



Industrie  
Canada

Industry  
Canada

Bilan des connaissances,  
compétences et aptitudes requises pour les emplois  
dans le secteur canadien des technologies  
des énergies renouvelables



Canada

On peut obtenir cette publication sur supports multiples, sur demande. Communiquer avec le Centre de diffusion de l'information dont les coordonnées suivent.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires de cette publication, s'adresser également au :

Centre de diffusion de l'information  
Direction générale des communications et du marketing  
Industrie Canada  
Bureau 268D, tour Ouest  
235, rue Queen  
Ottawa (Ontario) K1A 0H5

Téléphone : (613) 947-7466  
Télécopieur : (613) 954-6436  
Courriel : publications@ic.gc.ca

Cette publication est également offerte par voie électronique sur le Web (<http://strategis.gc.ca/ier>).

#### Autorisation de reproduction

À moins d'indication contraire, l'information contenue dans cette publication peut être reproduite, en tout ou en partie et par quelque moyen que ce soit, sans frais et sans autre permission d'Industrie Canada, pourvu qu'une diligence raisonnable soit exercée afin d'assurer l'exactitude de l'information reproduite, qu'Industrie Canada soit mentionné comme organisme source et que la reproduction ne soit présentée ni comme une version officielle ni comme une copie ayant été faite en collaboration avec Industrie Canada ou avec son consentement.

Pour obtenir l'autorisation de reproduire l'information contenue dans cette publication à des fins commerciales, faire parvenir un courriel à [copyright.droitdauteur@tpsgc.gc.ca](mailto:copyright.droitdauteur@tpsgc.gc.ca).

N.B. Dans cette publication, la forme masculine désigne tant les femmes que les hommes.

No de catalogue Iu44-22/2005F  
ISBN 0-662-79637-3  
54276F

Also available in English under the title *Situation Analysis of the Knowledge, Competencies, and Skill Requirements of Jobs in Renewable Energy Technologies in Canada*.

Préparé pour Industrie Canada par Peartree Solutions Inc.

Les opinions et déclarations contenues dans cette publication n'engagent que leur auteur et ne reflètent pas nécessairement la politique d'Industrie Canada ou celle du gouvernement du Canada.

Bilan des connaissances, compétences et aptitudes requises pour les emplois  
dans le secteur canadien des technologies des énergies renouvelables

Rapport préparé pour **Industrie Canada** par **Peartree Solutions Inc.**

## Table des matières

1	Introduction.....	1
2	Méthode .....	2
3	Industries axées sur les technologies des énergies renouvelables.....	3
3.1	L'énergie photovoltaïque .....	3
3.1.1	La technologie .....	3
3.1.2	L'industrie photovoltaïque au Canada.....	4
3.1.3	Les emplois dans l'industrie photovoltaïque au Canada.....	5
3.1.4	Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie photovoltaïque .....	10
3.2	Énergie éolienne .....	12
3.2.1	La technologie .....	12
3.2.2	L'industrie éolienne au Canada.....	13
3.2.3	Les emplois dans l'industrie éolienne au Canada.....	14
3.2.4	Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie éolienne .....	24
3.3	Microcentrales hydroélectriques.....	26
3.3.1	La technologie .....	26
3.3.2	L'industrie des microcentrales hydroélectriques au Canada .....	27
3.3.3	Les emplois dans l'industrie des microcentrales hydroélectriques au Canada .....	29
3.3.4	Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie des microcentrales hydroélectriques .....	34
3.4	Chauffage solaire de l'air .....	35
3.4.1	La technologie .....	35
3.4.2	L'industrie canadienne du chauffage solaire de l'air.....	35
3.4.3	Les emplois dans l'industrie canadienne des systèmes de chauffage solaire de l'air .....	36
3.4.4	Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie du chauffage solaire de l'air .....	40
3.5	Chauffage solaire de l'eau.....	41
3.5.1	La technologie .....	41
3.5.2	L'industrie canadienne du chauffage solaire de l'eau.....	41
3.5.3	Les emplois dans l'industrie canadienne du chauffage solaire de l'eau.....	42
3.5.4	Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie du chauffage solaire de l'eau .....	45
3.6	Biomasse.....	45
3.6.1	La technologie .....	45
3.6.2	L'industrie canadienne de la biomasse.....	47

3.6.3	Les emplois dans l'industrie canadienne de la biomasse.....	49
3.6.4	Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie de la biomasse .....	54
3.7	Les pompes à chaleur géothermiques .....	56
3.7.1	La technologie .....	56
3.7.2	L'industrie canadienne des pompes à chaleur géothermiques .....	57
3.7.3	Les emplois dans l'industrie de l'énergie géothermique .....	58
3.7.4	Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie de l'énergie géothermique .....	63
4	Résumé des observations formulées par les répondants concernant la formation dans le domaine des énergies renouvelables .....	66
	Références .....	68
	Sites Web.....	68
	Publications .....	68
	Annexe A : Guide d'entrevue approfondie .....	69
	A1. Biomasse .....	69
	A2. Chauffage solaire de l'eau .....	71
	A3. Chauffage solaire de l'air.....	72
	A4. Énergie géothermique (pompes à chaleur géothermiques).....	74
	A5. Systèmes photovoltaïques.....	75
	A6. Éoliennes.....	77
	A7. Microcentrales hydroélectriques .....	79
	ANNEXE B : Coordonnées des entreprises par technologie .....	82
	MICROCENTRALES HYDROÉLECTRIQUES .....	82
	SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES .....	82
	ÉOLIENNES .....	83
	BIOMASSE.....	83
	CHAUFFAGE SOLAIRE DE L'AIR .....	84
	CHAUFFAGE SOLAIRE DE L'EAU .....	84

## 1 Introduction

Les sources d'énergie à base d'hydrocarbures qui alimentent la croissance du monde occidental depuis des siècles finiront par s'épuiser. Le monde devra renforcer sa capacité à produire de l'énergie à partir de sources renouvelables moins polluantes. Ce constat vaut tout particulièrement pour le Canada, pays qui consomme une grande quantité d'énergie par habitant en raison de son climat et de l'abondance de ses ressources. Le Canada possède non seulement le capital naturel, mais aussi la richesse et l'infrastructure éducationnelle de base nécessaires pour contribuer grandement à réduire l'empreinte écologique des êtres humains en privilégiant plusieurs industries de remplacement viables axées sur les énergies renouvelables.

Les technologies des énergies renouvelables (TER) captent l'énergie de la Terre, des végétaux, du vent et du soleil sans en épuiser la source. Si chacune de ces sources d'énergie comporte son lot de défis sur le plan technique et commercial, elles sont en plein essor et devraient offrir rapidement des solutions viables propres à remplacer le pétrole et le gaz. Le développement des ressources humaines grâce à des programmes d'éducation et de formation destinés aux personnes participant à la fabrication, à la conception, à l'installation et à l'entretien de systèmes axés sur les technologies des énergies renouvelables représente une partie de l'équation de la viabilité sur le marché. C'est pourquoi la présente étude passe en revue et décrit les compétences requises pour favoriser une utilisation accrue de ces technologies au Canada.

Les technologies des énergies renouvelables abordées dans la présente étude sont les suivantes :

- Systèmes photovoltaïques
- Éoliennes
- Microcentrales hydroélectriques
- Chauffage solaire de l'air
- Chauffage solaire de l'eau
- Biomasse
- Pompes à chaleur géothermiques

Chacune de ces technologies a le potentiel voulu pour gagner du terrain, mais la plupart sont en devenir et n'ont pas encore pénétré le marché.

L'aptitude du Canada à accélérer l'évolution des technologies des énergies renouvelables repose sur l'offre de techniciens ou technologues (concepteurs, fabricants et installateurs) compétents et bien informés, pour répondre à la demande au cours des cinq à dix prochaines années. Chacun de ces emplois comporte sa propre série d'exigences qui peuvent ou non être transférables à partir des technologies classiques et d'une énergie renouvelable à l'autre.

À mesure que les technologies des énergies renouvelables continueront d'évoluer, le Canada devra se doter d'un bassin de techniciens et de technologues dûment formés en

matière de développement de marché et de gestion durable de l'énergie, et capables de faire valoir leur industrie. Dans ce contexte, la difficulté consiste à évaluer non seulement l'offre de main-d'œuvre par rapport à la demande, mais aussi à prévoir cette demande dans un environnement en évolution rapide pour appréhender les pénuries de main-d'œuvre probables à cette étape.

La plus grande partie de l'infrastructure éducationnelle du Canada dans le domaine des technologies des énergies renouvelables est encore embryonnaire. Certes, certains établissements d'enseignement postsecondaire au Canada offrent des programmes de formation des technologues en énergies renouvelables, mais tout indique que la demande future de spécialistes pourrait bien être supérieure aux promotions de diplômés des programmes existants. La plupart des spécialistes actuels sont autodidactes et ont été formés dans d'autres pays. En outre, il existe peu de normes d'accréditation fiables pour aider les industries des énergies renouvelables à trouver des travailleurs qualifiés sur qui compter.

L'information communiquée dans le présent rapport a été recueillie au cours de la première étape d'un projet visant à répondre aux besoins du marché du travail canadien pour les sept technologies des énergies renouvelables susmentionnées. Pour chacune de ces technologies, le présent rapport fait le bilan des différents types d'emplois, des connaissances, des compétences et des aptitudes requises et expose la situation concernant la formation postsecondaire et l'accréditation dans les différents domaines des énergies renouvelables.

## 2 Méthode

Pour les besoins de notre étude, nous avons d'abord mené une recherche générale sur la nature des différentes technologies des énergies renouvelables. Nous avons dépouillé la documentation provenant de publications et d'Internet pour avoir une bonne idée des technologies et des branches d'activité associées à chacune.

Ensuite, dans la mesure du possible, nous avons communiqué avec les associations industrielles ou d'autres spécialistes en technologies des énergies renouvelables pour valider le modèle préliminaire de l'industrie et obtenir d'autres renseignements généraux sur cette dernière, des suggestions et les coordonnées de personnes à interroger. Nous avons réalisé des entrevues approfondies, afin de définir le contexte en abordant un large éventail de renseignements (voir l'annexe A).

Nous avons élaboré un plan et guide d'entrevue (voir l'annexe B) à la lumière de l'information recueillie au cours des deux premières étapes. Nous avons sélectionné les répondants selon notre jugement pour constituer un échantillon respectant les critères suivants :

- représentation de toutes les régions du Canada;
- représentation des différents types d'organisations au sein de l'industrie (p. ex., fabricants, développeurs, concepteurs ou installateurs et distributeurs);
- représentation des organisations de toutes tailles (à la fois les petites et les grandes).

Nous avons contacté chaque répondant pour lui poser les questions figurant dans le guide d'entrevue. Au début, nous pensions pouvoir recueillir la plus grande partie de l'information nécessaire en analysant les descriptions d'emploi fournies par les personnes interrogées. Toutefois, nous avons constaté au cours de cette étape que très peu d'organisations étaient assez bien établies ou d'assez grande envergure pour disposer de descriptions d'emploi. C'est pourquoi nous avons rectifié le tir de manière à élargir la portée des entrevues pour recueillir davantage d'information qualitative.

Après avoir compilé les résultats des entrevues, nous les avons analysés pour dégager les éléments et thèmes communs. À partir de ces données, nous avons tracé le profil des emplois les plus fréquents au sein de chaque industrie d'après les descriptions de tâches, les qualifications, ainsi que les connaissances, compétences et aptitudes associées à chacun.

### **3 Industries axées sur les technologies des énergies renouvelables**

#### **3.1 L'énergie photovoltaïque**

##### **3.1.1 La technologie**

Les systèmes photovoltaïques transforment la lumière solaire en énergie électrique grâce à des piles solaires composées de deux couches de silicium cristallin dopées au moyen d'éléments de charge respectivement positive et négative. La lumière solaire excite les électrons de la couche de charge négative. Pour atteindre la couche positive, les électrons excités circulent le long du circuit qui relie les deux couches.

Comme chaque photopile produit 0,5 volt, on en connecte plusieurs en série pour créer une tension utilisable. Un module standard renferme 36 piles solaires interconnectées qui fournissent environ 17 volts. On emploie l'expression « générateur photovoltaïque » pour désigner une série de modules photovoltaïques. Ce générateur est toujours installé à un endroit exposé au soleil et relié par câble au reste du système. Dans certaines applications, en particulier dans le Nord, on utilise aussi un dispositif permettant de suivre la course du soleil.

Dans les applications autonomes, le générateur est relié à un régulateur qui alimente en électricité une batterie d'accumulateurs à décharge profonde pour l'y stocker. La batterie produit un courant continu, mais les systèmes électriques domestiques sont à courant alternatif. C'est pourquoi on utilise un convertisseur pour transformer le courant continu en courant alternatif afin de l'utiliser. En règle générale, on utilise une génératrice d'appoint alimentée au moyen d'un combustible pour les journées où le temps est sombre ou la consommation élevée.

Lorsque le système photovoltaïque est interconnecté ou relié au réseau électrique local, l'utilisation de la batterie d'accumulateurs devient facultative car on transmet l'électricité excédentaire au réseau auprès duquel on s'approvisionne en cas de besoin. Un mécanisme de facturation nette permet le transport d'énergie dans les deux sens. Le

propriétaire du système photovoltaïque reçoit un montant d'argent s'il fournit davantage d'énergie qu'il n'en consomme et il en verse un dans le cas contraire.

On trouve plusieurs types de piles photovoltaïques, d'accumulateurs à décharge profonde, de régulateurs et de convertisseurs, qui reposent tous sur des technologies ou des principes mécaniques différents.

### 3.1.2 L'industrie photovoltaïque au Canada

L'industrie photovoltaïque canadienne est jeune et de faible envergure. Elle compte une cinquantaine d'acteurs, dont la plupart (de 90 à 95 p.100) sont des concepteurs ou installateurs de systèmes résidentiels. Sans compter l'effet multiplicateur, elle crée environ 1 000 emplois au Canada. Les applications sont principalement résidentielles et autonomes, mais quelques applications commerciales ont aussi trouvé leur créneau. Il y a très peu de recouvrements entre les entreprises de l'industrie photovoltaïque et celles du secteur du chauffage solaire (eau, piscines et air), car il s'agit de technologies fort différentes.

L'industrie mondiale a enregistré une croissance d'environ 38 p.100. Au Canada, plusieurs obstacles freinent la croissance de l'industrie - l'importance des investissements requis pour les applications photovoltaïques (long délai de récupération), une réglementation relativement défavorable et l'inertie des entreprises de services publics lorsque l'on cherche à raccorder le système au réseau. C'est pourquoi la présence de l'industrie n'est pas la même partout au pays, mais se concentre plutôt dans les provinces où la réglementation est plus souple.

L'industrie se compose de fabricants de composants, de développeurs, de distributeurs, de fournisseurs (aussi appelés « concepteurs ou installateurs ») ainsi que de conseillers, le plus souvent des ingénieurs-conseils. On trouve aussi plusieurs entreprises qui produisent du matériel pour les piles solaires.

L'assise en matière de fabrication de composants est très modeste. On trouve au Canada deux fabricants de modules photovoltaïques, en l'occurrence deux entreprises de bonne envergure qui exportent leurs produits. Le Canada compte aussi un fabricant de régulateurs. Les fournisseurs canadiens ne se limitent pas aux produits nationaux, car les fabricants étrangers de composants bénéficient souvent d'économies d'échelle et pratiquent par conséquent des prix avantageux. Cependant, l'un des deux fabricants de modules possède une technologie exclusive offrant de grandes possibilités à la fois sur le marché intérieur et à l'étranger. On ne trouve au Canada aucun fabricant de systèmes de fixation; en général, le concepteur ou installateur construit une structure très simple adaptée à l'emplacement visé. Aucune entreprise canadienne ne fabrique de dispositifs de suivi. Comme les génératrices et les accumulateurs à décharge profonde ne sont pas spécifiques aux applications des énergies renouvelables, on ne considère pas qu'ils relèvent de l'industrie.

Le distributeur peut être au service exclusif d'un fabricant ou offrir toute une gamme de produits. Habituellement, il vend non seulement un éventail complet de composants

photovoltaïques, mais aussi des composants pour toute une gamme d'autres énergies renouvelables (éoliennes et microcentrales hydroélectriques). Ces composants peuvent être vendus à des fournisseurs ou directement aux consommateurs, soit sous forme de composants individuels ou en kits complets.

La plupart des concepteurs ou installateurs sont des entreprises qui comptent au maximum trois employés et exercent leurs activités dans leur région. En règle générale, les fournisseurs qui font la conception et l'installation ne se spécialisent pas dans les applications résidentielles ou commerciales.

Des conseillers aident les bricoleurs à faire le travail de conception complexe et à s'y retrouver dans la jungle des règlements et pour l'interconnexion. Une trentaine d'entreprises se considèrent comme des sociétés de conseils en systèmes photovoltaïques, mais environ la moitié d'entre elles font aussi du travail de conception et d'installation. Les services-conseils constituent le prolongement naturel de leurs activités commerciales.

### 3.1.3 Les emplois dans l'industrie photovoltaïque au Canada

L'industrie photovoltaïque compte de nombreux spécialistes, mais les emplois classiques, exception faite des emplois courants en administration, sont par ordre approximatif d'importance :

- Concepteur ou installateur
- Ingénieur d'études ou conseiller
- Assembleur (ou monteur)
- Représentant technico-commercial
- Ingénieur des procédés
- Technicien ou technologue

Pour chacun de ces emplois, les sections ci-après décrivent en termes généraux le rôle du titulaire, les qualifications généralement requises, ainsi que les connaissances, compétences et aptitudes connexes. Dans le cas de l'ingénieur des procédés, les caractéristiques ne sont pas spécifiques à l'industrie photovoltaïque.

#### *Concepteur ou installateur*

##### *Description*

Le concepteur ou installateur (aussi appelé « fournisseur ») de systèmes photovoltaïques consulte les clients pour connaître leurs besoins et préférences, procède à l'analyse de sites, conçoit les applications, détermine le coût des composants et la main-d'œuvre requise, se procure le matériel nécessaire, installe les systèmes, réalise les essais, obtient au besoin l'approbation des inspecteurs, renseigne les clients et leur montre à utiliser leur système, en plus d'assurer le service après-vente selon les besoins.

### *Qualifications*

À l'heure actuelle, aucune formation officielle ou accréditation n'est exigée pour devenir concepteur ou installateur de systèmes photovoltaïques. Toutefois, une norme et un processus d'accréditation visant toute l'Amérique du Nord sont en voie d'élaboration et l'industrie y est très favorable. Certains concepteurs ou installateurs ont une formation en génie, mais la plupart ont de l'expérience dans un ou plusieurs corps de métier, en particulier en qualité d'électricien, de menuisier, de mécanicien industriel et de technicien en électronique. Une formation ou des études quelconques dans le domaine des énergies renouvelables constituent un précieux atout. Pratiquement toutes les personnes interrogées ont indiqué que l'expérience directe de la technologie est essentielle et plusieurs ont signalé qu'une formation d'électricien résidentiel ne suffit pas, car il faut bien comprendre le courant continu et les dangers connexes.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des principes de base de l'électricité, courant alternatif et continu, y compris l'analyse des charges de pointe, la conversion, les circuits, les essais et la sécurité
- Connaissance des composants et des fonctions des systèmes photovoltaïques
- Connaissance de la réglementation locale
- Connaissance des procédures d'interconnexion des entreprises locales de services publics
- Compétences en conception de systèmes électriques
- Compétences en conception, production et installation de systèmes de fixation et de dispositifs de suivi
- Compétences en matière d'essais
- Aptitudes dans toute la gamme des activités entrepreneuriales, y compris la vente et le marketing, l'administration, les notions de base en finances et en comptabilité
- Aptitudes en analyse et dépannage
- 

### *Ingénieur d'études ou conseiller*

#### *Description*

L'ingénieur d'études, qui peut travailler à son compte ou pour un distributeur, conçoit des applications photovoltaïques complexes. En plus de consulter les clients, d'effectuer des calculs ainsi que des analyses et de concevoir et documenter des applications, il peut être appelé à concevoir, produire ou mettre à l'essai des prototypes, à planifier l'installation des applications, à déterminer le coût des composants et de la main-d'œuvre, à résoudre les problèmes de conception et à superviser l'installation. À titre de conseiller, l'ingénieur d'études peut aussi aider les clients à mener une analyse économique des applications, s'assurer que les applications répondent à toutes les exigences réglementaires, s'y retrouver dans la jungle complexe des processus d'approbation auprès des municipalités et des entreprises locales de services publics,

renseigner les clients et leur donner une formation sur la maintenance de l'application.

### *Qualifications*

Si l'on excepte l'accréditation générale des ingénieurs, il n'existe aucune norme d'accréditation pour les conseillers en systèmes photovoltaïques ni aucune norme d'accréditation particulière pour les ingénieurs d'études dans le domaine. On exige un diplôme en génie (électrique ou mécanique). L'ingénieur d'études doit posséder une certaine expérience de la conception d'applications pratiques en matière d'énergies renouvelables et bien connaître la réglementation et le contexte relatif aux entreprises de services publics du territoire d'implantation.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des circuits électriques, courant alternatif et continu, y compris la conversion, l'analyse des charges de pointe et la sécurité
- Connaissance des concepts économiques de base, y compris la valeur actualisée, le délai de récupération et le loyer de l'argent
- Connaissance de la réglementation locale pour tout le territoire d'implantation
- Connaissance des procédures et protocoles d'interconnexion des entreprises de services publics
- Compétences en conception efficace de systèmes électriques
- Compétences en calcul de dimensionnement
- Compétences en analyse des besoins
- Compétences en analyse de problèmes
- Aptitude à rédiger les documents techniques et à chiffrer les travaux
- Compétences en planification
- Aptitude à lire des documents complexes
- Aptitude à déterminer et à comprendre des exigences complexes
- Aptitude à transmettre ses connaissances
- Aptitude aux activités entrepreneuriales

### *Assembleur (monteur)*

#### *Description*

L'assembleur ou monteur participe aux activités de fabrication. Il assemble les pièces de composants de systèmes photovoltaïques particuliers pour fabriquer des composants prêts à expédier. Il s'agit d'un travail de précision qui doit être exécuté de façon efficiente. L'assembleur doit parfois effectuer des essais pour évaluer la qualité des composants fabriqués.

#### *Qualifications*

L'assembleur doit avoir fait des études secondaires générales ou l'équivalent. Une formation en électronique au niveau secondaire ou collégial constitue un atout. En règle générale, l'assemblage varie d'un composant et d'un fabricant à l'autre, si bien que la

formation s'acquiert sur le tas. Aucune expérience ou connaissance dans le domaine des systèmes photovoltaïques n'est requise.

#### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance de l'assemblage des composants visés
- Connaissance des pièces de base pour l'assemblage de composants
- Connaissance des bonnes pratiques de sécurité
- Connaissance des niveaux de tolérance pour le composant visé
- Aptitude à lire et comprendre des instructions d'assemblage ou des schémas de montage
- Aptitude à réaliser les tests de base et à consigner les résultats
- Dextérité manuelle pour faire l'assemblage avec rapidité et précision
- Aptitude à exécuter les tâches répétitives sans se laisser déconcentrer
- Aptitudes en mécanique
- Aptitude à travailler debout pendant de longues périodes

#### ***Représentant technico-commercial***

##### *Description*

Le représentant technico-commercial vend des composants de systèmes photovoltaïques aux fournisseurs (concepteurs ou installateurs) et directement aux clients. Il noue des relations avec les clients et les aide à analyser leurs besoins. Parfois, il effectue aussi l'étude préliminaire ou de base pour les applications. En outre, le représentant analyse les produits pour déterminer les meilleurs, fixe les prix, établit les bons de commande, renseigne les clients et assure à l'occasion le service après-vente.

##### *Qualifications*

Il n'existe aucune norme d'accréditation pour les représentants technico-commerciaux dans l'industrie photovoltaïque. Le représentant doit posséder un bagage à la fois commercial et technique. La plupart des personnes interrogées ont fait état de la difficulté de combler ces postes, mais il n'y a pas eu consensus quant aux qualifications idéales. Certains représentants possèdent un bagage scientifique ou technique (ingénieurs, physiciens, concepteurs ou installateurs de systèmes photovoltaïques) et s'initient aux aspects commerciaux en cours d'emploi. En revanche, d'autres ont une formation en marketing ou en administration des affaires et se familiarisent en cours d'emploi avec les aspects scientifiques de la conception d'applications photovoltaïques. Selon la plupart des personnes interrogées, un vif intérêt pour les énergies renouvelables et la capacité d'apprendre constituent les indicateurs les plus fiables du succès des représentants technico-commerciaux.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des notions de base en électricité, courant alternatif et continu, y compris l'analyse des charges de pointe et la conception de circuits
- Connaissance des systèmes photovoltaïques, des composants et des différentes options
- Connaissance des caractéristiques particulières des produits à vendre, notamment la capacité, les tolérances et les spécificités
- Connaissance des concepts économiques de base, y compris le financement, la valeur actualisée, le délai de récupération, les coûts externalisés, la marge bénéficiaire brute et les remises
- Connaissance des réseaux de fournisseurs et des fournisseurs indépendants sur le territoire de vente
- Connaissance des points forts et points faibles des concurrents et de leurs produits
- Compétences en analyse de site
- Compétences en conception de systèmes de base
- Aptitude à établir les spécifications des composants à partir de sa propre conception ou de celle d'un autre
- Compétences en négociation, détermination des prix et exécution des commandes
- Aptitude au réseautage
- Vif intérêt pour les énergies renouvelables
- Pouvoir de persuasion
- Esprit d'analyse

### *Technicien ou technologue*

#### *Description*

Dans l'industrie photovoltaïque, on trouve deux types d'emplois de techniciens ou technologues.

Premièrement, on trouve différents types de techniciens en procédés industriels qui sont hautement qualifiés dans un domaine très spécialisé d'un procédé de fabrication. Mentionnons à titre d'exemple un technicien en chimie spécialiste des procédés industriels affecté au procédé de fabrication de certains composants. Comme ce type d'emploi n'est pas spécifique à l'industrie photovoltaïque, il n'est pas analysé dans le présent rapport. Toutefois, ces techniciens doivent posséder une formation postsecondaire dans leur spécialité et certains sont accrédités dans leur domaine de compétence.

Deuxièmement, le technicien en photovoltaïque représente les fabricants et assure le service après-vente ou après-installation de l'équipement technique, par exemple, les systèmes photovoltaïques. Il se rend sur place (usine ou site des applications) et assure la maintenance, la formation et le dépannage requis par les utilisateurs de l'équipement. Il est parfois appelé à se rendre à l'étranger.

### *Qualifications*

Il n'y a aucune norme d'accréditation pour les techniciens en systèmes photovoltaïques. Ce type d'emploi exigerait trois années de formation dans un collège communautaire ou un cégep en fabrication de matériel électrique, mécanique ou électronique, combinées à un stage de formation pour se familiariser avec l'équipement propre au fabricant.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des concepts de base en mécanique, électronique et électricité
- Connaissance de l'équipement ou des produits particuliers du fabricant
- Connaissance des procédés de fabrication de base et des problèmes connexes
- Connaissance des conditions et pratiques commerciales dans les pays ou endroits d'implantation
- Connaissance des bonnes pratiques de sécurité
- Aptitude à lire et à comprendre la documentation technique
- Dextérité manuelle
- Compétences en réparation et maintenance des produits ou de l'équipement du fabricant
- Compétences en matière d'essais
- Aptitude à monter des dossiers
- Aptitudes en analyse et dépannage
- Aptitude à former d'autres personnes

#### 3.1.4 Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie photovoltaïque

##### *Accréditation*

L'industrie photovoltaïque est encore en pleine évolution. Au cours des 10 à 20 dernières années, son image a été ternie en raison de concepteurs ou installateurs résidentiels mal formés ou inefficaces. Comme les paramètres économiques de la photovoltaïque prévus dans la réglementation sont très limités, l'industrie repose sur le bouche-à-oreille. Les applications mal conçues ou installées de façon inadéquate nuisent donc à l'industrie dans son ensemble.

C'est pourquoi l'Association des industries solaires du Canada et les principaux acteurs de l'industrie sont très favorables à l'élaboration de normes d'accréditation pour les concepteurs ou installateurs résidentiels. Un projet en cours, principalement à l'initiative des États-Unis, vise à élaborer et à appliquer des normes d'accréditation communes à l'échelle de l'Amérique du Nord. Toutes les parties s'entendent déjà sur les compétences de base requises, mais elles continuent de débattre pour déterminer à quelle hauteur placer la barre en ce qui a trait à ces exigences.

Il faudrait mettre ces normes en place province par province (et État par État). L'industrie recommande d'adopter une stratégie de mise en œuvre souple au lieu de rendre l'accréditation obligatoire. Elle introduit actuellement les normes dans les États de New York et de la Californie. Pour l'instant, on n'a pas prévu d'adopter de normes d'accréditation pour concepteurs ou installateurs de systèmes photovoltaïques au Canada.

### *Formation requise pour les emplois dans l'industrie photovoltaïque*

Comme l'effectif est peu nombreux, il n'apparaît guère justifié d'offrir de façon générale à l'échelle du pays une formation spécialisée pour les emplois dans l'industrie photovoltaïque, mais la demande est forte dans les écoles et autres établissements où cette formation est offerte (Seneca College et BCIT). L'opinion des personnes interrogées était partagée sur la question de savoir si les concepteurs ou installateurs de systèmes photovoltaïques devraient être considérés comme un corps de métier particulier ou s'il y a lieu de prévoir dans les corps de métier existants une formation en photovoltaïque dans le cadre de la spécialisation.

Quoi qu'il en soit, le domaine suscite à coup sûr l'intérêt et tout indique qu'il y aurait une demande pour une série de cours de base portant sur un éventail de technologies des énergies renouvelables, car nombre de concepteurs ou installateurs, de distributeurs et de vendeurs de composants font appel à plus d'un type de technologies dans leur secteur d'activité. Plusieurs personnes préconisent que l'on accorde une place plus importante aux sciences et à la technologie des énergies renouvelables dans les cours de sciences au niveau secondaire.

Selon les personnes interrogées qui ont recours aux services d'ingénieurs, la formation et l'accréditation ayant cours à l'heure actuelle sont suffisantes, mais il serait utile d'intégrer des modules sur les spécificités des technologies des énergies renouvelables.

À une exception près (assembleur), les personnes interrogées estiment que tous les emplois dans l'industrie photovoltaïque bénéficieraient d'une expérience pratique dans l'installation de systèmes photovoltaïques – en fait, un distributeur a insisté sur le fait que ses propres bureaux sont alimentés au moyen de systèmes à énergies renouvelables pour permettre à tous les employés d'acquérir une expérience pratique.

Des concepteurs ou installateurs ont aussi souligné le grand intérêt de la documentation produite par le gouvernement fédéral (RNCAN) sur les principes de base de différentes technologies renouvelables. Cette documentation aide les petits entrepreneurs à expliquer les concepts aux clients. Plusieurs personnes ont mentionné qu'un cours de plusieurs jours à l'intention des consommateurs serait extrêmement utile dans le cas des clients des régions éloignées désireux d'assurer eux-mêmes la maintenance de leur système.

## 3.2 Énergie éolienne

### 3.2.1 La technologie

Les éoliennes produisent de l'électricité grâce à de puissants courants de convection. Le vent fait tourner les pales des éoliennes montées sur des pylônes. En tournant, les pales actionnent un rotor réglé à une vitesse de rotation constante, qui loge dans le caisson de la turbine à la base du pylône et fait pivoter un arbre d'entraînement. Cet arbre fait tourner un aimant dans un serpent, produisant ainsi un courant électrique. Les régulateurs contrôlent la vitesse ainsi que l'inclinaison des pales et l'orientation de l'éolienne de manière à toujours utiliser les vents de façon optimale. Les petites éoliennes peuvent produire de 0,25 kW à 10 W et les grandes, de 50 W à 1,5 MW.

L'élément le plus crucial dans l'installation d'une éolienne est le choix du site, qui nécessite une très bonne connaissance de la configuration des vents et de la morphologie du terrain ainsi que des données sur les vents aux sites retenus sur une période allant de 3 mois à 3 ans. Dans les grands projets, il y a souvent un délai de 5 ans entre la conception et la mise en service. Les installateurs d'éoliennes doivent aussi porter attention à toute une batterie d'exigences réglementaires, notamment en ce qui a trait à la hauteur maximale, au retrait, à l'esthétique, à l'effet sonore et visuel, ainsi qu'aux problèmes environnementaux, par exemple, la sécurité des oiseaux. Des sites, qui se trouvent habituellement en région rurale et éloignée, peuvent aussi servir à d'autres fins, par exemple, comme pâturage.

Dans les applications autonomes, l'électricité produite par la turbine est transmise au moyen d'un câble et d'un régulateur à une batterie d'accumulateurs à décharge profonde pour y être stockée. Les batteries d'accumulateurs produisent de l'électricité à courant continu, mais les systèmes électriques domestiques utilisent le courant alternatif. C'est pourquoi on fait appel à un convertisseur pour transformer le courant continu en courant alternatif afin de pouvoir s'en servir. L'éolienne est habituellement couplée à une génératrice d'appoint alimentée au moyen d'un combustible ou d'autres technologies renouvelables pour les journées où les vents sont faibles ou celles où la consommation élevée.

Lorsque l'éolienne est interconnectée ou raccordée au réseau local, l'utilisation de la batterie d'accumulateurs est facultative, car on transmet l'électricité excédentaire au réseau auprès duquel on s'approvisionne en cas de besoin. On utilise un mécanisme de facturation nette pour permettre le transport d'énergie dans les deux sens. Le propriétaire de l'éolienne reçoit un montant d'argent s'il fournit davantage d'énergie qu'il en consomme et il en verse un dans le cas contraire. Certains sites sont mis en valeur expressément pour produire de l'électricité destinée au réseau. Il s'agit en pareil cas de parcs éoliens ou de centrales éoliennes qui regroupent la production de nombreuses turbines contiguës dont la puissance peut atteindre 25 MW.

On trouve deux principaux types d'éoliennes et de pylônes et plusieurs types d'accumulateurs à décharge profonde, de régulateurs et convertisseurs, qui reposent tous sur des technologies ou des principes mécaniques différents.

### 3.2.2 L'industrie éolienne au Canada

L'industrie éolienne au Canada est sur le point de connaître une croissance exponentielle. Elle compte approximativement 150 acteurs, dont environ le tiers sont des conseillers. Sans compter l'effet multiplicateur, elle crée environ 1 000 emplois au pays. Les applications sont principalement destinées aux régions rurales et éloignées où le prolongement du réseau pourrait entraîner des coûts prohibitifs. Toutefois, la grande majorité (environ 75 p. 100) de la puissance installée se trouve dans des centrales éoliennes commerciales appartenant à des intérêts privés ou à des entreprises de services publics.

L'industrie mondiale a enregistré une croissance d'environ 35 p. 100. Mais les plans actuels prévoient une très forte croissance au Canada au cours des cinq à dix prochaines années, quoique à partir d'une assise modeste. Les principaux obstacles à la croissance sont liés à l'importance de la mise de fonds requise pour les applications éoliennes (long délai de récupération) et à une réglementation relativement défavorable auxquels s'ajoute l'inertie des entreprises de services publics dans les cas où l'on cherche à interconnecter le système au réseau. En conséquence, la présence de l'industrie n'est pas la même partout au pays; elle est plutôt concentrée dans les provinces où la réglementation est plus souple. Toutefois, plusieurs entreprises provinciales de services publics exploitent avec succès des sites commerciaux, en particulier pour alimenter des collectivités établies à des endroits éloignés, si bien que la technologie est en voie d'acquiescer ses lettres de noblesse.

L'industrie se compose de fabricants de composants, de développeurs, de distributeurs, de fournisseurs (aussi appelés « concepteurs ou installateurs ») ainsi que de sociétés de conseils.

L'assise en matière de fabrication de composants est très modeste. On trouve au Canada un fabricant de pales, mais aucun fabricant de turbines. Toutefois, l'industrie prévoit qu'une entreprise devrait se lancer dans ce type de fabrication au cours des cinq prochaines années. Le Canada compte un fabricant de régulateurs et plusieurs fabricants de pylônes. Les développeurs et fournisseurs canadiens ne se limitent pas aux produits nationaux, car les fabricants étrangers de composants bénéficient souvent d'économies d'échelle et pratiquent par conséquent des prix avantageux. Aucune entreprise canadienne ne fabrique de dispositifs de suivi. Comme les accumulateurs à décharge profonde, les boîtes d'engrenages, les arbres d'entraînement et les génératrices ne sont pas spécifiques aux applications des énergies renouvelables, on ne considère pas qu'ils relèvent de l'industrie.

Les distributeurs peuvent être au service exclusif d'un fabricant ou offrir toute une gamme de produits. Habituellement, ils vendent non seulement un éventail complet de composants d'éoliennes, mais aussi des composants pour toute une gamme d'autres énergies renouvelables (systèmes photovoltaïques et microcentrales hydroélectriques). Ces composants peuvent être vendus à des développeurs ou à des fournisseurs ou directement aux consommateurs, soit sous forme de composants individuels ou en kits complets.

Les développeurs sont les entreprises et les particuliers qui financent, développent, possèdent et exploitent des éoliennes, depuis les particuliers qui utilisent des éoliennes d'une puissance de 5 à 30 kW jusqu'aux entreprises de production d'électricité de grande envergure exploitant des parcs éoliens de 1 MW ou plus. Fait positif, on note la présence de développeurs de moyenne envergure exploitant un ou plusieurs sites de l'ordre de 100 à 900 kW, généralement pour produire de l'électricité destinée à l'usage général dans les régions rurales ou éloignées. Les entreprises provinciales et privées de services publics font partie de cette catégorie de développeurs. La plupart des développeurs s'occupent eux-mêmes de la maintenance de l'équipement installé, mais ils confient de plus en plus ce travail en sous-traitance à des fabricants ou à des distributeurs qui peuvent assurer le service après-vente de nombreux sites en faisant appel au même personnel.

La plupart des concepteurs ou installateurs sont des entreprises qui comptent au maximum trois employés et exercent leurs activités dans leur région, où ils installent des éoliennes de série fournies sous forme de kits par des distributeurs. Les fournisseurs qui font la conception et l'installation se spécialisent généralement dans les applications résidentielles ou autonomes.

Les sociétés de conseils sont des acteurs importants qui font partie intégrante de l'industrie éolienne au Canada. Il faut des connaissances et du matériel spécialisé pour trouver, évaluer et choisir des sites appropriés et s'y retrouver dans la jungle des règlements et des problèmes de relations publiques associés aux centrales éoliennes de moyenne ou grande envergure. Les installations de grande envergure sont très complexes et exigent des études techniques spécialisées ainsi qu'une solide gestion de projet. Des conseillers peuvent aussi aider les bricoleurs, mais les concepteurs ou installateurs locaux s'en chargent parfois. Une cinquantaine d'entreprises se présentent en tant que sociétés de conseils en énergie éolienne.

Outre les entreprises qui participent directement au développement ou à la production d'éoliennes, l'industrie éolienne a un effet multiplicateur bénéfique en raison des aspects industriels de cette technologie. Les entreprises de transport, de construction et d'usinage figurent parmi les nombreux bénéficiaires secondaires de l'industrie. Selon les estimations de l'Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA), l'effet multiplicateur serait de l'ordre de 60 p. 100 au chapitre de la création d'emplois directs.

### 3.2.3 Les emplois dans l'industrie éolienne au Canada

L'industrie éolienne compte de nombreux spécialistes, mais les emplois classiques, exception faite des emplois courants en administration, sont par ordre approximatif d'importance :

- Développeur
- Concepteur ou installateur
- Ingénieur d'études ou conseiller en conception
- Conseiller en évaluation des vents
- Conseiller en réglementation et mise en œuvre
- Travailleur affecté à la maintenance des éoliennes
- Travailleur affecté à la maintenance des appareils électriques
- Travailleur d'usine de fabrication
- Représentant technico-commercial

Pour chacun de ces emplois, les sections ci-après décrivent en termes généraux le rôle du titulaire, les qualifications généralement requises, ainsi que les connaissances, compétences et aptitudes connexes.

### *Développeur d'éoliennes*

#### *Description*

Le développeur d'éoliennes analyse les sites potentiels, obtient le financement, assure la conception des systèmes ou la confie à des sous-traitants, gère les projets, effectue l'installation, veille au respect des règlements, s'occupe des relations publiques concernant le développement, prend en charge l'interconnexion au réseau des entreprises de services publics et gère la maintenance et le mouvement des revenus. C'est exactement un rôle d'entrepreneur, car le développeur est libre de confier à des sous-traitants pratiquement toutes les activités inhérentes au développement matériel s'il le souhaite.

#### *Qualifications*

Aucune qualification n'est requise pour devenir développeur. Toutefois, les développeurs canadiens ont souvent une formation en génie (électrique ou mécanique), un vif intérêt pour les énergies renouvelables, un certain bagage dans le domaine juridique ou réglementaire et une expérience ou des aptitudes en entrepreneuriat. Ils ont aussi accès au financement.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des principes de base de l'électricité
- Connaissance des composants et des fonctions des éoliennes
- Connaissance de la configuration des vents et de la morphologie du terrain
- Connaissance de la réglementation locale
- Connaissance des procédures d'interconnexion des entreprises locales de services publics
- Connaissance des concepts de base en financement et en économie
- Compétences en élaboration de propositions
- Compétences en gestion de projets
- Aptitudes dans toute la gamme des activités entrepreneuriales, y compris la vente et le marketing, l'administration, les notions de base en comptabilité
- Aptitudes en leadership et supervision
- Aptitudes en analyse et dépannage

### *Concepteur ou installateur*

#### *Description*

Le concepteur ou installateur d'éoliennes consulte les clients pour connaître leurs besoins et préférences, procède à l'analyse de sites, conçoit les applications, détermine le coût des composants et la main-d'œuvre requise, se procure le matériel nécessaire, installe les systèmes, réalise les essais, obtient au besoin l'approbation des inspecteurs, renseigne les clients et leur montre à utiliser leur éolienne en plus d'assurer le service après-vente au besoin.

#### *Qualifications*

À l'heure actuelle, aucune formation officielle ou accréditation n'est exigée pour devenir concepteur ou installateur d'éoliennes. Certains concepteurs ou installateurs ont une formation en génie, mais la plupart ont de l'expérience dans un ou plusieurs corps de métier, en particulier en tant qu'électricien, menuisier, mécanicien industriel ou technicien en électronique. Une formation ou des études quelconques dans le domaine des énergies renouvelables sont hautement souhaitables.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des principes de base de l'électricité, courant alternatif et continu, y compris l'analyse des charges de pointe, la conversion, les circuits, les essais et la sécurité
- Connaissance des composants et des fonctions des éoliennes
- Connaissance de la configuration des vents et de la morphologie du terrain
- Connaissance de la réglementation locale
- Connaissance des procédures d'interconnexion des entreprises locales de services publics
- Aptitude à lire et comprendre les résultats des instruments
- Compétences en conception de systèmes électriques
- Compétences en installation de systèmes de fixation et de dispositifs de commande
- Compétences en matière d'essais
- Aptitudes dans toute la gamme des activités entrepreneuriales, y compris la vente et le marketing, l'administration, les notions de base en finances et en comptabilité
- Aptitudes en analyse et en dépannage

### *Ingénieur d'études ou conseiller en conception*

#### *Description*

L'ingénieur d'études qui travaille à son compte ou pour un développeur conçoit des applications complexes pour les éoliennes. En plus de consulter les développeurs ou les clients, d'effectuer des calculs et des analyses et de concevoir et documenter des applications, il peut être appelé à en planifier l'installation, déterminer le coût des composants et de la main-d'œuvre, résoudre les problèmes de conception et superviser l'installation et l'interconnexion. À titre de conseiller, l'ingénieur d'études peut aussi aider les clients à mener une analyse économique des applications ou une analyse du site, s'assurer que les applications répondent à toutes les exigences réglementaires, s'y retrouver dans la jungle complexe des processus d'approbation auprès des municipalités et des entreprises locales de services publics, renseigner les clients et le personnel affecté à la maintenance et leur donner une formation sur la maintenance du site.

#### *Qualifications*

Mise à part l'accréditation générale des ingénieurs, il n'existe aucune norme d'accréditation pour les conseillers en éoliennes ni aucune norme d'accréditation particulière pour les ingénieurs d'études dans le domaine. On exige un diplôme en génie (électrique, mécanique ou structural). L'ingénieur d'études doit aussi posséder une certaine expérience de la conception d'applications pratiques reposant sur les énergies renouvelables et bien connaître le milieu physique, la réglementation et le contexte relatif aux entreprises de services publics du territoire d'implantation.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des circuits électriques, courant alternatif et continu, y compris la conversion, l'analyse des charges de pointe et la sécurité
- Connaissance des concepts de mécanique et de structures comme le torque, l'inclinaison des pales, l'orientation de l'éolienne, la tension, les tolérances et la sécurité
- Connaissance des concepts économiques de base, y compris la valeur actualisée, le délai de récupération et le loyer de l'argent
- Connaissance de la réglementation locale
- Connaissance des procédures et protocoles d'interconnexion des services publics
- Compétences en conception efficace de systèmes électriques
- Compétences en conception efficace de structures
- Compétences en calcul de dimensionnement
- Compétences en analyse des besoins
- Compétences en analyse de problèmes
- Aptitude à rédiger les documents sur les structures et l'électricité et à chiffrer les travaux
- Compétences en planification
- Aptitude à lire et comprendre des documents complexes
- Aptitude à déterminer et comprendre des exigences complexes
- Aptitude à transmettre ses connaissances
- Aptitude aux activités entrepreneuriales

### *Conseiller en évaluation*

#### *Description*

Le conseiller en évaluation d'éoliennes effectue des calculs de dimensionnement et il analyse et évalue les sites envisagés pour les éoliennes. Il consulte les clients, étudie le terrain et la configuration des vents ainsi que les données disponibles, installe les instruments, prend des mesures et effectue des analyses. Il documente les constatations ainsi que les recommandations.

#### *Qualifications*

Il n'y a aucune norme d'accréditation pour les conseillers en évaluation d'éoliennes. Un diplôme en météorologie constitue un atout. Le conseiller doit bien connaître le milieu physique et météorologique du territoire d'implantation.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des concepts de base des structures
- Connaissance de la morphologie du terrain et de la configuration des vents
- Connaissance des concepts en météorologie
- Compétences en calcul de dimensionnement
- Compétences en analyse des besoins
- Compétences en analyse de problèmes
- Compétences en recherche
- Aptitude à lire et comprendre les données météorologiques et géomatiques
- Aptitude à lire et comprendre des documents complexes
- Aptitude à déterminer et comprendre des exigences complexes
- Aptitude aux activités entrepreneuriales

### *Conseiller en réglementation ou implantation d'éoliennes*

#### *Description*

Le conseiller en réglementation ou implantation d'éoliennes analyse et évalue les lois et règlements ainsi que le contexte relatif aux entreprises de services publics des sites proposés. Il consulte les clients, documente les exigences, prépare les demandes et s'acquitte d'autres formalités administratives, obtient les permis, représente le client auprès des différents organismes de réglementation, amorce et effectue les études nécessaires, documente les constatations et obtient les approbations.

#### *Qualifications*

Il n'y a aucune norme d'accréditation pour les conseillers en réglementation ou implantation d'éoliennes. Un diplôme en droit constitue un atout. Le conseiller en réglementation doit bien connaître les données issues de la recherche sur les applications de l'énergie éolienne, ainsi que les lois et règlements du territoire d'implantation. Il doit aussi bien connaître les procédures et protocoles d'interconnexion des entreprises locales de services publics, les normes d'inspection en électricité et de sécurité. Une expérience des relations avec le public sur des sujets tels que la pollution sonore ou visuelle et les préoccupations environnementales constitue un atout.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des lois et règlements, y compris les exigences en matière de zonage, de hauteur maximale et de retrait, ainsi que les codes du bâtiment et de l'électricité
- Connaissance des concepts base des structures
- Connaissance des applications de l'énergie éolienne
- Connaissance des procédures et protocoles de demande et d'approbation
- Connaissance des données issues de la recherche sur les applications de l'énergie éolienne en ce qui a trait aux aspects qui préoccupent le public
- Compétences en analyse des besoins
- Compétences en analyse de problèmes
- Compétences en recherche
- Aptitude à lire et comprendre des documents complexes
- Aptitude à déterminer et comprendre des exigences complexes
- Aptitude à résoudre les problèmes
- Aptitude aux activités entrepreneuriales

### *Travailleur affecté à la maintenance d'éoliennes*

#### *Description*

Le travailleur affecté à la maintenance d'éoliennes s'occupe de tous les aspects structuraux et mécaniques d'un ou de plusieurs parcs éoliens. Il surveille la performance, règle les problèmes mécaniques et structuraux, effectue des tâches périodiques liées à la maintenance et documente toutes les activités de maintenance. Ce travail pourrait être combiné avec les responsabilités liées à la maintenance du matériel électrique des éoliennes.

#### *Qualifications*

Aucune accréditation n'est exigée pour devenir travailleur affecté à la maintenance d'éoliennes. Le travailleur doit posséder une formation technique de trois ans ou une expérience connexe en mécanique ou structures. Une expérience pratique des turbines, du boulonnage et du haubanage constitue un précieux atout.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des concepts de mécanique
- Connaissance des pièces et du fonctionnement des turbines pour les sites visés
- Connaissance des concepts de structures
- Connaissance des pratiques de sécurité
- Compétences en réparations mécaniques
- Aptitude à lire et analyser les données sur la performance
- Aptitude à lire et comprendre les schémas de montage
- Compétences en installation d'haubans
- Compétences en matière d'essais
- Dextérité manuelle
- Aptitude à produire des documents sur la maintenance
- Aptitudes en dépannage
- Aptitudes en mécanique

### *Travailleur affecté à la maintenance du matériel électrique des éoliennes*

#### *Description*

Le travailleur affecté à la maintenance du matériel électrique des éoliennes s'occupe de tous les aspects électriques d'un ou de plusieurs parcs éoliens. Il surveille la performance, règle les problèmes électriques, effectue des tâches périodiques liées à la maintenance et documente toutes les activités de maintenance. Ce travail pourrait être combiné avec les responsabilités liées à la maintenance des turbines. Dans les entreprises de services publics, le travail de l'électricien « côté réseau » ne diffère pas de celui se rapportant aux autres types de production d'électricité.

#### *Qualifications*

Aucune accréditation n'est exigée pour devenir travailleur affecté à la maintenance du matériel électrique des éoliennes. Le travailleur doit posséder une formation technique de trois ans ou une expérience pratique de la production d'électricité par les entreprises de services publics. Une expérience pratique des instruments électriques, du câblage et des transformateurs constitue un précieux atout. Le travailleur doit posséder une formation en sécurité électrique et matérielle au niveau des entreprises de services publics.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des concepts en électricité, y compris les onduleurs, les transformateurs, le câblage et le transport
- Connaissance des pratiques de sécurité électrique et matérielle au niveau des entreprises de services publics
- Connaissance du matériel électrique spécifique aux sites visés
- Compétences en réparation de matériel électrique haute tension
- Aptitude à lire et analyser les données sur la performance
- Aptitude à lire et comprendre les schémas de montage en électricité
- Compétences en matière d'essais
- Dextérité manuelle
- Aptitude à produire des documents sur la maintenance
- Aptitudes en dépannage
- Aptitudes en mécanique

### *Travailleur d'usine de fabrication d'éoliennes*

#### *Description*

Le travailleur d'usine de fabrication produit ou assemble les pièces de composants d'éoliennes. Le seul fabricant au Canada ayant des besoins spécifiques à l'industrie éolienne est un fabricant de pales, qui a besoin de travailleurs pour le laminage à la main, le moulage par injection de résine sous vide et la finition à la main. D'autres entreprises canadiennes ont des travailleurs qui assemblent des composants préfabriqués pour produire des modules ou des kits. Il s'agit d'un travail de précision qui doit être exécuté de façon efficiente. Le travailleur d'usine doit parfois effectuer des essais pour évaluer la qualité des composants fabriqués.

#### *Qualifications*

Le travailleur d'usine de fabrication d'éoliennes doit avoir fait des études secondaires générales ou l'équivalent. La production directe et l'assemblage de composants varient d'un composant et d'un fabricant à l'autre, si bien que la formation s'acquiert sur le tas. Aucune expérience ou connaissance dans le domaine des éoliennes n'est requise.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance de l'assemblage de composants particuliers
- Connaissance des pièces de base pour l'assemblage de composants
- Connaissance des bonnes pratiques de sécurité
- Connaissance des niveaux de tolérance pour le composant visé
- Compétences en laminage à la main, moulage par injection de résine sous vide et finition à la main (fabrication de pales uniquement)
- Aptitude à lire et comprendre les instructions d'assemblage ou les schémas de montage
- Aptitude à réaliser les tests de base et à consigner les résultats
- Dexterité manuelle
- Aptitude à exécuter les tâches répétitives sans se laisser déconcentrer
- Aptitudes en mécanique (assemblage)
- Aptitude à travailler debout pendant de longues périodes

### *Représentant technico-commercial*

#### *Description*

Le représentant technico-commercial vend des composants d'éoliennes aux développeurs, concepteurs ou installateurs et directement aux clients. Il noue des relations avec les clients et les aide à analyser leurs besoins. Parfois, il effectue aussi l'étude préliminaire ou la conception de base pour les applications. En outre, le représentant analyse les produits pour déterminer les meilleurs, fixe les prix, établit les bons de commande, renseigne les clients et assure à l'occasion le service après-vente. Le représentant technico-commercial peut vendre de l'équipement pour plus d'une technologie.

#### *Qualifications*

Dans l'industrie éolienne, il n'existe aucune norme d'accréditation pour les représentants technico-commerciaux. Le représentant doit posséder un bagage à la fois commercial et technique. La plupart des personnes interrogées ont fait état de la difficulté de combler ces postes, mais il n'y a pas eu de consensus quant aux qualifications idéales. Certains représentants possèdent un bagage scientifique ou technique (ingénieurs, physiciens, concepteurs ou installateurs d'éoliennes) et s'initient aux aspects commerciaux en cours d'emploi. En revanche, d'autres ont une formation en marketing ou en administration des affaires et se familiarisent en cours d'emploi avec les aspects scientifiques de la conception d'applications de l'énergie éolienne. Selon la plupart des personnes interrogées, un vif intérêt pour les énergies renouvelables et la capacité d'apprendre constituent les indicateurs les plus fiables du succès des représentants technico-commerciaux.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des notions de base en électricité, courant alternatif et continu, y compris l'analyse des charges de pointe et la conception de circuits
- Connaissance des éoliennes, de leurs composants et des différentes options
- Connaissance de caractéristiques particulières des produits à vendre, notamment la puissance, les tolérances et les spécificités
- Connaissance des concepts économiques de base, y compris le financement, la valeur actualisée, le délai de récupération, les coûts externalisés, la marge bénéficiaire brute et les remises
- Connaissance des développeurs ainsi que des concepteurs ou installateurs indépendants sur le territoire de vente
- Connaissance des points forts et des points faibles des concurrents et de leurs produits
- Compétences en analyse de site (applications autonomes)
- Compétences en conception de systèmes de base (applications autonomes)
- Aptitude à établir les spécifications des composants à partir de sa propre conception ou de celle d'un autre
- Compétences en négociation, détermination des prix et exécution des commandes
- Aptitude au réseautage
- Vif intérêt pour les énergies renouvelables
- Pouvoir de persuasion
- Esprit d'analyse

#### 3.2.4 Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie éolienne

##### *Accréditation*

L'industrie éolienne ne subit pas autant de pression que l'industrie photovoltaïque pour mettre en place des normes d'accréditation. La plus grande partie des activités prend la forme de projets de grande envergure où le développeur doit composer avec la qualité de l'installation ou d'applications modestes dans les régions éloignées, en particulier dans le Grand Nord, où l'on trouve dans la même proportion des machines installées par le propriétaire ou commandées par une entreprise de services publics (pour des raisons financières). C'est pourquoi le contrôle de la qualité du travail des concepteurs ou installateurs ne pose pas autant problème.

##### *Formation requise pour les emplois dans l'industrie éolienne*

À l'heure actuelle, les collèges communautaires et cégeps ne donnent aucun cours sur les éoliennes au Canada et les programmes universitaires en génie ne portent pas expressément sur cette source d'énergie. Toutefois, la demande est forte d'après les répondants qui s'attachent à mettre en place une formation spécialisée dans le domaine.

L'Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA) offre actuellement un cours et l'Atlantic Wind Test Site organise un « camp sur les éoliennes » dont on dit le plus grand bien. L'Université du Québec à Rimouski apporte aussi une aide technique à ceux qui envisagent de faire carrière dans la conception et l'installation d'éoliennes.

L'opinion des personnes interrogées était partagée quant à la question de savoir si les concepteurs ou installateurs d'éoliennes devraient être considérés comme un corps de métier particulier ou s'il y a lieu de prévoir dans les corps de métier existants une formation sur les éoliennes dans le cadre de la spécialisation. Certains répondants ont mentionné la désignation européenne « wind smiths », qui regroupe dans une seule profession tous les aspects de la conception, de l'installation et de la maintenance d'éoliennes. D'autres préconisent que l'on aborde les éoliennes dans le cadre des programmes actuels de formation des gens de métier et des ingénieurs.

Certains répondants considèrent qu'il serait très utile d'offrir un cours en ligne sur différents aspects de l'énergie éolienne, notamment les considérations relatives à la réglementation et à l'interconnexion et les considérations plus techniques, d'autant plus que les gens des régions éloignées n'ont généralement pas la possibilité de suivre une formation dans un centre. Toutefois, comme certaines de ces régions n'ont pas accès à Internet, il faudrait offrir ce type de cours sur cédérom ou disquette pour le rendre plus accessible. Tous les répondants estiment qu'une expérience pratique de la technologie est essentielle pour des raisons d'efficacité.

On observe un certain intérêt pour une série de cours qui offrirait une formation de base dans une gamme de technologies des énergies renouvelables. Nombre de concepteurs ou installateurs, de distributeurs et de vendeurs de composants font appel à plus d'un type de technologie dans leur secteur d'activité.

Puisque le développement de l'énergie éolienne au Canada est de nature commerciale et que le travail « côté réseau » ne diffère pas de celui se rapportant aux autres types de production d'énergie, on trouve une bonne base en matière de formation et d'expérience dans les entreprises de services publics d'aujourd'hui en ce qui concerne la maintenance du matériel électrique.

La maintenance mécanique est spécifique à l'équipement installé. Les développeurs sont de plus en plus nombreux à avoir recours aux fabricants pour assurer ce type de maintenance en qualité de sous-traitants. Les fabricants offrent la formation requise pour ces emplois à des travailleurs ayant une formation en mécanique générale.

Selon plusieurs répondants représentant les entreprises de services publics, il serait plus rentable que les travailleurs affectés à la maintenance connaissent bien les aspects électriques et mécaniques ou structuraux des éoliennes, en particulier dans le Nord où les déplacements posent problème. Des développeurs privés sont de cet avis.

Il n'y a aucune demande particulière en matière de formation pour les emplois dans la fabrication d'éoliennes et l'assise de fabrication est très modeste.

Toutefois, on observe une pénurie de conseillers fiables en évaluation des systèmes éoliens et l'industrie dans son ensemble souhaite régler les problèmes associés à la réglementation défavorable et aux nombreux obstacles à l'interconnexion dans toutes les régions du pays. Il faudrait encourager les établissements d'enseignement à intégrer aux programmes de météorologie des modules sur l'évaluation de sites pour les éoliennes, afin de répondre à la demande actuelle et prévue pour ce type de spécialité. Il serait par ailleurs utile d'offrir dans les collèges communautaires et les cégeps des programmes de formation dans le domaine juridique articulés autour de toute la gamme de questions de droit et de relations publiques associées à l'énergie éolienne, même si l'industrie souhaite davantage faire évoluer le contexte de la réglementation et de l'interconnexion que de s'adapter à la situation actuelle.

D'après les répondants qui ont recours aux services d'ingénieurs, les pratiques actuelles en matière d'éducation et d'accréditation sont suffisantes, mais il serait utile d'intégrer des modules sur les spécificités des technologies des énergies renouvelables.

### **3.3 Microcentrales hydroélectriques**

#### **3.3.1 La technologie**

Les microcentrales hydroélectriques, aussi appelées « centrales au fil de l'eau », produisent de l'électricité grâce au débit de l'eau qui circule dans une canalisation alimentée par gravité à l'intérieur de laquelle est installée une turbine<sup>1</sup>. La turbine est reliée à un arbre d'entraînement qui fait tourner un aimant dans un serpent, produisant ainsi un courant électrique. Contrairement aux grandes centrales hydroélectriques, les microcentrales hydroélectriques ne permettent pas de stocker l'eau pour produire l'électricité; elles doivent être adaptées au débit maximal de l'eau à un site particulier. Pour les besoins de la présente étude, les « microcentrales hydroélectriques » sont des installations ayant une puissance de 50 MW ou moins.

L'élément primordial dans le cas d'une microcentrale hydroélectrique est le choix du site. Il faut prendre en compte des facteurs tels que la chute nette (dénivellation entre le haut de la chute et la turbine) et le débit (volume d'eau qui peut être acheminé à la turbine par unité de temps). Le débit d'eau varie en fonction des conditions météorologiques générales, si bien qu'il faut recueillir sur une longue période de temps les données se rapportant à un site potentiel. Heureusement, on dispose au Canada d'une grande quantité de données longitudinales sur les précipitations et les débits. Néanmoins, on étudie généralement les sites potentiels pendant un à cinq ans avant de pouvoir en confirmer le choix. Les installateurs d'éoliennes doivent aussi prendre en compte les considérations environnementales et la réglementation connexe.

Les applications microhydrauliques sont généralement des applications autonomes destinées à l'usage personnel ou à des entreprises de production commerciale. Dans les

---

<sup>1</sup> Pour les besoins de la présente étude, les termes « microcentrale hydroélectrique » et « centrale au fil de l'eau » sont interchangeable. Ils désignent des installations d'une puissance de 50 MW ou moins.

applications autonomes, l'électricité produite grâce à la turbine est transportée au moyen d'un câble et d'un régulateur à une batterie d'accumulateurs à décharge profonde pour l'y stocker. La batterie produit un courant continu, mais les systèmes électrique domestiques sont à courant alternatif. C'est pourquoi on utilise un convertisseur pour transformer le courant continu en courant alternatif afin de l'utiliser.

De nombreux sites de microcentrales hydroélectriques sont exploités expressément pour produire de l'électricité destinée au réseau. L'électricité produite au site est stockée dans une centrale sur place ou acheminée au moyen de lignes de transport à un endroit situé à une distance pouvant atteindre deux kilomètres.

On trouve deux grands types de turbines dans les microcentrales hydroélectriques, mais la technologie est particulièrement complexe, car la combinaison de l'équipement et des commandes est particulière à chaque site selon ses caractéristiques et les spécificités des différents modèles de turbine. C'est pourquoi les systèmes de microcentrales hydroélectriques se prêtent moins à la normalisation que toute autre technologie des énergies renouvelables étudiées.

### 3.3.2 L'industrie des microcentrales hydroélectriques au Canada

L'avenir de l'énergie microhydraulique au Canada semble différent selon l'angle sous lequel on l'observe. Cette technologie est de nature plus commerciale si on la compare, par exemple, à l'énergie photovoltaïque ou éolienne. Les installations individuelles sont moins répandues en raison de la nécessité de trouver un site approprié et de la réglementation environnementale régissant l'aménagement des cours d'eau. La production des microcentrales hydroélectriques industrielles est stable, principalement dans les industries forestière et minière. Le développement commercial n'est pas le même partout au pays, car sa pertinence varie d'une région à l'autre (par exemple, le relief naturel de la Colombie-Britannique se prête à l'aménagement de microcentrales hydroélectriques, tandis que celui l'Île-du-Prince-Édouard est tout à fait inapproprié).

Par ailleurs, l'intérêt des différentes provinces influe grandement sur le développement. L'exemple le plus éloquent est celui de l'Ontario, où l'on trouve plus de 50 sites aménagés et plus de 100 sites potentiels. Dans les années 80, Ontario Hydro a publié un plan d'action à long terme prévoyant la production autonome d'une proportion de la capacité d'énergie hydraulique, ce qui signifiait que l'organisme était disposé à octroyer plusieurs contrats, d'une durée de 20 à 50 ans, à des producteurs d'électricité indépendants. Dans la foulée de ce plan d'action, l'industrie a entrepris des projets de développement considérables au cours des dix années qui ont suivi. En 1994 cependant, quand Ontario Hydro a cessé d'octroyer de nouveaux contrats, tous les nouveaux projets de développement ont été paralysés. En Ontario, la plus grande partie du développement se fait désormais sur des sites déjà aménagés et il s'agit de réaménagement, de mises à niveau et d'autres travaux similaires.

Par conséquent, les acteurs en Colombie-Britannique et en Alberta entrevoient une croissance appréciable dans le secteur des microcentrales hydroélectriques, mais la perception n'est pas la même dans l'est du pays. L'industrie compte moins de 50 acteurs,

dont environ le quart sont de grandes entreprises de services publics dotées de petites centrales et de microcentrales hydroélectriques. Il est difficile d'évaluer le nombre d'emplois (sans compter l'effet multiplicateur), en raison des nombreuses définitions différentes du terme « petite centrale ». Toutefois, selon les estimations établies par extrapolation à partir des données recueillies dans le cadre des entrevues, l'industrie compterait de 750 à 1 000 emplois.

En raison des caractéristiques géographiques du Canada, l'industrie possède un potentiel de croissance. La puissance actuelle des microcentrales hydroélectriques de 10 MW ou moins représente environ 2,5 p. 100 du potentiel hydroélectrique du pays ou 1 500 MW et il existe un potentiel encore inexploité d'environ 3 000 MW. Ces chiffres seraient un peu plus élevés si l'on retenait la définition selon laquelle les microcentrales hydroélectriques ont une puissance de 50 MW ou moins, mais les données sont difficiles à obtenir. Toutefois, il est peu probable que la croissance soit appréciable au cours des cinq prochaines années en raison du manque de stimulation pour l'industrie à l'extérieur de l'Alberta et de la Colombie-Britannique.

L'industrie se compose de fabricants de composants, de développeurs, de distributeurs et de sociétés de conseils.

Toutefois, comme la production d'électricité dans les grandes centrales hydroélectriques est très bien établie au Canada, l'industrie comporte des secteurs qui ne sont pas spécifiques aux microcentrales hydroélectriques. Par exemple, les conseillers sont généralement des ingénieurs d'études possédant des connaissances et des compétences dans le domaine du génie des ressources hydrauliques. Ces compétences sont les mêmes que pour les grandes centrales et il existe au Canada plusieurs programmes de génie des ressources hydrauliques qui forment des ingénieurs qualifiés dans le domaine pour toutes les fins. De même, la plupart des fabricants de composants ne travaillent pas exclusivement dans l'industrie des microcentrales hydroélectriques, mais il s'agit déjà d'entreprises stables en raison des grandes centrales aménagées. Les fabricants canadiens d'hydroturbines ont trouvé leur créneau sur le marché international. Comme les accumulateurs à décharge profonde, les boîtes d'engrenages et les arbres d'entraînement ne sont pas spécifiques aux applications des énergies renouvelables, on ne considère pas qu'ils relèvent de l'industrie. Pour les besoins de la présente étude, la fabrication de composants se limite aux petites hydroturbines.

Les distributeurs peuvent être au service exclusif d'un fabricant ou offrir toute une gamme de produits. Habituellement, ils vendent des composants pour un éventail complet de technologies des énergies renouvelables et, bien que plusieurs vendent des composants de microcentrales hydroélectriques, ces derniers ne sont pas considérés comme étant leur principal secteur d'activité. Les composants peuvent être vendus à des développeurs ou à des fournisseurs ou directement aux consommateurs. Contrairement à la situation observée dans l'industrie éolienne, ils ne sont pas vendus en kits complets, cette fois encore en raison de la nécessité d'adapter les installations aux caractéristiques de chaque site.

Les développeurs sont les entreprises et les particuliers qui financent, développent,

possèdent et exploitent des microcentrales hydroélectriques. Ces organisations forment la plus grande partie de cette industrie au Canada. Il y a très peu de concepteurs ou installateurs et ils sont disséminés sur le territoire. La plupart des installations individuelles sont aménagées par le propriétaire du site. Le profil des développeurs est varié, depuis les particuliers qui utilisent des microcentrales hydroélectriques de 5 à 30 kW jusqu'aux entreprises de production d'électricité de grande envergure exploitant des microcentrales hydroélectriques interconnectées de 1 MW ou plus. Les entreprises provinciales et privées de services publics font partie de cette catégorie de développeurs. Si l'on exclut les entreprises de services publics, le développement privé est concentré – 80 p. 100 des sites en exploitation appartiennent à quelques entreprises. Contrairement à la situation observée dans l'industrie éolienne, il n'est pas fréquent que l'on confie la maintenance en sous-traitance aux fabricants et cette option semble peu probable en raison de l'absence de normalisation.

### 3.3.3 Les emplois dans l'industrie des microcentrales hydroélectriques au Canada

Les emplois classiques dans l'industrie des microcentrales hydroélectriques, exception faite des emplois courants en administration, sont par ordre approximatif d'importance :

- Développeur de microcentrales hydroélectriques
- Ingénieur d'études ou conseiller en conception
- Opérateur de microcentrale hydroélectrique
- Technicien en génie de la maintenance
- Travailleur d'usine de fabrication
- 

Pour chacun de ces emplois, les sections ci-après décrivent en termes généraux le rôle du titulaire, les qualifications généralement requises, ainsi que les connaissances, compétences et aptitudes connexes.

Il y a lieu de noter que les exigences s'appliquant aux représentants technico-commerciaux sont les mêmes dans l'industrie des microcentrales hydroélectriques et dans celle des autres énergies renouvelables pour ce qui est de la fabrication, mais qu'on observe des différences en ce qui a trait à l'aménagement. En outre, l'industrie a grandement recours aux gens de métier, par exemple, les électriciens et mécaniciens industriels, mais ces personnes ne font généralement pas partie du personnel sur place et ils ne sont pas spécifiques à l'industrie.

#### *Développeur de microcentrales hydroélectriques*

##### *Description*

Le développeur de microcentrales hydroélectriques analyse les sites potentiels, obtient le financement, assure la conception des systèmes ou la confie à des sous-traitants, gère les projets, effectue l'installation, veille au respect des règlements, s'occupe des relations publiques concernant le projet, prend en charge l'interconnexion au réseau des

entreprises de services publics et gère la maintenance et les aspects financiers du projet. Le développeur est libre de confier à des sous-traitants pratiquement toutes les activités inhérentes au développement matériel s'il le souhaite.

### *Qualifications*

Aucune qualification n'est requise pour devenir développeur. Toutefois, les développeurs canadiens ont souvent une formation en génie (électrique ou mécanique), un vif intérêt pour les énergies renouvelables et une expérience ou des aptitudes en entrepreneuriat. Ils ont aussi accès au financement.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des principes de base de l'électricité
- Connaissance des composants et des fonctions des systèmes des microcentrales hydroélectriques
- Connaissance des débits et de la dynamique des eaux
- Connaissance de la réglementation locale
- Connaissance des procédures d'interconnexion des entreprises locales de services publics
- Connaissance des concepts de base en finances et en économie
- Compétences en élaboration de propositions
- Compétences en gestion de projets
- Aptitudes dans toute la gamme des activités entrepreneuriales, y compris la vente et le marketing, l'administration et les notions de base en comptabilité
- Aptitudes en leadership et supervision
- Aptitudes en analyse et en dépannage

### *Ingénieur d'études ou conseiller en conception*

#### *Description*

L'ingénieur d'études, qui peut travailler à son compte ou pour un développeur, conçoit des applications complexes pour les microcentrales hydroélectriques. En plus de consulter les développeurs ou les clients, de faire les calculs de dimensionnement, d'effectuer des analyses et de concevoir et documenter des applications, il peut être appelé à concevoir et planifier l'installation ou la mise à niveau des applications, à déterminer le coût des composants et de la main-d'œuvre, à résoudre les problèmes de conception et à superviser l'installation et l'interconnexion. En qualité de conseiller, l'ingénieur d'études peut aussi aider les clients à mener une analyse économique des applications ou une analyse du site, s'assurer que les applications répondent à toutes les exigences réglementaires, s'y retrouver dans la jungle complexe des processus d'approbation auprès des municipalités et des entreprises locales de services publics, renseigner les clients et le personnel affecté à la maintenance et leur donner une formation sur la maintenance du site.

### *Qualifications*

L'ingénieur d'études doit posséder un diplôme en génie des ressources hydrauliques. Un diplôme en génie électrique, mécanique ou civil peut aussi convenir. L'ingénieur d'études doit aussi avoir une certaine expérience de la conception d'applications pratiques en hydraulique et bien connaître le milieu physique, la réglementation et le contexte relatif aux entreprises de services publics du territoire d'implantation.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des circuits électriques, courant alternatif et continu, y compris la conversion, l'analyse des charges de pointe et la sécurité
- Connaissance des concepts de mécanique et de structures
- Connaissance de la programmation et de la technologie des automates
- Connaissance des concepts économiques de base, y compris la valeur actualisée, le délai de récupération et le loyer de l'argent
- Connaissance de la réglementation locale
- Connaissance des procédures et protocoles d'interconnexion des entreprises de services publics
- Compétences en conception efficace de systèmes électriques
- Compétences en conception efficace de structures
- Compétences en calcul de dimensionnement
- Compétences en analyse des besoins
- Compétences en analyse de problèmes
- Aptitude à rédiger des documents sur les structures et l'électricité et à chiffrer les travaux
- Compétences en planification
- Aptitude à lire et comprendre des documents complexes
- Aptitude à déterminer et comprendre des exigences complexes
- Aptitude à transmettre ses connaissances
- Aptitude aux activités entrepreneuriales

### *Opérateur de microcentrale hydroélectrique*

#### *Description*

L'opérateur de microcentrales hydroélectriques assure la maintenance de tous les aspects structuraux et mécaniques d'un site. Il met en marche et arrête les turbines, surveille le rendement, ajuste le niveau de production, nettoie les grilles crapaudines, effectue des relevés, règle les problèmes mécaniques et structuraux mineurs, effectue les tâches de maintenance périodiques et documente toutes les activités de maintenance. Ce travail peut aussi être combiné avec les responsabilités liées à la maintenance du matériel électrique.

#### *Qualifications*

Aucune accréditation n'est exigée pour devenir opérateur de microcentrale

hydroélectrique. L'opérateur doit posséder une formation technique de trois ans ou une expérience équivalente en mécanique ou structures. Une expérience pratique des turbines ou du matériel tournant lourd constitue un précieux atout<sup>2</sup>.

#### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des concepts de mécanique
- Connaissance des pièces et du fonctionnement des turbines pour les sites visés
- Connaissance des concepts structuraux
- Connaissance des pratiques de sécurité
- Compétences en réparations mécaniques
- Aptitude à lire et analyser les données sur le rendement
- Aptitude à lire et comprendre les schémas de montage
- Dextérité manuelle
- Aptitude à produire des documents sur la maintenance
- Aptitudes en dépannage
- Aptitudes en mécanique
- Esprit d'initiative et créativité

#### *Technicien en génie de la maintenance des microcentrales hydroélectriques*

##### *Description*

Le technicien en génie de la maintenance de microcentrales hydroélectriques s'occupe de tous les aspects électriques d'un ou de plusieurs sites. Il surveille le rendement, répare les pannes et travaille à tous les aspects des automates programmables. Ce travail peut aussi être combiné avec les responsabilités de l'opérateur de microcentrale hydroélectrique. Dans les entreprises de services publics, le travail de l'électricien « côté réseau » ne diffère pas de celui se rapportant aux autres types de production d'électricité.

##### *Qualifications*

Aucune accréditation n'est exigée pour devenir technicien en génie de la maintenance de microcentrales hydroélectriques. Il faut posséder une formation technique de trois ans ou une expérience connexe en contrôle de l'équipement industriel. Une expérience pratique de trois à cinq ans dans le domaine des instruments électriques constitue un précieux atout. Une formation en matière de sécurité en électricité et de sécurité matérielle au niveau des entreprises de services publics est nécessaire.

---

<sup>2</sup> Fait intéressant, plus d'une personne interrogée a signalé que les meilleurs opérateurs étaient des exploitants agricoles, en raison de leur autonomie, de leur esprit d'initiative et de leur créativité. Deux autres ont mentionné que les travailleurs des industries maritimes étaient efficaces pour les mêmes raisons. La situation est attribuable cette fois encore au fait que chaque site a une topographie particulière.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des notions de base en électricité
- Connaissance des pratiques de sécurité en électricité et de sécurité physique au niveau des entreprises de services publics
- Connaissance du matériel électrique propre aux sites visés
- Connaissance des automates programmables
- Compétences en réparation de matériel électrique haute tension
- Aptitude à lire et analyser les données sur le rendement
- Aptitude à lire et comprendre les schémas de montage du matériel électrique
- Compétences en matière d'essais
- Dextérité manuelle
- Aptitude à produire des documents sur la maintenance
- Aptitudes en dépannage
- Aptitudes en mécanique

### *Travailleur d'usine de fabrication de turbines de microcentrales hydroélectriques*

#### *Description*

Le travailleur d'usine où l'on fabrique des turbines de microcentrales hydroélectriques fait l'usinage et l'assemblage des turbines et du matériel connexe. Il s'agit d'un travail de précision qui doit être exécuté de façon efficiente. Le travailleur doit parfois effectuer des essais pour évaluer la qualité des composants fabriqués. Il n'y a pas de pénurie de ce type de travailleurs.

#### *Qualifications*

Les travailleurs d'usine de fabrication de turbines de microcentrales hydroélectriques sont titulaires d'un diplôme sanctionnant un programme de trois ans en usinage offert dans un collège communautaire ou un cégep. Pour être productifs dès l'embauche, ils doivent posséder de trois à cinq ans d'expérience dans l'utilisation de gros composants. La production varie d'un fabricant et d'un composant à l'autre, si bien que la formation s'acquiert sur le tas. Aucune expérience ou connaissance dans le domaine de la technologie des microcentrales hydroélectriques n'est requise.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance de l'usinage de composants particuliers
- Connaissance des pièces de base pour l'assemblage de composants
- Connaissance des bonnes pratiques de sécurité
- Connaissance des niveaux de tolérance pour le composant visé
- Aptitude à lire et comprendre les instructions d'assemblage ou les schémas de montage
- Compétences en usinage de gros composants
- Aptitude à réaliser les essais de base et à consigner les résultats
- Dextérité manuelle

- Aptitude à exécuter les tâches répétitives sans se laisser déconcentrer
- Aptitudes en mécanique (assemblage)
- Aptitude à travailler debout pendant de longues périodes

### 3.3.4 Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie des microcentrales hydroélectriques

#### *Accréditation*

Rien n'incite à adopter des normes d'accréditation dans l'industrie des microcentrales hydroélectriques. La plus grande partie des activités prend la forme de projets d'aménagement de grande envergure où le développeur doit composer avec la qualité de l'installation ou de projets d'aménagement modestes réalisés par le propriétaire. C'est pourquoi le contrôle de la qualité du travail des concepteurs ou installateurs ne pose pas problème.

#### *Formation requise pour les emplois dans l'industrie des microcentrales hydroélectriques*

Des collèges communautaires ou des cégeps du Canada offrent maintenant plusieurs cours qui sont utiles dans l'industrie des microcentrales hydroélectriques, en grande partie en raison de l'assise de grandes centrales et de microcentrales hydroélectriques établies dans le pays. Outre la nécessité de posséder des compétences en hydraulique, il n'est guère indispensable d'avoir une formation spécifique aux microcentrales hydroélectriques. La plupart des répondants se sont déclarés satisfaits des qualifications qu'ils peuvent facilement trouver chez les candidats sur le marché du travail. Les programmes universitaires de génie permettent de répondre aux besoins de l'industrie et les diplômés sont considérés comme aptes à se mettre au boulot rapidement.

Il n'y a guère de cours ou de formation s'adressant à ceux qui envisagent de se doter d'une installation pour leur usage personnel. Les répondants ont apprécié un cours parrainé par RNCan portant sur les installations autonomes. Toutefois, comme la personne qui a donné cette formation a été affectée à l'extérieur du pays, le cours n'est pas offert à l'heure actuelle.

Rien n'indique qu'il y aura un jour un corps de métier spécifique pour les concepteurs ou installateurs de microcentrales hydroélectriques, car en fait ceux qui installent des microcentrales autonomes le font généralement en complément d'autres installations qui reposent sur d'autres technologies des énergies renouvelables, par exemple, l'énergie éolienne ou solaire.

D'après les développeurs, les travailleurs dont ils ont besoin doivent être en mesure de gérer un large éventail de tâches et c'est le principal élément qui les distingue par rapport aux corps de métier traditionnels. La souplesse, l'esprit d'initiative, la créativité et l'autonomie sont nécessaires tout comme dans le cas des centrales éoliennes. C'est pourquoi les opérateurs et les travailleurs affectés à la maintenance ne sont généralement pas recrutés par les voies traditionnelles (c'est-à-dire qu'ils n'ont pas suivi

de programme de formation spécifique) mais sont plutôt formés sur le tas. Le caractère unique de la conception de chaque microcentrale hydroélectrique renforce ce type de recrutement ponctuel, si bien que cette approche demeurera probablement la plus efficace pour l'industrie.

Puisque le développement des microcentrales hydroélectriques au Canada est de nature commerciale et que le travail de l'électricien « côté réseau » ne diffère pas de celui se rapportant aux autres types de production d'énergie, on trouve une bonne base de formation et d'expérience dans les entreprises de services publics d'aujourd'hui pour ce qui concerne la maintenance du matériel électrique. En fait, plus d'un développeur a indiqué que les anciens employés des entreprises de services publics constituent une source de main-d'œuvre fiable pour les opérateurs et les techniciens de maintenance des microcentrales hydroélectriques. Parmi les autres sources fiables, mentionnons les anciens pêcheurs et exploitants agricoles. Comme l'exploitation et la maintenance des plus petites microcentrales hydroélectriques ne nécessitent pas une personne à plein temps, cette formule est particulièrement appropriée.

### **3.4 Chauffage solaire de l'air**

#### **3.4.1 La technologie**

La technologie du chauffage solaire de l'air tire parti de la chaleur rayonnante du soleil et des connaissances en matière de chauffage, ventilation et climatisation pour réduire la quantité d'énergie à exploiter provenant des autres sources d'énergie thermique. Elle peut être utilisée de concert avec d'autres sources d'énergie solaire passive, par exemple, des portes et fenêtres de conception éconergétique, des isolants à facteur R élevé, des vitres spéciales et des vitrages munis d'intercalaires isolants<sup>3</sup>.

Un revêtement de conception spéciale qui absorbe la chaleur du soleil est installé sur une paroi faisant face au sud. L'air chaud qui s'accumule derrière le capteur mural est propulsé par un ventilateur vers le système de ventilation du bâtiment. Combiné aux autres sources de chaleur, le système répond aux besoins en chauffage dans une proportion pouvant atteindre environ 30 p.100. Comme le système est entièrement passif, il ne nécessite pratiquement aucune maintenance.

#### **3.4.2 L'industrie canadienne du chauffage solaire de l'air**

L'industrie canadienne du chauffage solaire de l'air est très modeste. Elle compte environ six entreprises qui en ont fait leur principal secteur d'activité, notamment le fabricant et les distributeurs du capteur mural Solarwall. Environ 300 autres entreprises exercent des activités secondaires dans le domaine, soit en offrant ce type de systèmes dans une gamme complète de produits solaires ou en les offrant comme option en

---

<sup>3</sup> On peut chauffer l'air au moyen de capteurs solaires et d'un échangeur de chaleur en faisant appel au système de ventilation du bâtiment. Cette application est abordée dans la section consacrée au chauffage solaire de l'eau, car ces technologies sont identiques. La présente section, Chauffage solaire de l'air, met l'accent sur les systèmes solaires passifs.

matière de chauffage, ventilation et climatisation. Toutefois, leur participation à ce créneau représenterait 10 p. 100 ou moins et rares sont les fournisseurs qui considèrent les systèmes de chauffage solaire de l'air comme leur principal secteur d'activité. Sans compter l'effet multiplicateur, l'industrie crée une soixantaine d'emplois. Si l'on prend en compte cet effet, le nombre d'emplois se situe entre 120 et 150.

Les applications sont principalement de nature commerciale. Le chauffage solaire de l'air est utilisé pour des entrepôts, des usines de fabrication, des magasins de détail et des granges. La technologie ne comporte aucune limite inhérente, mais les applications semblent dictées par les efforts de marketing des fournisseurs. C'est pourquoi on observe davantage d'applications de cette technologie au Québec que partout ailleurs au Canada. Le marché résidentiel pour ce type de chauffage ne semble pas viable (voir Chauffage solaire de l'eau).

L'industrie canadienne se limite à un fabricant et à plusieurs distributeurs et fournisseurs. La technologie canadienne est excellente selon les normes internationales et l'industrie réalise à l'extérieur du pays un chiffre d'affaires représentant entre un tiers et la moitié des ventes de produits manufacturés. Les distributeurs vendent généralement toute une gamme de technologies des énergies renouvelables, y compris les systèmes de chauffage solaire de l'air.

La plupart des fournisseurs (concepteurs ou installateurs) comptent trois employés au maximum et exercent leurs activités dans leur région. Les fournisseurs canadiens sont appuyés par le distributeur et le fabricant, notamment en ce qui a trait à la conception des différentes applications. Toutefois, la plupart mettent l'accent sur d'autres créneaux. Ils offrent les systèmes de chauffage solaire de l'air pour proposer un éventail complet de services et ne sont pas particulièrement proactifs dans le marketing de ces systèmes. L'approche passive adoptée à cet égard par les fournisseurs et le manque de connaissances des avantages de la technologie sont les deux principaux obstacles à la croissance de cette industrie, mais les acteurs actifs estiment qu'elle présente un potentiel de croissance appréciable au Canada et à l'étranger. Un autre obstacle réside dans la mise de fonds initiale qui peut être considérable; les fournisseurs avisés tirent le maximum du Programme d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables et des stimulants fiscaux pour faire en sorte que les installations de chauffage solaire de l'air soient économiques.

### 3.4.3 Les emplois dans l'industrie canadienne des systèmes de chauffage solaire de l'air

Les emplois classiques, exception faite des emplois courants en administration, sont par ordre approximatif d'importance :

- Fournisseur (concepteur ou installateur)
- Ingénieur d'études ou conseiller
- Représentant technico-commercial

Pour chacun de ces emplois, les sections ci-après décrivent en termes généraux le rôle du

titulaire, les qualifications généralement requises, ainsi que les connaissances, compétences et aptitudes connexes. Les fonctions directement associées à la fabrication sont confiées à des sous-traitants. Comme ce type de fonctions n'est pas spécifique à la technologie du chauffage solaire de l'air, il n'est pas analysé dans le présent rapport.

### ***Fournisseur (concepteur ou installateur)***

#### *Description*

Le fournisseur de systèmes de chauffage solaire de l'air consulte les clients pour connaître leurs besoins et préférences, procède à l'analyse de sites, conçoit les applications, détermine le coût des composants et la main-d'œuvre requise, se procure le matériel nécessaire, installe les systèmes, réalise les essais, obtient au besoin l'approbation des inspecteurs, renseigne les clients et leur montre à utiliser leur système en plus d'assurer le service après-vente au besoin. Il peut aussi vendre les applications aux clients de façon proactive (c'est-à-dire en créant lui-même la demande) et fabriquer les revêtements solaires.

#### *Qualifications*

À l'heure actuelle, aucune formation officielle ni aucune accréditation n'est exigée pour devenir fournisseur de systèmes de chauffage solaire de l'air. Il faut posséder une expérience dans le domaine du chauffage, de la ventilation et de la climatisation ou de la construction de bâtiments. On considère qu'une formation et une aide en matière de conception obtenues auprès du fabricant ou d'un fournisseur sont suffisantes pour la technologie. Une connaissance très sommaire des technologies des énergies renouvelables ou des autres technologies solaires est exigée.

#### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des systèmes de chauffage, ventilation et climatisation, en particulier la ventilation et les ventilateurs
- Connaissance des principes de base du chauffage solaire de l'air
- Connaissance de la construction
- Connaissance des concepts économiques de base
- Connaissance des stimulants offerts par les gouvernements
- Compétences en conception de solutions intégrées pour le chauffage
- Compétences en installation de revêtement capteur de chaleur
- Compétences en matière d'essais
- Aptitudes dans toute la gamme des activités entrepreneuriales, y compris la vente et le marketing, l'administration, les notions de base en finances et en comptabilité
- Aptitudes en analyse et en dépannage

## **Ingénieur d'études ou conseiller**

### *Description*

L'ingénieur d'études, qui peut travailler à son compte ou pour un fabricant ou un distributeur, conçoit des systèmes de chauffage intégrés faisant appel à une technologie de chauffage solaire de l'air. En plus de consulter les clients, d'effectuer les calculs de dimensionnement ainsi que des analyses et de concevoir et documenter des applications, il peut être appelé à planifier l'installation des applications, à déterminer le coût des composants et de la main-d'œuvre, à résoudre les problèmes de conception et à superviser l'installation. Il peut aussi aider les clients à mener une analyse économique des applications et à avoir accès aux rabais et autres stimulants, de même que les renseigner sur la maintenance de l'application. Dans le domaine de la fabrication de systèmes de chauffage solaire de l'air, l'ingénieur d'études élabore la conception des produits et les procédés de fabrication connexes et se charge de la mise à l'essai.

### *Qualifications*

Mise à part l'accréditation générale des ingénieurs, il n'existe aucune norme d'accréditation pour les conseillers ni aucune norme d'accréditation spécifique pour les ingénieurs affectés à la conception de systèmes de chauffage solaire de l'air. Un diplôme en génie (civil ou structural) est exigé et une spécialisation en chauffage, ventilation et climatisation est fortement recommandée, sauf dans le cas des ingénieurs d'études dans le domaine de la fabrication, pour lesquels on recommande un diplôme de génie mécanique. L'ingénieur d'études doit posséder une certaine expérience pratique de la conception et de la construction d'applications.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des concepts de la ventilation et du chauffage, en particulier la circulation de l'air
- Connaissance des concepts économiques de base, y compris la valeur actualisée, le délai de récupération et le loyer de l'argent
- Connaissance des stimulants offerts par les gouvernements
- Compétences en calcul de dimensionnement
- Compétences en analyse des besoins
- Compétences en analyse de problèmes
- Aptitude à rédiger des spécifications et chiffrer les travaux
- Compétences en planification
- Aptitude à lire et comprendre des documents complexes
- Aptitude à déterminer et comprendre des exigences complexes
- Aptitude à transmettre ses connaissances
- Aptitude aux activités entrepreneuriales

## **Représentant technico-commercial**

### *Description*

Le représentant technico-commercial vend des systèmes de chauffage solaire de l'air à des fournisseurs et directement aux clients. Il noue des relations avec les clients et les aide à analyser leurs besoins. Parfois, il effectue aussi l'étude préliminaire ou de base pour les applications. En outre, le représentant analyse les produits pour déterminer les meilleurs, fixe les prix, établit les bons de commande, renseigne les clients et assure à l'occasion le service après-vente.

### *Qualifications*

Il n'existe aucune norme d'accréditation pour les représentants technico-commerciaux dans l'industrie du chauffage solaire de l'air. Le représentant doit posséder un bagage à la fois commercial et technique. Un certain bagage scientifique ou technique (études techniques, conception et installation de systèmes) dans le domaine de la technologie visée ou dans le secteur d'activité ou l'industrie du client (segmentation par industrie ou secteur) constitue un atout. Une expérience ou une formation dans le domaine du marketing, des ventes ou de l'administration des affaires est essentielle.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des systèmes de chauffage solaire de l'air
- Connaissance des caractéristiques particulières des produits à vendre
- Connaissance des concepts économiques de base, y compris le financement, la valeur actualisée, le délai de récupération, les coûts externes, la marge bénéficiaire brute et les remises
- Connaissance des réseaux de fournisseurs et des fournisseurs indépendants sur le territoire de vente
- Connaissance des frais de chauffage
- Compétences en analyse de site
- Compétences en conception de systèmes de base
- Compétences dans le secteur d'activité et les entreprises du client
- Compétences en négociation, détermination des prix et exécution des commandes
- Aptitude au réseautage
- Vif intérêt pour les énergies renouvelables
- Pouvoir de persuasion
- Esprit d'analyse
- Aptitude à une réflexion rigoureuse par rapport aux solutions appropriées

### 3.4.4 Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie du chauffage solaire de l'air

#### *Accréditation*

L'Association des industries solaires du Canada est très favorable à l'adoption de normes d'accréditation pour les concepteurs ou installateurs de systèmes photovoltaïques et de systèmes de chauffage solaire de l'eau, mais rien n'incite à préconiser l'élaboration ou l'application de normes d'accréditation similaires dans le cas des systèmes de chauffage solaire de l'air. Il s'agit d'une technologie simple et la plupart des fournisseurs mettent l'accent sur d'autres technologies. La formation assurée par le fabricant semble suffisante pour les besoins du transfert de technologie et les personnes interrogées n'ont fait état d'aucun cas où des installations médiocres auraient terni la réputation de l'industrie du chauffage solaire de l'air.

#### *Formation requise pour les emplois dans l'industrie du chauffage solaire de l'air*

Il n'apparaît pas justifié d'offrir de façon générale une formation spécialisée pour les emplois dans l'industrie du chauffage solaire de l'air à l'échelle du pays. Les fournisseurs semblent se lancer dans l'installation de ces systèmes soit en parallèle à des activités plus classiques dans le domaine du chauffage, de la ventilation et de la climatisation ou dans le but de proposer aux clients des options reposant sur plus d'une technologie. De toute évidence, il ne s'agit pas d'un corps de métier particulier, car même le fournisseur le plus florissant au Canada insiste sur le fait qu'il est essentiel d'envisager le chauffage solaire de l'air dans la perspective des solutions en matière de chauffage, ventilation et climatisation pour connaître du succès auprès de la clientèle. Cependant, la plupart des chauffagistes et spécialiste de la ventilation et de la climatisation ne connaissent guère les applications de chauffage solaire de l'air. C'est pourquoi le meilleur moyen de mieux faire connaître ce type de chauffage et de sensibiliser les gens de métier consisterait à intégrer des modules sur cette technologie dans les programmes de formation et d'accréditation des chauffagistes et installateurs-concepteurs de systèmes de ventilation et de climatisation.

Quoi qu'il en soit, le domaine suscite à coup sûr l'intérêt et tout indique qu'il y aurait une demande pour une série de cours de base sur un éventail de technologies des énergies renouvelables, car nombre de concepteurs ou installateurs, de distributeurs et de fournisseurs de composants font appel à plus d'une technologie dans leur secteur d'activité. Si l'on mettait en place un programme spécialisé dans le domaine, le chauffage solaire de l'air devrait faire partie des énergies renouvelables abordées.

D'après la plupart des personnes interrogées, les pratiques actuelles en matière de formation et d'accréditation des ingénieurs d'études sont suffisantes pour les personnes qui travaillent à la conception de systèmes de chauffage solaire de l'air, mais il serait utile d'intégrer aux programmes de génie existants des modules sur les spécificités des technologies des énergies renouvelables. On devrait incorporer des modules sur le chauffage solaire de l'air aux programmes de génie structural et civil, voire de génie mécanique. Cette initiative serait encore plus à l'avantage de l'industrie proprement dite qu'à celui des personnes qui souhaitent y travailler, car les ingénieurs auront une

influence sur la décision des acheteurs. Dans la majorité des technologies étudiées où prédominent les applications industrielles ou commerciales, des répondants ont mentionné qu'il fallait faire en sorte que les ingénieurs connaissent davantage les technologies.

### 3.5 Chauffage solaire de l'eau

#### 3.5.1 La technologie

À partir de la lumière du soleil, la technologie du chauffage solaire de l'eau produit de la chaleur qui est ensuite transférée par un fluide caloporteur au site d'utilisation ou de stockage. Des absorbeurs sont installés à un endroit ensoleillé et raccordés à des capteurs renfermant un fluide caloporteur, généralement à base d'antigel ou de glycol au Canada. Une pompe fait circuler le fluide des capteurs à un échangeur de chaleur, qui transmet au système d'alimentation en eau chaude ou au système de ventilation la chaleur du soleil absorbée par le fluide caloporteur<sup>4</sup>. Après avoir transmis sa chaleur, le fluide est renvoyé aux capteurs et le procédé se répète. On utilise des régulateurs pour mettre en marche et arrêter la pompe selon les fluctuations de la température ou d'autres critères tels que l'heure du jour. Certaines applications des chauffe-eau solaires font appel aux principes du siphon pour éliminer la nécessité d'utiliser une pompe.

Le chauffage des piscines est une application non négligeable pour les systèmes de chauffage solaire de l'eau, car le chauffage d'une piscine en été peut nécessiter autant d'énergie que le chauffage d'une maison en hiver. Les chauffe-piscines présentent des analogies avec les chauffe-eau solaires, mais il n'exigent aucun régulateur et utilisent la pompe du filtreur pour faire circuler l'eau dans les panneaux solaires. La piscine sert de réservoir de stockage.

Là où les applications des chauffe-piscines solaires remplacent d'autres méthodes de chauffage, les applications portant sur l'eau chaude sanitaire peuvent généralement répondre à environ 50 p. 100 des besoins en eau chaude d'une résidence permanente, ce qui représente approximativement 10 p. 100 des besoins énergiques des ménages. Les applications de chauffage solaire de l'eau sanitaire constituent un choix particulièrement prisé pour les chalets et autres résidences secondaires, car le raccordement au réseau n'est pas obligatoire et il est possible de tirer parti de la saison où la période d'ensoleillement est à son maximum.

#### 3.5.2 L'industrie canadienne du chauffage solaire de l'eau

L'industrie canadienne du chauffage solaire de l'eau comprend des fournisseurs, des distributeurs et des fabricants de capteurs solaires, d'échangeurs, de pompes, de réservoirs et de régulateurs, ainsi que des conseillers. Le Canada compte environ

---

<sup>4</sup> Pour les besoins du présent rapport, l'utilisation de capteurs solaires et d'un échangeur de chaleur pour chauffer l'air dans un bâtiment a été classée dans l'industrie du chauffage solaire de l'eau, car la technologie est identique. Pour les systèmes passifs de chauffage solaire de l'air, voir la section « Chauffage solaire de l'eau ».

70 entreprises, principalement des concepteurs ou installateurs (fournisseurs). Environ la moitié considèrent qu'ils font partie du secteur de l'énergie solaire, c'est-à-dire qu'ils conçoivent et installent également des systèmes photovoltaïques. On trouve aussi au Canada un groupe beaucoup plus nombreux comprenant entre 100 et 200 fournisseurs (entreprises de plomberie et de piscines), qui ne se considèrent pas comme des entreprises du secteur de l'énergie solaire et qui vendent occasionnellement des systèmes de chauffage solaire, lesquels représentent une petite partie de leurs activités. Sans compter l'effet multiplicateur, l'industrie du chauffage solaire de l'eau crée environ 120 emplois.

Les applications sont principalement résidentielles, mais certaines sont de nature commerciale. Les entreprises de l'industrie du chauffage solaire de l'eau établissent souvent une distinction entre les applications des chauffe-eau et des chauffe-piscines, mais la plupart des entreprises qui se considèrent comme faisant partie du secteur du chauffage solaire de l'eau exercent leurs activités dans ces deux créneaux. Ce n'est toutefois pas le cas des fournisseurs qui vendent occasionnellement ce type de systèmes. Comme dans l'industrie photovoltaïque et celle du chauffage solaire de l'air, la plupart des fournisseurs comptent trois employés au maximum et exercent leurs activités dans leur région. Les fabricants de systèmes de chauffage solaire de l'eau mentionnent eux aussi l'absence de marketing des fournisseurs qui limite peut-être la croissance, mais ils estiment que les stimulants offerts par les gouvernements, par exemple, l'initiative lancée par l'Ontario en vue d'équiper 100 000 toits de capteurs solaires, présentent un grand potentiel de croissance. Un fabricant a dit s'attendre à une croissance de près de 1 000 p. 100 au cours des cinq prochaines années. Toutefois, d'autres fabricants craignent que les mesures d'encouragement à l'achat ne servent qu'à favoriser la prolifération d'exploitants sans scrupules, ce qui n'aide pas l'industrie. Un répondant a mentionné que les courtiers en immeubles évaluent généralement à la baisse les maisons munies de panneaux solaires, car ceux qui datent de quelques années comportent souvent déjà des lacunes attribuables à cette situation. À leur avis, il serait plus judicieux d'offrir des stimulants fiscaux que des mesures d'encouragement en argent. La croissance découlera probablement de l'expansion de la technologie plutôt que des nouvelles percées technologiques.

### 3.5.3 Les emplois dans l'industrie canadienne du chauffage solaire de l'eau

Les emplois classiques, exception faite des emplois courants en administration, sont par ordre approximatif d'importance :

- Fournisseur (concepteur ou installateur)
- Ingénieur d'études ou conseiller

Pour chacun de ces emplois, les sections ci-après décrivent en termes généraux le rôle du titulaire, les qualifications généralement requises, ainsi que les connaissances, compétences et aptitudes connexes.

### ***Fournisseur (concepteur ou installateur)***

#### *Description*

Le fournisseur de systèmes de chauffage solaire de l'eau consulte les clients pour connaître leurs besoins et préférences, procède à l'analyse de sites, conçoit les applications des chauffe-eau ou des chauffe-piscines, détermine le coût des composants et la main-d'œuvre requise, effectue des analyses de rentabilisation, se procure le matériel nécessaire, installe les systèmes, réalise les essais, renseigne les clients et leur montre à utiliser leur système en plus d'assurer le service après-vente au besoin.

#### *Qualifications*

À l'heure actuelle, aucune formation officielle ni aucune accréditation n'est exigée pour devenir fournisseur de systèmes de chauffage solaire de l'eau. Le fournisseur doit posséder une expérience dans le domaine de la plomberie ou des piscines et parfois dans celui du chauffage, de la ventilation et de la climatisation (dans le cas des systèmes de ventilation associés à un système de chauffage de solaire de l'eau). On considère qu'une formation assurée par le fabricant ou le distributeur est suffisante pour les besoins de la technologie. Une connaissance des technologies des énergies renouvelables ou d'autres technologies solaires constitue un atout.

#### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance de la plomberie, y compris les pompes, les conduits, la pression et la dynamique des flux
- Connaissance du chauffage, de la ventilation et de la climatisation, en particulier la ventilation et les ventilateurs (applications de ventilation uniquement)
- Connaissance des principes de base du chauffage solaire de l'eau
- Connaissance des composants des systèmes, y compris les réservoirs, les régulateurs, les échangeurs, les capteurs et les pompes
- Connaissance des concepts économiques de base
- Connaissance des stimulants offerts par les gouvernements
- Compétences en conception de solutions intégrées pour le chauffage de l'eau
- Compétences en installation de systèmes de chauffage solaire de l'eau
- Compétences en matière d'essais
- Aptitudes dans toute la gamme des activités entrepreneuriales, y compris la vente et le marketing, l'administration, les notions de base en finances et en comptabilité
- Aptitudes en analyse et en dépannage

## *Ingénieur d'études ou conseiller*

### *Description*

L'ingénieur d'études, qui peut travailler à son compte ou pour un fabricant ou un distributeur, conçoit des systèmes de chauffage intégrés faisant appel à une technologie de chauffage solaire de l'eau. En plus de consulter les clients, d'effectuer des mesures ainsi que des analyses et de concevoir et documenter des applications, il peut être appelé à planifier l'installation des applications, à déterminer le coût des composants et de la main-d'œuvre, à résoudre les problèmes de conception et à superviser l'installation. Il peut aussi aider les clients à mener une analyse économique des applications et les renseigner sur la maintenance. Dans le domaine de la fabrication de systèmes de chauffage solaire de l'eau, l'ingénieur d'études élabore et met à l'essai la conception des produits et les procédés de fabrication connexes.

### *Qualifications*

Mise à part l'accréditation générale des ingénieurs, il n'existe aucune norme d'accréditation pour les consultants et aucune accréditation spécifique pour les ingénieurs affectés à la conception de systèmes de chauffage solaire de l'eau. Pour les ingénieurs d'études dans le secteur de la fabrication, on exige un diplôme en génie mécanique; pour les conseillers, on recommande un diplôme en génie civil ou structural. L'ingénieur d'études doit posséder une certaine expérience pratique de la conception et de la construction d'applications.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des concepts du chauffage de l'eau, à la fois pour l'eau chaude sanitaire et pour le chauffage ambiant
- Connaissance des notions de base en plomberie
- Connaissance des concepts économiques de base, y compris la valeur actualisée, le délai de récupération et le loyer de l'argent
- Compétences en calcul de dimensionnement
- Compétences en analyse des besoins
- Compétences en analyse de problèmes
- Aptitude à rédiger des spécifications et à chiffrer les travaux
- Compétences en planification
- Aptitude à lire et comprendre des documents complexes
- Aptitude à déterminer et comprendre des exigences complexes
- Aptitude à transmettre ses connaissances
- Aptitude aux activités entrepreneuriales

### 3.5.4 Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie du chauffage solaire de l'eau

#### *Accréditation*

L'Association des industries solaires du Canada est très favorable à l'adoption de normes d'accréditation pour les concepteurs ou installateurs de systèmes de chauffage solaire de l'eau, mais elle concentrera ses efforts au cours des deux ou trois années à venir sur les concepteurs ou installateurs de systèmes photovoltaïques. La formation est assurée par le fabricant et elle semble suffisante pour le transfert de technologie.

#### *Formation requise pour les emplois dans l'industrie du chauffage solaire de l'eau*

Rien ne justifie la mise sur pied d'une formation spécialisée pour les emplois dans l'industrie du chauffage solaire de l'eau à l'échelle du pays. L'assise est modeste et la croissance de la demande est insuffisante pour absorber l'arrivée d'un grand nombre de technologues dans le secteur. Contrairement à la situation observée dans le secteur du chauffage solaire de l'air, les fournisseurs de systèmes de chauffage solaire de l'eau proposent des solutions qui s'inscrivent dans une gamme de services complète reposant sur les technologies solaires ou sur celles d'autres énergies renouvelables ou encore dans le domaine de la plomberie ou des piscines. Comme plus de la moitié des fournisseurs font partie de cette dernière catégorie, la solution la plus appropriée consiste à intégrer la formation sur le chauffage solaire de l'eau aux programmes d'accréditation en plomberie.

Quoi qu'il en soit, le domaine suscite à coup sûr l'intérêt et tout indique qu'il y aurait une demande pour une série de cours de base portant sur un éventail de technologies des énergies renouvelables, car nombre de concepteurs ou installateurs, de distributeurs et de vendeurs de composants font appel à plus d'un type de technologie dans leur secteur d'activité. Si l'on élabore ce type de programme spécialisé, le chauffage solaire de l'eau devrait faire partie de l'ensemble des énergies renouvelables abordées.

Comme dans le cas du chauffage solaire de l'air, d'après la plupart des personnes interrogées, les formations et pratiques actuelles en matière d'accréditation des ingénieurs d'études sont suffisantes pour les personnes qui travaillent à la conception de systèmes de chauffage solaire de l'eau, mais il serait utile d'intégrer aux programmes en génie des modules sur les spécificités des technologies des énergies renouvelables, car les ingénieurs auront une influence sur la décision des acheteurs. Dans la majorité des technologies étudiées où prédominent les applications industrielles ou commerciales, des répondants ont mentionné qu'il fallait faire en sorte que les ingénieurs soient davantage en contact avec les technologies.

## **3.6 Biomasse**

### 3.6.1 La technologie

Le terme « biomasse » désigne un éventail de technologies qui visent à tirer parti de l'énergie stockée dans les végétaux par le processus de la photosynthèse.

On peut brûler directement les résidus industriels et agricoles secs pour produire de la chaleur afin de chauffer l'air et l'eau au moyen de poêles, de chaudières et d'échangeurs de chaleur et pour produire de l'électricité au moyen de chaudières et de turbines à vapeur. Lorsque la biomasse sert à produire de la chaleur et de l'électricité, on parle de « cogénération ». Grâce à la cogénération, l'efficacité de la biomasse passe de quelque 35 p. 100 à environ 70 p. 100.

Il est possible d'avoir recours à un procédé pyrolytique pour convertir la biomasse en combustibles liquides, que l'on peut utiliser comme carburant ou brûler pour produire de la chaleur ou de l'électricité.

Les eaux d'égouts, les sites d'enfouissement et les résidus agricoles humides peuvent produire des gaz pour la cogénération grâce à des procédés de fermentation anaérobie. Les gaz et liquides produits naturellement de cette façon sont le plus souvent convertis en éthanol-carburant<sup>5</sup>. Toutefois, les petits exploitants (exploitations agricoles ou serres) de même que les villes ou municipalités peuvent mettre à profit la fermentation anaérobie pour produire de la chaleur ou de l'énergie, pour ce que l'on appelle dans l'industrie les « installations de chauffage et de production d'énergie centralisées ».

On peut transporter l'électricité sur de grandes distances, en particulier lorsque l'installation est raccordée au réseau. Toutefois, comme il n'est pas facile de transporter la chaleur, l'utilisation de la biomasse pour le chauffage varie selon le site. Les emplacements situés à proximité de l'industrie forestière et des produits dérivés, ou à côté d'une exploitation agricole ou d'une industrie de produits dérivés fournissant les matières premières conviennent parfaitement aux applications axées sur la production de combustible tiré de la biomasse par pyrolyse. Les endroits où l'on trouve de grandes quantités de déchets humides biodégradables, par exemple, l'industrie de l'élevage ou de ses produits dérivés, les usines de transformation du poisson, les sites d'enfouissement et les usines de traitement des eaux d'égouts conviennent bien aux applications de la fermentation anaérobie. Par conséquent, on peut trouver à peu près partout au Canada, sauf peut-être dans le Nord au-delà de la limite forestière, un emplacement se prêtant à l'exploitation de l'énergie de biomasse.

La biomasse donne lieu à des applications variées, allant des poêles à bois résidentiels à la production d'énergie en passant par les grandes usines<sup>6</sup>.

Dans les applications des poêles à bois résidentiels, le propriétaire peut consommer la biomasse qu'il produit lui-même ou acheter des granules de bois commerciales, produit sec éconergétique dérivé de l'industrie du bois. La chaleur produite par le poêle peut servir directement à chauffer des locaux ou, avec un ventilateur et un système de ventilation, à chauffer l'air. En ajoutant un échangeur de chaleur et une chaudière, on peut utiliser la même source pour produire de l'eau chaude afin de l'utiliser telle quelle

---

<sup>5</sup> Les carburants sont exclus de la présente étude.

<sup>6</sup> En fait, il serait préférable que les études ultérieures scindent ce groupe de technologies en plusieurs pour permettre d'effectuer plus efficacement une analyse appropriée.

ou de la chauffer par rayonnement par le sol. La biomasse ne comporte aucune application résidentielle en matière de production d'énergie.

Les applications agricoles, qui comprennent à la fois la combustion de matières sèches et la fermentation des résidus servent principalement à des utilisations individuelles. Elles peuvent comprendre le chauffage et la production d'énergie pour l'exploitation agricole et la maison de ferme. Les applications de chauffage utilisent des chaudières et des échangeurs de chaleur comme dans les applications résidentielles et on ajoute des turbines à vapeur pour les applications axées sur la production d'énergie. Bien qu'il s'agisse le plus souvent d'applications hors réseau à usage à prédominance individuelle, pour les grandes exploitations agricoles, la production d'énergie issue de la biomasse peut constituer une source de revenu accessoire pendant la morte-saison si on raccorde le système au réseau en optant pour la facturation nette.

Les applications municipales, qui font appel aux déchets humides et aux sites d'enfouissement, servent généralement à produire du carburant, mais on génère à l'occasion de la chaleur humide dans des emplacements situés à proximité et de l'électricité produite par turbogénérateur pour la vendre à l'entreprise locale de services publics ou réduire le coût d'alimentation en électricité des bâtiments municipaux.

Les industries de la foresterie, des produits du bois et des scieries – qui produisent toutes de grandes quantités de débris ligneux – sont, de loin, celles où la biomasse est le plus exploitée. En général, les applications industrielles de la biomasse misent sur la combustion ou la fermentation de déchets pour produire de la chaleur (à la fois pour le chauffage ambiant et pour une utilisation industrielle), mais aussi de l'électricité pour le système de production d'énergie local, qui peut très bien être situé à distance. En réalité, les procédés pyrolytiques produisent des bio-huiles en générant moins d'émissions de SO<sub>x</sub> et de NO<sub>x</sub> que les méthodes classiques, et on peut utiliser ces bio-huiles pour produire de la chaleur et de l'électricité. Les applications de la biomasse sont avantageuses également, car les industries dont les émissions sont réglementées peuvent ainsi éliminer les déchets en conformité avec le code en vigueur. Il y a lieu de signaler que toutes les technologies axées sur la biomasse produisent du CO<sub>2</sub>, mais pas davantage que la combustion des combustibles fossiles ou la biodégradation naturelle. On les considère donc comme étant « neutres en matière de CO<sub>2</sub> ».

Des producteurs d'électricité indépendants se sont dernièrement montrés intéressés à explorer la biomasse comme autre source d'énergie verte pour alimenter la population en électricité grâce à l'interconnexion avec le réseau.

### 3.6.2 L'industrie canadienne de la biomasse

L'industrie de la biomasse est la plus importante et la plus complexe parmi les sept technologies des énergies renouvelables étudiées dans le présent rapport. Elle comporte trois sous-secteurs ayant chacun un profil et des perspectives d'avenir qui diffèrent.

Le sous-secteur des poêles résidentiels à bois ou à granules se compose d'entreprises qui fabriquent, vendent au détail ou installent ces deux types de poêles. Il n'est pas facile

d'estimer le nombre d'emplois, mais il serait de l'ordre de 1 500 à 2 000, principalement dans le commerce de détail et l'installation. Environ 1,65 million de Canadiens utilisent des appareils de chauffage non décoratifs alimentés au bois, mais environ 8 p. 100 d'entre eux seulement se servent d'appareils perfectionnés. Par conséquent, le parc d'appareils en place dans le secteur résidentiel est le plus important parmi les technologies des énergies renouvelables et le potentiel commercial est relativement bon. Les poêles à bois perfectionnés sont neutres en matière de CO<sub>2</sub> et produisent beaucoup moins de gaz à effet de serre que les appareils plus anciens, mais ils émettent des composés organiques volatils et davantage de particules que le chauffage au mazout ou au gaz. Néanmoins, il est possible de réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre en remplaçant les appareils en place par des poêles à bois plus efficaces. C'est au Québec que l'on utilise le plus de poêles à bois. Fait intéressant, la plupart des grands magasins de détail à succursales qui vendent des poêles à bois ne proposent pas d'appareils perfectionnés.

Le sous-secteur de la combustion industrielle ou de la fermentation anaérobie repose sur trois technologies distinctes (la combustion sans émissions, la fermentation anaérobie et la conversion pyrolytique), qui sont toutes utilisées principalement pour éliminer ou exploiter une source de biomasse existante. L'équipement est commercial ou industriel. Ce sous-secteur regroupe des fabricants, des ingénieurs-conseils et certains fournisseurs indépendants. Seuls quelques-uns de ces acteurs créent des emplois directs, probablement moins de 250<sup>7</sup>, mais l'effet multiplicateur est élevé, de l'ordre de 200 p. 100, car l'usinage et l'assemblage sont principalement effectués par des sous-traitants à l'extérieur des usines. Du fait que le coût des combustibles fossiles et de l'hydroélectricité va en augmentant, les perspectives de croissance de ce sous-secteur sont bonnes, et elles le seront d'autant plus si l'on introduit au Canada les droits d'émission de carbone. En outre, la technologie pyrolytique est unique au Canada et elle présente de grandes possibilités sur les marchés internationaux ainsi que des applications secondaires issues de la transformation des bio-huiles et des produits de carbonisation.

Enfin, il y a le sous-secteur des installations de chauffage et de production d'énergie municipales et centralisées. Comme les installateurs d'appareils alimentés à la biomasse destinés à l'usage individuel seraient exclus de l'industrie, ce sous-secteur engloberait ceux qui répondent aux besoins en chauffage et énergie des municipalités et des installations centralisées, y compris les développeurs, les ingénieurs-conseils et les spécialistes de l'intégration, mais nous ne connaissons l'existence d'aucun spécialiste canadien de l'intégration. (Les fabricants d'appareils axés sur la fermentation anaérobie sont inclus dans le sous-secteur de la combustion industrielle abordée ci-dessus.) Il s'agit d'un segment naissant de l'industrie, qui compte quelques installations. Le nombre d'emplois serait inférieur à 200 à l'échelle du Canada selon les estimations, mais le potentiel de croissance au cours des cinq prochaines années est considérable en raison

---

<sup>7</sup> Le nombre d'emplois dans le sous-secteur de la combustion industrielle et de la fermentation anaérobie et dans celui des installations de chauffage et de production d'énergie municipales et centralisées est approximatif. L'Association canadienne de la bioénergie (CanBIO), qui en est encore à ses débuts, n'a trouvé ni réalisé jusqu'à présent aucune étude sur la taille de l'industrie.

de l'appui des administrations fédérales et provinciales aux « programmes verts » des municipalités, de l'incitatif financier à réduire les coûts d'énergie et de l'intérêt d'éliminer les gaz à effets de serre d'une façon respectueuse de l'environnement en tirant parti des gaz d'enfouissement et des déchets humides.

Exception faite du sous-secteur des poêles à bois, la technologie de la biomasse est aussi complexe que toutes les autres technologies des énergies renouvelables et a en commun avec elles la plupart des pièces d'équipement (par exemple, les turbines et l'équipement de transmission), mais elle englobe en outre des pièces se rapportant à la combustion et à la manutention des matières. Les installations de chauffage ou de cogénération ne sont rentables que si elles fonctionnent 24 heures par jour, 7 jours sur 7, ce qui exige une alimentation continue en matières premières. En outre, les procédés biochimiques utilisés par la fermentation anaérobie et la pyrolyse nécessitent un dosage et des mécanismes de contrôle rigoureux. C'est pourquoi les applications massives de la biomasse auront toujours une composante technique importante et l'industrie fera toujours appel à des ingénieurs-conseils. Une fois les installations conçues et mises en service, on confie le plus souvent leur exploitation à des mécaniciens de machines fixes ou à des gens de métiers.

### 3.6.3 Les emplois dans l'industrie canadienne de la biomasse

Les emplois classiques dans l'industrie de la biomasse, exception faite des emplois courants en administration, sont par ordre approximatif d'importance :

- Détaillant ou fournisseur de poêles à bois ou à granules
- Technicien de maintenance de centrale (vapeur et combustible)<sup>8</sup>
- Ingénieur d'études ou conseiller en conception
- Représentant technico-commercial

Pour chacun de ces emplois, les sections ci-après décrivent en termes généraux le rôle du titulaire, les qualifications généralement requises, ainsi que les connaissances, compétences et aptitudes connexes.

---

<sup>8</sup> C'est dans les installations alimentées à la biomasse que les emplois de techniciens en génie de la maintenance sont le plus répandus. Or, à proprement parler, ces installations sont considérées comme étant à l'extérieur de l'industrie de la biomasse dès qu'elles entrent en service – car pratiquement toutes les installations, exception faite de celles des développeurs, sont exploitées par l'entreprise industrielle qui les a achetées pour valoriser ses déchets. Toutefois, comme on observe un effectif nouveau d'employés techniques travaillant dans le domaine (ils sont environ 400 à l'échelle du Canada selon les estimations et leur nombre va en augmentant), on a inclus cet effectif dans la présente étude.

## *Détaillant ou fournisseur de poêles à bois ou à granules*

### *Description*

Le détaillant ou fournisseur de poêles à bois et à granules consulte les clients pour connaître leurs besoins et préférences, recommande les appareils appropriés et effectue le plus souvent leur installation à la demande du client. Il peut aussi gérer ou répertorier les établissements de détail, embaucher et former des vendeurs et recommander parfois des gens de métier pour l'installation des appareils. Le détaillant ou fournisseur procède à l'analyse de sites, détermine le coût du matériel et la main-d'œuvre requise, installe les appareils, réalise les essais et montre aux clients à utiliser les appareils en plus d'assurer le service après-vente au besoin. Il peut aussi vendre ou installer les chaudières et échangeurs de chaleur connexes.

### *Qualifications*

La loi n'impose pas aux détaillants ou fournisseurs de poêles à bois ou à granules l'obligation d'obtenir une accréditation, mais il existe deux organismes de formation et d'accréditation bien établis qui s'autofinancent, soit la Wood Energy Technology Transfer (WETT) et son pendant québécois, l'Association professionnelle de chauffage (APC), auxquels font appel les inspecteurs en bâtiment, les inspecteurs des incendies, les inspecteurs d'assurance, les ramoneurs et les fournisseurs de poêles à bois. Comme la WETT et l'APC assurent la formation des fournisseurs, au fil de leurs inspections ces organisations les incitent subtilement à suivre des cours et à obtenir leur accréditation. Pour être accrédités, les détaillants ou fournisseurs doivent avoir suivi avec succès deux cours totalisant 5 jours de formation et avoir exercé leurs activités dans l'industrie pendant un minimum de 80 semaines. Ils doivent connaître tous les codes pertinents, y compris les codes du bâtiment, ainsi que les normes et règlements régissant les appareils. Ils doivent connaître également les capacités des poêles à bois perfectionnés par rapport aux poêles et foyers classiques alimentés au bois.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des principes de base de la combustion et de la chaleur
- Connaissance des composants et des fonctions des systèmes de chauffage à la biomasse, y compris les poêles à bois ou à granules perfectionnés, les chemisages de cheminée, les chaudières, les échangeurs de chaleur et les conduits
- Connaissance de la réglementation locale concernant la combustion sans risque, les distances de sécurité et les exigences en matière d'isolation
- Compétences en installation de systèmes résidentiels de chauffage à la biomasse
- Compétences en matière d'essais
- Aptitudes dans toute la gamme des activités entrepreneuriales, y compris la vente et le marketing, l'administration, les notions de base en finances et en comptabilité
- Aptitudes en analyse et en dépannage

### ***Technicien de maintenance de centrale alimentée à la biomasse***

#### *Description*

Le technicien de maintenance de centrale alimentée à la biomasse s'occupe de tous les aspects structuraux, mécaniques et électriques de la centrale. Il surveille la pression et le rendement, répare les pannes, maintient le débit de matières premières tirées de la biomasse, effectue des relevés, exécute les tâches de maintenance périodiques et documente toutes les activités de maintenance.

#### *Qualifications*

Aucune accréditation n'est exigée pour devenir technicien de maintenance de centrale alimentée à la biomasse, car cet emploi se rattache à des industries tout à fait différentes, par exemple, celle des produits du bois. On exige une formation technique de trois ans ou une expérience équivalente dans le domaine des appareils de chauffage, des chaudières, des échangeurs de chaleur, des conduits, des commandes d'équipement industriel et d'autres corps de métier de la mécanique et des structures. Une expérience pratique des turbines à vapeur est nécessaire dans les centrales de cogénération. Enfin, une expérience de trois à cinq ans dans le domaine de la manutention de la biomasse constitue un précieux atout, sauf dans le cas de la fermentation anaérobie des matières des sites d'enfouissement.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des concepts de base en mécanique et en procédés
- Connaissance de la manutention des matières
- Connaissance des concepts en électricité, des pièces de turbine et de l'exploitation (pour les centrales de cogénération)
- Connaissance des concepts de structures

- Connaissance des pratiques de sécurité
- Compétences en réparations mécaniques
- Aptitude à lire et analyser les données sur la performance
- Aptitude à lire et comprendre les documents de conception
- Dextérité manuelle
- Aptitude à produire des documents sur la maintenance
- Aptitudes en dépannage
- Aptitudes en mécanique
- Esprit d'initiative et créativité

### *Ingénieur d'études ou conseiller en conception de systèmes énergétiques*

#### *Description*

L'ingénieur d'études, qui peut travailler à son compte ou pour un fabricant, conçoit des applications complexes intégrées faisant appel aux énergies renouvelables. En plus de consulter les développeurs ou les clients, d'effectuer les calculs de dimensionnement ainsi que des analyses et de concevoir et documenter les applications pour les bâtiments et les systèmes, il planifie l'installation des applications, détermine le coût des composants et de la main-d'œuvre, règle les problèmes de conception et supervise l'installation. À titre de conseiller, l'ingénieur d'études peut aussi aider les clients à mener une analyse économique, renseigner les clients et les travailleurs affectés à la maintenance et leur donner une formation sur la maintenance du site.

### *Qualifications*

Dans l'industrie de la biomasse, l'ingénieur d'études doit être titulaire d'un diplôme de génie mécanique ou civil. Il doit avoir une certaine expérience de la conception d'applications concrètes des systèmes de manutention des matières et des procédés intégrés et bien connaître les propriétés des matières tirées de la biomasse qui serviront dans les applications qu'il conçoit. Une bonne connaissance de la technologie particulière (combustion, fermentation anaérobie ou procédé pyrolytique) utilisée constitue un précieux atout.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des concepts en mécanique et en procédés
- Connaissance des commandes et des logiciels de contrôle
- Connaissance de la technologie de la biomasse
- Connaissance des propriétés de la biomasse et de la manutention des matières
- Connaissance des concepts économiques de base, y compris les stimulants fiscaux « verts », la valeur actualisée, le délai de récupération et de loyer de l'argent
- Compétences en conception efficace de procédés
- Compétences en planification de la configuration de systèmes de chauffage et de production d'énergie intégrés dynamiques
- Compétences en analyse des besoins
- Compétences en analyse de problèmes
- Aptitude à rédiger des documents sur les structures et les systèmes et à chiffrer les travaux
- Aptitude à lire et comprendre des documents complexes
- Aptitude à déterminer et comprendre des exigences complexes
- Aptitude à transmettre ses connaissances
- Aptitude aux activités entrepreneuriales

### *Représentant technico-commercial ou responsable du développement commercial*

#### *Description*

Dans l'industrie de la biomasse, le représentant technico-commercial vend des appareils de combustion ou de fermentation anaérobie de la biomasse ou des installations clé en main alimentées à la biomasse à des grandes entreprises et à quelques petits établissements commerciaux. Il noue des relations avec les clients, les aide en leur expliquant les avantages et les aspects technologiques du procédé, analyse les besoins, analyse les produits pour déterminer les meilleurs, fixe les prix, établit les bons de commande, renseigne les clients et assure à l'occasion le service après-vente. Il suscite un intérêt pour la technologie et les applications en participant à des foires commerciales, en faisant des présentations destinées à des groupes cibles et en tirant parti d'autres occasions. Il peut être appelé à trouver des partenaires potentiels.

### *Qualifications*

Il n'existe aucune norme d'accréditation pour les représentants technico-commerciaux dans l'industrie de la biomasse. Le représentant doit posséder un bagage à la fois commercial et technique, généralement des connaissances en génie mécanique, biochimique ou civil.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des systèmes de combustion de la biomasse, de leurs composants et des différentes options
- Connaissance des caractéristiques particulières des produits à vendre, notamment la capacité, les tolérances, les spécificités et les coûts d'exploitation
- Connaissance des concepts en génie mécanique
- Connaissance des concepts économiques de base, y compris les stimulants fiscaux « verts », le financement, la valeur actualisée, le délai de récupération, les coûts externalisés, la marge bénéficiaire brute, les remises et le loyer de l'argent
- Connaissance de la réglementation régissant les industries clientes
- Connaissance des points forts et des points faibles des concurrents et de leurs produits
- Aptitude à nouer des relations
- Compétences en analyse de site
- Aptitudes à établir les spécifications des composants à partir de la conception
- Compétences en négociation, détermination des prix et exécution des commandes
- Aptitude au réseautage
- Pouvoir de persuasion
- Esprit d'analyse

#### 3.6.4 Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie de la biomasse

### *Accréditation*

Le WETT et l'APC ont mis en place une norme d'accréditation et une procédure bien établies et viables pour les détaillants ou fournisseurs de chaudières et de poêles à bois résidentiels ou commerciaux. Les principales difficultés qu'il reste à surmonter en ce qui a trait à l'accréditation par ces deux organismes consisteront à faire connaître la norme auprès du public afin que les acheteurs recherchent les spécialistes accrédités, à desservir les collectivités éloignées et à offrir les services de formateurs des Premières nations aux clients autochtones.

L'exploitation de centrales à la biomasse est un domaine très nouveau et il n'existe pas de normes, de formation ni d'accréditation pour les personnes qui en sont chargées. Les fabricants assurent entièrement le transfert des connaissances initiales et la formation ultérieure s'acquiert sur le tas.

### *Formation requise pour les emplois dans l'industrie de la biomasse*

Une formation est offerte aux gens qui envisagent d'utiliser à titre personnel des poêles à bois et des chaudières, mais elle n'est guère connue.

Aucune formation n'est exigée pour la fabrication en sous-traitance de pièces pour les composants d'installations alimentées à la biomasse. Les travailleurs n'ont pas à connaître les technologies de la biomasse; ils doivent seulement posséder les compétences habituelles en usinage et en finition exigées pour la fabrication des grosses pièces d'équipement.

Des ingénieurs conçoivent la plupart des pièces d'équipement et des installations et leur formation actuelle est considérée comme adéquate. Toutefois, les étudiants en génie ne reçoivent guère de formation sur les technologies des énergies renouvelables en général ni sur la technologie de la biomasse en particulier. À l'instar des répondants des industries des autres technologies des énergies renouvelables, les participants de l'industrie de la biomasse demandent que les étudiants en génie soient davantage mis en contact avec la technologie, non seulement ceux qui souhaitent faire carrière dans le domaine des énergies renouvelables, mais aussi ceux qui pourraient être appelés à prendre un jour des décisions de conception ou d'achat pour des bâtiments ou des centrales.

Les travailleurs des centrales à la biomasse doivent être en mesure de gérer un large éventail de tâches, mais les entrevues n'ont pas fait ressortir la nécessité de faire preuve de créativité ou d'esprit d'initiative. Dans la plupart des installations commerciales et industrielles, le client fait lui-même fonctionner l'équipement. C'est pourquoi on met l'accent sur la fiabilité de l'équipement dans les petites installations et sur la standardisation des tâches dans les grandes. Une formation intégrée serait bénéfique dans le domaine pour trois raisons. Premièrement, comme un grand nombre d'applications industrielles utilisent des chaudières, des échangeurs de chaleur et des turbines en plus des chambres de combustion ou des digesteurs, il y a beaucoup de choses à savoir même dans le cas des petites installations. Il serait étonnant que la formation au sein d'un seul corps de métier permette d'acquérir des connaissances suffisantes. Deuxièmement, une croissance de l'emploi dans le domaine est très probable, car chaque centrale mise en service emploiera 20 personnes en moyenne (4 ou 5 travailleurs clés pour 3 ou 4 quarts de travail) et la conjoncture semble favorable pour bon nombre d'installations à la fois au Canada et à l'étranger dans les cinq prochaines années. Enfin, comme les activités des centrales axées sur des applications industrielles relèvent somme toute de la responsabilité de l'entreprise cliente mais que cette dernière évolue dans un autre secteur d'activité, il est peu probable que la société qui abrite l'installation assure la formation. Les fabricants comprennent que la formation initiale est essentielle, mais ils seraient peut-être ravis si une source publique offrait une formation aux travailleurs d'usine sur une base permanente.

Comme les développeurs d'installations alimentées à la biomasse et les entreprises offrant des systèmes de chauffage et de production d'énergie centralisés sont très nouveaux au Canada, ils ne possèdent pas l'expérience voulue pour cerner les besoins

supplémentaires probables de ces types d'entreprises. Toutefois, les responsables de projets parrainés par les municipalités pourraient bien être intéressés à acheter une formation en maintenance et en exploitation de centrales de ce genre.

### **3.7 Les pompes à chaleur géothermiques**

#### **3.7.1 La technologie**

Les pompes à chaleur géothermiques ne produisent pas d'électricité, mais elles répondent à des besoins de chauffage et de refroidissement (de l'eau et de l'air) qui représentent environ 80 p. 100 de la charge résidentielle moyenne.

Les pompes à chaleur géothermiques, qui fonctionnent selon le même principe que les appareils de réfrigération, utilisent une série de tuyaux dans le sol où circule en boucle fermée un fluide caloporteur pour récupérer la chaleur en hiver et (souvent) la dissiper en été. Pour assurer le chauffage, le fluide (l'éthanol en Ontario et généralement le méthanol dans les autres provinces) entre dans le compresseur et passe par le condensateur, où il échange la chaleur avec l'air ou l'eau à chauffer. L'échange de chaleur abaisse la pression du côté froid de la boucle et le fluide caloporteur est ensuite pompé vers le compresseur par une soupape d'aspiration et le cycle se répète. Dans le cas du refroidissement, un robinet inverse le sens de l'écoulement du caloporteur, qui récupère la chaleur contenue dans l'air de la maison.

En général, les pompes à chaleur géothermiques utilisent l'électricité pour le fonctionnement du compresseur et de la pompe et on mesure leur efficacité selon un coefficient de performance, qui exprime le rapport de la capacité de chauffage ou de refroidissement et de l'énergie consommée pour faire fonctionner le système. Plus ce coefficient est élevé, plus le système est efficace. Au Canada, le coefficient de performance se situe à 2,8 ou plus selon la température normalisée de l'eau à l'entrée.

Les pompes à chaleur géothermiques sont spécifiques au site visé. Il faut prendre en compte les conditions du sol, les arbres et la composition des eaux souterraines, mais les sites ne nécessitent pas une étude aussi approfondie que dans le cas des microcentrales hydroélectriques ou des éoliennes, car on peut obtenir ces données de façon instantanée. Selon les exigences du site idéal, les pompes à chaleur géothermiques conviennent particulièrement à certains emplacements au Canada. Par exemple, l'extrême Nord-Ouest (le Yukon et une partie des Territoires du Nord-Ouest), qui possède des aquifères naturels se prêtant aux pompes à chaleur géothermiques, convient généralement à ce type de thermopompes, mais le Nunavut, où les conditions sont différentes, n'est guère en mesure de tirer partie de cette technologie.

Les pompes à chaleur géothermiques ne sont pas assujetties à des exigences réglementaires entraînant des coûts particulièrement élevés, à part les considérations de base telles que la distance par rapport aux fosses septiques (pour ne pas interférer avec la chaleur du processus d'épuration) et l'excavation sans risque pour éviter les câbles électriques et téléphoniques enfouis. L'adoption des pompes à chaleur géothermiques se heurte aux mêmes obstacles financiers que les autres technologies des énergies

renouvelables, mais le délai de récupération est un peu plus court qu'avec les autres types de systèmes, en particulier ceux ayant un coefficient de performance élevé ou mis en place à un endroit où les solutions de remplacement sont relativement coûteuses.

La technologie est utilisée principalement pour les applications se prêtant à une utilisation individuelle et convient particulièrement aux banlieues et aux régions non urbaines où l'on dispose de l'espace voulu pour utiliser efficacement une pelle rétrocaveuse. Toutefois, on observe plusieurs applications à l'échelle commerciale, par exemple, dans les musées, les salles communautaires et les écoles, et une application est même prévue pour une collectivité de 500 personnes immédiatement à l'extérieur de Whitehorse, au Yukon.

### 3.7.2 L'industrie canadienne des pompes à chaleur géothermiques

L'industrie canadienne des pompes à chaleur géothermiques est plus modeste que celle de toutes les autres technologies des énergies renouvelables abordées dans le présent rapport. Selon les estimations de la Société canadienne de l'énergie du sol, il y aurait environ 30 000 pompes à chaleur géothermiques installées au Canada et quelque 1 000 appareils (3 p. 100) s'ajoutent chaque année. L'industrie du chauffage, de la ventilation et de la climatisation est depuis longtemps le point de référence en raison des analogies entre ces technologies et elle a suivi un cheminement légèrement différent par rapport à la plupart des autres technologies des énergies renouvelables

En général, les pompes à chaleur géothermiques se sont ajoutées à la gamme de produits et services offerts par des installateurs de systèmes traditionnels de chauffage, de ventilation et de climatisation, que l'industrie considère comme des installateurs « à temps partiel » de pompes à chaleur géothermiques. Selon la tendance observée ces dernières années, le nombre d'installateurs qui se spécialisent dans les pompes à chaleur géothermiques va en augmentant, mais le nombre d'emplois dans cette industrie demeure modeste. D'après les estimations, le Canada compte environ 125 fournisseurs, qui créent une vingtaine d'équivalents temps plein. On ne possède aucune donnée sur l'effet multiplicateur, mais selon l'industrie environ 80 p. 100 des coûts d'une installation sont injectés dans la collectivité visée.

Les fabricants canadiens approvisionnent moins de 10 p. 100 du marché. Le reste provient principalement des fabricants américains ayant un réseau de distributeurs au Canada. Les concepteurs ou installateurs (appelés « fournisseurs ») n'entretiennent pas toujours des relations exclusives avec les fabricants ou les distributeurs. Le Canada compte quatre fabricants de thermopompes et une quinzaine de réseaux de distributeurs régionaux.

L'industrie géothermique regroupe une dizaine de conseillers, auxquels on a généralement recours pour établir les spécifications techniques se rapportant aux applications commerciales. Il s'agit le plus souvent d'ingénieurs participant à la conception de bâtiments ou de systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation.

La province où les entreprises exercent leurs activités influe beaucoup sur l'industrie, moins en raison des stimulants offerts localement que de la visibilité qu'elle obtient grâce aux entreprises locales de services publics et aux acteurs du secteur des thermopompes classiques. Comme l'aspect financier met un frein aux investissements dans les pompes à chaleur géothermiques, l'industrie fait fonds sur ces sources pour assurer sa crédibilité. C'est pourquoi la présence de l'industrie diffère d'une province à l'autre : elle est appréciable au Manitoba et dans l'intérieur de la Colombie-Britannique, limitée en Saskatchewan et au Yukon et pratiquement inexistante dans l'Est.

Il a été difficile d'établir le profil de l'industrie de l'énergie géothermique, car elle participe à deux initiatives qui pourraient changer le visage de l'industrie. Premièrement, l'industrie a proposé que le gouvernement fédéral envisage d'appliquer sa règle de « 20 p. 100 vert » au chauffage et au refroidissement ainsi qu'à la production d'énergie. Si le gouvernement fédéral adopte la même approche pour les BTU que pour l'électricité, cela conférerait de la crédibilité à la technologie, comme le souhaite l'industrie; une fois qu'elle aurait atteint la masse critique, la croissance pourrait être beaucoup plus forte que ne l'indiquent les tendances actuelles.

Deuxièmement, la Coalition canadienne de l'énergie géothermique regroupe des entreprises provinciales de services publics dans le but de proposer les pompes à chaleur géothermiques aux consommateurs pour remplacer les autres technologies classiques de chauffage ou de climatisation. Cette initiative fait partie du portefeuille de marketing de l'entreprise de services publics de certaines provinces. Toutefois, dans d'autres provinces, on déploie des efforts considérables pour réunir les conditions propres à générer une forte demande de pompes à chaleur géothermiques. Mentionnons notamment les projets pilotes parrainés ou subventionnés à une échelle commerciale qui ont recours à des conceptions professionnelles bien fouillées pour les bâtiments et les systèmes, les programmes de « prêts verts », l'octroi de subventions pour la réalisation d'études de faisabilité, la formation des gens de métiers et ingénieurs-conseils travaillant dans l'industrie, la création de centres de ressources pour les entrepreneurs et les consommateurs envisageant des applications de pompes à chaleur géothermiques, la communication de noms de fournisseurs accrédités ainsi que les programmes d'apprentissage et d'alternance travail-études pour les étudiants des domaines techniques. Si la Coalition réussit à donner ses lettres de noblesses à la technologie et à la faire connaître auprès du public, la croissance pourrait être exponentielle. Par exemple, le nombre d'installations a augmenté de 30 p. 100 au Manitoba sur douze mois l'an dernier.

### 3.7.3 Les emplois dans l'industrie de l'énergie géothermique

Dans l'industrie de l'énergie géothermique, les emplois classiques, exception faite des emplois courants en administration, sont par ordre approximatif d'importance :

- Concepteur ou installateur (fournisseur)
- Travailleur d'usine de fabrication
- Représentant technico-commercial
- Ingénieur-conseil

Pour chacun de ces emplois, les sections ci-après décrivent en termes généraux le rôle du titulaire, les qualifications généralement requises, ainsi que les connaissances, compétences et aptitudes connexes.

L'industrie a également recours à des opérateurs de pelles rétrocaveuses ou d'autres engins d'excavation, mais il ne s'agit pas d'emplois spécifiques à cette industrie.

### *Concepteur ou installateur de pompes*

#### *Description*

Le concepteur ou installateur de pompes à chaleur géothermiques (aussi appelé « fournisseur ») consulte les clients pour connaître leurs besoins et préférences, procède à l'analyse de sites, conçoit les applications pour les pompes à chaleur géothermiques, détermine le coût des composants et la main-d'œuvre requise, se procure le matériel nécessaire, installe les systèmes et réalise les essais, recrute et supervise les sous-traitants, renseigne les clients et leur montre à utiliser leur système en plus d'assurer le service après-vente au besoin. Le fournisseur peut aussi créer lui-même les tuyaux en boucle, les pompes et les commutateurs.

#### *Qualifications*

À l'heure actuelle, aucune formation officielle ou accréditation n'est exigée pour devenir concepteur ou installateur de pompes à chaleur géothermiques, mais l'industrie tient à adopter des normes et elle est en pourparlers avec un organisme d'accréditation international (International Ground Source Heat Pump Association – IGSHPA). Les concepteurs ou installateurs ont l'expérience des thermopompes et ils peuvent avoir un certain bagage dans le domaine de la circulation de l'air ou des circuits électriques.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des principes de base du refroidissement, y compris l'utilisation de fluide caloporteur, de compresseurs et de condensateurs
- Connaissance des composants et des fonctions des pompes à chaleur géothermiques, y compris les compresseurs, les tuyaux en boucle, les pompes, les soupapes et robinets, les fluides caloporteurs, les condensateurs, les circuits électriques et les tours de refroidissement
- Connaissance de la réglementation locale régissant la distance de sécurité et l'excavation sans risque
- Connaissance des conditions du sol et des eaux souterraines convenant à l'installation de pompes à chaleur géothermiques
- Connaissance des exigences relatives aux conduits pour les installations de pompes à chaleur géothermiques
- Compétences en conception, production et installation de pompes à chaleur géothermiques
- Compétences en matière d'essais
- Aptitudes dans toute la gamme des activités entrepreneuriales, y compris la vente et le marketing, l'administration, les notions de base en finances et en comptabilité
- Aptitudes en analyse et en dépannage

### *Assembleur*

#### *Description*

L'assembleur de pompes à chaleur géothermiques participe aux activités de fabrication. Il fait le montage des pièces de composants des thermopompes pour fabriquer des composants prêts à expédier. Il s'agit d'un travail de précision qui doit être exécuté de façon efficiente. L'assembleur doit parfois effectuer des essais pour évaluer la qualité des composants fabriqués.

#### *Qualifications*

L'assembleur doit avoir fait des études secondaires générales ou l'équivalent. Une formation en mécanique au niveau secondaire ou collégial peut constituer un atout. En règle générale, l'assemblage varie d'un composant et d'un fabricant à l'autre, si bien que la formation s'acquiert sur le tas. Aucune expérience ou connaissance dans le domaine des pompes à chaleur géothermiques n'est requise.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance de l'assemblage de composants particuliers
- Connaissance des pièces de base pour l'assemblage de composants
- Connaissance des bonnes pratiques de sécurité
- Connaissance des niveaux de tolérance pour le composant visé
- Aptitude à lire et comprendre les instructions d'assemblage ou les schémas de montage
- Aptitude à réaliser les essais de base et à consigner les résultats
- Dexterité manuelle pour faire l'assemblage de façon rapide et précise
- Aptitude à exécuter les tâches répétitives sans se laisser déconcentrer
- Aptitudes en mécanique
- Aptitude à travailler debout pendant de longues périodes

### *Représentant technico-commercial*

#### *Description*

Le représentant technico-commercial vend des composants de pompes à chaleur géothermiques aux fournisseurs (concepteurs ou installateurs). Il noue des relations avec les clients et les aide à analyser leurs besoins. Parfois, il effectue aussi l'étude préliminaire ou de base pour les applications. En outre, le représentant analyse les produits pour choisir les meilleurs, fixe les prix, établit les bons de commande, renseigne les clients et assure le service après-vente auprès des fournisseurs.

#### *Qualifications*

Il n'existe aucune norme d'accréditation pour les représentants technico-commerciaux dans l'industrie des pompes à chaleur géothermiques. Le représentant doit posséder un bagage à la fois commercial et technique, soit le plus souvent des connaissances dans le domaine des pompes à chaleur géothermiques ainsi que des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation ou de refroidissement.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des notions de base sur les thermopompes, y compris le refroidissement, les compresseurs, les pompes, les soupapes et robinets et les tuyaux en boucle
- Connaissance de pompes à chaleur géothermiques, de leurs composants et des différentes options
- Connaissance des caractéristiques particulières des produits à vendre, notamment la capacité, les tolérances et les spécificités
- Connaissance des concepts économiques de base, y compris le financement, la valeur actualisée, le délai de récupération, les coûts externalisés, la marge bénéficiaire brute et les remises
- Connaissance des réseaux de fournisseurs et des fournisseurs indépendants sur le territoire de vente

- Connaissance des points forts et des points faibles des concurrents et de leurs produits
- Compétences en analyse de site
- Compétences en conception de systèmes de base
- Aptitude à établir les spécifications des composants à partir de sa propre conception ou de celle d'un autre
- Compétences en négociation, détermination des prix et exécution des commandes
- Aptitude au réseautage
- Pouvoir de persuasion
- Esprit d'analyse

### *Ingénieur d'études ou conseiller en conception*

#### *Description*

L'ingénieur d'études, qui peut travailler à son compte ou pour un fabricant, conçoit des applications complexes intégrées faisant appel aux énergies renouvelables. En plus de consulter les développeurs ou les clients, d'effectuer des calculs de dimensionnement ainsi que des analyses et de concevoir et documenter les applications pour les bâtiments et les systèmes, il planifie l'installation des applications, détermine le coût des composants et de la main-d'œuvre, règle les problèmes de conception et supervise l'installation. À titre de conseiller, l'ingénieur d'études peut aussi aider les clients à mener une analyse économique ou renseigner les clients et les travailleurs affectés à la maintenance et leur donner une formation sur la maintenance du site.

### *Qualifications*

Dans l'industrie de l'énergie géothermique, l'ingénieur d'études doit être titulaire d'un diplôme de génie mécanique ou civil. Il doit avoir une certaine expérience de la conception d'applications concrètes dans des bâtiments éconergétiques ainsi que des pompes à chaleur géothermiques et bien connaître le milieu géophysique du territoire d'implantation.

### *Connaissances, compétences et aptitudes requises*

- Connaissance des concepts en mécanique et en structures
- Connaissance de la technologie des pompes à chaleur géothermiques
- Connaissance des concepts économiques de base, y compris la valeur actualisée, le délai de récupération et le loyer de l'argent
- Compétences en conception efficace de structures
- Compétences en calcul de dimensionnement
- Compétences en analyse des besoins
- Compétences en analyse de problèmes
- Aptitude à rédiger les documents sur les structures et les systèmes et à chiffrer les travaux
- Compétences en planification de la configuration de systèmes de chauffage et de production d'énergie intégrés dynamiques
- Aptitude à lire et comprendre des documents complexes
- Aptitude à déterminer et comprendre des exigences complexes
- Aptitude à transmettre ses connaissances
- Aptitude aux activités entrepreneuriales

### 3.7.4 Considérations liées aux ressources humaines dans l'industrie de l'énergie géothermique

#### *Accréditation*

Tout comme l'industrie photovoltaïque, l'industrie de l'énergie géothermique a vu son image ternie en raison de concepteurs ou installateurs résidentiels mal formés ou inefficaces. L'industrie estime également que la percée relativement lente des pompes à chaleur géothermiques est attribuable en partie à l'incertitude à laquelle sont en proie les consommateurs, problème que des normes d'accréditation canadiennes bien en évidence permettraient de régler.

C'est pourquoi la Société canadienne de l'énergie du sol est très favorable à l'élaboration de normes d'accréditation pour les fournisseurs de pompes à chaleur géothermiques. L'organisation industrielle qui élabore des normes d'accréditation pour les concepteurs ou installateurs résidentiels de systèmes photovoltaïques est disposée à faire de même pour les concepteurs ou installateurs de pompes à chaleur géothermiques, mais les normes à l'intention des fournisseurs de pompes à chaleur géothermiques arrivent à peu près au cinquième rang sur la liste des priorités et l'industrie estime ne pas pouvoir attendre. C'est pourquoi elle a amorcé des pourparlers avec un organisme international

établi aux États-Unis, qui administre déjà la formation et l'accréditation des fournisseurs de pompes à chaleur géothermiques. Il faudrait adapter ces normes pour le Canada, ce qui pourrait se faire assez rapidement. Si cette solution était retenue, l'industrie de l'énergie géothermique pourrait être la première à mettre en place un régime d'accréditation. Toutefois, il n'est pas facile de convaincre les fournisseurs qu'une accréditation s'impose et la transition risque de poser des difficultés. Il faudrait mettre ces normes en place province par province.

### *Formation requise pour les emplois dans l'industrie des pompes à chaleur géothermiques*

La formation des fournisseurs de pompes à chaleur géothermiques présente des analogies avec le type de formation technique qu'offrent généralement les collèges communautaires et les cégeps. Toutefois, ce type de formation a connu un mauvais départ dans le milieu des années 90, lorsqu'on a lancé un programme qui était sous-financé et qui ne recevait pas l'appui des acteurs de l'industrie.

La norme d'accréditation envisagée à l'heure actuelle se limite à une formation de trois jours suivie d'un examen écrit, mais elle n'englobe pas le type d'expérience pratique utile pour ce genre de travail.

La technologie se rapproche beaucoup des celles du chauffage, de la ventilation et de la climatisation et le système de distribution actuel repose en grande partie sur les chauffagistes et fournisseurs de systèmes de ventilation et de climatisation, mais l'industrie est partagée sur la question de savoir si la formation portant sur les pompes à chaleur géothermiques devrait se rapprocher davantage de celle portant sur les technologies des énergies renouvelables ou sur les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation. D'une part, la technologie constitue un prolongement naturel du chauffage, de la ventilation et de la climatisation; d'autre part, il y a de meilleures chances que les clients susceptibles de faire l'acquisition d'une pompe à chaleur géothermique soient attirés par cette technologie en raison de leur intérêt pour les énergies renouvelables et, par conséquent, par l'intermédiaire des fournisseurs spécialisés dans ce type de technologies. Comme l'a indiqué un répondant, il faut probablement un peu des deux.

La demande est probablement insuffisante à l'heure actuelle pour offrir un cours sur les pompes à chaleur géothermiques dans le cadre d'un programme d'études offert par un collège communautaire ou un cégep, car le contenu est restreint et il sera difficile de générer la demande. Cependant, si l'une des deux initiatives mentionnées ci-dessus (20 p. 100 de systèmes « verts » pour le chauffage ou la climatisation des installations fédérales ou la Coalition canadienne de l'énergie géothermique), la demande pourrait augmenter très rapidement.

Si l'Association des collèges communautaires du Canada décidait de mettre en place une série de cours de base sur un éventail de technologies des énergies renouvelables, les pompes à chaleur géothermiques devraient faire partie de ce programme d'études pour que cette technologie en arrive à être pleinement exploitée au Canada. Cependant,

comme tous les répondants s'entendaient pour dire que la formation théorique n'est pas suffisante, toute formation de niveau collégial devrait être jumelée à la participation de l'industrie dans le cadre de stages ou de programmes d'alternance travail-études – ce qui n'est pas une tâche facile compte tenu de la faible demande actuelle.

Aucune formation technologique spécifique n'est nécessaire dans le cas des assembleurs.

Comme la technologie n'est pas aussi complexe ou exigeante que les technologies des autres énergies renouvelables, les représentants technico-commerciaux pourraient continuer d'acquérir directement auprès des fabricants les connaissances nécessaires pour faire leur travail. Toutefois, l'envergure des activités de fabrication au Canada est si modeste que cette façon de procéder risque de les désavantager par rapport aux grands fabricants américains, compte tenu du volume du service après-vente qu'ils ont été en mesure d'offrir jusqu'à maintenant. Par ailleurs, si l'on donnait un cours distinct de trois jours, cette formation pourrait être suffisante à cette fin.

Les ingénieurs civils et mécaniques auraient intérêt à suivre un cours d'un semestre consacré aux pompes à chaleur géothermiques, aux bâtiments éconergétiques et aux autres technologies des énergies renouvelables mettant l'accent sur le caractère intégré des applications des énergies renouvelables (en particulier sur les sites d'envergure commerciale) et sur la nécessité de comprendre que les sites offrent la possibilité de mettre en place plusieurs applications durables fonctionnant ensemble.

## **4 Résumé des observations formulées par les répondants concernant la formation dans le domaine des énergies renouvelables**

- Les répondants étaient partagés également sur la question de savoir si les programmes de remboursement constituent la bonne façon d'encourager l'adoption des technologies des énergies renouvelables dans le secteur résidentiel et dans celui des petites entreprises. Si, pour certains, il s'agit du seul moyen d'obtenir un délai de récupération raisonnable, pour d'autres, les programmes d'encouragement ne sont pas là pour durer et ne servent souvent qu'à favoriser l'entrée sur le marché d'exploitants sans scrupules dont les installations finissent par ternir l'image de l'industrie dans son ensemble. Par ailleurs, le coût des produits de base est parfois gonflé du fait que les fournisseurs en arrivent à inclure les stimulants financiers dans le coût d'installation.
- La plupart des répondants ont fait état d'un manque de bons représentants technico-commerciaux – à la fois dans le domaine de la technique et dans celui du génie. Ils estiment également que ces programmes d'études devraient systématiquement englober une formation en entrepreneuriat de même qu'en marketing et en vente.
- Il serait étonnant que l'on puisse mettre sur pied des programmes d'apprentissage dans ces domaines, car la plupart des fournisseurs sont des entreprises individuelles dont les propriétaires, de surcroît, exercent généralement leurs activités à temps partiel ou n'en tirent que des revenus de subsistance. La plupart se trouvent donc dans l'impossibilité de prendre des apprentis, à la fois parce qu'ils subissent des contraintes financières, mais aussi parce qu'ils n'ont ni le volume ni la variété de travail dont les apprentis auraient besoin pour obtenir le statut de compagnon.
- Ces industries sont encore en devenir et demeurent en grande partie centrées sur la technologie, plutôt que sur une production et des ventes à grande échelle.
- En général, les répondants sont favorables à une accréditation des concepteurs ou installateurs dans les industries où les applications résidentielles sont prédominantes.

- Les deux options – intégrer la formation dans le domaine des énergies renouvelables à la formation des corps de métier et des professions déjà offerte ou créer un programme complet consacré aux énergies renouvelables – reçoivent un appui similaire. L'intégration de toutes les applications résidentielles des technologies s'avère la voie la plus réaliste pour un programme distinct. Les applications industrielles, en particulier au niveau des développeurs, sont plus rares, mais elles pourraient faire partie de la formation du personnel des entreprises de services publiques ou de développeurs de grande envergure. En pareil cas, les programmes d'apprentissage peuvent être appropriés.

## Références

### Sites Web

[www.bioenergy.org](http://www.bioenergy.org)  
[www.canbio.ca/index-fr.htm](http://www.canbio.ca/index-fr.htm)  
[www.canhydropower.org](http://www.canhydropower.org)  
[www.canwea.ca](http://www.canwea.ca)  
[www.earthenergy.ca](http://www.earthenergy.ca)  
[www.eere.energy.gov](http://www.eere.energy.gov)  
[www.iclei.org](http://www.iclei.org)  
[www.newenergy.org](http://www.newenergy.org)  
[www.opg.com](http://www.opg.com)  
[www.pellet.org](http://www.pellet.org)  
[www.rescer.gc.ca](http://www.rescer.gc.ca)  
[www.rncan.gc.ca](http://www.rncan.gc.ca)  
[www.senecac.on.ca](http://www.senecac.on.ca)  
[www.small-hydro.com](http://www.small-hydro.com)  
[www.strategieinnovation.gc.ca](http://www.strategieinnovation.gc.ca)

### Publications

McKirdy, Alexandra R., éd., *The Canadian Renewable Energy Guide*, 2<sup>e</sup> édition, General Store Publishing House, Burnstown, Ontario, 1999.

*Canadian Renewable Energies Directory 2003*, Association canadienne pour les énergies renouvelables, Ottawa, novembre 2003.

*Canadian Solar Industries Association Newsletter*, septembre-octobre 2002

*Energy Alternatives 2002, Design Guide and Catalogue*, Energy Alternatives, Victoria (Colombie-Britannique)

*Innovation in Renewable Energy - A Response to Canada's Innovation Strategy*, Iogen Corporation, 2002.

*Low Impact Options for a Renewable Clean Environment, Energy and Healthy Canadian Economy*, Association canadienne de l'énergie éolienne, Société d'énergie solaire du Canada Inc., Société canadienne de l'énergie du sol, Association des industries solaires du Canada et l'Association canadienne pour les énergies renouvelables.

*Renewable Energy World*, septembre-octobre 2002, vol. 5, n° 5, James & James (Science Publishers) Ltd, Londres (Royaume-Uni).

*Un potentiel illimité : Miser sur nos énergies renouvelables inexploitées*, Groupe de travail du caucus sur les technologies environnementales, mars 2002.

## **Annexe A : Guide d'entrevue approfondie**

### **A1. Biomasse**

- 1) Les fournisseurs de combustible sont-ils considérés comme faisant partie intégrante de l'industrie?
- 2) Dans l'affirmative, est-ce que chaque fournisseur se concentre sur un seul type de combustible ou en offre-t-il plusieurs?
- 3) Quels types de R-D mène-t-on actuellement dans le domaine des combustibles?
- 4) Pouvez-vous nommer quelques entreprises qui fournissent les combustibles suivants ?
  - Bois
  - Résidus forestiers
  - Granules
  - Produits dérivés de l'agriculture
  - Produits agricoles
  - Méthane
  - Éthanol
  - Autres
- 5) Est-ce que la plupart des fabricants de poêles se spécialisent dans un type de poêles ou en offrent-ils plusieurs?
- 6) Pouvez-vous nommer quelques entreprises qui fabriquent des poêles?
  - Appareils à rayonnement
  - Appareils à convection
- 7) Les fabricants d'isolant pour les chambres de combustion sont-ils considérés comme faisant partie intégrante de l'industrie?
- 8) Les fabricants de catalyseurs sont-ils considérés comme faisant partie intégrante de l'industrie?
- 9) Pouvez-vous m'en dire davantage sur le type de R-D que l'on mène actuellement au sein de l'industrie?
- 10) Dans quelle mesure les concepteurs d'applications sont-ils généralement des entreprises distinctes des fabricants?

- 11) Dans quelle mesure les installateurs se regroupent-ils au sein d'organisations distinctes de celles des :
  - fabricants?
  - installateurs?
- 12) À quels types de gens de métier ou d'autres spécialistes un concepteur ou installateur ferait-il appel pour une installation à la biomasse?
- 13) Quels types d'applications industrielles ou commerciales produit-on et installe-t-on à l'heure actuelle?
- 14) Quelles sont les caractéristiques qui distinguent les applications industrielles ou commerciales des installations locales? Est-ce que la plupart des entreprises se spécialisent dans un seul type d'applications industrielles? (Donnez des exemples.)
- 15) Pouvons-nous confirmer les types d'emplois existant dans l'industrie?
- 16) Quel type de formation ou d'accréditation offre-t-on à l'heure actuelle aux personnes qui travaillent dans l'industrie?
- 17) Quelles données possède-t-on concernant la taille de cette industrie? (nombre d'employés)
- 18) Nous essayons de déterminer l'emplacement et la taille des entreprises de l'industrie.
- 19) Combien de très grandes entreprises trouve-t-on dans l'industrie et quel pourcentage de l'effectif total de l'industrie représentent-elles à votre avis?
- 20) Pouvez-vous me dire où sont établies ces grandes entreprises?
- 21) Pouvez-vous me donner une idée de leur envergure?
  - Nombre d'applications
  - Croissance de l'industrie
  - Nombre d'emplois
- 22) Est-ce que la liste des entreprises que nous avons établie est la meilleure que l'on puisse avoir? Devrions-nous avoir recours à une autre source?

Nous ferons de notre mieux afin de recueillir des renseignements représentatifs pour tous les types d'entreprises et pour les différents emplacements à l'échelle du pays. Par conséquent, si nous ne pouvons communiquer avec une ou plusieurs personnes-ressources que vous nous avez indiquées, quelle est la meilleure façon de trouver une autre source de renseignements présentant les mêmes caractéristiques (p. ex., accès à la liste des membres)?

## A2. Chauffage solaire de l'eau

- 1) Les fabricants de systèmes de chauffage solaire de l'eau se concentrent-ils généralement sur un seul élément de ces systèmes?
  - Régulateurs – Pouvez-vous me fournir des noms?
  - Absorbeurs – Pouvez-vous me fournir des noms?
  - Échangeurs de chaleur – Pouvez-vous me fournir des noms?
  - Pompes – Pouvez-vous me fournir des noms?
- 2) Est-ce que la plupart des fabricants de systèmes de chauffage solaire de l'eau produisent aussi de l'équipement pour des applications de chauffage solaire de l'air?
- 3) Est-ce que la plupart des fabricants de systèmes de chauffage solaire de l'eau produisent aussi de l'équipement pour des applications photovoltaïques?
- 4) En général, les concepteurs et installateurs d'applications se regroupent-ils au sein d'une organisation distincte ou font-ils partie de la même organisation que les entreprises de fabrication? Pouvez-vous me fournir des noms?
- 5) Est-ce que les mêmes personnes font généralement office de concepteurs et d'installateurs?
- 6) À quels autres spécialistes un concepteur ou installateur ferait-il appel pour réaliser un projet?
- 7) Cette technologie donne-t-elle lieu à des applications industrielles ou commerciales?
- 8) Dans l'affirmative, de quels types d'applications s'agit-il?
- 9) Est-ce que la plupart des entreprises se spécialisent dans un seul type d'applications industrielles?
- 10) Dans l'affirmative, est-ce que ces fabricants sont des entreprises distinctes des fabricants d'applications résidentielles? Pouvez-vous me fournir des noms?
- 11) S'il s'agit d'entreprises distinctes, à quelles difficultés supplémentaires se heurtent-elles?
- 12) Est-ce que la plupart des personnes de l'industrie du chauffage solaire de l'air installent aussi de l'équipement pour des applications photovoltaïques?
- 13) Quels types de R-D mène-t-on actuellement dans le domaine du chauffage solaire de l'eau?
- 14) Pouvons-nous confirmer les types d'emplois existant dans l'industrie?

- 15) Quel type de formation ou d'accréditation offre-t-on à l'heure actuelle aux personnes qui travaillent dans l'industrie?
- 16) Quelles données possède-t-on concernant la taille de l'industrie? (nombre d'employés)
- 17) Nous essayons de déterminer l'emplacement et la taille des entreprises de l'industrie.
- 18) Combien de très grandes entreprises trouve-t-on dans l'industrie et quel pourcentage de l'effectif total de l'industrie représentent-elles à votre avis?
- 19) Pouvez-vous me dire où sont établies ces grandes entreprises?
- 20) Pouvez-vous me donner une idée de leur envergure?
  - Nombre d'applications
  - Croissance de l'industrie
  - Nombre d'emplois
- 21) Est-ce que la liste des entreprises que nous avons établie est la meilleure que l'on puisse avoir? Devrions-nous avoir recours à une autre source?

### **A3. Chauffage solaire de l'air**

- 1) Les fabricants de systèmes de chauffage solaire de l'air se concentrent-ils généralement sur un seul élément de ces systèmes?
- 2) Régulateurs - Pouvez-vous me fournir des noms?
- 3) Absorbeurs - Pouvez-vous me fournir des noms?
- 4) Échangeurs de chaleur - Pouvez-vous me fournir des noms?
- 5) Pompes - Pouvez-vous me fournir des noms?
- 6) Systèmes de chauffage par rayonnement par le sol - Pouvez-vous me fournir des noms?
- 7) Est-ce que la plupart des fabricants de systèmes de chauffage solaire de l'air produisent aussi de l'équipement pour des applications destinées au chauffage solaire de l'eau?
- 8) Est-ce que la plupart des fabricants de systèmes de chauffage solaire de l'air produisent aussi de l'équipement pour des applications photovoltaïques?

- 9) En général, les concepteurs et installateurs d'applications se regroupent-ils au sein d'une organisation distincte ou font-ils partie de la même organisation que les entreprises de fabrication? Pouvez-vous me fournir des noms?
- 10) Est-ce que les mêmes personnes font généralement office de concepteurs et d'installateurs?
- 11) À quels autres spécialistes un concepteur ou installateur ferait-il appel pour réaliser un projet?
- 12) Cette technologie donne-t-elle lieu à des applications industrielles ou commerciales?
- 13) Dans l'affirmative, de quels types d'applications s'agit-il?
- 14) Est-ce que la plupart des entreprises se spécialisent dans un seul type d'applications industrielles?
- 15) Dans l'affirmative, est-ce que ces fabricants sont des entreprises distinctes des fabricants d'applications résidentielles? Pouvez-vous me fournir des noms?
- 16) S'il s'agit d'entreprises distinctes, à quelles difficultés supplémentaires se heurtent-elles?
- 17) Est-ce que la plupart des fabricants de systèmes de chauffage solaire de l'air produisent aussi des installations photovoltaïques?
- 18) Quels types de R-D mène-t-on actuellement dans le domaine du chauffage solaire de l'air?
- 19) Pouvons-nous confirmer les types d'emplois existant dans cette industrie?
- 20) Quel type de formation ou d'accréditation offre-t-on à l'heure actuelle aux personnes qui travaillent dans cette industrie?
- 21) Quelles données possède-t-on concernant la taille de cette industrie? (nombre d'employés)
- 22) Nous essayons de déterminer l'emplacement et la taille des entreprises de l'industrie.
- 23) Combien de très grandes entreprises trouve-t-on dans l'industrie et quel pourcentage de l'effectif total de l'industrie représentent-elles à votre avis?
- 24) Pouvez-vous me dire où sont établies ces grandes entreprises?
- 25) Pouvez-vous me donner une idée de leur envergure?

26) Nombre d'applications

27) Croissance de l'industrie

28) Nombre d'emplois

29) Est-ce que la liste des entreprises que nous avons établie est la meilleure que l'on puisse avoir? Devrions-nous avoir recours à une autre source?

Nous ferons de notre mieux afin de recueillir des renseignements représentatifs pour tous les types d'entreprises et pour les différents emplacements à l'échelle du pays. Par conséquent, si nous ne pouvons communiquer avec une ou plusieurs personnes-ressources que nous nous avez indiquées, quelle est la meilleure façon de trouver une autre source de renseignements présentant les mêmes caractéristiques (p. ex., accès à la liste des membres)?

#### **A4. Énergie géothermique (pompes à chaleur géothermiques)**

1) Quels composants des pompes à chaleur géothermiques fabrique-t-on à l'extérieur de l'industrie? Cette technologie a-t-elle des composants en commun avec une autre technologie des énergies renouvelables?

- Thermopompe
- Circuit de recirculation
- Régulateur
- Autre

2) Quels types de compétences un concepteur d'applications doit-il posséder?

3) Pouvez-vous me fournir le nom de quelques entreprises qui conçoivent des applications pour des pompes à chaleur géothermiques? D'entreprises qui installent des applications? (Précisez s'il s'agit-il des mêmes entreprises ou non.)

4) Quels types de compétences un installateur d'applications doit-il posséder?

5) À quels types d'entrepreneurs devrait-on faire appel pour une installation?

6) Les pompes à chaleur géothermiques donnent-elles lieu à des applications industrielles?

7) Quels types de R-D mène-t-on actuellement dans le domaine des pompes à chaleur géothermiques?

8) Pouvons-nous confirmer les types d'emplois existant dans l'industrie?

- 9) Quel type de formation ou d'accréditation offre-t-on à l'heure actuelle aux personnes qui travaillent dans cette industrie?
- 10) Quelles données possède-t-on concernant la taille de cette industrie? (nombre d'employés)
- 11) Nous essayons de déterminer l'emplacement et la taille des entreprises de l'industrie.
- 12) Combien de très grandes entreprises trouve-t-on dans l'industrie et quel pourcentage de l'effectif total de l'industrie représentent-elles à votre avis?
- 13) Pouvez-vous me dire où sont établies ces grandes entreprises?
- 14) Pouvez-vous me donner une idée de leur envergure?
  - Nombre d'applications
  - Croissance de l'industrie
  - Nombre d'emplois
- 15) Est-ce que la liste des entreprises que nous avons établie est la meilleure que l'on puisse avoir? Devrions-nous avoir recours à une autre source?
- 16) Nous ferons de notre mieux afin de recueillir des renseignements représentatifs pour tous les types d'entreprises et pour les différents emplacements à l'échelle du pays. Par conséquent, si nous ne pouvons communiquer avec une ou plusieurs personnes-ressources que nous nous avez indiquées, quelle est la meilleure façon de trouver une autre source de renseignements présentant les mêmes caractéristiques (p. ex., accès à la liste des membres)?

## **A5. Systèmes photovoltaïques**

(Se reporter aux rubriques Chauffage solaire de l'air et Chauffage solaire de l'eau pour les questions connexes).

- 1) Les fabricants de systèmes photovoltaïques se concentrent-ils généralement sur un seul type d'équipement ou offrent-ils la plupart des types d'équipement pour les applications photovoltaïques?
  - Modules photovoltaïques – Pouvez-vous me fournir des noms?
  - Régulateurs – Pouvez-vous me fournir des noms?
  - (shunt, en série, modulation d'impulsions en durée)
  - Accumulateurs à décharge profonde – Pouvez-vous me fournir des noms?
  - Systèmes de fixation et dispositifs de suivi – Pouvez-vous me fournir des noms?
  - Convertisseurs – Pouvez-vous me fournir des noms?
  - (faisant appel à un transformateur, commutation haute fréquence à ondes sinusoïdales, ondes carrées modifiées)
  - Fusibles et appareillage de commutation – Pouvez-vous me fournir des noms?

- Mécanismes de facturation nette – Pouvez-vous me fournir des noms?
  - Génératrices d'appoint – Pouvez-vous me fournir des noms?
- 2) La plupart des fabricants de systèmes photovoltaïques exercent-ils des activités dans plus d'une technologie des énergies renouvelables (p. ex., éoliennes, microcentrales hydroélectriques)?
  - 3) La plupart des fabricants de systèmes photovoltaïques exercent-ils des activités dans plus d'une technologie solaire (chauffage de l'eau et de l'air)?
  - 4) En général, les concepteurs et installateurs d'applications se regroupent-ils au sein d'une organisation distincte ou font-ils partie de la même organisation que les entreprises de fabrication? Pouvez-vous me fournir des noms?
  - 5) Est-ce que la plupart des concepteurs d'applications sont des entreprises distinctes des installateurs?
  - 6) À quels autres spécialistes un concepteur ou installateur ferait-il appel pour réaliser un projet?
  - 7) Cette technologie donne-t-elle lieu à des applications industrielles ou commerciales?
  - 8) Dans l'affirmative, de quels types d'applications s'agit-il?
  - 9) Est-ce que la plupart des entreprises se spécialisent dans un seul type d'applications industrielles?
  - 10) Dans l'affirmative, est-ce que ces fabricants sont des entreprises distinctes des fabricants d'applications résidentielles? Pouvez-vous me fournir des noms?
  - 11) S'il s'agit d'entreprises distinctes, à quelles difficultés supplémentaires se heurtent-elles?
  - 12) Quels types de R-D mène-t-on actuellement dans l'industrie photovoltaïque?
  - 13) Pouvons-nous confirmer les types d'emplois existant dans l'industrie?
  - 14) Quel type de formation ou d'accréditation offre-t-on à l'heure actuelle aux personnes qui travaillent dans l'industrie?
  - 15) Quelles données possède-t-on concernant la taille de l'industrie? (nombre d'employés)
  - 16) Nous essayons de déterminer l'emplacement et la taille des entreprises de l'industrie.
  - 17) Combien de très grandes entreprises trouve-t-on dans l'industrie et quel

pourcentage de l'effectif total de l'industrie représentent-elles à votre avis?

18) Pouvez-vous me dire où sont établies ces grandes entreprises?

19) Pouvez-vous me donner une idée de leur envergure?

20) Nombre d'applications

21) Croissance de l'industrie

22) Nombre d'emplois

23) Est-ce que la liste des entreprises que nous avons établie est la meilleure que l'on puisse avoir? Devrions-nous avoir recours à une autre source?

Nous ferons de notre mieux afin de recueillir des renseignements représentatifs pour tous les types d'entreprises et pour les différents emplacements à l'échelle du pays. Par conséquent, si nous ne pouvons communiquer avec une ou plusieurs personnes-ressources que nous nous avez indiquées, quelle est la meilleure façon de trouver une autre source de renseignements présentant les mêmes caractéristiques (p. ex., accès à la liste des membres)?

## A6. Éoliennes

1) Les fabricants d'éoliennes se concentrent-ils généralement sur un seul type d'équipement ou offrent-ils la plupart des types d'équipement pour les applications de l'énergie éolienne?

- Pales – Pouvez-vous me fournir des noms?
- (fibre de verre, polyester, résine époxyde, bois – axe horizontal, axe vertical)
- Régulateurs – Pouvez-vous me fournir des noms?
- Contrôleurs de débit – Pouvez-vous me fournir des noms?
- (régulateurs de l'inclinaison des pales et de l'orientation de l'éolienne – on ne sait pas avec certitude s'il s'agit d'une ou de deux pièces d'équipement)
- Turbines – Pouvez-vous me fournir des noms?
- Systèmes de fixation et dispositifs de suivi – Pouvez-vous me fournir des noms? (monotube ou treillis, haubanage)
- Convertisseurs – Pouvez-vous me fournir des noms?
- Fusibles et appareillage de commutation – Pouvez-vous me fournir des noms?
- Mécanismes de facturation nette – Pouvez-vous me fournir des noms?
- Génératrices d'appoint – Pouvez-vous me fournir des noms?

2) La plupart des fabricants d'éoliennes exercent-ils leurs activités dans plus d'une technologie des énergies renouvelables (p. ex., systèmes photovoltaïques, microcentrales hydroélectriques)?

- 3) Une entreprise de l'industrie éolienne participerait-elle à la fois à des projets d'éoliennes résidentielles et de centrales éoliennes??
- 4) En général, les concepteurs et installateurs d'applications se regroupent-ils au sein d'une organisation distincte ou font-ils partie de la même organisation que les entreprises de fabrication? Pouvez-vous me fournir des noms?
- 5) Est-ce que la plupart des concepteurs d'applications sont des entreprises distinctes des installateurs?
- 6) À quels autres spécialistes un concepteur ou installateur ferait-il appel pour réaliser un projet?
- 7) Cette technologie donne-t-elle lieu à des applications industrielles ou commerciales?
- 8) Dans l'affirmative, de quels types d'applications s'agit-il?
- 9) Est-ce que la plupart des entreprises se spécialisent dans un seul type d'applications industrielles?
- 10) Dans l'affirmative, est-ce que ces fabricants sont des entreprises distinctes des fabricants d'applications résidentielles? Pouvez-vous me fournir des noms?
- 11) S'il s'agit d'entreprises distinctes, à quelles difficultés supplémentaires se heurtent-elles?
- 12) Quels types de R-D mène-t-on actuellement dans le domaine de l'énergie éolienne?
- 13) Pouvons-nous confirmer les types d'emplois existant dans l'industrie?
- 14) Quel type de formation ou d'accréditation offre-t-on à l'heure actuelle aux personnes qui travaillent dans l'industrie?
- 15) Quelles données possède-t-on concernant la taille de cette industrie? (nombre d'employés)
- 16) Nous essayons de déterminer l'emplacement et la taille des entreprises de l'industrie.
- 17) Combien de très grandes entreprises trouve-t-on dans l'industrie et quel pourcentage de l'effectif total de l'industrie représentent-elles à votre avis?
- 18) Pouvez-vous me dire où sont établies ces grandes entreprises?
- 19) Pouvez-vous me donner une idée de leur envergure?

- Nombre d'applications
- Croissance de l'industrie
- Nombre d'emplois

20) Est-ce que la liste des entreprises que nous avons établie est la meilleure que l'on puisse avoir? Devrions-nous avoir recours à une autre source?

Nous ferons de notre mieux afin de recueillir des renseignements représentatifs pour tous les types d'entreprises et pour les différents emplacements à l'échelle du pays. Par conséquent, si nous ne pouvons communiquer avec une ou plusieurs personnes-ressources que nous nous avez indiquées, quelle est la meilleure façon de trouver une autre source de renseignements présentant les mêmes caractéristiques (p. ex., accès à la liste des membres)?

### **A7. Microcentrales hydroélectriques**

- 1) Existe-t-il une association industrielle ou une entité similaire à laquelle je pourrais poser ces questions?
- 2) Les fabricants d'équipement destiné aux microcentrales hydroélectriques se concentrent-ils généralement sur un seul type d'équipement ou offrent-ils la plupart des types d'équipement pour ces applications?
  - Régulateurs (contrôleurs de débit) - Pouvez-vous me fournir des noms?
  - Hydroturbines - Pouvez-vous me fournir des noms?
  - (à action ou réaction)
  - Conduits et mécanismes de débit - Pouvez-vous me fournir des noms?
  - Convertisseurs - Pouvez-vous me fournir des noms?
  - Accumulateurs à décharge profonde - Pouvez-vous me fournir des noms?
  - Fusibles et appareillage de commutation - Pouvez-vous me fournir des noms?
  - Mécanismes de facturation nette - Pouvez-vous me fournir des noms?
  - Génératrices d'appoint - Pouvez-vous me fournir des noms?
- 3) La plupart des fabricants d'équipement destiné aux microcentrales hydroélectriques exercent-ils des activités dans plus d'une technologie des énergies renouvelables (p. ex., systèmes photovoltaïques, éoliennes)?
- 4) En général, les concepteurs et installateurs d'applications se regroupent-ils au sein d'une organisation distincte ou font-ils partie de la même organisation que les entreprises de fabrication? Pouvez-vous me fournir des noms?
- 5) Est-ce que la plupart des concepteurs d'applications sont des entreprises distinctes des installateurs?

- 6) À quels autres spécialistes un concepteur ou installateur ferait-il appel pour réaliser un projet?
- 7) Cette technologie donne-t-elle lieu à des applications industrielles ou commerciales?
- 8) Dans l'affirmative, de quels types d'applications s'agit-il? Est-ce que la plupart des entreprises se spécialisent dans un seul type d'applications industrielles?
- 9) Dans l'affirmative, est-ce que ces fabricants sont des entreprises distinctes des fabricants d'applications résidentielles? Pouvez-vous me fournir des noms?
- 10) S'il s'agit d'entreprises distinctes, à quelles difficultés supplémentaires se heurtent-elles?
- 11) Quels types de R-D mène-t-on actuellement dans l'industrie des microcentrales hydroélectriques?
- 12) Pouvons-nous confirmer les types d'emplois existant dans l'industrie?
- 13) Quel type de formation ou d'accréditation offre-t-on à l'heure actuelle aux personnes qui travaillent dans cette industrie?
- 14) Quelles données possède-t-on concernant la taille de cette industrie? (nombre d'employés)
- 15) Nous essayons de déterminer l'emplacement et la taille des entreprises de l'industrie.
- 16) Combien de très grandes entreprises trouve-t-on dans l'industrie et quel pourcentage de l'effectif total de l'industrie représentent-elles à votre avis?
- 17) Pouvez-vous me dire où sont établies ces grandes entreprises?
- 18) Pouvez-vous me donner une idée de leur envergure?
  - Nombre d'applications
  - Croissance de l'industrie
  - Nombre d'emplois
- 19) Est-ce que la liste des entreprises que nous avons établie est la meilleure que l'on puisse avoir? Devrions-nous avoir recours à une autre source?

Nous ferons de notre mieux afin de recueillir des renseignements représentatifs pour tous les types d'entreprises et pour les différents emplacements à l'échelle du pays. Par conséquent, si nous ne pouvons communiquer avec une ou plusieurs personnes-ressources que nous nous avez indiquées, quelle est la meilleure façon de trouver une autre source de renseignements présentant les mêmes caractéristiques (p. ex., accès à la

liste des membres)?

## ANNEXE B : Coordonnées des entreprises par technologie

\* Un astérisque indique une entreprise ou une organisation qui est présente ou exerce des activités dans plus d'une technologie.

### MICROCENTRALES HYDROÉLECTRIQUES

Ontario Waterpower Association	Ontario	Association industrielle
Algonquin Power	Ontario	Entreprise privée de services publics
Black River Hydro	Nouvelle-Écosse	Développeur de faible envergure
Canadian Hydro Components	Ontario	Fabricant
Canadian Hydro Deveoopers*	Alberta	Développeur
Energy Alternatives*	Colombie-Britannique	Distributeur
Soltek Power Source*	Alberta et Colombie-Britannique	Distributeur
Xantrex (TRACE) *	Colombie-Britannique	Distributeur et fabricant

### SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES

Association des industries solaires du Canada*	Canada	Association industrielle
ATS Incorporated (SSP Ltd)	Ontario	Fabricant
ARISE Technologies	Ontario	Fabricant
Energy Alternatives*	Colombie-Britannique	Distributeur
Soltek Power Source*	Alberta et Colombie-Britannique	Distributeur
Eco Energy	Ontario	Fabricant
New Sun Technology	Ontario	Distributeur et fabricant
Reonac	Québec	Distributeur et fabricant
Solar Winds*	Terre-Neuve	Concepteur et installateur
Naturally Powerful Energy	Nouvelle-Écosse	Concepteur et installateur
Xantrex (TRACE) *	Colombie-Britannique	Distributeur et fabricant

## ÉOLIENNES

Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA)	Canada	Association industrielle
Atlantic Orient	Nouvelle-Écosse	Développeur et organisme de R-D
Bolwell Corporation	Ontario	Fabricant
Canadian Hydro Développeurs*	Alberta	Développeur
Energy Alternatives*	Colombie-Britannique	Distributeur
Sky Generation Inc	Ontario	Développeur
Sask Power	Saskatchewan	Entreprise de services publics
Solar Winds*	Terre-Neuve	Concepteur et installateur
Soltek Power Source*	Alberta et Colombie-Britannique	Distributeur
Xantrex (TRACE)*	Colombie-Britannique	Distributeur et fabricant
Yukon Energy Corporation	Yukon	Entreprise de services publics

## ÉNERGIE DU SOL (POMPES À CHALEUR GÉOTHERMIQUES)

Société canadienne de l'énergie du sol	Canada	Association industrielle
Hydro Heat	Ontario	Distributeur et fournisseur
Manitoba Hydro	Manitoba	Entreprise de services publics et Coalition canadienne de l'énergie géothermique
Paradise Plumbing & Heating	Manitoba	Fournisseur
Yukon Hydro	Yukon	Entreprise de services publics et Coalition canadienne de l'énergie géothermique

## BIOMASSE

Association canadienne de la bioénergie (CanBIO)	Canada	Association industrielle
Dynamotive	Colombie-Britannique	Fabricant

Groewood Heating	Île-du-Prince-Édouard	Fabricant
Wood Heat Organization	Canada	Association industrielle
Wood Energy Technology Transfer (WETT)	Canada	Organisme de formation et d'accréditation
KMW Limited	Ontario	Fabricant
Canadian Hydro Developers*	Alberta	Développeur

### **CHAUFFAGE SOLAIRE DE L'AIR**

Association des industries solaires du Canada*	Canada	Association industrielle
Conserval	Ontario	Fabricant
Enerconcept	Québec	Concepteur et installateur
Matrix	Québec	Distributeur
SunRoss Energy	Nouvelle-Écosse	Concepteur et installateur

### **CHAUFFAGE SOLAIRE DE L'EAU**

Association des industries solaires du Canada*	Canada	Association industrielle
Enerworks	Ontario	Fabricant
Heliotech	Québec	Fabricant
Thermomax	Colombie-Britannique	Distributeur
Solar North	Saskatchewan	Concepteur et consultant