et une efficacité commerciale de 14 % pour un procédé sous vide de production des cellules CIGS, réduisant ainsi potentiellement les coûts des modules photovoltaïques comparativement aux modules actuels au silicium cristallin.
Nanosolar Inc. Californie, États-Unis	Efficacité d'ouverture de 17,1 % par le biais d'un procédé à CIGS imprimé
Solar Frontier K. K. Tokyo, Japon	Efficacité de 17,8 % sur un substrat de 30x30 cm.
First Solar Inc. Arizona, États-Unis	A obtenu une efficacité de 14,4 % pour le meilleur module, et de 17,3 % en laboratoire @ 1 cm ² .

MODULES PHOTOVOLTAÏQUES ORGANIQUES

Fraunhofer Institute of Solar Energy (ISE) Freiburg im Breisgau, Allemagne	A obtenu le facteur de forme le plus élevé de 64 % pour les modules de cellules solaires organiques souples, des efficacités de 26,4 % à 1 000 W/m ² et 25 °C pour les cellules au GaAs, et a atteint un coefficient d'efficacité de 19,6 % pour les cellules photovoltaïques au silicium avec contacts avant imprimés et passivation à l'oxyde d'aluminium sur émetteurs dopés au bore.
---	---

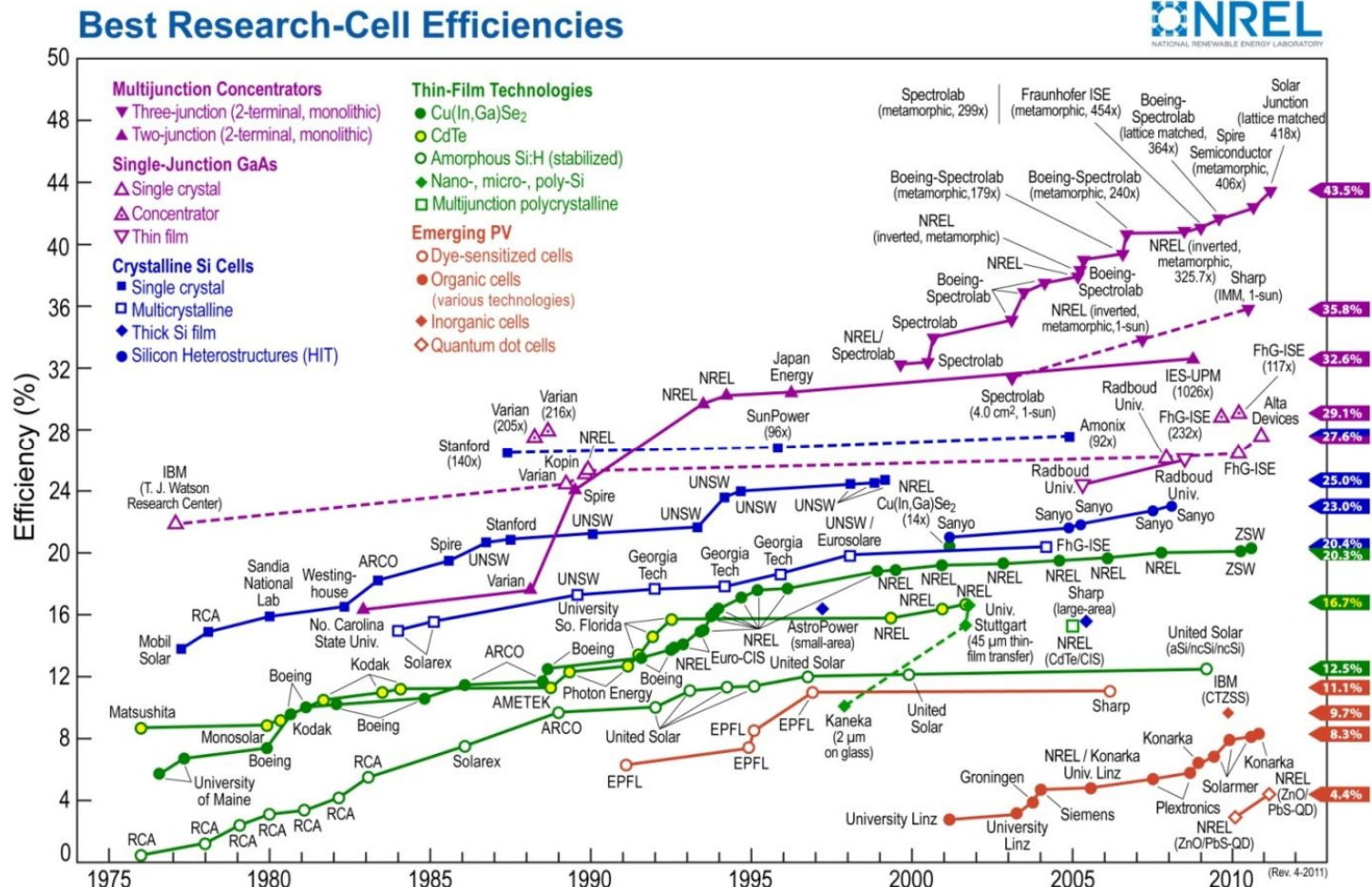


Figure 15 – Vue d'ensemble mondiale des technologies de modules photovoltaïques et des rendements de conversion atteints

Source : National Renewable Energy Laboratory (NREL)

8.5.2 Électronique de puissance et autres composants des systèmes

Le Tableau 36 présente les principales innovations technologiques dans ce secteur :

Tableau 36 – Innovations et programmes clés à l'échelle mondiale relativement à l'électronique de puissance et aux autres composants des systèmes photovoltaïques

Nom et emplacement de l'entreprise / institution	Principale(s) innovation(s)
SYSTÈMES D'OPTIMISATION	
Fraunhofer Institute of Solar Energy (ISE) Freiburg im Breisgau, Allemagne	Mise en œuvre de solution d'architecture substitués pour les modules, et algorithmes pour la détermination des points de puissance maximale (MPPT) au niveau des cellules avec un convertisseur au niveau de la chaîne afin de réduire les problèmes comme le shunt.
Sandia National Laboratories Washington DC, États-Unis	
DISPOSITIFS DE CONVERSION D'ÉNERGIE	
Carnegie Mellon University Pennsylvanie, États-Unis	Mise au point d'un nouveau matériau magnétique à nanoéchelle qui réduira la taille, le poids et le coût des systèmes de conversion de l'énergie solaire photovoltaïque à grande échelle qui sont directement raccordés au réseau.
Ideal Power Converters Inc. Texas, États-Unis	Mise au point d'un onduleur 100 kW de moins de 100 lb qui réduit de façon importante les coûts de fabrication, d'expédition et d'installation des onduleurs comparativement aux onduleurs de 100 kW traditionnels qui pèsent plus de 2 000 lb.
Satcon Technology Corp. Massachusetts, États-Unis	Mise au point d'un dispositif de conversion d'énergie léger capable de prendre en charge un système d'énergie solaire à grande échelle et d'en transférer la production directement dans le réseau électrique au niveau de tension de distribution, éliminant ainsi le besoin de recourir à de gros transformateurs.
EnecSys Inc. Cambridge, Royaume-Uni	Mise au point, mise en œuvre et commercialisation de microonduleurs.
Power-One Inc, Enphase Energy Inc, et SMA America LLC. Californie, États-Unis	
AUTRES SYSTÈMES	
Petra Solar Inc. New Jersey, États-Unis	Développement d'une plateforme de gestion de l'énergie solaire en collaboration avec 15 autres entreprises de services publics pour la prise en charge de l'architecture de contrôle et de communication multiniveau qui peut être surveillée et contrôlée par un opérateur de système de distribution de services publics hors site. Pour atteindre cet objectif, on utilise une architecture d'énergie modulaire et évolutive pour les grands systèmes photovoltaïques qui peuvent être contrôlés et optimisés à distance.
University of Central Florida Floride, États-Unis	
DOE	Création du programme Solar Energy Grid Integration Systems (SEGIS) axé sur les systèmes et les technologies de pointe qui permettent aux réseaux électriques de prendre en charge de grandes quantités d'électricité photovoltaïque.

Point clé à retenir 24) La Commission européenne, le US Department of Energy, et les grands fabricants d'onduleurs sont les principales sources de financement pour la R et D sur l'électronique de puissance et les autres systèmes.

8.5.3 Systèmes BIPV

En mai 2010, le Parlement européen et le Conseil européen ont adopté une Directive sur la performance énergétique des bâtiments (DPEB) (2010/31/EU) qui sous-entend qu'à compter de 2020, tous les nouveaux bâtiments devront être des bâtiments à consommation énergétique nette presque nulle et acquérir une part importante de leurs besoins en énergie au moyen de sources renouvelables. Cela a donné lieu à d'importants efforts de recherche dans les technologies écoénergétiques et les systèmes BIPV. Plusieurs projets de démonstration intégrant des systèmes BIPV dans des bâtiments à consommation énergétique nette nulle aux États-Unis, en Allemagne et dans d'autres pays. Le Tableau 37 présente les principales innovations technologiques mondiales dans ce secteur.

Point clé à retenir 25) La recherche sur les systèmes BIPV est principalement motivée par les exigences législatives, particulièrement en Europe, voulant que les nouvelles constructions soient des bâtiments à consommation énergétique nette nulle à compter de 2020.

Tableau 37 – Innovations et programmes clés à l'échelle mondiale pour les systèmes BIPV

Nom et emplacement de l'entreprise / institution	Principale(s) innovation(s)
Dow Chemical Inc. Michigan, États-Unis U.S. Department of Energy (DOE)	Commercialisation des bardeaux solaires Dow Powerhouse ^{MC} par Dow Chemical Inc., qui intègre des cellules CIGS en couche mince de haute efficacité aux bardeaux qui seront utilisés pour la toiture des bâtiments comprenant des systèmes BIPV. Cette technologie a été commercialisée grâce à un financement de 20 M\$US de la part du DOE.
Owens Corning Inc. Minnesota, États-Unis Solexel Inc. Californie, États-Unis DOE	A entrepris des travaux de recherche sur les systèmes BIPV grâce au financement de 13 M\$US reçu dans le cadre de l'initiative SunShot du DOE en utilisant de nouveaux matériaux de toiture et de vitrage avec une technologie au silicium cristallin en couche mince.
Commission européenne Bruxelles, Belgique	Par le biais de son initiative européenne pour des bâtiments écoénergétiques, elle a alloué 10,7 millions d'euros au développement de la prochaine génération de façades BIPV pour les immeubles de grande hauteur afin de répondre à l'objectif de l'Union européenne (UE) mandatant la certification de consommation d'énergie nette nulle

pour toutes les nouvelles constructions à compter de 2020.

Karlsruhe Institute of
Technology
Karlsruhe, Allemagne

Une méthodologie est actuellement en voie d'élaboration pour l'évaluation de la viabilité économique sur la base du coût total de propriété des systèmes BIPV, tout en prenant en considération les avantages et les économies associés aux systèmes BIPV en raison des coûts de fonctionnement réduits du bâtiment.

9 ANNEXE A : ACTEURS CLÉS TOUT LE LONG DE LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT PHOTOVOLTAÏQUE AU CANADA

Les tableaux de la présente annexe contiennent les principaux acteurs tout le long de la chaîne d'approvisionnement au Canada. Voir le chapitre 4 pour un sommaire de la chaîne d'approvisionnement au Canada.

Module		
Silicium	Lingots/plaquettes/cellules	Modules
Ontario	Source des cellules étrangères :	Niveau 1 - TRG Ontario
6N Silicon (Silicor Materials)	JA Solar	MEMC / Flextronics
	Motech	Celestica (fab. sous-traitant)
Québec	Bosch	Canadian Solar
Becancour Solar	Q-Cells	Photowatt / Hanwha
(a suspendu la fabrication)	Gintech	Samsung (planifié)
	Hanwha	
	LDK	Niveau 2 - TRG Ontario
		Helione
		Lumin
		Unconquered Sun
		Eclipsall
		Siliken
		Silfab
		Centrosolar
		Solgate
		Centennial
		Solar Semiconductor
		OSM Solarform
		Sharp
		Suntech
		En sous-traitance
		Soventix (Celestica)
		Opsun (Celestica)
		Conergy (unknown)
		LDK (Lumin)
		JA Solar (Eclipsall)
		LDK (OSM Solarform)
		Juli (OSM Solarform)
		POSER (fab. étrangère)
		First Solar
		Canadian Solar
		Sharp
		SunPower
		Sanyo
		Suntech
		SolarWorld
		C.-B.
		Day4 Energy

Autres composants du système			
Onduleur	Châssis - fabr. d'équipement d'origine	Châssis - fabr. en sous-traitance	Câblage
Niveau 1 - TRG Ontario	Au sol	Châssis / composants de poursuite en acier	Eaton
Advanced Energy	Hilti / UniRac (sous-traitant)	Samco	Hammond Manufacturing
Schneider	Northern States Metals (Solar FlexRack) (sous-traitant)	Commercial Roll Form Products	Schneider Electric
KACO	Cosma Power Systems/Magna (sous-traitant)	Cosma (Magna)	Lapp Canada
SMA / Samsung (Celestica)	Schletter (semi-sous-traitant)	Cooke and Denison	
Satcon (fab. en négoci.)	Habdank (sous-traitant)	DomCast	
Power One (SAE Power)	Unistrut (sous-traitant)	Cargowall	
Emerson (Sanmina-SCI, Ottawa)	Steel Tree Structures		
	Espe SunParc (sous-traitant)	Châssis / composants de poursuite en aluminium	
Niveau 2 - TRG Ontario	SDF (sous-traitant)	Sapa (alliance with Samco)	
Fronius	Mounting Systems, Inc. (sous-traitant)	Extrudex	
Magnetek	Atlas Tube (JMC Steel)	Spectra	
SunGrow		Almag	
Sustainable Energy Technologies		Can-Art	
Celestica (fab. sous-traitant)			
SAE Power (fab. sous-traitant)	Systèmes de poursuite		
Siemens	GreenWorks Solar Power		
	Magna Closures		
	Deger Energie (sous-traitant)		
En sous-traitance	Sentinel Solar Corp.		
Solectria (SunRise Power)	Sun-Link Solar Tracker		
Santerno (Sanmina-SCI, Ottawa)	Upper Canada Solar Generation		
SolarEdge (Flextronics)	Sonnen Systems (Kirchner) (sous-traitant)		
	Mecasolar (sous-traitant)		
	Lorentz (sous-traitant)		
	Array Technologies Inc. (sous-traitant)		
Optimiseurs CC/CC			
Tigo Energy	Sur toiture		
SolarEdge	KB Racking (sous-traitant)		
	Polar Racking (sous-traitant)		
Microonduleurs (fab. en sous-traitance)	Applied Energy Technologies (sous-traitant)		
Sparq (Sanmina-SCI, Ottawa)	Sunlink Solar (sous-traitant)		
Enphase (Flextronics)	S-5		
Enecsys (SMTC, Markham)	Conergy (sous-traitant)		
	Cooper B Line (sous-traitant)		
C.-B.	Opsun (sous-traitant)		
Analytic Systems	SunEdison (sous-traitant)		
	Hilti / UniRac (sous-traitant)		
	BIPV		
	Centennial (façade de bâtiment)		
	Canadian Solar		

En aval				
Distributeur	Promoteurs de projets	IAC		E et M
Conergy	Montage au sol – av. contrats de TRG	Au sol	Micro-projet TRG	Au sol
Centrosolar	Recurrent	White Construction	Entreprise (siège)	Q-Cells
Matrix Energy	SkyPower	Black & McDonald	Green Sun Rising (Windsor)	MEMC / SunEdison
Honeybee Solar	Northland	MEMC / SunEdison	iSolara Solar (Nepean)	Advanced Energy
Graybar	MEMC / SunEdison	EnXco (EDF)	Sunrise Solar (Toronto)	Schneider
Rexel	Canadian Solar	PCL	Apollo Solar (Mississauga)	First Solar
Westburne Electric	Penn Energy Renewables	Canadian Solar	Generation Solar (Peterborough)	Johnson Controls
Schneider Electric	Perpetual Energy	M Sullivan & Son	SolSmart (Toronto)	Canadian Solar
AS Solar North America	Refergy	AMEC	Pioneer Solar (Toronto/Ottawa)	
Carmanah Technologies	Solray Energy	Q-Cells	Dynamic Solar Tech (Stouffville)	
	IPR GDF Suez	Ellis Don	Maki Bay Solar (Thunder Bay)	
	Algonquin	Fritz Construction Services	Estill Energy (Guelph)	Toitures commerciales
	Conex	North Key Construction	Evergreen Power Limited (Lindsay)	Bondfield Construction
	Energy Farming Ontario	Aecon	Flannagan & Son (Buckhorn)	Johnson Controls
	Upper Canada Solar Generation		Jazz Solar (Ottawa)	Many other EPCs
	Solar Spirit	Entreprises de métiers locales	SolarLogic (Thunder Bay)	
	Silvercreek Solar Park	Électricité	Down to Earth Solar (Toronto)	
	Hugh Thorne	Civil	Highland Electrical (Collingwood)	
	Balsam Lake Green Energy	Géotechnique	Icarus Solar (Concord)	
	Hybridyne Power		Certified Solar (Windsor)	
	Vinefresh Produce Limited	Toitures commerciales	Enviro-Energy Technologies (Markham)	
	Samsung	NorthGrid Solar	Arcadian Projects (Kitchener)	
	Saturn	GSL	Green Grid Solutions (Waterloo)	
		RESCO	Green and Clean Energy Co. (Guelph)	
		Solera (Phantom)	+ de nombreux autres	
	Montage au sol - POSER	Arise		
	First Solar	Rumble Energy		
	EDF	HES		
	GE	SolarG	BIPV	
	Starwood	AGT Solar	Dynamic Solar Tech	
	NextEra	Valard		
	Innergex	GEMCO	Systèmes autonomes	
	Green Soldiers	Johnson Controls	Carmanah	
	Capstone (anciennement Macquarie)	Ameresco	Alpha Technologies	
	Pod Generating	ABB	Evergreen Power Limited	
		Rodan Energy	SkyFire Energy	
		Ottawa Solar Power		
	Sur toiture	Panasonic		
	Ozz Solar	Alpha Technologies		
	Ameresco	Canadian Solar		
	Solar Power Network	Carmanah		
	OYA Solar	Dial One Wolfedale Electric		
	Blackstone	Grasshopper Solar		
	Fresh from the Sun	Bondfield Construction		
	Potentia	Naylor		
	Fovere	PQI		
	SolPowered	Avacos		
	CarbonFree Technology	New Energy Systems		
	PowerStream	SkyFire Energy		
	Oshawa Power	QPA Solar		
	Omniwatt	Orange Solar		
	Carmanah Technologies	Blackstone		
	Essex Energy	Aecon		
	3G Energy Corp.			
	Rumble Energy			
	Amp Solar			
	Johnson Controls			
	Moose Power			
	Bright Power Group			
	Micro-projets TRG			
	Pure Energies			

Conseillers / fournisseurs de services			
Services juridiques	Attribution de permis	Services-conseils en affaires	Génie
Torys	Stantec	Navigant	SAIC
Blakes	Garrad Hassan	Power Advisory	Hatch
Stikeman Elliott	Golder Associates	Ernst & Young	Black & Veatch
BLG	Dillon	SAIC	Ortech
McMillan	Hatch	ClearSky Advisors	E3 Consulting
Osler	SAIC	KPMG	Garrad Hassan
Dale & Lessman	Genivar	BridgePoint Group	Stantec
Bennett Jones		Compass Renewable Energy	Dillon
Gowlings			AMEC
Miller Thomson		Relations publiques	MMM Group
McCarthy Tetrault		Sussex Strategy Group	Navigant
Aird & Berlis		National Public Relations	Altus Group
			Steenhof
Droit environnemental / autochtone		Technique	Morrison Hershfield
Willms & Shier		Pivotry Consulting	Genivar

Financement		
Capitaux propres	Dette	Arrangeurs de dette / capitaux propres
Montage au sol – contrats de TRG en Ontario	Montage au sol - TRG	Stonebridge
TransCanada	Deutsche Bank	JCM Capital
Northland	Rabobank	Travelers Capital
Starwood (Samsung)	Mizuho	
Algonquin	Bank of China	
IPR GDF Suez	Bank of Tokyo - Mitsubishi	
MEMC / SunEdison	Union Bank	
	Manulife	
	SunLife	
	Banques canadiennes	
Montage au sol - POSER	Fonds de pension	
Enbridge		
GE	Sur toiture	
Capstone (anciennement Macquarie)	DLL (Rabobank)	
Starwood		
Innergex	Location	
MEMC / SunEdison	DLL (Rabobank)	
	TRG pour les micro-projets	
Sur toiture	Banque TD	
Potentia / Power Corp.	Banque royale	
CarbonFree Technology / CCL		
Liberation Energy	POSER	
Mann Engineering	Dexia	
Great Circle Solar	West LB	
PowerStream	Nord LB	
Oshawa Power	Caixa Nova	
Horizon Utilities	Union Bank	
	KfW	
	Deutsche Bank	
	Bank of Tokyo - Mitsubishi	

10 ANNEXE B : PRINCIPAUX CHERCHEURS UNIVERSITAIRES CANADIENS DANS LE DOMAINE DU PHOTOVOLTAÏQUE

10.1 Universités

Un relevé des principales universités au Canada a permis de constater qu'environ 50 laboratoires employant 200 à 250 chercheurs équivalents temps plein avaient des programmes de recherche dans une grande variété de technologies photovoltaïques ou étroitement associées à ces technologies. Le Tableau 38 présente les principaux chercheurs dans les technologies au Canada qui ont obtenu un total de plus de 1,5 million de dollars de la part des gouvernements pour le financement de la recherche durant la dernière année seulement.

Tableau 38 – Chefs de file de la recherche universitaire reliée au photovoltaïque au Canada

Professeur	Université	Description de la recherche
SILICIUM CRISTALLIN (c-Si)		
Dr Rafael Kleiman et Dr John Preston	Université McMaster	Dirigent le Laboratory for Advanced Photovoltaic Research et le programme NSERC CREATE pour le photovoltaïque respectivement. Ont mis au point une méthode en attente de brevet pour le développement de cellules solaires multijonction au silicium de haute efficacité qui brisent le record mondial de rendement des cellules (supérieur à 20,4 %) en utilisant un substrat multicristallin à bas coût.
Dr Siva Sivoththaman	Université de Waterloo	Dirige le Centre for Advanced Photovoltaic Devices and Systems (CAPDS), et travaille présentement à élaborer des méthodes de fabrications de nanopiliers au silicium et de nanofils à partir de cristaux en vrac afin de mettre au point des cellules photovoltaïques c-Si à haute performance.
SILICIUM AMORPHE (a-Si)		
Dr Nazir Kherani	Université de Toronto	Dirige le groupe de recherche Advanced Photovoltaics and Devices (APD), et a mis au point une nouvelle technique de dépôt du silicium, le système de dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (PECVDS) par champ électrique, qui peut être utilisé pour obtenir une meilleure passivation de la surface a-Si et prolonger ainsi la durée de vie des cellules photovoltaïques.
CONCENTRATEURS III-V		
Dr Karin Hinzer	Université d'Ottawa	A fondé le laboratoire SUNLab (Solar Cells and Nanostructured Devices Laboratory), spécialisé dans la modélisation et la caractérisation des

		cellules solaires à haute efficacité. Présentement, le laboratoire caractérise le rendement des cellules solaires multijonction à points quantiques, AlGaAs, GaAs, et InGaP afin de déterminer les modules CPV de la prochaine génération.
MODULES DE CELLULES SOLAIRES À COLORANT (DSSC)		
Dr Curtis Berlinguette	Université de Calgary	Dirige le <i>Center for Advanced Solar Materials</i> , et a mis au point des colorants robustes qui récupèrent plus efficacement les photons de faible énergie comparativement aux DSSC actuels, ce qui se traduit par des efficacités de cellule de 12 %.
Dr Benoit Marsan	UQAM	A découvert un nouveau couple redox au disulfurethiolate qui est une électrode redox sans iodure à utiliser dans les DSSC afin de prévenir la corrosion des contacts électriques, et de réduire les pertes d'absorption de la lumière, de manière à obtenir des DSSC évolutifs avec une efficacité de 6,4 %.
MODULES PHOTOVOLTAÏQUES À POLYMÈRE ORGANIQUE (OPV)		
Dr Mario LeClerc	Université Laval	La recherche actuelle est axée sur la conception, la synthèse et la caractérisation des polycarbazoles à utiliser dans les nouveaux modules OPV. La recherche s'effectue en conjonction avec St-Jean Petrochemicals Corp. et Konarka Technologies Inc. pour la mise au point d'un procédé de fabrication des OPV utilisant des polycarbazoles.
Dr Jianping Lu	Conseil national de recherches du Canada	A mis au point un nouveau polymère pouvant être utilisé dans les cellules photovoltaïques organiques en polarisation inverse, qui a permis d'obtenir une efficacité de cellule de 7,1 %, le record actuel pour le module OPV le plus efficace.
NANOTECHNOLOGIE APPLIQUÉE AU PHOTOVOLTAÏQUE		
Dr Edward Sargent	Université de Toronto	Actuellement titulaire de la chaire de recherche du Canada en nanotechnologie, et considéré comme l'un des plus éminents jeunes innovateurs du monde dans le <i>Technology Review</i> du MIT. A mis au point un dispositif photovoltaïque à points quantiques colloïdaux (CQD) efficace et à bas coût qui peut atteindre un rendement de conversion de l'énergie solaire de 5 %.
Dr Jillian Buriak	Université de l'Alberta	Actuellement titulaire de la chaire de recherche du Canada sur les matières inorganiques et à nanoéchelle. Ses recherches portent sur l'utilisation de la nanotechnologie pour améliorer le rendement et la fiabilité des cellules photovoltaïques organiques en polarisation inverse, et pour

développer des caractéristiques de moins de 50 nanomètres (nm) sur des circuits intégrés au silicium devant être utilisés dans des systèmes photovoltaïques évolués.		
CONTRÔLE DES ONDULEURS		
Dr Luis Lopez	Université Concordia	Développe présentement des technologies d'interconnexion pour les systèmes photovoltaïques raccordés au réseau, et étudie des approches permettant de maximiser le facteur de capacité tout en maintenant la régulation de tension dans des microréseaux isolés.
Dr Rajiv Varma	University of Western Ontario	Dirige le projet <i>Large-Scale Photovoltaic Power Integration in Transmission and Distribution Networks</i> financé par les Centres d'excellence de l'Ontario. A mis au point une nouvelle approche pour utiliser les centrales photovoltaïques en tant que compensateurs synchrones statiques (STATCOM) durant la nuit, réduisant ainsi les coûts d'infrastructure des parcs d'énergie éolienne.