

LA PHOTOVOLTAÏQUE

pour les petits consommateurs

Rapport final du projet de recherche
présenté au Bureau de la consommation
d'Industrie Canada



Juin 2008

Rapport de recherche publié par :



6226 rue Saint-Hubert
Montréal (Québec) H2S 2M2

Téléphone : 514-521-6820
Sans frais : 1 888 521-6820
Télécopieur : 514-521-0736

union@consommateur.qc.ca
www.consommateur.qc.ca/union

Membres de l'Union des consommateurs
ACEF Abitibi-Témiscamingue
ACEF Amiante – Beauce – Etchemins
ACEF de l'Est de Montréal
ACEF de l'Île-Jésus
ACEF de Lanaudière
ACEF Estrie
ACEF Grand-Portage
ACEF Montérégie-est
ACEF du Nord de Montréal
ACEF Rive-Sud de Québec
ACQC

L'Union des consommateurs est membre de l'Organisation internationale des consommateurs (OI), une fédération regroupant 234 membres en provenance de 113 pays.

Rédaction du rapport

- François De Falkenstein

Avec la collaboration

- du comité Énergie

Direction de rédaction

- Me Marcel Boucher

ISBN 978-2-923405-0

L'Union des consommateurs remercie Industrie Canada pour l'aide financière accordée à ce projet de recherche. Les opinions exprimées dans ce rapport ne sont pas nécessairement celles d'Industrie Canada ou du Gouvernement du Canada.

Pour faciliter la lecture du texte et éviter la redondance systématique, nous avons choisi d'utiliser le masculin générique pour désigner les deux genres.

© Union des consommateurs — 2008

TABLE DES MATIERES

L'UNION DES CONSOMMATEURS, la force d'un réseau.....	5
INTRODUCTION	6
LA TECHNOLOGIE PHOTOVOLTAÏQUE.....	8
Équipement	8
<i>Le matériel de base</i>	<i>8</i>
<i>Matériel de conditionnement de l'énergie</i>	<i>9</i>
<i>Dispositif de poursuite solaire</i>	<i>9</i>
Systèmes PV et réseau	10
<i>Les systèmes autonomes ou hors réseau</i>	<i>10</i>
<i>Les systèmes PV raccordés au réseau</i>	<i>10</i>
<i>Mesurage net.....</i>	<i>10</i>
<i>Tarif d'achat normalisé.....</i>	<i>10</i>
Produits PV architecturaux	11
ASPECTS TOUCHANT LE CONSOMMATEUR.....	12
Évaluation des besoins en énergie PV	12
<i>Les systèmes hors réseau</i>	<i>12</i>
<i>Les systèmes reliés au réseau.....</i>	<i>12</i>
Conditions climatiques.....	13
Achat et prix	15
<i>Modalités de financement</i>	<i>16</i>
<i>Outils d'évaluation.....</i>	<i>16</i>
Installation.....	17
<i>Évaluation de l'emplacement</i>	<i>17</i>
<i>Installation des panneaux photovoltaïques.....</i>	<i>17</i>
Entretien	17
Expertise professionnelle et programme de certification	18
Interconnexion	18
<i>Facturation nette</i>	<i>19</i>
<i>Le tarif d'achat normalisé (Feed-in tariffs)</i>	<i>19</i>
LES FORCES CONVERGENTES ET DIVERGENTES POUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA PV AU CANADA	21
Les forces convergentes	21
Les forces divergentes	21
LA SITUATION DE LA PHOTOVOLTAÏQUE AU CANADA.....	23
Budget public consacré à la PV	24
Programmes d'aide.....	25
<i>Au fédéral</i>	<i>25</i>
<i>ÉcoÉNERGIE pour le chauffage renouvelable</i>	<i>25</i>
<i>Au Québec.....</i>	<i>25</i>
La PV vue par.....	30
<i>La Corporation des maîtres électriciens</i>	<i>30</i>
<i>L'Association professionnelle des constructeurs d'habitations du Québec (APCHQ)</i>	<i>30</i>

LA TECHNOLOGIE PV AILLEURS DANS LE MONDE	31
<i>Données statistiques.....</i>	<i>32</i>
<i>Les FIT</i>	<i>36</i>
<i>Les subventions.....</i>	<i>36</i>
<i>Les crédits d'impôt.....</i>	<i>36</i>
Programmes des banques	37
<i>Renewable Portfolio Standards (RPS)</i>	<i>37</i>
<i>Normes pour bâtiments.....</i>	<i>37</i>
<i>Programmes d'énergie propre.....</i>	<i>37</i>
Pays par pays.....	38
<i>Allemagne.....</i>	<i>38</i>
<i>Australie.....</i>	<i>39</i>
<i>Autriche</i>	<i>40</i>
<i>Corée.....</i>	<i>40</i>
<i>Espagne</i>	<i>41</i>
<i>Etats-Unis</i>	<i>41</i>
<i>France</i>	<i>43</i>
<i>Italie.....</i>	<i>43</i>
<i>Japon.....</i>	<i>44</i>
<i>Pays-Bas</i>	<i>45</i>
CONCLUSION.....	46
RECOMMANDATIONS	49
MEDIAGRAPHIE	51
ANNEXE 1	56
Recommandations de l'Association canadienne des industries solaires	56

L'UNION DES CONSOMMATEURS, la force d'un réseau

L'Union des consommateurs est un organisme à but non lucratif qui regroupe plusieurs Associations coopératives d'économie familiale (ACEF), l'Association des consommateurs pour la qualité dans la construction (ACQC) ainsi que des membres individuels.

La mission de l'Union des consommateurs est de représenter et défendre les droits des consommateurs, en prenant en compte de façon particulière les intérêts des ménages à revenu modeste. Les interventions de l'Union des consommateurs s'articulent autour des valeurs chères à ses membres : la solidarité, l'équité et la justice sociale, ainsi que l'amélioration des conditions de vie des consommateurs aux plans économique, social, politique et environnemental.

La structure de l'Union des consommateurs lui permet de maintenir une vision large des enjeux de consommation tout en développant une expertise pointue dans certains secteurs d'intervention, notamment par ses travaux de recherche sur les nouvelles problématiques auxquelles les consommateurs doivent faire face; ses actions, de portée nationale, sont alimentées et légitimées par le travail terrain et l'enracinement des associations membres dans leur communauté.

L'Union des consommateurs agit principalement sur la scène nationale, en représentant les intérêts des consommateurs auprès de diverses instances politiques, réglementaires ou judiciaires et sur la place publique. Parmi ses dossiers privilégiés de recherche, d'action et de représentation, mentionnons le budget familial et l'endettement, l'énergie, les questions liées à la téléphonie, la radiodiffusion, la télédistribution et l'inforoute, la santé, l'alimentation et les biotechnologies, les produits et services financiers, les pratiques commerciales, ainsi que les politiques sociales et fiscales.

Finalement, dans le contexte de la globalisation des marchés, l'Union des consommateurs travaille en collaboration avec plusieurs groupes de consommateurs du Canada anglais et de l'étranger. Elle est membre de l'*Organisation internationale des consommateurs* (OI), organisme reconnu notamment par les Nations Unies.

INTRODUCTION

La croissance de la demande énergétique au Canada et les préoccupations face à la production des gaz à effet de serre (GES) font en sorte que la production d'énergie décentralisée (PÉD) à partir de sources renouvelables suscite un intérêt grandissant de la part des gouvernements, des distributeurs d'énergie et des consommateurs.

Parmi les technologies qui pourraient rejoindre un nombre important de petits consommateurs (les consommateurs résidentiels), les technologies d'énergie solaire offrent un très grand potentiel de déploiement. Selon les données récentes de l'association représentant les industries solaires au Canada (CANSIA), près de la moitié (47 %) des maisons en Ontario pourraient utiliser la technologie solaire photovoltaïque pour produire de l'électricité alors que plus de 2,5 millions de maisons pourraient utiliser l'énergie solaire passive pour le chauffage de l'eau. Ce nombre pourrait grimper à 4,7 millions d'ici 2025 seulement en Ontario¹. Loin d'être réservées aux nouvelles constructions, les technologies d'énergie solaire peuvent aussi être intégrées aux maisons déjà construites.

Le déploiement de la photovoltaïque à l'intention des consommateurs résidentiels soulève toutefois plusieurs questions pour les organismes de défense des droits des consommateurs, notamment en matière de diffusion des connaissances, de rentabilité (par le biais de la vente, au distributeur d'électricité, de l'électricité excédentaire qu'est susceptible de produire, et de distribuer sur le réseau, l'installation photovoltaïque) et d'économies sur la facture énergétique, sur responsabilité du propriétaire et de certification des équipements et leur sécurité. L'industrie se penche particulièrement sur les aspects techniques et technologiques de la PÉD d'origine solaire², mais quelles sont les barrières qui se dressent devant le petit consommateur qui s'intéresse à la technologie solaire photovoltaïque et qui pourrait en profiter?

Ce document tente de faire le point sur la situation de la technologie photovoltaïque au Canada et des enjeux relatifs au déploiement de la technologie solaire photovoltaïque du point de vue du consommateur résidentiel.

Dans un premier temps, il décrit les applications de cette technologie pour les petits consommateurs. Il dresse ensuite un portrait des divers aspects que le consommateur intéressé par cette technologie doit considérer, qu'il s'agisse des produits offerts, des prix en vigueur, des modalités de financement ou d'installation, des normes, de l'entretien, de la connexion au réseau de distribution d'électricité, etc.

La seconde partie du document s'attarde à décrire la situation et le développement des marchés de la photovoltaïque au Canada, en Europe et aux États-Unis. On y traite notamment des programmes incitatifs et des politiques mises de l'avant pour stimuler ce marché et, dans la mesure du possible, des résultats de ces mesures incitatives.

¹ Rob McMonagle (pour Canadian Solar Industries Association), *Review of the OPA Supply Mix Advice Report : No Forecast of Sunny Days for Ontario*, 30 janvier 2006. [En ligne] www.cansia.ca/downloads/report2006/C19.pdf (page consultée le 12 novembre 2007)

² Joseph Ayoub et Lisa Dignard-Bailey (Ressources naturelles Canada), *Photovoltaic technology status and prospects*, Programme de l'Agence internationale de l'énergie sur les systèmes photovoltaïques, 26 mai 2006. [En ligne] www.iea-pvps.org/ar05/can.htm (page consultée le 12 octobre 2006)

Ce document ne prétend pas dresser un portrait exhaustif de la situation du marché de la technologie photovoltaïque mais cherche plutôt à tracer un portrait du déploiement de la technologie photovoltaïque auprès des petits consommateurs ici et ailleurs et à proposer des pistes pour l'instauration d'une politique cohérente d'accès à la technologie photovoltaïque comme mode de production d'énergie renouvelable au Canada. C'est ce sur quoi porteront les recommandations de la présente recherche.

LA TECHNOLOGIE PHOTOVOLTAÏQUE

Équipement

Le matériel de base

L'énergie solaire photovoltaïque (PV) désigne l'électricité produite par transformation d'une partie du rayonnement solaire grâce à la cellule photovoltaïque, c'est-à-dire un composant électronique qui, exposé à la lumière (photons), génère une tension électrique (volt) (cet effet est appelé l'effet photovoltaïque)³. Plusieurs cellules reliées entre elles forment un panneau solaire ou module photovoltaïque. Plusieurs modules regroupés sont appelés champs photovoltaïques.

Les systèmes photovoltaïques sont sans danger, fiables et exigent peu d'entretien. Ils ne produisent pas de polluants ou d'émissions, sont peu coûteux à exploiter et s'installent aisément sur la plupart des maisons.

L'effet photovoltaïque a d'abord été obtenu grâce à des panneaux constitués de silicium, monocristallin et polycristallin. Ces deux technologies, qui représentent encore aujourd'hui une large part de la production mondiale, présentent un rapport coût/rendement comparable⁴. Toutefois, le développement de la technologie des cellules à couche mince (Thin Film), à base de silicium amorphe ou de CIS (cuivre, indium, sélénium), a permis de réduire les coûts en diminuant la quantité de matière requise pour fabriquer une cellule. La technologie Thin Film étant moins efficace, elle nécessite de plus grands modules pour produire une quantité donnée d'électricité. Une grande partie des efforts de R&D pour améliorer l'efficacité des systèmes PV dans le monde vont à l'amélioration des performances de la technologie Thin Film.

Technologies et performances des cellules photovoltaïques aujourd'hui

Technologie	Rendement de conversion	Durée de vie
<i>Silicium cristallin</i>	15 à 17 % (industriel)	35 ans
<i>Couche mince Silicium amorphe</i>	7% (industriel)	< 10 ans (en extérieur)
<i>Couche mince CIS</i>	12% (laboratoire)	Non évaluée
<i>Filière organique / inorganique</i>	5%	Très faible actuellement

(extrait de : RÉPUBLIQUE FRANÇAISE : La recherche en matière de solaire photovoltaïque.⁵)

³ Définition tirée de Wikipedia. [En ligne] http://fr.wikipedia.org/wiki/Cellule_photovolt%C3%AFque (page consultée le 10 octobre 2007)

⁴ RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Op. Cit. 4.*

⁵ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE - Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables - La Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières; *La recherche en matière de solaire photovoltaïque*. Extrait de la stratégie nationale de recherche énergétique. Approche thématique : les énergies renouvelables. Mai 2007. [En ligne] www.industrie.gouv.fr/energie/recherche/solaire-photovoltaïque.htm (page consultée le 14 avril 2008)

Les modules photovoltaïques employés pour les applications résidentielles affichent une puissance pouvant aller de 75 à 120 watts et mesurent environ 0,6 m x 1,2 m (environ 2 x 4 pi). Compte tenu de l'efficacité courante des modules, un module de 1 m² (10,7 pi²) produit environ 130 watts en plein soleil. Un module photovoltaïque de 100 watts génère en moyenne 400 Wh par jour ou 100 kWh par année dans la plupart des régions habitées du Canada⁶.

Les modules solaires de silicium cristallin ont une très longue durée de vie utile. Les accumulateurs n'ont pour leur part une durée de vie utile que de 5 à 10 ans⁷.

Les panneaux solaires sont souvent raccordés à des accumulateurs qui stockent l'énergie produite, pour les utilisations de nuit ou en périodes de faible ensoleillement.

Outre les panneaux PV et les accumulateurs, les systèmes PV doivent être dotés d'appareils de conditionnement de l'énergie, dont les onduleurs et les régulateurs de charge des accumulateurs.

Matériel de conditionnement de l'énergie⁸

Les onduleurs et les régulateurs de charge conditionnent l'énergie produite par les cellules photovoltaïques afin de la rendre utilisable pour des usages courants.

Le courant que produisent et stockent les cellules PV et les accumulateurs est un courant continu (c.c.). La plupart des appareils ménagers exigent toutefois un courant alternatif (c.a.). C'est pourquoi il faut ajouter au système un onduleur, afin de transformer le courant continu à faible tension (de 12 à 120 V c.c.) en courant alternatif à tension plus élevée (120 ou 240 V c.a.). Cette conversion occasionne une certaine perte d'énergie, car l'efficacité des onduleurs est, en général, de 80 % à 95 %. Les onduleurs à basse puissance conviennent aux petits systèmes, qui alimentent, par exemple, des appareils d'éclairage. Dans le cas des appareils qui subissent une forte surtension à la mise en marche comme, par exemple, des moteurs, il faut employer des onduleurs à haute puissance.⁹

Les régulateurs de charge servent à contrôler l'intensité de courant qui passe par les accumulateurs, les protégeant ainsi contre les surcharges et les décharges complètes. On trouve le plus souvent les régulateurs «tout ou rien» et à modulation de largeur d'impulsion, qui vont de 2 à 300 A et qui s'adaptent à des tensions de 12 à 48 V c.c.

La majorité des composantes électroniques, dont les onduleurs et les régulateurs de charges, durent habituellement 10 ans et davantage, si leur capacité n'est pas dépassée.

Dispositif de poursuite solaire

Pour tirer le maximum d'énergie des périodes d'ensoleillement, un dispositif de poursuite solaire peut s'avérer un élément rentable. Toutefois, ces dispositifs rendent le système plus complexe

⁶ SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT. *Les systèmes photovoltaïques - Collection Votre maison*. [En ligne] www.schl.ca (page consultée le 10 octobre 2007)

⁷ *Ibid.*

⁸ RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Op. Cit.* 4

⁹ Onduleurs à basse puissance : de 100 à 1 000 W, avec une tension d'entrée de 12 ou de 24 V c.c. et une sortie de 120 V c.a.; Onduleurs à haute puissance : de 1 000 à 4 000 W avec une entrée de 12, 24 et 48 V c.c. et une sortie de 120 ou 240 V c.a.

et ne conviennent pas aux installations laissées sans surveillance durant de longues périodes. De plus, au Canada, ces dispositifs de poursuite solaire ne font pas de différence notable en hiver¹⁰. La principale considération pour l'installation d'un tel dispositif consiste à déterminer s'il est plus rentable économiquement et en termes de production d'énergie, d'y recourir que d'acquérir des panneaux PV fixes supplémentaires.

Systèmes PV et réseau

Les systèmes autonomes ou hors réseau

Les constructions munies d'un système PV autonome ne dépendent que de la lumière solaire pour répondre à leurs besoins en électricité. Ces systèmes comportent généralement des accumulateurs qui stockent l'énergie produite pour les utilisations de nuit ou en périodes de faible ensoleillement. La taille du champ de modules PV et de la banque d'accumulateurs doit être déterminée soigneusement afin d'optimiser la performance du système.

Certains systèmes PV sont combinés à une éolienne ou à un groupe électrogène à combustible, ou aux deux à la fois. Ces systèmes hybrides s'avèrent utiles pour les applications qui nécessitent une alimentation continue d'une puissance assez élevée, ou lorsque le rayonnement solaire diminue pendant certaines périodes de l'année. Ils permettent également de diminuer l'investissement dans les champs photovoltaïques et les accumulateurs.

Les systèmes PV raccordés au réseau

Les constructions munies d'un système PV raccordé au réseau de distribution électrique produisent leur propre énergie, mais peuvent aussi, en période de faible ensoleillement, s'alimenter au réseau, évitant ainsi de devoir recourir à une importante batterie d'accumulateurs. Dans une telle installation, l'onduleur ainsi que tout l'équipement de raccordement doivent répondre à des normes très rigoureuses, exigées par l'interconnexion aux réseaux publics.

En période de grand ensoleillement, les systèmes raccordés au réseau peuvent également acheminer vers le réseau l'excédent d'énergie qu'ils produisent et que d'autres clients pourront ainsi consommer. L'apport d'énergie au réseau peut être mesuré et le producteur indépendant compensé de différentes façons.

Mesurage net

L'option de «mesurage net» permet d'enregistrer la quantité d'électricité conventionnelle qu'un producteur PV indépendant puise au réseau public et la quantité d'électricité PV qu'il y injecte. En soustrayant de l'électricité puisée au réseau celle qui y a été injectée, l'option de «facturation nette» fait en sorte qu'un producteur indépendant verra réduite d'autant la quantité d'électricité facturée par le réseau.

Tarif d'achat normalisé

Le «Tarif d'achat normalisé» (Feed-in tariffs ou FIT) est une mesure employée par de nombreux gouvernements en vue de promouvoir le développement d'un réseau décentralisé de production d'énergie renouvelable. Par cette mesure, les services publics d'électricité sont incités à acheter l'énergie excédentaire produite par des producteurs indépendants d'énergie renouvelable à un

¹⁰ RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Op. Cit.* 4

prix minimum garanti, fixé par décret, et qui, contrairement à l'option de facturation nette, reflète les coûts de production réels de cette énergie.

Produits PV architecturaux

Les produits photovoltaïques architecturaux s'intègrent désormais parfaitement aux édifices publics et aux résidences. Les systèmes PV intégrés au bâti (*Building integrated PV* ou BIPV) représentent une innovation majeure en matière d'architecture et de conception de bâtiments. Même si la technologie photovoltaïque est de plus en plus répandue dans le monde, elle est de moins en moins visible. Mis au point durant les années 90, plus de 50 produits photovoltaïques commerciaux et systèmes spéciaux de fixation sur les bâtiments sont maintenant commercialisés et remplacent des matériaux de construction standards. De nouveaux produits de construction permettent en effet d'intégrer des systèmes photovoltaïques sur les toits en pente, les toits plats, les façades et sur les structures destinées à fournir de l'ombre. On peut intégrer les modules photovoltaïques aux vitres et au revêtement des fenêtres. Les produits photovoltaïques intégrés aux bâtiments sont en général plus coûteux que la plupart des matériaux de construction traditionnels, mais leur coût diminue graduellement, les rendant de plus en plus abordables¹¹.

L'intégration de composantes BIPV à un bâtiment offre des avantages autres qu'économiques. L'esthétisme du bâtiment peut être amélioré par l'intégration de modules photovoltaïques à l'enveloppe du bâtiment plutôt que sur des supports sur le toit ou au sol. Plusieurs fabricants de verre proposent des produits qui se distinguent par leurs motifs, leurs couleurs ou leurs formes et qui permettent aux architectes de donner à un bâtiment l'apparence recherchée¹². Certains produits peuvent remplacer les tuiles ou le bardage. Ces produits, qui offrent un choix de surface et de couleur, possèdent de plus des qualités intrinsèques d'isolation thermique et acoustique¹³.

L'Allemagne, la Hollande, les États-Unis et le Japon sont les chefs de file mondiaux des applications photovoltaïques intégrées au bâtiment. Ces systèmes sont souvent branchés à un réseau de distribution d'électricité local. L'Australie est très active quant à la mise au point de cette technologie¹⁴.

¹¹ RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Photovoltaïque for buildings : Opportunities for Canada*. Résumé [En ligne] www.cetc-varenes.nrcan.gc.ca/fr/er_re/pyvb/p_p.html?2001-123 (page consultée le 7 novembre 2007)

¹² *Ibidem*

¹³ INDUSTRIE CANADA, Réaliser le potentiel de le photovoltaïques en réseau au Canada : Un plan d'action pour intégrer le photovoltaïque dans l'avenir énergétique du Canada, par le Groupe Delphi [En ligne] [www.ic.gc.ca/epic/site/rei-ier.nsf/vwapj/PV_fra.pdf/\\$file/PV_fra.pdf](http://www.ic.gc.ca/epic/site/rei-ier.nsf/vwapj/PV_fra.pdf/$file/PV_fra.pdf) (page consultée le 11 octobre 2007)

¹⁴ RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Technologie et application – Photovoltaïque: Intégration des panneaux solaires aux immeubles*. [En ligne] canren.gc.ca/tech_appl/index_f.asp?Cald=5&PgID=422 (page consultée le 7 novembre 2007).

ASPECTS TOUCHANT LE CONSOMMATEUR

Évaluation des besoins en énergie PV

Les systèmes hors réseau

L'évaluation des besoins est particulièrement importante lors de l'installation d'un système hors réseau, puisque c'est cette évaluation qui permettra d'en déterminer la dimension. Par conséquent, il importe de déterminer quels appareils seront alimentés par l'énergie PV, leur consommation, les habitudes des résidents et les conditions climatiques que l'on retrouve là où le système sera installé. Naturellement, plus les besoins sont grands, plus important devra être le système destiné à y répondre. Dans cet esprit, la réduction de la demande par l'achat d'appareils «éconergétiques» peut s'avérer un bon choix.

L'étape suivante consiste à dimensionner le champ de modules. Une fois que les besoins en énergie sont déterminés (en watts), on divisera cette valeur par la puissance nominale des modules (généralement de 20 W à 120 W) afin d'obtenir le nombre de modules requis. Les systèmes PV étant modulaires, il est possible de procéder par étapes, soit de commencer par une installation simple qui répond aux besoins de base et d'étendre ensuite le système à mesure que le budget le permet ou que la demande en énergie le justifie.

Par ailleurs, la capacité des accumulateurs dépendra à la fois des exigences du propriétaire en ce qui concerne l'approvisionnement ininterrompu et du montant qu'il est prêt à payer. Si le système doit, par exemple, alimenter un chalet qui n'est utilisé que quelques jours par semaine, les pannes de courant occasionnelles engendrées par une longue période sans soleil seront moins problématiques qu'elles ne le seraient pour une résidence principale. Dans tous les cas, il est judicieux de prévoir une capacité de stockage suffisante pour s'assurer d'avoir de l'électricité pendant trois à cinq jours consécutifs sans soleil.

«Tandis que la plupart des maisons au Canada consomment de 20 à 30 kWh par jour, les maisons éco-énergétiques ne consomment souvent que 8 à 12 kWh quotidiennement. Une maison très éco-énergétique pourrait sans doute être alimentée par un champ de panneaux photovoltaïques d'une puissance de 2 à 3 kW, tandis qu'un chalet en région éloignée n'aurait besoin que de 100 à 1 000 W¹⁵.»

Les systèmes reliés au réseau

L'évaluation des besoins dans le cas de systèmes reliés au réseau est moins déterminante car, le cas échéant, il est possible de recourir à l'alimentation électrique du réseau. La capacité de ces systèmes est généralement établie en fonction des moyens financiers du propriétaire. La capacité d'une installation reliée au réseau ne dépend pas directement des besoins en énergie, mais plutôt de la manière dont le propriétaire valorise les bénéfices non financiers de l'énergie solaire. Toutefois, la capacité d'autosuffisance inhérente aux systèmes photovoltaïques, et donc d'indépendance lors de pannes, est attrayante pour nombre de propriétaires¹⁶.

¹⁵ SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT. *Op. Cit.* 6.

¹⁶ *Ibid.*

Conditions climatiques

La connaissance et la prise en compte des ressources solaires disponibles sont essentielles à la conception d'un système photovoltaïque efficient. Les conditions climatiques canadiennes représentent à ce titre un défi particulier. Les installations photovoltaïques doivent en effet pouvoir produire de l'électricité, même lors de fluctuations saisonnières importantes en rayonnement solaire, et être capables de résister à des conditions parfois extrêmes.

«Bien des régions du Canada qui possèdent un climat continental sec bénéficient du même nombre d'heures d'ensoleillement que certains pays méditerranéens. Dans certaines régions urbaines au climat chaud, le coût par kilowattheure d'électricité produit par un système photovoltaïque connecté à un réseau équivaut à celui produit par les autres formes de production électrique. Toutefois, il y a possibilité de réaliser des économies aux périodes de pointe, là où la climatisation provoque une demande accrue pendant l'été. [...] Dans les régions où le rayonnement solaire est moindre, la rentabilité de ce type de système est encore marginale. [...] Toutefois, les systèmes PV convertissent la lumière solaire en électricité plus efficacement à de basses températures. Cependant, les mois d'hiver canadien donnent lieu à deux fois moins d'heures d'ensoleillement que l'été¹⁷.»

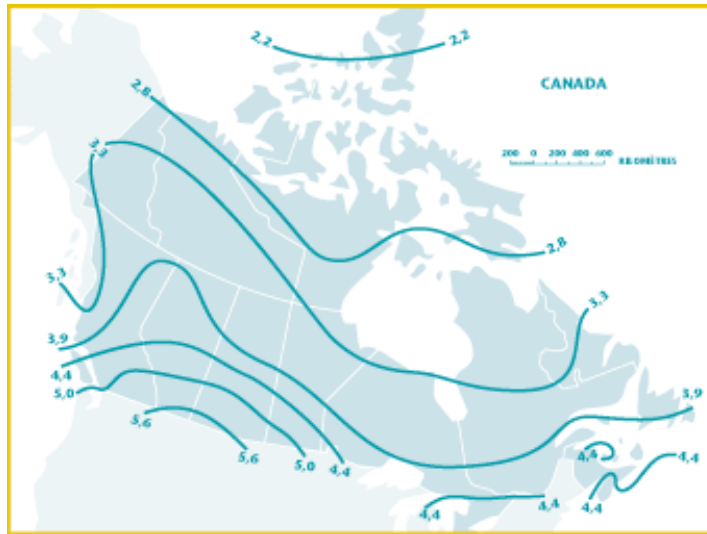
Ressources naturelles Canada a établi des cartes qui indiquent la durée moyenne quotidienne de l'ensoleillement maximal des modules orientés vers le sud, dans différentes régions du Canada, en septembre et en décembre¹⁸. Les valeurs indiquées supposent que les modules sont inclinés à angle droit des rayons solaires à midi. Des renseignements sur la température et le rayonnement solaire de diverses régions sont également disponibles en consultant les Services d'environnement atmosphérique d'Environnement Canada¹⁹ ou à l'aide du logiciel RETScreen²⁰.

¹⁷ RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Op. Cit.* 4.

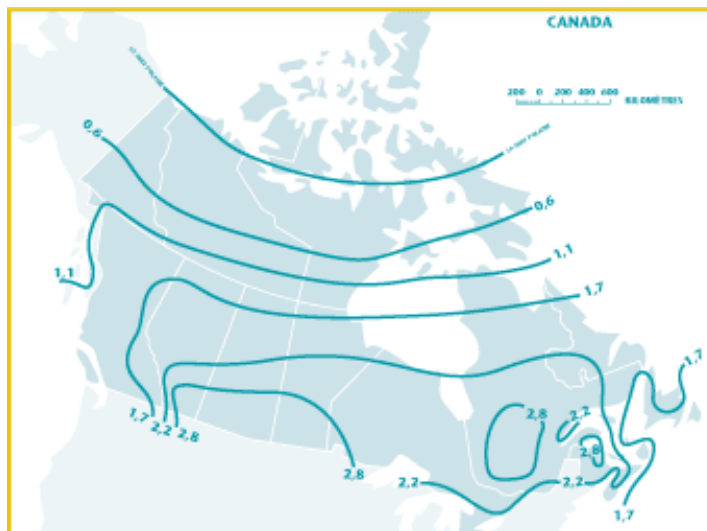
¹⁸ RESSOURCES NATURELLES CANADA, *Cartes d'ensoleillement et du potentiel d'énergie solaire photovoltaïque du Canada*. [En ligne] https://qlfc.cfsnet.nfis.org/mapserver/pv/index_f.php (page consultée le 22 octobre 2007).

¹⁹ ENVIRONNEMENT CANADA. *Conditions atmosphériques et météorologie*. [En ligne] www.ec.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=C062DE2A-1 (page consultée le 15 novembre 2007)

²⁰ RESSOURCES NATURELLES CANADA. *RETScreen International – Outil d'analyse de projets d'énergie propre*. [En ligne] www.etscreen.net/fr/home.php (page consultée le 22 octobre 2007)



Nombre moyen d'heures d'ensoleillement maximal par jour en septembre
(valeur à utiliser pour un système saisonnier)
Source : Environnement Canada.



Nombre moyen d'heures d'ensoleillement maximal par jour en décembre
(valeur à utiliser pour un système autonome fonctionnant l'année durant)
Source : Environnement Canada.

Achat et prix

Au Canada, les systèmes photovoltaïques commencent à peine à être disponibles à grande échelle dans les quincailleries ou les grands magasins à rayons. Si la plupart des systèmes en usage sont faits sur mesure²¹, de plus en plus de systèmes PV sont vendus en ensembles standards.

Les systèmes PV exigent un investissement initial important, mais n'entraînent par contre que très peu de frais d'exploitation et d'entretien. De plus, l'un des attraits de ces systèmes est qu'ils sont modulaires et qu'ils peuvent de ce fait être étendus pour suivre l'évolution des besoins.

Le coût et la rentabilité d'un système photovoltaïque dépendent, dans une large mesure, de l'endroit où il sera installé. Pour déterminer la rentabilité d'un système PV, il est nécessaire de peser le coût global et de le comparer à celui des autres options de production d'énergie disponibles, comme l'éolien, ou à partir d'une génératrice à combustible, en tenant compte de l'investissement initial dans l'équipement, du coût du combustible et des frais d'exploitation et d'entretien pour la durée de vie entière de chacune des options²².

Le prix par watt des modules photovoltaïques a diminué de moitié en sept ans, passant de 11,09 \$ CAN en 1999 à 5,36 \$ CAN en 2006, soit une diminution annuelle moyenne de 9 %. Les panneaux PV ayant une durée de vie d'environ 40 ans, ils conservent une excellente valeur de revente et sont généralement assortis d'une garantie de 20 à 25 ans, selon le genre de produits et les politiques du fabricant²³.

Évolution du prix moyen par watt d'un module photovoltaïque au Canada²⁴

année	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
\$ CAN.	11,09 \$	10,7 \$	9,41 \$	7,14 \$	6,18 \$	5,53 \$	4,31 \$	5,36 \$

Au Canada, en 2006, le prix d'un système PV hors réseau complet était évalué à 15,30 \$ US par watt. Un système autonome PV simple, d'une puissance de 40 à 100 W pouvant alimenter quelques lampes, la pompe à eau et les récepteurs radio d'un chalet, par exemple, pouvait coûter de 600 \$ à 1500 \$. Les systèmes raccordés au réseau étaient évalués à 8,80 \$ US par watt²⁵.

La différence de coûts entre un système autonome (15,30 \$ US/w) et un système raccordé au réseau (8,80 \$ US/w) est attribuable en grande partie aux accumulateurs, qui peuvent représenter de 25 % à 50 % du coût total d'un système autonome. Le choix de la capacité et du genre d'accumulateurs est donc un élément important lors de la conception du système, surtout s'il s'agit d'un système sans source d'énergie d'appoint.

Concernant les onduleurs, les moins dispendieux produisent un courant qui n'atteint pas la qualité de courant produit par un service public de distribution, ce qui empêche l'utilisation de

²¹ RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Op. Cit.* 17.

²² RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Op. Cit.* 17

²³ *Ibid.*

²⁴ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Trends in photovoltaic applications – Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2006.* [En ligne] www.iea-pvps.org/products/download/rep1_16.pdf (page consultée le 15 novembre 2007)

²⁵ *Ibid.*

certains appareils, dont les ordinateurs. Les onduleurs à onde sinusoïdale produisent habituellement une électricité dont la qualité est semblable à celle de l'électricité qui est fournie par un réseau de distribution²⁶. Les onduleurs de systèmes raccordés au réseau doivent correspondre aux normes et exigences techniques imposées par le réseau de distribution public.

Modalités de financement

Une enquête auprès de quelques banques canadiennes (banques Scotia, Royale, Toronto-Dominion, Nationale et de Montréal) révèle que les institutions financières n'ont pas institué et généralisé de programmes de financement spécial pour l'acquisition d'équipement de production d'énergie renouvelable.

Outils d'évaluation

Le site Internet du ministère des Ressources naturelles de Canada fournit de nombreuses informations sur les énergies renouvelables²⁷, l'énergie solaire, l'évaluation des besoins ainsi que sur l'installation et l'entretien des systèmes PV. On y trouvera par exemple deux exemples de calcul de dimensionnement, pour un chalet d'été et pour une résidence éloignée occupée à l'année.

Ressources naturelles Canada publie également *Le Guide de l'acheteur*, qui offre des outils permettant de déterminer exactement la consommation des appareils à brancher sur le système, incluant même les charges invisibles utilisées par la mémoire de programmation des appareils électroniques, par exemple²⁸.

Finalement, Ressources naturelles Canada a mis au point le logiciel d'analyse de projets d'énergies propres *RETScreen*²⁹. Il s'agit d'un outil d'aide à la prise de décisions développé en collaboration avec des experts de l'industrie, du gouvernement et du milieu académique. Offert gratuitement, ce logiciel peut être utilisé partout dans le monde pour évaluer la production et les économies d'énergies, le coût sur le cycle de vie, les réductions des émissions, la viabilité financière et le risque de différentes technologies d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables. Le logiciel inclut des bases de données de produits, de coûts et de conditions climatiques, ainsi qu'un manuel de l'utilisateur en ligne. Le site de RETScreen International présente également des études de cas.

²⁶ RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Op. Cit.* 17

²⁷ RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Le Réseau canadien des énergies renouvelables – énergie solaire* [En ligne] www.canren.gc.ca/solar/index_f.asp (page consultée le 10 octobre 2007)

²⁸ RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Op. Cit.* 4.

²⁹ RESSOURCES NATURELLES CANADA. *RETScreen International*. [En ligne] www.retscreen.net/fr/home.php (page consultée le 15 octobre 2007)

Installation

Évaluation de l'emplacement³⁰

En vue d'une efficacité maximale, quelques règles de base sont incontournables lors de l'évaluation de l'emplacement du système PV.

- Les panneaux photovoltaïques sont placés à l'extérieur, sans protection, sur un support rigide et résistant aux conditions météorologiques;
- Les modules sont orientés plein sud, fixés à angle droit avec le soleil de midi et ajusté pour tenir compte de l'angle plus faible du soleil en hiver;
- Un taux de 10 % d'effets d'ombre sur un module PV peut réduire sa puissance de sortie de 100 %;
- Dans la plupart des cas, l'endroit idéal pour un champ de modules solaires se situe sur la toiture de la maison;
- Les accumulateurs doivent être rangés dans un endroit isolé, ventilé et où la température est maintenue entre 18°C et 22°C à longueur d'année. Ils doivent être tenus à l'écart des flammes nues ou des étincelles, car ils émettent lors de la charge de faibles quantités d'hydrogène;
- L'installation doit être conforme aux codes et exigences de la Régie du bâtiment et au Code canadien d'électricité.

Le «centre de commande solaire» des petites installations ne requiert qu'une surface murale de 0,6 m sur 0,9 m. Une installation plus importante pourrait exiger un espace de 1,21 m sur 1,21 m.

Installation des panneaux photovoltaïques

Les propriétaires qui font l'acquisition d'une nouvelle maison ou qui effectuent des rénovations importantes et qui veulent installer un système photovoltaïque, ou à tout le moins, préparer la maison pour l'installation éventuelle d'un système PV pourront plus aisément prendre certaines mesures en vue de l'installation d'un système PV plus efficace. L'emplacement et l'orientation de la maison, l'angle de la pente du toit, l'aménagement des éléments de paysagisme, la plantation d'arbres, etc., sont autant d'éléments qui peuvent avoir une grande incidence sur la quantité de rayonnement solaire disponible. De même, il est beaucoup plus économique de mettre en place les canalisations électriques lors de la construction ou de la rénovation, que de devoir percer des trous plus tard³¹.

Entretien

Outre celui des panneaux, qui doivent être déneigés en hiver et dépoussiérés en été, l'entretien du système se résume, en général, à une inspection occasionnelle du câblage et des panneaux solaires. L'entretien des accumulateurs varie selon le modèle. Il faut garder un niveau adéquat d'électrolyte et vérifier régulièrement la densité de cette solution à l'aide d'un densimètre. Il faut ajouter de l'eau distillée au besoin et nettoyer et serrer les bornes. On vérifiera aussi les fuites et les marques d'usure et d'endommagement³².

³⁰ SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT. *Op. Cit.* 15

³¹ *Ibid.*

³² RESSOURCES NATURELLES CANADA. *Op. Cit.* 17

Expertise professionnelle et programme de certification

L'Association des industries solaires du Canada (CanSIA) offre un programme de certification en technique des systèmes photovoltaïques³³; ses diplômés doivent posséder les connaissances nécessaires sur la conception, la pose et l'exploitation des systèmes photovoltaïques résidentiels. Dans la plupart des cas, les équipements doivent être installés par un maître électricien. On notera toutefois que, les installations PV étant relativement peu répandues, les électriciens ne connaissent généralement pas très bien les caractéristiques de l'électricité solaire. Ainsi, bien qu'ils soient en mesure d'installer le système de manière à ce qu'il réponde aux exigences des codes courants, ils pourraient ne pas être en mesure de maximiser au moment de l'installation la performance du système photovoltaïque.

Afin de faire en sorte que l'installation électrique, de même que le système photovoltaïque soient conformes, l'installation doit faire l'objet d'une inspection par les responsables provinciaux de la sécurité des installations électriques. En faisant effectuer l'inspection de son installation, le propriétaire reporte sur l'inspecteur la responsabilité de la sécurité de cette installation; l'assureur couvrirait ainsi toute réclamation de responsabilité éventuelle³⁴.

Interconnexion

Les problématiques qu'entraîne la mise en place de ressources de production d'énergie réparties bousculent les conceptions et les façons de faire traditionnelles en matière de production, de transmission et de livraison aux consommateurs de l'électricité. L'interconnexion des systèmes PV au réseau public continue de comporter de nombreux obstacles à la commercialisation de masse, en particulier à cause des étapes que le consommateur aura à franchir pour obtenir des approbations; ces étapes sont souvent complexes et pourraient être attribuables à un manque de sensibilisation et d'expérience en ce qui a trait à la technologie de la part de divers partenaires³⁵.

Pour encadrer l'émergence de cette nouvelle industrie des ressources énergétiques réparties, les gouvernements et les organismes de réglementation sont appelés à mettre en place des normes techniques qui favorisent l'adoption de standards de fabrication et d'installation des équipements et la mise au point de protocoles qui réduisent les coûts, la paperasse et les problèmes de sécurité.

L'initiative canadienne Power Connect³⁶ offre un soutien technique et réglementaire pour ce qui est de la mise en œuvre des ressources énergétiques réparties. Un groupe de travail composé de partenaires de l'industrie, d'autorités réglementaires et du gouvernement fédéral contribuera

³³ THE CANADIAN SOLAR INDUSTRIES ASSOCIATION. *Education* [En ligne] www.cansia.ca/education.asp (page consultée le 7 avril 2008)

³⁴ SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT. *Op. Cit.* 15

³⁵ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY *Rapport national sur la revue du marché et des applications photovoltaïques au Canada – 2006*. [En ligne] www.iea-pvps.org/countries/canada/06cannsr_fr.pdf. (page consultée le 17 octobre 2007)

³⁶ POWER CONNECT. *Codes et normes Canadiens* [En ligne] www.powerconnect.ca/index-f.htm (page consultée le 2 avril 2008)

à l'élaboration d'une politique d'interconnexion, de mesurage net et d'ententes contractuelles³⁷ en vue de l'approbation de la facturation nette de l'énergie au Canada.

Le Centre de la technologie de l'énergie Canmet-Varenes³⁸, qui coordonne notamment le volet scientifique des travaux en énergie photovoltaïque de Ressources naturelles Canada, a mis des efforts importants au cours des dernières années afin de définir et de faire adopter, via l'initiative MicroPower Connect, une norme canadienne d'interconnexion qui définit les normes techniques et les codes et assure l'approbation de produits et leur installation. Le fruit de ces efforts a été la publication, en 2006, de la norme nationale du Canada CAN/CSA-C22.2 No. 257-06. Il s'agit d'une première norme canadienne d'interconnexion qui spécifie les exigences minimales pour un raccordement sécuritaire de micro générateurs distribués avec les réseaux de distribution (monophasés ou triphasés) jusqu'à 600 V. Elle s'inscrit dans la série des normes publiées par l'Association canadienne de normalisation (CSA) sous la Partie II du Code Canadien de l'électricité. Cette norme facilite grandement l'intégration de la production d'énergie renouvelable au réseau de distribution d'électricité canadien, particulièrement pour les auto producteurs.

Facturation nette

Au Canada, l'électricité est de compétence provinciale et le raccordement est généralement effectué conformément aux exigences de l'entreprise de distribution. Des règlements sur le comptage net et la facturation nette ont été mis en place dans plusieurs provinces³⁹. Ils établissent des règles sur le débit d'électricité entre les services publics et les systèmes PV décentralisés. L'application de ces règlements constitue un défi du fait qu'elle requiert l'installation d'équipements neufs (par exemple, compteurs appropriés) et de nouveaux systèmes de facturation. Certains services publics (dont BC Hydro⁴⁰, Toronto Hydro⁴¹ et Hydro-Québec Distribution⁴²) ont élaboré et mis en œuvre des programmes qui rationalisent le processus d'application et spécifient les exigences en matière de comptage net.

Le tarif d'achat normalisé (Feed-in tariffs)

Le concept de « tarif d'achat normalisé » (*Feed-in tariffs* ou *FIT*) réfère généralement au prix minimum garanti qu'un service public d'électricité doit payer à un producteur indépendant d'énergie renouvelable pour chaque kWh injecté dans le réseau. Ce tarif peut être basé sur les coûts de production de l'énergie renouvelable en fonction de la technologie utilisée (vent, solaire, biomasse, etc.), sur le coût chargé au consommateur auquel s'ajoute un bonus qui tient

³⁷ POWER CONNECT. *Connecting MicroPower to the Grid – A status and review of micropower interconnection issues and related codes, standards and guidelines in Canada - 2nd Edition*. [En ligne] www.powerconnect.ca/codes/Canada/Connecting%20MicroPower%20to%20the%20Grid.pdf (page consultée le 2 avril 2008)

³⁸ CTEC-VARENNES. *Première norme nationale canadienne sur l'interconnexion*. [En ligne] http://cetc-varenes.nrcan.gc.ca/fr/er_re/pvb/r_ss/5.html (page consultée le 15 novembre 2007)

³⁹ POLLUTION PROBE – *A Consumer Guide to greenPower in Canada* [En ligne] www.pollutionprobe.org/whatwedo/greenpower/consumerguide/c2_4.htm (page consultée le 15 novembre 2007)

⁴⁰ BC HYDRO. *Net Metering* [En ligne] www.bchydro.com/info/ipp/ipp8842.html (page consultée le 15 novembre 2007)

⁴¹ TORONTO HYDRO. *Net Metering*. [En ligne] www.torontohydro.com/electricsystem/customer_care/cond_of_services/generation_connection/net_metering/index.cfm (page consultée le 15 novembre 2007)

⁴² HYDRO-QUEBEC. *Autoproduction*. [En ligne] www.hydroquebec.com/autoproduction/fr/index.html (page consultée le 15 novembre 2007)

compte des bénéfices sociaux et environnementaux de l'énergie renouvelable, ou selon d'autres variables comme l'heure ou la saison pendant laquelle l'énergie est livrée. Il peut aussi être fixé à un certain niveau, sans lien direct avec le coût ou le prix de cette énergie, seulement pour encourager la production d'énergie renouvelable.

Ce tarif peut être instauré pour une longue période, de façon à assurer une certaine stabilité aux producteurs, ou être ajusté périodiquement en fonction des réductions de coûts de production de l'énergie renouvelable ou en fonction de l'inflation. Au cours de la dernière décennie, ce type de tarif a été un outil puissant pour promouvoir la génération d'électricité par des sources renouvelables, notamment en Allemagne, en Espagne et au Japon.

Au Canada, seul le gouvernement ontarien offre, par le biais de l'Ontario Power Authority (OPA) et de l'Ontario Energy Board, un programme d'achat normalisé⁴³. Ce programme, mis sur pied en 2006, vise à encourager l'utilisation des énergies renouvelables, dont la photovoltaïque, l'éolien, l'hydroélectrique et la biomasse, par des petits systèmes raccordés au réseau de distribution d'électricité.

Selon les termes de ce programme, les producteurs d'énergie PV doivent investir les sommes nécessaires à l'acquisition des installations, à l'achat des équipements de raccordement au réseau de distribution et des équipements de comptage, et couvrir certains frais d'exploitation et d'entretien. En contrepartie, l'OPA s'engage à payer un tarif de 0,42 \$ CAN/KWh pour les petits projets de PV raccordés au réseau et ce, pendant toute la durée du contrat, qui est de 20 ans. Le tarif de 0.42 \$ sera révisé périodiquement, mais ne pourra pas être modifié rétroactivement pour les contrats en cours d'exécution. Par ce programme d'offre normalisée, le gouvernement ontarien espère atteindre un objectif de production de 2 700 MW d'énergie renouvelable d'ici 2010⁴⁴.

Le lancement du programme ontarien d'offre normalisée concernant les énergies renouvelables, le 22 novembre 2006, a été considéré par l'industrie canadienne de la PV comme étant une étape importante dans le développement d'une industrie canadienne de l'énergie solaire forte et concurrentielle. Le programme d'offre normalisée permettra, dans un premier temps, d'encourager les *leaders* du marché, ou «adopteurs précoces», à acheter des systèmes PV, et devrait attirer des investissements dans l'industrie canadienne de l'énergie solaire, possiblement avec l'Ontario comme centre économique de l'industrie de l'énergie solaire en Amérique du Nord.

⁴³ ONTARIO POWER AUTHORITY. *Programme d'offre standard – Énergies renouvelables pour les petits producteurs d'électricité – Guide d'introduction.* [En ligne] www.powerauthority.on.ca/sop/Storage/32/2776_SOPBro_French.pdf (page consultée le 15 décembre 2007)

⁴⁴ Les résultats cumulatifs de ce programme sont disponibles sur le site de l'OPA. ONTARIO POWER AUTHORITY. *A Progress Report on Renewable Energy Standard Offer Program – November 2007.* [En ligne] www.powerauthority.on.ca/sop/Storage/66/6199_RESOP_February_2008_report.pdf (page consultée le 2 avril 2008)

LES FORCES CONVERGENTES ET DIVERGENTES POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA PV AU CANADA⁴⁵

Le Groupe Delphi, dans l'étude sur le potentiel de la photovoltaïque réalisée pour Industrie Canada, fait état de plusieurs éléments qui jouent en faveur et en défaveur du développement de cette forme d'énergie renouvelable. On notera que cette étude a été réalisée en 2003, soit avant l'élaboration de la première norme sur l'interconnexion canadienne, publiée en 2006 (CAN/CSA-C22.2 no 257-06), intitulée *Interconnexion des ressources micro-décentralisées à onduleur à des réseaux de distribution*. L'adoption de cette norme a permis de préciser les modalités de connexion des systèmes PV au réseau et de simplifier la vie des éventuels petits producteurs PV.

Les forces convergentes

- Dans le cadre du protocole de Kyoto, 106 pays ont adopté des mesures concrètes de réduction des émissions nationales de GES.
- Les incertitudes sur les réserves en combustible fossile et l'instabilité des prix de l'énergie poussent certains utilisateurs à produire leur propre énergie. Ils se tournent vers des sources plus fiables et à prix stables, dont la photovoltaïque.
- La prise de conscience sur la qualité de l'air amène les gouvernements à adopter de nouvelles réglementations et les entreprises à réduire leurs émissions polluantes.
- La production d'énergies renouvelables a bénéficié d'importantes avancées technologiques qui la rendent plus économique et, dans certains cas, compétitive avec certaines formes de production d'énergie conventionnelle.
- La déréglementation de l'électricité, qui devrait accroître la compétition et les rendements, élargit les choix du consommateur, crée un marché où le prix réel de l'électricité détermine la demande et offre une nouvelle chance à l'intégration en réseau qui, à son tour, favorise considérablement la production répartie.

Les forces divergentes

- Les coûts d'investissement dans l'équipement PV sont encore très élevés, considérant la faiblesse des rendements de conversion (14 % à 18 %).
- Le cadre commercial et législatif est conçu pour les gros fournisseurs et la production centralisée, ce qui désavantage encore la production répartie d'énergie et les petits producteurs d'énergies renouvelables.
- La méconnaissance et l'incompréhension des applications photovoltaïques et de leurs avantages de la part des principaux acteurs et décideurs rendent encore difficile le développement de ce secteur.
- Les architectes, les concepteurs, les électriciens, les installateurs, les assureurs et autres acteurs du domaine manquent encore de formation et d'expérience.
- Les utilisateurs finaux, les services publics, les gouvernements et autres ne parviennent pas vraiment à réaliser les débouchés à grande échelle de la PV.
- Les règles du marché et la réglementation entravent actuellement la PV ou l'empêchent d'être compétitive sur le marché de l'énergie.
- L'industrie photovoltaïque canadienne n'a pas suffisamment d'influence et de présence.
- Le monde des investisseurs est encore peu intéressé.

⁴⁵ INDUSTRIE CANADA (par le groupe Delphi), Réaliser le potentiel de la photovoltaïque en réseau au Canada : Un plan d'action pour intégrer la photovoltaïque dans l'avenir énergétique du Canada. [En ligne] www.ic.gc.ca/epic/site/rei-ier.nsf/fr/h_nz00017f.html (page consultée le 11 octobre 2006)

- Il manque d'incitatifs commerciaux — rabais, remises, subventions, réductions d'impôt, campagnes d'information.
- La sensibilisation aux retombées positives de la PV n'est pas assez importante.
- Les projets pilotes actuels qui démontrent la faisabilité de la PV ne sont pas assez nombreux.
- Il n'y a pas de normes concernant les toits recouverts de modules photovoltaïques qui tiennent compte des contraintes dues, en autre, à la neige et au vent.

LA SITUATION DE LA PHOTOVOLTAÏQUE AU CANADA

Puissance PV installée

Au Canada, la puissance PV totale installée au Canada a augmenté de 31 % en 2006 pour atteindre près 20,5 MW, comparativement à 16,75 MW à la fin de 2005⁴⁶. Les ventes de modules PV pour usage domestique ont totalisé en 2006 une capacité de 3,74 MW, comparativement à 2,86 MW en 2005, ce qui représente aussi une augmentation de 31 %.

Répartition de la puissance PV installée au Canada⁴⁷

PV hors-réseau (93 %)		PV relié à un réseau (7 %)		PV totale	PV per capita	PV en 2006	PV reliée à un réseau en 2006
Résidentielle	Non résidentielle	Répartie	Centralisée				
6 680 kW	12 296 kW	1 443 kW	65 kW	20 484 kW	0,6 w	3 738 kW	384 kW
32,7 %	60 %	7 %	0,3 %				

Au Canada, en 2006, la capacité des sites hors réseau s'élevait à près de 19 000 kW, alors que la capacité des installations reliées au réseau n'était que de 1 500 kW. À l'échelle de la planète, on retrouve une situation contraire : les systèmes photovoltaïques raccordés à un réseau de distribution représentent la très grande majorité des installations⁴⁸.

Total cumulatif de la capacité PV installée au Canada 1993-2006 (MW)⁴⁹

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1,2	1,5	1,9	2,6	3,4	4,5	5,8	7,2	8,8	10,0	11,8	13,9	16,7	20,5

Depuis 1993, le marché canadien de la PV a connu une croissance annuelle moyenne de 24 %.

⁴⁶ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Rapport national sur la revue du marché et des applications photovoltaïque au Canada – 2006*. [En ligne] www.iea-pvps.org/countries/canada/06cannsr_fr.pdf (page consultée le 14 novembre 2007)

⁴⁷ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Op. Cit.* 24.

⁴⁸ *Ibid.*

⁴⁹ *Ibid.*

Budget public consacré à la PV

Le budget public total consacré au secteur de la photovoltaïque au Canada a connu en 2006 une augmentation de 450 000 \$ CAN, soit 6 % de plus qu'en 2005. Cette augmentation s'explique, entre autres, par le financement pluriannuel important du gouvernement fédéral dans le Réseau canadien de recherche sur les bâtiments solaires.

Tendances observées dans les budgets publics pour la R & D, les programmes de démonstration ou essais de terrain et les incitatifs commerciaux au Canada (000 \$CAN)⁵⁰

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Total Fed/prov	890	1 500	1 950	5 955	8 540	9 800	7 700	8 150
Tendance annuelle	-	68 %	30 %	205 %	43 %	15 %	-21 %	6 %

Budgets publics pour la R & D, les programmes de démonstration ou essais terrain et les incitatifs commerciaux au Canada en 2006 (000 \$ Can)⁵¹

	Incitatifs commerciaux	Démo et essais	R & D	Total
Fédéral	0	3 050	3 300	6 350
Provincial	100	600	1 200	1 800
Total	100	3 650	4 500	8 150

⁵⁰ *Ibid.*

⁵¹ *Ibid.*

Programmes d'aide

Au fédéral

En place depuis avril 2007, le programme écoÉNERGIE, mis sur pied par le ministère des Ressources naturelles du Canada, dispose d'un budget de 1,48 milliard de dollars sur 10 ans pour accroître au Canada la production d'électricité à partir de l'énergie éolienne, de la biomasse, des centrales hydroélectriques à faible impact, de l'énergie géothermique, de l'énergie photovoltaïque solaire et de l'énergie des océans. Ce programme favorisera la production de 14,3 térawatt/heure d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable, soit suffisamment d'électricité pour alimenter environ 1 million de foyers.

*ÉcoÉNERGIE pour l'électricité renouvelable*⁵²

Le programme écoÉNERGIE pour l'électricité renouvelable vise à aider les Canadiens à utiliser l'énergie plus efficacement, à renforcer l'approvisionnement en énergie renouvelable et à mettre au point des technologies énergétiques moins polluantes.

Sont admissibles à ce programme : les entreprises, les municipalités, les institutions et les organismes.

Selon les termes de ce programme, écoÉNERGIE pour l'électricité renouvelable versera, pendant une période maximale de 10 ans, un cent (1 ¢) par kilowattheure obtenu dans le cadre d'un projet réalisé entre le 1^{er} avril 2007 et le 31 mars 2011 et qui permettra de produire de l'électricité propre à partir de sources d'énergie renouvelable.

Si, au 14 janvier 2008, 135 projets⁵³, totalisant 9540,8 MW, ont été acceptés, aucun de ces projets ne vise l'utilisation de la technologie photovoltaïque.

*ÉcoÉNERGIE pour le chauffage renouvelable*⁵⁴

Le gouvernement canadien, par le biais du programme écoÉNERGIE pour le chauffage renouvelable, investira 36 millions de dollars sur une période de quatre ans afin d'accroître l'utilisation de l'énergie thermique renouvelable par les industries, les entreprises et les institutions. Rien dans ce programme ne concerne la production d'énergie PV.

Au Québec

Aucun programme d'aide ou d'incitatifs touchant l'énergie PV n'est disponible au Québec. Le gouvernement québécois, dans sa stratégie énergétique pour 2006-2011, précise toutefois, à propos de l'énergie solaire, que : «*Le Québec entend aussi favoriser le développement de cette filière prometteuse en donnant à l'Agence de l'efficacité énergétique, en collaboration avec Hydro-Québec, le mandat de déposer à la Régie de l'énergie un programme pour le*

⁵² RESSOURCES NATURELLES DU CANADA – ECOACTION *ÉcoÉNERGIE pour l'électricité renouvelable* [En ligne] <http://ecoaction.gc.ca/ecoenergy-ecoenergie/power-electricite/index-fra.cfm> (page consultée le 15 novembre 2007)

⁵³ RESSOURCES NATURELLES DU CANADA – ECOACTION *Projets enregistrés sous écoÉNERGIE pour l'électricité renouvelable*. [En ligne] <http://ecoaction.gc.ca/ecoenergy-ecoenergie/power-electricite/projects-projets-fra.cfm> (page consultée le 15 novembre 2007)

⁵⁴ RESSOURCES NATURELLES DU CANADA – ECOACTION *ÉcoÉNERGIE pour le chauffage renouvelable* [En ligne] <http://ecoaction.gc.ca/ecoenergy-ecoenergie/heat-chauffage/index-fra.cfm> (page consultée le 15 novembre 2007)

développement de la filière solaire active au Québec en s'inspirant des approches en place dans d'autres juridictions, tout en les adaptant à la réalité québécoise. Par ailleurs, dans le cadre de son programme visant le soutien aux nouvelles technologies énergétiques, l'Agence de l'efficacité énergétique supportera le développement de la filière solaire active⁵⁵.»

Programmes de démonstration et d'essais de terrain

Voici les faits saillants relatifs aux principaux programmes de démonstration et d'essais de terrain entrepris au Canada en 2006.

Exhibition Place, Toronto⁵⁶

En août 2006, la ville de Toronto a installé un système PV de toit de 100 kW – le plus gros système à l'énergie solaire au Canada – sur le toit du Horse Palace à l'Exhibition Place. Ce système comprend quatre sous-systèmes, qui utilisent chacun une combinaison différente d'énergie solaire, d'onduleurs et de technologies de montage et qui devraient produire ensemble 120 MW d'électricité par an. Le rendement électrique de chaque sous-système fait l'objet d'une surveillance séparée et est soumis à une comparaison pour déterminer la meilleure combinaison de technologies à employer dans les projets futurs.

Immeuble Fred Kaiser de l'Université de la Colombie-Britannique⁵⁷

L'Université de la Colombie-Britannique a installé un système PV de 7 kW raccordé au réseau dans le puits de lumière de l'immeuble Fred Kaiser, qui abrite le département de génie électrique et de génie informatique de l'UBC. Le système a été conçu dans le cadre d'un partenariat regroupant des architectes et des représentants de l'industrie de la PV. Les panneaux photovoltaïques installés sur le puits de lumière de l'atrium assurent l'alimentation en courant continu de l'éclairage de sécurité ainsi que celle des expériences réalisées par le Power Lab qui nécessitent du courant continu.

Exposition municipale sur l'énergie solaire en Alberta⁵⁸

En 2006, le partenariat Climate Change Central, de la province de l'Alberta, a procédé au lancement de l'Alberta Solar Municipal Showcase, un projet de démonstration de systèmes photovoltaïques raccordés au réseau sur les bâtiments publics hautement visibles de 20 municipalités. Le but du projet est de sensibiliser les autorités municipales aussi bien que les citoyens à cette forme d'énergie renouvelable et de son impact positif sur l'environnement. On estime que le projet complété permettra de générer 20 mégawatt/heure d'électricité et de réduire d'environ 22 tonnes par année les émissions de CO₂.

⁵⁵ MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE *L'ÉNERGIE - La stratégie énergétique du Québec, 2006-2015*, page 75 du document. [En ligne] www.mmf.gouv.qc.ca/publications/energie/strategie/strategie-energetique-2006-2015.pdf (page consultée le 7 janvier 2008)

⁵⁶ CITY OF TORONTO. *Photovoltaic Pilot Project at Exhibition Place* [En ligne] www.toronto.ca/bbp/photovoltaic-pilot-project.htm (page consultée le 13 janvier 2008)

⁵⁷ LIGHT HOUSE. *Fred Kaiser Building at UBC*. [En ligne] www.sustainablebuildingcentre.com/learn/fred_kaiser_building_at_UBC (page consultée le 15 janvier 2008).

⁵⁸ ALBERTA SOLAR. *Alberta solar Municipal Showcase*. [En ligne] www.lasosun.ca (page consultée le 15 janvier 2008)

Démonstration de systèmes d'alimentation hybrides à l'énergie solaire pour résidences éloignées⁵⁹

Le gouvernement du Canada, dans le cadre d'un projet de démonstration financé par le programme TEAM, aide la société Xantrex Technology Inc. à mettre au point des composantes qui permettent d'intégrer des systèmes d'alimentation photovoltaïque, éolienne et à piles à combustible à des systèmes de production d'électricité classiques à partir de combustibles fossiles, pour des applications à distance et hors réseau. En août 2006, le nouvel Hybrid Power System a été expérimenté dans le cadre d'un projet de démonstration sur les terres de la Première nation Xeni Gwet'in, près de Chilko Lake, dans un site éloigné. Ce système, qui comprend des dispositifs électroniques de pointe, un ensemble de batteries et une génératrice, fournit suffisamment d'électricité pour alimenter une résidence de taille moyenne. La société Xeni Gwet'in Enterprise, prévoit installer une trentaine de ces systèmes dans autant de résidences de la région.

Projets pilotes de démonstration des habitations à consommation énergétique nette zéro⁶⁰

En 2006, le gouvernement fédéral a annoncé l'initiative de la Maison EQUilibrium, anciennement connue sous le nom d'initiative de la Maison saine à consommation d'énergie nette zéro. Douze équipes construiront les maisons pilotes du projet de démonstration à différents endroits au Canada. La Maison EQUilibrium est conçue pour réduire à un minimum absolu, par l'intégration d'une vaste gamme de technologies, de stratégies, de produits et de techniques, les incidences de l'habitation sur l'environnement, sa consommation ainsi que les coûts annuels, tout en assurant un environnement intérieur sain. Parmi les éléments considérés pour ces habitations : enveloppe thermique performante; optimisation du solaire passif; récupération d'énergie; sources d'énergie renouvelables, les systèmes à énergie renouvelable utilisés étant ceux qui sont disponibles sur le marché. Cette initiative a pour but d'accroître l'intérêt des consommateurs pour les technologies d'énergie renouvelable, dont la technologie PV.

⁵⁹ XANTREX *Xantrex demonstrates new solar Hybrid Power System for remote homes* [En ligne] www.xantrex.com/web/did/1544/readnews.asp (page consultée le 15 janvier 2007)

⁶⁰ SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT. *Maison EQUilibrium*. [En ligne] www.cmhc-schl.gc.ca/fr/prin/dedu/maeq/index.cfm (page consultée le 15 janvier 2007)

Faits saillants en Recherche et Développement

Programme photovoltaïque canadien⁶¹

Le principal objectif de ce programme, géré par le Centre de la technologie de l'énergie de CANMET (CTEC-Varenes) est d'appuyer la mise au point et le déploiement de technologies basées sur l'énergie photovoltaïque au Canada.

En 2006 dans le cadre du programme sur la PV, les projets ont porté sur:
l'intégration de systèmes thermiques et photovoltaïques dans les bâtiments;

- l'optimisation des maisons solaires à consommation nulle;
- l'élaboration de cartes des ressources photovoltaïques pour le Canada;
- l'établissement de normes et de codes pour la certification et l'installation de systèmes PV et de leurs composants;
- l'établissement de lignes directrices nationales pour le raccordement des petites sources d'alimentation électrique distribuée au réseau d'électricité public;
- la facturation nette, en collaboration avec Mesures Canada, afin de régler les questions réglementaires.

Réseau de recherche sur les bâtiments solaires⁶²

Le gouvernement du Canada, par le biais du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie (CRSNG) finance le Réseau de recherche sur les bâtiments solaires (RRBS). Ce consortium de recherche a pour but de faire progresser la collaboration multidisciplinaire afin d'innover en matière de production d'énergie solaire et d'en optimiser l'utilisation dans les bâtiments commerciaux, institutionnels et résidentiels au Canada. Le RRBS, crée des occasions de démonstration des projets innovateurs de PV au Canada et élargit la base de connaissances en tenant compte des avantages et de la valeur ajoutée de la technologie PV dans les bâtiments du futur. Le RRBS domine le marché de la recherche dans ce domaine au sein des universités canadiennes.

Fabricants et fournisseurs d'autres composants

Plus de 150 organisations⁶³ œuvrant dans l'énergie solaire (entreprises de vente, grossistes, fabricants de produits, sociétés d'experts-conseils du secteur privé, installateurs de systèmes et associations industrielles) font tourner la roue de l'économie de la PV au Canada.

Le secteur canadien de la fabrication de la PV a connu, ces cinq dernières années, une croissance considérable pour desservir les marchés intérieur et extérieur. On a observé une légère hausse de l'emploi manufacturier au Canada, qui est passé de 627 en 2005 à 645 en 2006. Les plus grands fabricants sont Xantrex, Carmanah, Automation Tooling Systems et ICP Global.

⁶¹ RESSOURCES NATURELLES CANADA – CTEC-VARENNES. *Énergies propres – Systèmes photovoltaïques dans les bâtiments*. [En ligne] http://cetc-varenes.nrcan.gc.ca/fr/er_re/pvb.html (page consultée le 15 janvier 2007)

⁶² RESEAU DE RECHERCHE SUR LES BATIMENTS SOLAIRES. *Vision* [En ligne] www.solarbuildings.ca/fr/reseau (page consultée le 15 janvier 2008)

⁶³ CANADIAN SOLAR INDUSTRY ASSOCIATION. *Canadian Solar Industry Directory* [En ligne] www.cansia.ca/directory (page consultée le 20 janvier 2008)

Xantrex Technology⁶⁴

Depuis 1983, cette entreprise fabrique des systèmes électroniques d'alimentation et des systèmes d'alimentation de secours, mobiles et adaptés aux énergies renouvelables.

L'entreprise propose une gamme de systèmes d'alimentation c. a. et c. c., ainsi que des convertisseurs, des chargeurs de batteries et des accessoires de gestion de batteries. Elle fabrique aussi bien des unités de poche que des appareils de grande puissance. Le siège social de Xantrex est à Vancouver et l'entreprise est aussi présente aux États-Unis et en Espagne. Elle compte 830 employés et ses revenus ont atteint 158 M \$ US en 2006.

Automation Tooling Systems (ATS)⁶⁵

Fondée en 1978, ATS concentre ses efforts sur la conception de systèmes automatisés destinés notamment à ses clients du secteur médical, des secteurs de l'informatique et de l'électronique, ainsi que de l'automobile. L'entreprise produit, entre autres, des composantes de systèmes photovoltaïques. ATS possède 24 usines situées au Canada, aux États-Unis, en Europe ainsi qu'en Asie du sud-est et en Chine. Le siège social de l'entreprise est situé à Cambridge en Ontario. En 2006, ATS employait environ 3500 personnes et enregistrait des revenus de 725 M \$, dont 145 proviennent de ses activités dans le secteur des produits photovoltaïques.

Carmanah Technologies Corporation⁶⁶

Cette entreprise produit des systèmes d'éclairage LED à l'énergie solaire, des systèmes photovoltaïques autonomes et en réseau ainsi que des panneaux de signalisation LED. Son siège social est situé à Victoria en Colombie-Britannique, mais elle possède également une usine à Calgary, ainsi que des bureaux de vente et de services à Toronto, à Santa Cruz en Californie et à Crawley, en Angleterre. En 2006, les revenus de Carmanah Technologies Corporation s'élevaient à 62 M\$ et elle comptait 190 employés.

ICP Solar Technologies⁶⁷

ICP Solar Technologie développe, fabrique et met en marché des cellules solaires, des produits photovoltaïques et des matériaux de construction BIPV. Elle fabrique notamment des panneaux solaires qui permettent de recharger les batteries de voitures ou de véhicules récréatifs, ou encore de fournir une énergie complémentaire pour les bateaux ou les chalets isolés. Ses produits jouissent d'une bonne distribution aux États-Unis et en Europe. Située à Montréal, l'entreprise a un chiffre d'affaires de 8 M \$ et emploie 75 personnes.

⁶⁴ XANTREX TECHNOLOGY. [En ligne] www.xantrex.com/index.asp (page consultée le 20 janvier 2008)

⁶⁵ AUTOMATION TOOLING SYSTEMS. [En ligne] www.atsautomation.com (page consultée le 20 janvier 2008)

⁶⁶ CARMANAH TECHNOLOGIES CORPORATION [En ligne] www.carmanah.com (page consultée le 20 janvier 2008)

⁶⁷ ICP SOLAR TECHNOLOGIES [En ligne] www.icpsolar.com (page consultée le 20 janvier 2008)

La PV vue par...

La Corporation des maîtres électriciens

Yannick Vaillancourt, conseiller technique à la Corporation des maîtres électriciens, notait au cours d'une conversation téléphonique tenue dans la semaine du 28 janvier 2008 que la Corporation s'intéresse au développement de la production des énergies renouvelables. L'organisme offre déjà à ses membres des formations sur l'énergie éolienne, mais pas encore sur la photovoltaïque. Il constate que la demande de la part du public pour ce genre d'équipement est encore très faible.

Pour lui, la technologie solaire est au point et a fait ses preuves. Le principal obstacle demeure encore le prix très élevé et la rentabilité d'une installation photovoltaïque au Québec, vu le coût très bas de l'hydroélectricité.

M. Vaillancourt note par contre que la sensibilisation à l'énergie solaire se fait malgré tout, comme en témoigne l'initiative d'Hydro-Québec de permettre le branchement d'installations photovoltaïques à son réseau et d'offrir à ses abonnés la facturation nette.

Compte tenu des installations photovoltaïques hors réseau déjà en place, il existe au sein des membres de la Corporation une certaine expertise pour ce type de systèmes. Quiconque veut installer un système PV chez lui trouvera facilement un professionnel pour le faire de façon sécuritaire et conformément aux exigences du Code de la construction du Québec et du Code canadien de l'électricité.

L'Association professionnelle des constructeurs d'habitations du Québec (APCHQ)

De l'avis d'André Gagné, directeur des services techniques de l'APCHQ, le Québec et sa population ne sont pas, dans les faits, très axés sur l'écologie, et ce, malgré les discours officiels. Dans un entretien téléphonique tenu dans la semaine du 28 janvier 2008, il estimait que les efforts des acheteurs de maisons sont plutôt orientés sur l'efficacité énergétique, et ce, principalement dans le but de faire des économies monétaires, très peu par conviction écologique.

L'acquisition de technologie permettant de produire de l'énergie renouvelable, comme l'éolien ou le solaire, demeure marginale. Plusieurs raisons expliquent ce phénomène à commencer par le coût de ces technologies et la difficulté de rentabiliser cet investissement. De plus, le Québec est désavantagé en termes de climat, la neige empêchant le fonctionnement optimal des panneaux solaire l'hiver. De plus, les questions de zonage et d'urbanisme freinent, dans plusieurs villes, l'installation de système de production d'énergie. Compte tenu des coûts liés aux installations photovoltaïques et du peu d'intérêt affiché par la population, les membres de l'APCHQ n'en font pas la promotion auprès des acheteurs de maisons.

LA TECHNOLOGIE PV AILLEURS DANS LE MONDE

Cette section décrit la situation et le développement des marchés de la technologie PV dans les pays membres de l'International Energy Agency (IEA). Fondé en 1974, cet organisme autonome lié à l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a mis sur pied un programme de collaboration en matière d'énergie destiné à 21 pays membres de l'organisation. Le programme portant sur les systèmes d'alimentation photovoltaïque, appelé IEA PVPS (Photovoltaic Power Systems), est l'une des ententes de collaboration en R et D créées par l'IEA et, depuis 1993, ses participants réalisent conjointement divers projets portant sur les applications photovoltaïques.

Les 19 pays participant à l'IEA PVPS sont l'Allemagne (ALL), l'Australie (AUS), l'Autriche (AUT), le Canada (CAN), la Corée du Sud (COR), le Danemark (DAN), les États-Unis (É.-U.), la France (FRA), Israël (ISR), l'Italie (ITA), le Japon (JAP), le Mexique (MEX), les Pays-Bas (P.-B.), la Norvège (NOR), le Portugal (POR), l'Espagne (ESP), le Royaume-Uni (R.-U.), la Suède (SUE) et la Suisse (SUI)

L'un des produits livrables de l'IEA PVPS est le rapport d'enquête international *Trends in photovoltaic applications*, qui contient des informations sommaires sur les tendances dans les applications relatives aux systèmes d'alimentation photovoltaïque mises en œuvre par les pays membres. Le rapport est constitué en grande partie de renseignements extraits des rapports d'enquête nationaux produits chaque année par les participants. Le site Web de l'AIE PVPS joue également un rôle important dans la diffusion de l'information découlant du programme, y compris l'information nationale. Les tableaux présentés ici sont tirés de ce rapport d'enquête⁶⁸.

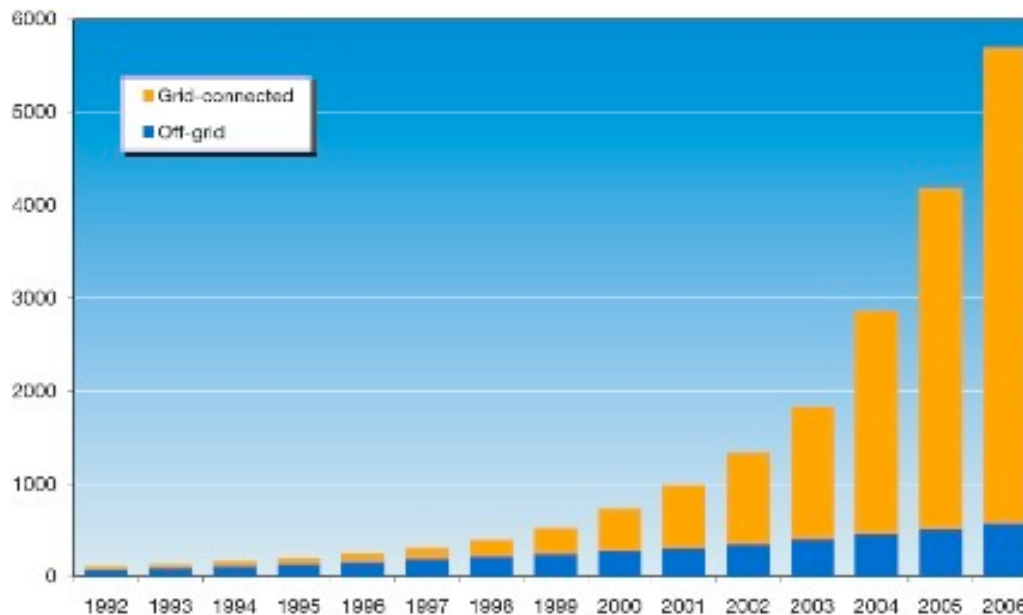
Outre les données statistiques, la situation de la PV dans 10 pays est présentée plus en détail. Il s'agit des pays membres de l'IEA PVPS dont la croissance du marché de la PV est, ou a été, de 5 MW ou plus entre 1995 et 2006, tels que décrits au tableau 3. Ces pays sont l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Corée, l'Espagne, les États-Unis, la France, l'Italie, le Japon et les Pays-Bas.

⁶⁸ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Op. Cit.* 24.

Données statistiques

Environ 1,5 GW de capacité PV ont été installés au cours de l'année 2006, soit 15 % de plus qu'en 2005, élevant ainsi la capacité totale d'énergie PV dans le monde à 5,7 GW. La part la plus importante des nouvelles installations des dernières années va à l'Allemagne et au Japon, qui comptent pour 82 % de l'ensemble⁶⁹.

Graphique 1
Total de la capacité PV reliée au réseau et hors réseau
des pays membres de l'IEA PVPS⁷⁰



⁶⁹ *Ibid.*

⁷⁰ *Ibid.*

Tableau 1
Capacité PV des pays membres de l'IEA PVPS à la fin de 2006⁷¹

Pays	PV hors réseau		PV relié à un réseau		Capacité PV totale	Capacité PV per capita	PV installée en 2006	PV reliée à un réseau en 2006
	[kW]		[kW]		[kW]	[W/Capita]	[kW]	[kW]
	Résidentiel	Non résidentiel	Réparti	Centralisé				
ALL	32 000		2 831 000		2 863 000	34,9	953 000	950 000
AUS	23 883	36 653	9 005	760	80 301	3,5	9 721	2 145
AUT	3 169		21 263	1,153	25 585	3,1	1 564	1 290
CAN	6 680	12 296	1 443	65	20 484	0,6	3 738	384
COR	983	4 960	18 323	10 467	34 733	0,7	21 209	20 929
DAN	80	255	2 565	0	2 900	0,5	250	210
ESP	17 800		100 400		118 200	2,7	60 500	51 400
É.-U.	114 000	156 000	322 000	32 000	624 000	2,1	145 000	108 000
FRA	15 015	6 539	22 379	0	43 933	0,7	10 890	9 412
ISR	1 084	210	11	14	1 319	0,2	275	0
ITA	5,300	7 500	30 500	6,700	50 000	0,9	12 500	12 000
JPN	1 212	87 376	1 617 011	2 900	1 708 499	13,4	186 591	285 060
MEX	15 019	4 573	155	0	19 747	0,2	1 054	116
NOR	7 150	390	128	0	7 668	1,7	416	53
P.-B.	5 713		43 673	3 319	52 705	3,2	1 521	1 243
R.-U.	324	758	12 960	0	14 042	0,2	3 165	3 007
SUÈ	3 630	655	555	0	4 840	0,5	603	301
SUI	3 050	350	23 740	2 560	29 700	4,0	2 650	2 500
total	226 751	347 856	4 773 271	343 778	5 691 656		1 514 647	1 448 050

⁷¹ *Ibid.*

Tableau 2
Total cumulatif de la capacité PV installée dans les pays membres
de l'IEA PVPS : perspective historique⁷²

Pays	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	rang
ALL	8,9	12,4	17,7	27,8	41,8	53,8	69,4	113,7	194,6	278,0	431,0	1044	1910	2863	1
AUS	8,9	10,7	12,7	15,7	18,7	22,5	25,3	29,2	33,6	39,1	45,6	52,3	60,6	70,3	5
AUT	0,8	1,1	1,4	1,7	2,2	2,9	3,7	4,9	6,1	10,3	16,8	21,1	24,0	25,6	11
CAN	1,2	1,5	1,9	2,6	3,4	4,5	5,8	7,2	8,8	10,0	11,8	13,9	16,7	20,5	12
COR	1,6	1,7	1,8	2,1	2,5	3,0	3,5	4,0	4,8	5,4	6,0	8,5	13,5	34,7	9
DAN	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	1,1	1,5	1,5	1,6	1,9	2,3	2,7	2,9	18
ESP	4,6	5,7	6,5	6,9	7,1	8,0	9,1	12,1	15,7	20,5	27,0	37,4	57,7	118,2	4
É-U.	50,3	57,8	66,8	76,5	88,2	100,1	117,3	138,8	167,8	212,2	275,2	376	479,0	624,0	3
FIN	1,0	1,2	1,3	1,5	2,0	2,2	2,3	2,6	2,7	3,1	3,4				20
FRA	2,1	2,4	2,9	4,4	6,1	7,6	9,1	11,3	13,9	17,2	21,1	26,0	33,0	43,9	8
ISR	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,9	1,0	1,3	19
ITA	12,1	14,1	15,8	16,0	16,7	17,7	18,5	19,0	20,0	22,0	26,0	30,7	37,5	50,0	7
JAP	24,3	31,2	43,4	59,6	91,3	133,4	208,6	330,2	452,8	636,8	859,6	1132	1421,9	1708,5	2
MEX	7,1	8,8	9,2	10,0	11,0	12,0	12,9	13,9	15,0	16,2	17,1	18,2	18,7	19,7	13
NOR	4,1	4,4	4,7	4,9	5,2	5,4	5,7	6,0	6,2	6,4	6,6	6,9	7,3	7,7	15
P-B.	1,6	2,0	2,4	3,3	4,0	6,5	9,2	12,8	20,5	26,3	45,9	49,5	51,2	52,7	6
POR	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,1	1,3	1,7	2,1	2,6	3,0	3,0	17
R.-U.	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	1,1	1,9	2,7	4,1	5,9	8,2	10,9	14,0	14
SUÈ	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,8	16
SUI	5,8	6,7	7,5	8,4	9,7	11,5	13,4	15,3	17,6	19,5	21,0	23,1	27,1	29,7	10
Total	136	164	199	244	314	396	520	729	989	1334	1828	2858	4180	5695	

⁷² Ibid.

Tableau 3
Croissance annuelle du marché
dans certains pays membres de l'IEA PVPS* (en MW)⁷³

Pays	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
ALL	5,3	10,1	14,0	12,0	15,6	44,3	80,9	83,4	153,0	613,0	866,0	953,0
AUS	2,0	3,0	3,0	3,8	2,8	3,9	4,4	5,5	6,5	6,7	8,3	9,7
AUT	0,3	0,3	0,5	0,7	0,8	1,2	1,2	4,2	6,5	4,2	3,0	1,6
COR	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,8	0,7	0,6	2,5	5,0	21,2
ESP	0,8	0,4	0,2	0,9	1,1	3,0	3,6	4,8	6,5	10,4	20,3	60,5
É-U.	9,0	9,7	11,7	11,9	17,2	21,5	29,0	44,4	63,0	100,8	103,0	145,0
FRA	0,5	1,5	1,7	1,5	1,5	2,2	2,6	3,3	3,9	5,2	7,0	10,9
ITA	1,7	0,2	0,7	1,0	0,8	0,5	1,0	2,0	4,0	4,7	6,8	12,5
JPN	12,2	16,2	31,7	42,1	75,2	121,6	122,6	184,0	222,8	272,4	289,9	286,6
P-B.	0,4	0,9	0,7	2,5	2,7	3,6	7,7	5,8	19,6	3,6	1,7	1,5

* Pays dont la croissance annuelle du marché est, ou a été, supérieure à 5 MW.

Tableau 4
Mesures incitatives et mécanismes de supports en vigueur
dans les pays de l'IEA-PVPS⁷⁴

	ALL	AUS	AUT	COR	DAN	ESP	É-U.	FRA	ISR	ITA	JAP	MEX	NOR	P-B.	R-U.	SUÈ	SUI
Feed-in-Tarifs	X		X	X		X	X	X	X	X							X
Subventions	X	X	X	X	X			X			X			X	X	X	X
Programme d'énergie propre	X	X	X				X		X		X			X	X		X
Programme d'énergie propre PV		X	X		X		X								X		X
Renewable Portfolio Standard (RPS) ⁷⁵		X					X				X				X	X	
Exigences PV dans le RPS							X										
Fonds d'investissement PV	X					X	X							X			
Crédits d'impôt							X	X			X			X	X	X	X
Comptage net		X	X		X		X			X				X	X		X
Facturation nette		X									X				X		X
Programme banques commerciales	X	X					X				X						
Programme services publics	X	X		X	X		X				X			X	X		X
Normes pour bâtiments		X		X		X	X							X			X

⁷³ Ibid.

⁷⁴ Ibid.

⁷⁵ Normes imposées par les gouvernements aux compagnies d'électricité afin qu'une fraction de leur électricité soit produite à partir de sources renouvelables (éolien, solaire, le géothermique, la biomasse, etc.)

Les mesures incitatives⁷⁶

Une grande variété de mesures incitatives et de mécanismes de support au marché de la photovoltaïque sont en place au niveau national, régional ou local dans les pays membres de l'IEA PVPS. Parmi les instruments financiers les plus répandus pour promouvoir et supporter la PV dans ces pays se trouvent l'offre d'achat normalisé (Feed-in-tariff ou FIT) et les programmes de subventions.

Les FIT

L'utilisation des FIT pour stimuler la croissance de la PV raccordée au réseau va grandissante à travers le monde. Toutefois, si un haut niveau tarifaire s'est avéré efficace pour stimuler la croissance de ce marché, comme en Allemagne, les conditions relatives à ce type de programme dans certains pays compromettent l'atteinte de résultats satisfaisants ou minent l'intérêt des investisseurs. Ces conditions ont souvent trait aux plafonds de capacité PV autorisés en vertu de ces programmes, à l'exclusion de certains types de projets (BIPV ou projets à grande échelle), au manque de différenciation des tarifs en fonction de la forme d'énergie renouvelable, aux périodes de garantie de paiement trop courtes et aux procédures administratives trop complexes.

De plus, la détermination du tarif est particulièrement importante. Offrir un tarif trop élevé risque de provoquer une surchauffe du marché, alors qu'offrir un tarif trop bas risque de décourager les investisseurs. L'Allemagne a d'abord offert un tarif très généreux, mais selon une formule prévoyant la diminution annuelle de ce tarif. Ce programme a connu un succès rapide auprès des investisseurs, dont il a su maintenir l'intérêt par une baisse progressive des prix. Le modèle Allemand a été suivi par de nombreux pays.

Les subventions

Les subventions directes constituent une forme d'incitatif qui permet d'atténuer la barrière que représente le prix d'acquisition d'un système photovoltaïque, principal obstacle au déploiement de la PV. Contrairement aux FIT, les subventions peuvent servir d'incitatif pour l'acquisition de systèmes reliés au réseau ou non. Toutefois, les subventions n'incitent pas les propriétaires à assurer la performance maximale de leur système et elles ne stimulent pas le consommateur à économiser l'énergie. De plus, les subventions à l'achat de systèmes PV sont souvent vues comme un facteur favorisant l'inflation des prix et comme une aide apportée à des consommateurs aisés.

Les crédits d'impôt

À l'instar des subventions, les crédits d'impôt peuvent faciliter l'accès à la technologie PV. Cela suppose toutefois que les bénéficiaires de ces mesures aient des obligations fiscales. Bien que les crédits d'impôt s'avèrent efficaces sur le plan économique, ils ne semblent pas être, comme peuvent l'être, par exemple, les subventions, la mesure la plus indiquée pour stimuler le marché dans ses premières phases de développement.

⁷⁶ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Op. Cit.* 68.

Programmes des banques

L'évolution du marché de la photovoltaïque offre des possibilités d'affaires intéressantes pour divers intervenants financiers. Un programme de prêts hypothécaires «verts» existe déjà aux États-Unis, qui offre des conditions avantageuses aux acheteurs de maisons écoénergétiques. On note également dans certains pays l'émergence de fonds d'investissement privés axés sur l'environnement. Il est à prévoir que de plus en plus d'activités économiques et financières s'appuyant sur le marché des énergies renouvelables et de la photovoltaïque seront mises sur pied.

Renewable Portfolio Standards (RPS)

Compte tenu des problématiques de changements climatiques et de sécurité énergétique, certains gouvernements, dont celui des États-Unis, prennent de plus en plus en compte les énergies renouvelables dans leurs stratégies d'approvisionnement en énergie. De cette considération découle le concept du Renewable Portfolio Standards (RPS), une approche réglementaire qui oblige les services publics à produire une certaine quantité d'énergie renouvelable. Toutefois, considérant les coûts encore élevés de la production d'énergie PV, d'autres sources d'énergies renouvelables sont souvent favorisées.

Normes pour bâtiments

Certains pays ont adopté des normes en matière d'aménagement de nouveaux bâtiments résidentiels et commerciaux. Il peut souvent s'agir de simples mesures d'efficacité énergétique, qui ciblent peu la technologie PV. On trouve parfois parmi ces normes des exigences plus importantes, comme c'est le cas en Espagne, où des systèmes PV doivent obligatoirement être intégrés aux nouvelles constructions d'envergure.

Programmes d'énergie propre

Que ce soit pour répondre à leurs obligations ou pour réaliser des occasions d'affaires, certains services publics d'électricité offrent désormais à leur clientèle des programmes d'énergie propre. Ce marché s'adresse au segment de clientèle pour qui le respect de l'environnement constitue une valeur en soi et qui est prêt à déboursier davantage pour cette électricité verte. Toutefois, ces programmes sont caractérisés par la même problématique que celle que l'on retrouve dans le cas des RPS : ils favorisent l'énergie renouvelable de sources moins dispendieuses que la photovoltaïque, comme l'hydroélectricité, l'éolien et la biomasse. Mais, pour répondre aux attentes d'une partie de leurs clientèles, pour assurer une certaine diversité de l'offre ou du fait du jeu de la concurrence, certains services publics offrent la possibilité d'acheter spécifiquement de l'énergie renouvelable certifiée PV.

Pays par pays

Allemagne

L'Allemagne est le premier marché PV au monde. Dans sa stratégie de réduction des GES, le gouvernement fédéral a établi des objectifs nationaux de production d'énergie de sources renouvelables de 12,5 % pour 2010 et de 20 % pour 2020⁷⁷. Ces efforts portent fruits puisque les énergies renouvelables, qui ne comptaient que pour 6,3 % en 2000, ont atteint 11,6 % en 2006. La capacité des systèmes PV en place contribue pour 2,8 % du total des énergies renouvelables.

Depuis 2004, l'Allemagne est le pays dans le monde où l'on compte le plus grand nombre d'installations annuelles de PV. La stratégie gouvernementale favorise l'installation de systèmes PV reliés au réseau (91 %)⁷⁸, dont principalement les toits solaires, qui dominent le marché, ainsi que les grandes installations PV à haute puissance. Le secteur résidentiel hors réseau (9 %)⁷⁹ concerne plutôt la villégiature. La fédération allemande de l'industrie solaire (Bundesverband Solarwirtschaft - BSW) estime qu'environ 5 000 entreprises font partie de l'industrie solaire allemande et qu'elles emploient quelque 50 000 personnes. Le chiffre d'affaires de l'industrie se situe à environ 3,8 milliards € et continue de croître. Parmi les secteurs à fort développement, celui de la production de panneaux solaires Thin Film pourrait connaître un boom au cours des prochaines années. En 2006, le ministère fédéral de l'Environnement, de la Conservation de la nature et de la Sécurité nucléaire (BMU) a accordé 38 M € à 121 projets de recherche, dont près de la moitié visaient le développement de la technologie Thin Film.

Le développement remarquable de la PV en Allemagne est principalement attribuable à son programme d'achat normalisé (FIT), ainsi qu'à diverses autres mesures incitatives. Le programme d'achat normalisé, créé en 2000 dans le cadre du Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) (Loi sur les énergies renouvelables), a été amendé pour rendre le tarif plus intéressant pour les investisseurs et pour instituer un mécanisme d'ajustement à la baisse de ce tarif (5 %/an) en fonction de la baisse des coûts. Il était de 49,2 ct€/KW en 2007 et est garanti pour 20 ans. Il s'agit du tarif le plus généreux parmi ceux qui sont offerts par l'ensemble des pays européens possédant ce type de programme. Il assure donc un retour rapide sur l'investissement et une garantie de revenus à long terme. La décroissance de 5 % par année du tarif comporte deux effets très positifs : dans un premier temps, cela permet une croissance rapide du marché dans les premiers stades de développement, sans risque de surchauffe à plus long terme. Par la suite, la baisse graduelle du tarif incite l'industrie à refiler aux consommateurs la réduction des coûts de production des composantes, afin que l'investissement dans un système PV demeure rentable, même avec un tarif plus bas. Finalement, l'accès au programme n'impose aucun plafond de capacité. De grands plans de production d'énergie PV sont donc possibles. Pour la PV Policy Group⁸⁰, le tarif d'achat normalisé (FIT) allemand constitue le point de référence (benchmark) pour l'instauration d'un programme d'achat normalisé.

⁷⁷ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *National Survey Report of PV Power Applications in Germany – 2006*. [En ligne] www.iea-pvps.org/countries/germany/06deunsr.pdf (page consultée le 14 novembre 2007)

⁷⁸ PV POLICY GROUP. *European Best Practice Report*. [En ligne] www.pvpolicy.org/documents/PVPolicyEuropeanBestPracticeReport_id205.pdf (page consultée le 14 novembre 2007)

⁷⁹ *Ibid.*

⁸⁰ *Ibid.*

Précédemment, le programme 100 000 toits solaires⁸¹ (1999 – 2003), qui s'adressait aux acheteurs résidentiels, aux entreprises et aux associations et offrait un programme de prêts à faible taux (4,5 % sous le taux du marché), a permis la mise en place d'environ 65 700 systèmes PV, totalisant 345,5 MW. Depuis 2005, le Solarstrom Erzeugen⁸² (Solar Power Generation), administré par la Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), la banque de développement allemande, offre des prêts à long terme à faible taux d'intérêt (max. de 50 000 €) pour financer 100 % des coûts d'installation de systèmes PV et leur branchement au réseau. En 2006, ce programme, qui cible, entre autres, les particuliers et les professionnels indépendants, avait accordé plus de 30 200 prêts, totalisant 947 M €, et permis l'installation d'une capacité de 237,5 MW d'électricité PV.

Australie

Le marché australien de la PV a connu une croissance constante au cours de la dernière décennie, stimulé à la fois par des programmes gouvernementaux et la conscientisation progressive de la population face aux problèmes liés à l'environnement et aux changements climatiques. La plus grande part de la capacité PV en Australie est concentrée dans des installations industrielles et agricoles hors réseau. Un marché significatif existe toutefois dans le secteur résidentiel et commercial hors réseau. Ce marché est supporté par les programmes de prêts gouvernementaux dans le but de réduire l'utilisation du diesel dans la production d'énergie. Bien que le prix de l'électricité PV demeure élevé comparativement à l'électricité conventionnelle, ce marché devrait continuer à croître étant donné que le gouvernement fédéral a annoncé la poursuite de ses programmes incitatifs et que certains gouvernements provinciaux ont annoncé l'adoption de cibles en matière d'énergie renouvelable.

Parmi les mesures incitatives pour promouvoir la PV en Australie, le Photovoltaic Rebate Program⁸³ administré par les gouvernements provinciaux, s'adresse au secteur résidentiel et au secteur public, notamment aux écoles. Il s'agit d'un programme de réduction à l'achat de système PV qui atteignait jusqu'à 4 000 \$ AU en 2006 et 8 000 \$ AU en 2007. Grâce à ce programme, 1 230 systèmes PV ont été installés en 2006, pour un total de 4,9 M \$ AU. Depuis 2000, ce programme a accordé 40 M \$ AU en rabais et permis l'installation de plus de 8 000 systèmes PV totalisant 10 MW.

Par ailleurs, le Renewable Remote Power Generation Program⁸⁴ cible notamment les communautés indigènes et autres petites communautés, les résidences en régions éloignées utilisant le diesel pour produire de l'électricité, les installations touristiques, etc. Il accorde des prêts à des conditions avantageuses pour financer jusqu'à 50 % des coûts en capital d'un système de production d'énergie renouvelable. En 2006, 1,64 MW de capacité PV ont été installés grâce à ce programme. Depuis 2000, il a permis l'installation de 7 MW de capacité PV.

⁸¹ *Ibid.*

⁸² KFW BANKENGRUPPE. Solar Power Generation. [En ligne] www.kfw-foerderbank.de/EN/Home/Housing_Construction/SolarPower.jsp (page consultée le 6 mars 2008)

⁸³ AUSTRALIAN GOVERNMENT. Photovoltaic Rebate Program. [En ligne] www.environment.gov.au/settlements/renewable/pv/index.html (page consultée le 6 mars 2008)

⁸⁴ AUSTRALIAN GOVERNMENT. Renewable Remote Power Generation Program (RRPGP). [En ligne] www.environment.gov.au/settlements/renewable/rrpgp (page consultée le 6 mars 2007)

Finalement, le programme Solar Cities⁸⁵, administré par un consortium d'entreprises de production de matériel PV, de banques, de gouvernements provinciaux, de services publics d'électricité, d'entrepreneurs en construction et de groupes de recherche, veut favoriser la pénétration des technologies solaires et l'adoption de diverses mesures favorisant la production répartie d'énergie. En 2007, environ 5 MW ont été installés dans quatre villes australiennes grâce à ce programme, qui a aussi permis d'expérimenter différentes formules d'incitatifs financiers et un tarif d'achat normalisé.

Autriche

Au cours de 2006, le marché de la PV en Autriche a poursuivi son déclin en raison du manque de mesures incitatives. Après l'atteinte du sommet de 6,5 MW installés en 2003, la décroissance du marché s'est poursuivie pour n'atteindre, en 2006, que 1,6 MW de capacité PV installée, le plus bas niveau depuis 2001. Bien que l'Autriche se soit dotée d'une loi instituant un tarif d'achat normalisé (FIT), le Green Electricity Act (Ökostromgesetz), le plafond de 15 MW associé à ce programme a rapidement été atteint, laissant ainsi ce secteur pratiquement sans mesures incitatives. En dépit de l'effondrement de leur marché intérieur, l'industrie PV autrichienne a poursuivi ses activités et exporté sa production vers d'autres pays de l'Union Européenne où le marché de la PV est en croissance, notamment en Allemagne.

En 2006, toutefois, le Green Electricity Act⁸⁶ a été révisé et l'administration d'un nouveau régime d'aide aux énergies renouvelables a été confiée à la société OeMAG, créée par le ministère autrichien de l'Économie. Les contrats signés en vertu de ce nouveau régime datent de novembre 2006. Il est donc encore difficile d'en évaluer l'impact sur le marché. Les autorités estiment toutefois qu'il devrait permettre l'installation de 3 MW de capacité PV chaque année. Certains observateurs demeurent sceptiques, en raison de la complexité du programme et des limites financières imposées. De plus, ce régime favorise la biomasse, les biogaz et l'éolien. La PV compte pour moins de 10 % de l'ensemble du régime et devra partager avec d'autres formes marginales de production d'énergie renouvelable (hybrid firing, cofiring plant), un budget de 1,7 M €, sur une enveloppe annuelle totale de 17 M €.

Corée

En vertu de son nouveau plan énergétique national, la Corée s'est donnée pour objectif d'installer 100 000 systèmes PV sur toits et de doter 70 000 édifices de systèmes à composantes BIPV, le tout pour une capacité totale de 1,3 GW, le tout d'ici à l'an 2012⁸⁷. En 2006, le marché de la photovoltaïque a connu une forte croissance en Corée. Le total de la capacité PV installée dans ce pays a augmenté de 157 % entre 2005 et 2006. Ce bond spectaculaire est attribuable notamment à la mise en place d'une offre d'achat normalisé (FIT) et du programme de toits solaires.

Au cours de 2006, 52 systèmes PV commerciaux, totalisant 9,2 MW, ont été installés grâce au FIT, dont le tarif correspond à environ 0.69 \$CAN⁸⁸. Par ailleurs, 2 452 systèmes PV, totalisant

⁸⁵ AUSTRALIAN GOVERNMENT. *Welcome to Australia's Solar Cities*. [En ligne] www.environment.gov.au/settlements/solarcities (page consultée le 6 mars 2008)

⁸⁶ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, *Policies and Measures*. [En ligne] www.iea.org/textbase/pm/?mode=re&action=detail&id=2274 (page consultée le 6 mars 2008)

⁸⁷ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *National Survey Report of PV Power Applications in Korea 2006*. [En ligne] www.iea-pvps.org/countries/download/nsr06/06kornsr.pdf (page consultée le 11 mars 2008)

⁸⁸ Taux en vigueur le 11 mars 2008

6,5 MW, ont été installés sur les toits de résidences unifamiliales et multifamiliales en vertu du programme de toits solaires. Les propriétaires bénéficiaires de ce programme reçoivent une aide équivalant à 30 % des coûts de l'ensemble du système. De plus, 77 systèmes PV reliés au réseau, totalisant 2,2 MW, ont été installés dans les écoles, les édifices publics et les universités dans le cadre du General Deployment Program. En vertu de ce programme, le gouvernement assume 70 % des coûts d'installation des systèmes PV. Depuis 2004, le Public Building Obligation Program oblige les promoteurs à investir 5 % du budget total de la construction d'édifice neuf de plus de 3 000 m² dans l'installation d'un système de production d'énergie renouvelable. Depuis ses débuts, jusqu'à la fin 2006, ce programme a permis l'installation de 349 KW de capacité PV.

Espagne

L'année 2006 constitue un moment charnière pour le développement de la PV en Espagne, avec l'introduction d'un tarif d'achat normalisé (FIT) qui a soutenu très efficacement le développement de ce secteur. En 2006, 60,5 MW de capacité PV ont été installés, soit 8 MW de plus que le total des 10 années précédentes⁸⁹. Cette mesure a favorisé la mise en place de systèmes reliés au réseau, qui comptent pour 85 % de l'ensemble des installations PV en Espagne, et le déploiement d'un système réparti de production d'énergie. L'Espagne mise également sur l'installation de centrales PV capables de produire de grandes quantités d'énergie. De plus, un nouveau Décret Royal modifie le Code du bâtiment pour rendre obligatoire l'intégration de systèmes PV sur les nouveaux bâtiments gouvernementaux, les tours à bureau, les hôpitaux, les écoles, etc.

Précédemment, le programme ICO-IDAE, qui amalgamait un régime de prêts avantageux, via l'Instituto de Crédito Oficial, à un régime de subvention de l'Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, a permis l'installation de 1 329 systèmes (7,5 MW) en 2003 et de 3 879 systèmes (30 MW) en 2004⁹⁰. Ce programme, en place entre 1999 et 2004, s'adressait aux secteurs résidentiel et industriel et favorisait l'installation de systèmes PV reliés aux réseaux. Le PV Policy Group⁹¹ désigne ce programme comme point de référence (benchmark) pour l'établissement d'un régime d'aide (subventions et prêts) au déploiement de la PV.

Etats-Unis

Le Département de l'énergie (DOE) des États-Unis a mené diverses initiatives pour promouvoir l'utilisation des énergies renouvelables, dont deux spécifiques à l'énergie solaire et au photovoltaïque. De 1997 à 2005, le programme The Million Solar Roofs Initiative⁹² a contribué à sensibiliser les consommateurs à l'énergie solaire et à déterminer les meilleures pratiques en matière de développement de marché et de déploiement de la technologie solaire. Depuis 2006, Solar America Initiative⁹³, vise, par la R&D, à amener le prix de l'énergie solaire à un niveau concurrentiel avec l'énergie conventionnelle d'ici à 2015 et à stimuler le déploiement de cette technologie auprès des consommateurs.

⁸⁹ INTERNATIONAL ENERGY ASSOCIATION, *Op. Cit.* 24.

⁹⁰ PV POLICY GROUP. *Op. Cit.* 78.

⁹¹ PV POLICY GROUP. *Op. Cit.* 78.

⁹² U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. *Million Solar Roofs – Final Report October 2006*. [En ligne] www.nrel.gov/docs/fy07osti/40483.pdf (page consultée le 14 novembre 2007)

⁹³ U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. *Solar America Initiative*. [En ligne] http://www1.eere.energy.gov/solar/solar_america (page consultée le 14 novembre 2007)

Le *Residential Solar and Fuel Cell Tax Credit*⁹⁴, une mesure fiscale du gouvernement fédéral, accorde, depuis 2006, un crédit d'impôt de 30 % aux propriétaires de résidences qui se dotent de systèmes PV reliés au réseau. Ces crédits pouvant atteindre 2 000 \$ US par système, ce programme a donné une impulsion marquée à l'industrie PV. En 2007, un record de 314 MW de capacité PV ont été installés aux États-Unis grâce à ce programme, soit une augmentation de 125 % par rapport à 2006⁹⁵. Compte tenu de la demande, ce programme a été prolongé jusqu'à la fin de 2008.

La production d'électricité relève de la juridiction des états, qui ont adopté diverses mesures incitatives, dont la facturation nette, les tarifs d'achat normalisés (Feed-in tariffs), les crédits d'impôt pour promouvoir les énergies renouvelables, dont la PV⁹⁶. En 2006, la valeur totale des incitatifs mis en place par les états était de plus de 300 M \$ US⁹⁷.

La Californie et le New Jersey sont les deux états où se retrouvent les plus gros marchés de la PV aux États-Unis. Le California Solar Initiative, implanté par la California Energy Commission en 2006, offre un incitatif financier de 2,50 \$ US/watt pour les systèmes PV installés sur les maisons existantes. Bénéficiant d'un budget de 2,9 milliards \$ US, ce programme s'étend sur dix ans et vise l'installation de 3 000 MW de capacité PV avant 2017. Grâce à ce programme, les autorités souhaitent rendre la PV économiquement rentable. Au 31 décembre 2007, 2719 projets, totalisant 17,9 MW et 46 M \$ US ont été acceptés. D'autres projets, totalisant 170 MW, pour une valeur de 455 M \$ US, étaient en cours d'approbation⁹⁸.

Par ailleurs, l'installation de systèmes PV subventionnés par l'état du New-Jersey a augmenté de 223 % entre 2005 et 2006 pour atteindre une capacité totale de 17,9 MW. Entre autres mesures, le *New Jersey Renewable Portfolio Standard* (RPS)⁹⁹ exige des services publics qu'ils atteignent un prorata de 22,5 % d'énergie renouvelable (2,2 % de solaire) d'ici 2021. En 2006, le New Jersey Board of Public Utilities a entrepris d'étudier les moyens à prendre pour atteindre cet objectif¹⁰⁰. D'autres états, dont l'Arizona, le Colorado, le Delaware, le Maryland, le Nevada, le Nouveau-Mexique et la Pennsylvanie ont aussi adopté le concept du RPS et accordent des crédits supplémentaires pour l'achat d'énergie PV. Les détails de ces programmes peuvent être trouvés sur le site du *Database of State Incentives for Renewables & Efficiency*¹⁰¹.

⁹⁴ DATABASE OF STATE INCENTIVES FOR RENEWABLES & EFFICIENCY. *Residential Solar and Fuel Cell Tax Credit*. [En ligne] www.dsireusa.org (page consultée le 14 novembre 2007)

⁹⁵ SOLAR ENERGY INDUSTRIES ASSOCIATION. Statement by Rhone Resch: Solar Energy is Economic Engine for U.S. Economy – Economy - Record Growth at Risk If Federal Tax Credits Expire. [En ligne] www.seia.org/solarnews.php?id=158 (page consultée le 7 février 2008)

⁹⁶ Les différentes mesures adoptées par les états sont répertoriées et présentées ici : DATABASE OF STATE INCENTIVES FOR RENEWABLES & EFFICIENCY, *Op. Cit.* 94

⁹⁷ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY *National Survey report of PV Power Applications in the United States of America – 2006*. [En ligne] www.iea-pvps.org/countries/usa/06usansr.pdf (page consulté le 14 novembre 2007)

⁹⁸ CALIFORNIA ENERGY COMMISSION, *California Public Utilities Commission - Staff Progress Report, January 2008*. [En ligne] www.energy.ca.gov/2008publications/CPUC-1000-2008-002/CPUC-1000-2008-002.PDF (page consultée le 11 mars 2008)

⁹⁹ DATABASE OF STATE INCENTIVES FOR RENEWABLES & EFFICIENCY. *Op. Cit.* 94

¹⁰⁰ NEW JERSEY'S CLEAN ENERGY PROGRAM. [En ligne] www.njcleanenergy.com (page consultée le 11 mars 2008)

¹⁰¹ DATABASE OF STATE INCENTIVES FOR RENEWABLES & EFFICIENCY. *Op. Cit.* 94

France

Plus de 10 000 foyers bénéficient de l'électricité photovoltaïque en France¹⁰². Plus de 7 000 foyers éloignés du réseau n'ont accès à l'électricité que par le biais de cette technologie et plus de 3 000 particuliers raccordés au réseau vendent leur production d'électricité à EDF. Historiquement orienté vers les applications en sites isolés, le marché de la PV français s'est réorienté vers les applications raccordées au réseau. En 2006, des 10,9 MW de capacité PV installés, près de 90 % est raccordé au réseau. Le décollage du marché de la photovoltaïque raccordé au réseau en France est rapide, mais concerne toutefois des volumes 100 fois plus modestes qu'en Allemagne¹⁰³. Plus de la moitié de la puissance financée jusqu'à présent l'a été dans trois départements outre-mer, soit la Martinique, la Guadeloupe et la Réunion, où les coûts de production de l'électricité conventionnelle sont les plus élevés. En 2005, ces trois régions comptaient plus de puissance PV que le total des 22 régions de France continentale¹⁰⁴.

L'année 2006 a été marquée, en France, par l'entrée en vigueur de la Loi sur la planification énergétique, qui renforce le cadre légal et réglementaire touchant les énergies renouvelables. Cette loi établit en effet des objectifs ambitieux de réductions des émissions de GES, d'économies d'énergie, de R&D, et de production d'énergies renouvelables.

De nouvelles dispositions fiscales adoptées en 2006 ont fait passer le tarif de base de l'offre d'achat normalisé (FIT) à 0.30 €/KWh pour les installations standard sur toits en France métropolitaine, avec une surprime de 0.25 €/KWh pour les systèmes BIPV¹⁰⁵ et, respectivement, à 0.40 €/KWh et à 0.15 €/KWh de surprime dans les Départements d'outre-mer - Territoires d'outre-mer. Cette mesure reflète la volonté de la filière PV française de favoriser le développement du marché et l'intégration de la photovoltaïque au cadre bâti. De plus, les propriétaires ont droit à un crédit d'impôt permettant le remboursement de 50 % des coûts de matériel (excluant la pose). Cette mesure fiscale remplace les subventions qu'accordait l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie aux particuliers via ses bureaux régionaux¹⁰⁶.

Parce que le régime de crédit d'impôt français est parmi les plus efficaces et attrayants en son genre en Europe, il est considéré comme le point de référence (benchmark) par le PV Policy Group¹⁰⁷.

Italie

Au début de 2006, la très forte demande d'aide financière pour l'installation de systèmes PV atteignait l'équivalent de 100 MW, bien plus que ce que le programme d'offre normalisée, géré par le ministère du Développement économique (MDE), avait prévu. En conséquence, le MDE a relancé, dès février 2006, un nouveau programme d'offre visant l'implantation de 500 MW

¹⁰² AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE (ADEME). *Solaire photovoltaïque - Situation actuelle et objectifs*, [En ligne] <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=13921> (Consulté le 14 mars 2008)

¹⁰³ AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE (ADEME). *Le marché photovoltaïque en France - État des lieux, mise en perspective, rentabilité financière des systèmes, vision du développement de la filière*. [En ligne] <http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=7955A6C681FC7A86846DCCC3BFBA71170857228524.pdf> (page consultée le 20 mars 2008)

¹⁰⁴ *Ibidem*

¹⁰⁵ INTERNATIONAL ENERGY ASSOCIATION. *Op. Cit.* 24.

¹⁰⁶ *Ibidem*

¹⁰⁷ PV POLICY GROUP. *Op. Cit.* 78.

d'énergie PV, avec une limite de 85 MW par année. Toutefois, malgré l'intérêt des designers, des architectes, des investisseurs et du public et malgré l'existence du tarif d'achat normalisé, seule une fraction des projets soumis au programme se sont réalisés. Au total, la capacité d'énergie PV en Italie atteint presque 50 MW, dont 12,5 MW pour la seule année de 2006. La majeure partie de cette hausse est attribuable à l'augmentation du marché des installations raccordées au réseau, qui compte pour 60 % de toute l'énergie PV installée.

Les tarifs d'achat normalisés (FIT) varient selon la puissance des systèmes et vont de 44,5 ct€/kW à 49.0 ct€/kW. Les ententes ont une durée de 20 ans et les tarifs sont réévalués d'année en année, en fonction de l'évolution du marché. Une majoration de 10 % est apportée au tarif de base pour les installations intégrées au bâti. Par contre, il est réduit de 30 % s'il est combiné à des mesures fiscales régionales et il ne s'applique pas aux installations PV qui ont bénéficié de programmes régionaux dépassant 20 % de l'investissement.

Le tarif d'achat normalisé s'adresse aux particuliers, aux entreprises enregistrées, aux organismes publics et aux condominiums. Au premier trimestre de 2006, 3 190 systèmes PV de moins de 50 KW ont été enregistrés, correspondant à environ 91,2 MW, contre 36 projets de 50 KW et plus, totalisant 28,3 MW¹⁰⁸.

Japon

Entre 1994 et 1996, 3 590 systèmes PV résidentiels, totalisant 13,3 MW, ont été installés grâce au *Residential PV System Monitor Program*. De 1997 à 2004, sous le *Residential PV System Dissemination Program*, 213 410 systèmes PV résidentiels, représentant 782 MW ont été installés. En 2004, année où s'est terminé ce programme, 36 754 systèmes PV, totalisant 136,3 MW ont été installés.

Au total, ces programmes ont permis l'installation de 253 754 systèmes PV résidentiels, représentant au total 931 575 kW. Le *Residential PV System Monitor Program* et le *Residential PV System Dissemination Program* ont contribué directement à la création d'un marché de la PV résidentielle au Japon, qui compte pour 89 % de l'ensemble du marché japonais de la PV. Depuis 2004, le Japon n'offre plus d'incitatifs commerciaux pour le développement du marché de la PV, qui se supporte maintenant par lui-même et fonctionne selon les lois du marché¹⁰⁹.

Aujourd'hui, 92 % des systèmes japonais de PV sont raccordés au réseau et la grande majorité sont résidentiels (maisons et appartements)¹¹⁰. Le marché PV japonais hors réseau est limité aux habitations éloignées, ainsi qu'à certaines applications publiques et commerciales. Les services publics d'électricité offrent, sur une base volontaire, la facturation nette depuis 1992. Ces mêmes services d'électricité ont aussi initié le Green Power Fund (un fonds d'électricité verte), auquel peuvent contribuer leurs clients. Ce fonds est utilisé pour soutenir la mise en place d'initiatives en énergie solaire et éolienne. En 2006, 149 projets PV, totalisant 2 162 kW, ont été développés.

La vente de maisons préfabriquées dotées de systèmes PV en équipement standard est maintenant une pratique courante chez les fabricants et les développeurs locaux. De plus,

¹⁰⁸ INTERNATIONAL ENERGY ASSOCIATION, *Op. Cit.* 24.

¹⁰⁹ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *National survey report of PV Power Applications in Japan – 2006*. [En ligne] www.iea-pvps.org/countries/japan/06jpnsr.pdf (page consultées le 5 décembre 2007)

¹¹⁰ PV POLICY GROUP. *Op. Cit.* 78

l'implantation de systèmes PV dans les résidences à logements est une tendance qui se développe. Les fabricants de piles, les producteurs de matériaux de construction et les entrepreneurs en construction sont également présents et actifs dans ce marché.

Pays-Bas

La stratégie du gouvernement néerlandais en matière de développement du marché photovoltaïque se situe dans le long terme et se concentre sur la baisse des prix grâce à la R & D technologique. En 2006, 94 % des 10 M € consacré à la PV sont allés à la R & D. Six projets ont été initiés au cours de l'année, dont deux sur la technologie Thin Film, deux sur le silicium cristallin, un sur la cellule solaire organique et un sur l'amélioration des méthodes de production des cellules solaires. Les résultats de ces travaux devraient permettre une croissance de 10 MW de capacité PV par année à partir de 2008¹¹¹.

Certaines initiatives sont toutefois proposées par des autorités locales. Les municipalités de Zeist et de Alkmaar, par exemple, supportent l'installation de systèmes PV en accordant respectivement des subventions de 1 € et de 3 € par watt de capacité PV installée. La compagnie d'électricité Delta accorde aussi une subvention de 1 € le watt PV aux habitants de la province de Zeeland. Seulement 1,5 MW de capacité PV ont été installés aux Pays-Bas en 2006, soit une baisse de 8,5 % sur 2005. Cet ajout porte le total de la capacité PV dans ce pays à 52,7 MW, ce qui demeure significatif. Les Pays-Bas occupaient, à la fin de 2006, le 5^e rang mondial pour le nombre de watt par habitant (3,2).

¹¹¹ INTERNATIONAL ENERGY ASSOCIATION. *Op. Cit.* 108.

CONCLUSION

Le marché résidentiel de la photovoltaïque au Canada est dominé par les systèmes autonomes, installés principalement en régions éloignées et pour des habitations qui ne sont pas raccordées au réseau de distribution d'électricité. Il s'agit là d'une particularité qui distingue le Canada des principaux pays où le marché de la photovoltaïque est florissant et où la majorité des installations photovoltaïques sont raccordées à un réseau de distribution d'électricité, qu'elles contribuent souvent à alimenter selon le principe de la production répartie d'énergie. Ces pays ont opté, dans plusieurs cas, pour des mesures qui encouragent l'installation de petits systèmes sur les toits, reliés en réseau et souvent en milieux densément peuplés, favorisant la mise en place d'un modèle de production décentralisée d'énergie. Dans cette optique, l'offre d'achat normalisé (FIT) permet aux producteurs résidentiels d'énergie d'obtenir un tarif de revente de leur excédent d'électricité qui reflète mieux les coûts véritables de production de cette énergie. Au Canada, bien que plusieurs services publics d'électricité offrent à leurs clientèles les options de mesurage net et de facturation nette, seule la province de l'Ontario a mis sur pied un programme d'offre d'achat normalisé. Bien qu'il soit possible de le faire dans certaines provinces, le raccordement d'installations photovoltaïques à un réseau électrique est encore très marginal au Canada et plus encore la production répartie d'énergie, dont le seul exemple se retrouve en Ontario.

Plusieurs éléments découragent les propriétaires de maisons d'investir en vue de recourir à l'électricité produite par des panneaux solaires : les coûts encore très élevés de cette technologie, les prix relativement bas de l'électricité conventionnelle, le manque de mesures incitatives de la part des gouvernements, la lenteur des services publics à considérer la PV comme une alternative valable à la production d'électricité par combustible ne sont que quelques-unes des raisons qui font que l'accès des petits consommateurs à l'énergie PV pose encore d'énormes difficultés. Si la technologie PV résidentielle est principalement utilisée au Canada pour alimenter des habitations en régions éloignées, c'est qu'il n'y a que dans ce cas qu'elle est plus avantageuse. Il est, en effet, plus économique dans certaines conditions, d'installer un système PV sur une habitation isolée que de prolonger une ligne du réseau de distribution électrique conventionnel.

Par ailleurs, la sensibilité aux questions environnementales constitue, dans plusieurs pays d'Europe, un puissant stimulant au développement de l'industrie des énergies renouvelables et de la PV. Dans nombre de ces pays, la production de masse d'électricité à partir de combustibles fossiles ou du nucléaire a des répercussions notables sur l'environnement ou sur l'émission de GES, que tentent de réduire les gouvernements. Au Québec, et ailleurs au Canada, ces problèmes environnementaux sont moins aigus, l'hydroélectricité étant elle-même considérée comme une énergie renouvelable.

Si la production hydroélectrique ne soulève pas les problèmes environnementaux que soulève la production à partir de combustibles fossiles ou du nucléaire, son développement laisse pourtant des traces écologiques importantes. La production d'énergie hydroélectrique a nécessité, au Québec, l'aménagement d'immenses réservoirs et le harnachement de rivières considérées par ailleurs comme des joyaux écologiques. Les lobbys environnementalistes ont exercé des pressions pour que le Québec privilégie maintenant le développement de nouveaux modes de production d'énergie renouvelable plus respectueux de l'environnement. Compte tenu des coûts encore importants liés à la technologie photovoltaïque, ainsi que des réalités climatiques qui sont celles du Canada, les investissements et les choix en matière d'énergies

renouvelables ont plutôt porté vers l'éolien et vers le modèle de production centralisée d'énergie.

Toutefois, dans son document intitulé *La stratégie énergétique du Québec 2006-2015*, le ministère des Ressources naturelles et de la Faune note, à propos de l'énergie solaire active (photovoltaïque et thermique) que « *Le Québec entend favoriser le développement de cette filière prometteuse en donnant à l'Agence de l'efficacité énergétique, en collaboration avec Hydro-Québec, le mandat de déposer à la Régie de l'énergie un programme pour le développement de la filière solaire active*¹¹² ». Il n'est toutefois pas précisé quand ce mandat sera donné, ni les lignes directrices qui devraient guider l'élaboration de ce programme.

La photovoltaïque constitue une voie de développement énergétique prometteuse : le rayonnement solaire qui atteint la terre en une heure représente une quantité d'énergie supérieure au total de l'énergie consommée par l'humanité en un an. La technologie nécessaire pour transformer ce rayonnement en électricité est de plus en plus performante et le prix des composantes PV offertes aux consommateurs baisse constamment. Des produits nouveaux s'intègrent maintenant à l'architecture et, outre leurs fonctions énergétiques, ces produits constituent de plus des matériaux de construction de qualité supérieure. Les systèmes PV exigent peu d'entretien, sont simples d'utilisation, ne créent, à l'utilisation, aucune pollution (aucune émission, aucun bruit, aucun mouvement) et laissent une empreinte écologique minimale. Un panneau demande entre 4 à 10 ans pour produire à son tour l'énergie consommée pour le fabriquer. Les panneaux ont une durée de vie utile d'environ 30 à 40 ans et conservent donc une valeur de revente élevée. Enfin, à la fin de sa vie, toutes les composantes du panneau solaire peuvent être recyclées.

Les obstacles qui empêchent encore les petits consommateurs de se doter de systèmes photovoltaïques pourraient être surmontés, pour peu que se manifeste en ce sens une véritable volonté politique. L'expérience des pays où la technologie PV est largement répandue démontre que ce sont d'abord les décideurs politiques qui ont donné le ton en fixant des objectifs élevés et en adoptant des mesures qui favorisent le développement d'un marché de la PV, la sensibilisation des consommateurs, l'ouverture des services publics d'électricité, l'instauration d'un système réparti de production d'énergie, etc.

La conjoncture actuelle ne favorise pas encore la démocratisation de la technologie PV au Canada, ne serait-ce que par le prix de l'électricité PV, qui est encore beaucoup plus élevé que celui de l'électricité conventionnelle. Cette situation pourrait toutefois changer, advenant une flambée des prix de l'énergie et/ou une percée technologique qui permettrait un taux d'efficacité supérieur et une baisse des coûts de production des composantes photovoltaïques. Advenant une telle éventualité, l'expérience des pays où la photovoltaïque est bien implanté donne de nombreuses indications sur les facteurs de succès d'une politique de déploiement de cette technologie et sur les pièges à éviter.

Le Canada et les provinces doivent faire preuve dès maintenant de leadership et de vision et mettre en place les fondations qui pourraient permettre le développement de cette technologie d'avenir. En vue de la mise en place de politiques cohérentes d'accès à la photovoltaïque, nous

¹¹² MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC. *La stratégie énergétique du Québec 2006-2015*. [En ligne] www.mrnf.gouv.qc.ca/energie/strategie/ (page consultée le 4 avril 2008)

nous sommes inspiré des expériences étrangères ainsi que des recommandations qui concluent le rapport European Best Practice Report¹¹³.

¹¹³ PV POLICY GROUP. *Op. Cit.* 78.

RECOMMANDATIONS POUR LE SUCCES D'UNE POLITIQUE NATIONALE DE DEPLOIEMENT DE LA PV

- Attendu qu'il importe, en vue d'un développement marqué de la PV, de susciter l'intérêt des industriels et de ceux qui seraient susceptibles d'investir dans cette technologie;
- Attendu que des objectifs à long terme ambitieux, l'engagement des autorités politiques à tous les niveaux ainsi qu'une gamme de mesures incitatives bien conçue sont nécessaires pour procurer aux industriels et aux investisseurs les orientations, le cadre et le soutien nécessaires pour susciter leur adhésion;
- Attendu qu'il importe, en vue de favoriser la création d'une demande forte et une croissance soutenue du marché ainsi que d'assurer un retour sur investissement dans un délai raisonnable, d'adopter des mesures susceptibles d'assurer la sécurité à long terme des investissements;
- Attendu que la connexion d'un système PV au réseau de distribution d'électricité présente un moyen efficace de rentabiliser ce système, tout en assurant au réseau une source d'approvisionnement additionnelle;
- Attendu que les expériences étrangères ont établi, parmi les différents programmes incitatifs, l'efficacité des tarifs d'achat normalisé;
- Attendu que les Programmes d'offre normalisée (FIT) permettent un meilleur contrôle de la qualité et un meilleur entretien des systèmes PV par les propriétaires;
- Attendu que les longs processus décisionnels, les remises en question des politiques lors de changement de gouvernement et les révisions annuelles de programmes entraînent l'incertitude des investisseurs;
- Attendu la faible proportion d'installations PV reliées au réseau au Canada;
- Attendu que le développement des installations reliées au réseau mériterait d'être favorisé;
- Attendu que, pour stimuler adéquatement les investisseurs, une partie des coûts d'acquisition d'un système PV devrait être assumée par une subvention ou un crédit;
- Attendu que les programmes de subventions ou de crédit sont généralement plus efficaces pour stimuler le marché de la PV hors réseau, alors que le tarif d'achat normalisé est plus adapté au marché de la PV relié au réseau;
- Attendu que les institutions financières canadiennes n'offrent pas de programmes de financement spécial pour l'acquisition d'équipement de production d'énergie renouvelable;

L'Union des consommateurs recommande que les gouvernements canadien et provinciaux envisagent l'élaboration d'un programme harmonisé visant au développement de la production d'énergie photovoltaïque par les consommateurs;

Un tel programme devrait prévoir une gamme de mesures incitatives incluant :

- un Programme d'offre normalisée qui prévoit une garantie à long terme (15 à 25 ans) de tarif d'achat normalisé, afin de sécuriser les investissements; le programme canadien pourrait s'inspirer du tarif d'achat normalisé allemand, qui constitue selon la PV Policy Group le point de référence pour l'instauration d'un programme d'achat normalisé efficient;
- des programmes de subvention ou de crédit visant à compenser une partie des coûts d'acquisition, d'installation et de connexion au réseau des systèmes PV; le programme canadien pourrait s'inspirer du régime de crédit d'impôt français, qui constitue, selon la PV Policy Group, le point de référence pour ce type de programmes;
- un régime de prêts avantageux pour l'acquisition de systèmes PV; le programme canadien pourrait s'inspirer du programme espagnol, qui constitue, selon le PV Policy Group, le point de référence pour l'établissement d'un régime d'aide (subventions et prêts) au déploiement de la PV.

- Attendu que la non-différenciation du tarif d'achat normalisé entre les différentes technologies de production d'énergie renouvelable défavorise souvent la PV à l'avantage d'autres modes de production d'énergie renouvelable;

- Attendu que la production d'énergie PV est plus accessible au consommateur que celle de la plupart des autres types d'énergie renouvelable;
- Attendu que plusieurs types d'installations PV sont possibles, qui peuvent entraîner des différences marquées dans l'investissement;
- Attendu que l'on trouve au Canada des régions qui présentent des conditions climatiques très variées, qui peuvent influencer sur la rentabilité d'une installation PV;

L'Union des consommateurs recommande que le programme de tarif d'achat normalisé à être élaboré tienne compte dans son application de différentes variables :

- Le tarif d'achat normalisé devrait avantager la PV;
- Le tarif devrait prendre en compte le prix de l'énergie offerte par le réseau;
- Le tarif devrait de plus varier en fonction du type d'installation et des conditions climatiques et d'ensoleillement propres aux diverses régions;

- Attendu que l'industrie de la PV est encore en phase de croissance et que les prix des matériaux sont susceptibles de baisser et leur efficacité susceptible d'aller en s'accroissant;
- Attendu que les expériences étrangères ont démontré l'efficacité des mécanismes de décroissance du tarif d'achat normalisé pour permettre aux petits consommateurs de bénéficier des gains en productivité et de la baisse des coûts des systèmes PV;

Un mécanisme de décroissance du tarif d'achat normalisé devrait être envisagé pour permettre aux petits consommateurs de bénéficier des gains en productivité et de la baisse des coûts des systèmes PV.

- Attendu l'importance d'assurer le développement harmonieux de la PV et la gestion du suivi des investissements des fonds publics dans les systèmes PV;
- Attendu que les programmes nationaux d'enregistrement des systèmes PV se sont révélés être des outils de surveillance et de suivi efficaces dans le cas des systèmes reliés au réseau;
- Attendu que la mise en place d'un outil efficace et professionnel de mesure de la performance du marché PV est nécessaire pour obtenir l'adhésion des acteurs clés et maintenir un appui politique à long terme;

Les exigences pour l'obtention d'une aide financière auprès du gouvernement devraient être liées au respect de standard de qualité des installations et au recours à des installateurs dont la compétence est reconnue officiellement, de même qu'à la mise en place de mécanismes de contrôle et au suivi de l'efficacité des systèmes.

- Attendu que la fixation d'un plafond de capacité pour les systèmes PV constitue une barrière artificielle au développement du marché;

Il ne devrait pas y avoir de limites quant au nombre ou à la capacité des installations PV admissibles au tarif d'achat normalisé, ni de clause d'exclusion concernant l'intégration ou non des composantes BIPV, etc.

- Attendu que les installations de démonstration sur les édifices publics, attrayantes et bien visibles pour le public, peuvent constituer de bons exemples pour des investisseurs privés et un bon outil de sensibilisation du public;

L'Union des consommateurs recommande à tous les paliers de gouvernements de multiplier ce type d'installations de démonstration et d'en faire la promotion auprès des entreprises susceptibles de participer à ce type de projets de démonstration.

MEDIAGRAPHIE

Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)

Solaire photovoltaïque - situation actuelle et objectifs,
<http://www2.ademe.fr/servlet/kbaseshow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=13921>
Le marché photovoltaïque en France - état des lieux, mise en perspective, rentabilité financière des systèmes, vision du développement de la filière.
<Http://www2.ademe.fr/servlet/getbin?name=7955a6c681fc7a86846dccc3bfbaaaa71170857228524.pdf>

Alberta Solar

Alberta solar municipal showcase, Alberta, Canada.
www.lassothesun.ca

Australian government

Photovoltaic rebate program
www.environment.gov.au/settlements/renewable/pv/index.html
Renewable remote power generation program (rrpgp)
www.environment.gov.au/settlements/renewable/rrpgp
Welcome to australia's solar cities
www.environment.gov.au/settlements/solarcities

Automation tooling systems

Page d'accueil de l'entreprise, Ontario, Canada
www.atsautomation.com

BC Hydro

Net metering, Colombie-Britannique, Canada
www.bchydro.com/info/ipp/ipp8842.html

California Energy Commission

California public utilities commission - staff progress report, Californie, USA, January 2008
www.energy.ca.gov/2008publications/cpuc-1000-2008-002/cpuc-1000-2008-002.pdf

Canadian Solar Industry Association, Toronto, Canada

Education
www.cansia.ca/education.asp
Canadian solar industry directory
www.cansia.ca/directory
Solar issues
www.cansia.ca/issues.asp
Review of the opa supply mix advice report : no forecast of sunny days for ontario, Rob McMonagle, 30 janvier 2006
www.cansia.ca/downloads/report2006/c19.pdf

Carmanah Technologies Corporation

Page d'accueil de l'entreprise, Colombie-Britannique, Canada
www.carmanah.com

City of Toronto

Photovoltaic pilot project at exhibition place, ville de Toronto, Canada.

www.toronto.ca/bbp/photovoltaic-pilot-project.htm

Ctec-varenes

Première norme nationale canadienne sur l'interconnexion, Ressources naturelles, Canada

http://cetc-varenes.nrcan.gc.ca/fr/er_re/pvb/r_ss/5.html

Database of state incentives for renewables & efficiency

Residential solar and fuel cell tax credit, gouvernement des USA.

www.dsireusa.org

Ecoaction

Ecoénergie pour l'électricité renouvelable, Ressources Naturelles du Canada

<http://ecoaction.gc.ca/ecoenergy-ecoenergie/power-electricite/projects-projets-fra.cfm>

Ecoenergie pour le chauffage renouvelable, Ressources Naturelles du Canada

<http://ecoaction.gc.ca/ecoenergy-ecoenergie/heat-chauffage/index-fra.cfm>

Projets enregistrés sous ecoenergie pour l'électricité renouvelable, Ressources Naturelles du Canada

<http://ecoaction.gc.ca/ecoenergy-ecoenergie/power-electricite/projects-projets-fra.cfm>

Environnement Canada

Conditions atmosphériques et météorologie, gouvernement du Canada.

www.ec.gc.ca/default.asp?lang=fr&n=c062de2a-1

Hydro-Québec

Autoproduction, Québec, Canada.

www.hydroquebec.com/autoproduction/fr/index.html

ICP Solar Technologies

Page d'accueil de l'entreprise, Montréal, Canada

www.icpsolar.com

Industrie Canada

Réaliser le potentiel de la photovoltaïque en réseau au Canada : un plan d'action pour intégrer la photovoltaïque dans l'avenir énergétique du Canada, Groupe Delphi.

[www.ic.gc.ca/epic/site/rei-ier.nsf/vwapj/pv_fra.pdf/\\$file/pv_fra.pdf](http://www.ic.gc.ca/epic/site/rei-ier.nsf/vwapj/pv_fra.pdf/$file/pv_fra.pdf)

www.ic.gc.ca/epic/site/rei-ier.nsf/fr/h_nz00017f.html

International Energy Agency, Paris, France

National survey report of pv power applications in Germany – 2006

www.iea-pvps.org/countries/germany/06deunsr.pdf

National survey report of pv power applications in Japan – 2006.

www.iea-pvps.org/countries/japan/06jpnsr.pdf

National survey report of pv power applications in Korea 2006

www.iea-pvps.org/countries/download/nsr06/06korsr.pdf

National survey report of pv power applications in the United States of America – 2006

www.iea-pvps.org/countries/usa/06usansr.pdf

Rapport national sur la revue du marché et des applications photovoltaïque au Canada – 2006

www.iea-pvps.org/countries/canada/06cansr_fr.pdf

Trends in photovoltaic applications – survey report of selected IEA countries between 1992 and 2006.

www.iea-pvps.org/products/download/rep1_16.pdf

International Energy Association

Policies and measures, Paris, France

www.iea.org/textbase/pm/?mode=re&action=detail&id=2274

KfW Bankengruppe

Solar power generation, Allemagne

www.kfw-foerderbank.de/en_home/housing_construction/solarpower.jsp

Light House

Fred Kaiser building at UBC, Colombie-Britannique, Canada.

www.sustainablebuildingcentre.com/learn/fred_kaiser_building_at_UBC

Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables, République française, Direction générale de l'énergie et des matières premières; la recherche en matière de solaire photovoltaïque. Extrait de la stratégie nationale de recherche énergétique, approche thématique : les énergies renouvelables, mai 2007.

www.industrie.gouv.fr/energie/recherche/solaire-photovoltaïque.htm

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec

L'énergie - la stratégie énergétique du Québec, 2006-2015, page 75 du document

www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/energie/strategie/strategie-energetique-2006-2015.pdf

La stratégie énergétique du Québec 2006-2015.

www.mrnf.gouv.qc.ca/energie/strategie/

New Jersey's Clean Energy Program

www.njcleanenergy.com

Ontario Power Authority

A progress report on renewable energy standard offer program – November 2007

www.powerauthority.on.ca/sop/storage/66/6199_resop_february_2008_report.pdf

Programme d'offre standard – énergies renouvelables pour les petits producteurs d'électricité – guide d'introduction

www.powerauthority.on.ca/sop/storage/32/2776_sopbro_french.pdf

Pollution Probe

A consumer guide to greenpower in Canada

www.pollutionprobe.org/whatwedo/greenpower/consumerguide/c2_4.htm

Power Connect

Codes et normes canadiens

www.powerconnect.ca/index-f.htm

Connecting micropower to the grid – a status and review of micropower interconnection issues and related codes, standards and guidelines in Canada - 2nd edition.

www.powerconnect.ca/codes/canada/connecting%20micropower%20to%20the%20grid.pdf

PV Policy Group

European best practice report

www.pvpolicy.org/documents/pvpoliceuropeanbestpracticereport_id205.pdf

Réseau de recherche sur les bâtiments solaires

Vision

www.solarbuildings.ca/fr/reseau

Ressources naturelles Canada.

Cartes d'ensoleillement et du potentiel d'énergie solaire photovoltaïque du Canada.

https://glfc.cfsnet.nfis.org/mapserver/pv/index_f.php

Le réseau canadien des énergies renouvelables – énergie solaire

www.canren.gc.ca/solar/index_f.asp

Les systèmes photovoltaïques – guide de l'acheteur.

www.canren.gc.ca/prod_serv/index_f.asp?caid=101&pgid=598

Photovoltaic technology status and prospects, Joseph Ayoub et Lisa Dignard-Bailey, programme de l'agence internationale de l'énergie sur les systèmes photovoltaïques, 26 mai 2006.

www.iea-pvps.org/ar05/can.htm

Photovoltaïque for buildings : opportunities for Canada. Resume

www.cetc-varenes.nrcan.gc.ca/fr/er_re/pvb/p_p.html?2001-123

Retscreen international – outil d'analyse de projets d'énergie propre.

www.retscreen.net/fr/home.php

Technologie et application – photovoltaïque: intégration des panneaux solaires aux immeubles.

canren.gc.ca/tech_appl/index_f.asp?caid=5&pgid=422

Ressources naturelles Canada – CTEC-Varenes

Energies propres – systèmes photovoltaïques dans les bâtiments.

http://cetc-varenes.nrcan.gc.ca/fr/er_re/pvb.html

Société canadienne d'hypothèques et de logement

Les systèmes photovoltaïques - collection votre maison

www.schl.ca

Maison equilibrium

www.cmhc-schl.gc.ca/fr/prin/dedu/maeq/index.cfm

Solar Energy Industries Association

Statement by Rhone Resch: solar energy is economic engine for u.s. economy – economy - record growth at risk if federal tax credits expire

www.seia.org/solarnews.php?id=158

Toronto Hydro

Net metering

www.torontohydro.com/electricsystem/customer_care/cond_of_services/generation_connection/net_metering/index.cfm

U.S. Department of Energy

Million Solar Roofs – final report october 2006

www.nrel.gov/docs/fy07osti/40483.pdf

Solar America Initiative

http://www1.eere.energy.gov/solar/solar_america

Wikipedia

Définition de photovoltaïque

http://fr.wikipedia.org/wiki/cellule_photovolta%C3%AFque

Xantrex

Xantrex demonstrates new solar hybrid power system for remote homes

www.xantrex.com/web/did/1544/readnews.asp

Xantrex technology

www.xantrex.com/index.asp

ANNEXE 1

Recommandations de l'Association canadienne des industries solaires¹¹⁴

SOLAR ISSUES

The market for solar energy worldwide is growing rapidly with global growth exceeding 25% a year. In Canada, however, we are lagging behind. Canada ranks 14th of 20 reporting IEA countries in deployment of PV and ranks 17th of 22 reporting countries for solar thermal. International growth has been the result of progressive government policies aimed at reducing prices through economies of scale, establishing key infrastructure foundations and supporting the development of sustainable solar markets.

In 2001, Canada's public budget for PV was only \$0.10 per capita - placing Canada 16th of the 17 IEA reporting nations. Canada governments invest only 16% of the international average and lag significantly the front-runners of Japan and Germany.

Growing concerns about the sustainability of fossil fuels and nuclear energy now require an effort equal to that provided to these energy sources in the past so that Canadians can take advantage of the economic and environmental benefits of solar energy.

The development of solar technologies is heavily dependent on support from the Canadian investment community if the technological base is to remain in Canadian hands. However the absence of any significant Canadian solar programs has resulted in a lack of awareness of this technology amongst investors, consumers, and decision makers.

Solar power is the only technology that allows grassroots ownership of the power plant today - all the others are in the hands of big companies and utilities. Solar power "on the roof" empowers individuals to make their own contribution to climate change. The importance of this cannot be underestimated in developing broad based support for the growth of new clean technologies.

CanSIA recommends the adoption of the following policies that will help develop a viable, vibrant Canadian solar industry. These policies are needed to create the market momentum to propel the industry into becoming an engine of economic growth in Canada.

CanSIA is working towards the implementation of the following principles:

- A National Energy Strategy
- A long-term plan for renewable energies in Canada, which is part of an overall National Energy Strategy, is necessary.

Integrating Solar with Energy Efficiency and Valuing Demand Side Management

All solar projects and programs must be done in unison with increased energy efficiency measures in the building.

¹¹⁴ THE CANADIAN SOLAR INDUSTRIES ASSOCIATION. *Solar Issues* [En ligne] www.cansia.ca/issues.asp (page consultée le 4 avril 2008)

Government Funding of Solar

Increasing government funding and the number of programs in support of research, development, demonstration and commercialization of solar is required.

Focused Funding to Create Model Solar Communities

Canada can maximize the impact of its current funding levels for solar by creating comprehensive programs focused on targeted communities across Canada.

Valuing Externalities

The Canadian government must begin to account for the hidden health, environmental and social costs associated with conventional fossil fuel based energy.

Specific Measures

Financing Mechanisms

It is critical to establish low-interest financing mechanisms for solar purchasers who do not have access to capital that the large power plant developers have. CanSIA recommends the establishment of a "solar bank".

Expanding the Government's Green Energy Procurement Commitment

Set Asides for Each Technology Photovoltaics and other renewable technologies that still have potential for significant cost reductions should have set-asides to allow government commitments to benefit all renewable electrical generating technologies.

- Procurement of Green Heat A commitment to purchase 20% of government's heating needs from renewable technologies will make a significant impact on the solar thermal industries.

High Profile Demonstrations on Government Buildings

The government must encourage consumer demand for solar energy equipment through leading by example. Government must begin using solar technologies on its buildings.

Deployment Program

Government incentive programs for solar should be instituted immediately to encourage public adoption.

- Solar Thermal Deployment A program for the installation of 80,000 solar domestic hot water systems in 10 years.
- Photovoltaics A PV rooftop deployment program in line with other nations.
- Market Incentive Plan Increasing the existing Market Incentive Plan to help consumers use solar technologies.

Expanding the Canadian Renewable and Conservation Expenses Class 43.1

- The size restriction for PV systems should be removed.
- The restrictions on application for thermal solar systems should be removed.