Industrie Canada Industry Canada

Besoins en ressources humaines de l'industrie canadienne de l'énergie éolienne

Canada

Industrie Canada Industry Canada

Besoins en ressources humaines de l'industrie canadienne de l'énergie éolienne

Industry Canada
Library - Queen
DEC - 6 2006
Industrie Canada
Bibliothèque - Queen

Canada

On peut obtenir cette publication sur demande en divers formats.
Communiquer avec le Centre de diffusion de l'information dont les coordonnées suivent.

Pour obtenir des exemplaires du présent document, 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 à l'adresse suivante :
www.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, envoyer un courriel à copyright.droitdauteur@pwgsc.gc.ca

Cat. No. Iu4-69/2005E
ISBN 0-662-40678-8
54300E

Also available in English, under the title *Human Resources Needs in the Canadian Wind Energy Industry*

Préparé pour Industrie Canada par M. Helge Wittholz, de SYNOVA International Business Development.

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.

Ni le gouvernement du Canada, ses ministres, agents, hauts fonctionnaires, employés et agents, ni SYNOVA n'offrent aucune garantie ou indication, expresse ou implicite, à l'effet que l'utilisation d'information, d'appareils, de méthodes ou d'éléments semblables dont fait état le présent rapport ne puisse enfreindre ou transgresser des droits détenus par des intérêts privés, y compris les droits de propriété intellectuelle d'une quelconque partie, ni n'assument aucune responsabilité ou obligation découlant du présent rapport.

Remerciements :
Ce rapport est a bénéficié d'un financement d'Industrie Canada, Ressources naturelles Canada et Environnement Canada.

TABLE DES MATIÈRES

1.0 RÉSUMÉ **5**

2.0 INTRODUCTION ET CONTEXTE **6**

3.0 BESOINS EN MAIN-D'ŒUVRE DANS L'INDUSTRIE DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE **7**

4.0 POSSIBILITÉS D'EMPLOI **12**

4.1 Introduction **12**
4.2 Formation des techniciens en service et installation **13**
4.3 Établissements de formation canadiens **13**
4.4 Établissements de formation européens **14**
4.5 Établissements de formation américians **16**
4.6 Formation des ingénieurs et des scientifiques **16**
4.7 Besoins en ingénieurs et en scientifiques **16**
4.8 Universités/instituts au Canada **18**
Introduction 18
Instituts et organismes 18
Programmes de financement fédéraux 19
Universités 19
4.9 Universités/instituts en Europe et aux États-Unis **21**
Introduction 21
Pays-Bas 21
Danemark 22
Allemagne 23
États-Unis 25
Royaume-Uni 25

5.0 FORMATION DES MEMBRES DES AUTRES PROFESSIONS **25**

6.0 PLAN D'ACTION EN VUE DE SATISFAIRE LES BESOINS EN RH **26**

7.0 RÉFÉRENCES **27**

PIÈCES JOINTES

PIÈCE JOINTE A : INFORMATION SUR LE COURS DUWIND, UNIVERSITÉ DE DELFT **29**

PIÈCE JOINTE B : MAÎTRISE EN SCIENCES SUR L'ÉNERGIE ÉOLIENNE, UNIVERSITÉ TECHNIQUE DU DANEMARK (UTD) **31**

1.0 RÉSUMÉ

À la fin de 2004, l'énergie éolienne, la source d'énergie qui affiche le taux de croissance le plus rapide au monde, avait atteint la puissance critique de 444 mégawatts au Canada. L'Allemagne avait déjà enregistré cette puissance en 1994, l'Espagne en 1997. Ces deux pays disposaient de puissances installées totales de 16 629 mégawatts et de 8 263 mégawatts respectivement à la fin de 2004[1].

Si certains prétendent que le Canada a raté sa chance de se doter de puissants aérogénérateurs, il est intéressant de lire, dans un communiqué de presse du 31 mars 2005 de la European Wind Energy Association (EWEA), que nous devons augmenter nos dépenses en recherche et développement pour que les coûts de l'énergie éolienne au Canada soient pleinement compétitifs par rapport à ceux des autres sources d'énergie et pour que le Canada conserve son rôle de chef de file[2].

Compte tenu des politiques fédérales et provinciales actuellement en vigueur ou en cours d'élaboration au Canada, on a prévu une puissance installée totale de 5 600 mégawatts et la possibilité de créer environ 13 000 emplois[3] d'ici 2012.

Le tableau 4 de la section 3.0, « Demande en main-d'œuvre dans l'industrie de l'énergie éolienne », présente la répartition par profession, préparée à partir des données sur le marché allemand, déjà en pleine maturité.

Au début, c'est surtout dans l'industrie des services que l'on trouvera des possibilités d'emploi, par exemple des postes de techniciens en entretien et en réparation, pour effectuer les installations et la maintenance. Au fur et à mesure que l'industrie acquerra de la maturité et que la production prendra de l'ampleur, les scientifiques, les ingénieurs, les techniciens et les autres spécialistes de l'industrie de l'énergie éolienne seront de plus en plus recherchés.

Le Canada devra suivre une courbe d'apprentissage raide pour rattraper ses homologues européens. À cette fin, il serait sage de profiter des énormes connaissances de l'Europe en important des ressources des meilleurs instituts, universités et collèges, par exemple par le biais d'échanges d'étudiants, d'ententes de coopération ou de programmes de formation des formateurs, et en recrutant les meilleurs professeurs et enseignants au Canada, afin de faciliter la création de programmes d'enseignement au Canada. Sur ce point, le présent rapport donne la liste des meilleurs instituts/universités et collèges européens et américains.

Plus spécifiquement, les mesures suivantes sont recommandées :

- Utiliser un site Web spécialisé pour fournir de l'information sur les possibilités de formation et d'emploi dans le secteur de l'énergie éolienne.
- Organiser des séminaires pour sensibiliser les universités et les collèges aux défis et aux occasions que présente ce secteur.

- Inciter les établissements d'enseignement canadiens à collaborer aux projets de recherche et développement avec l'industrie et les institutions, canadiennes et étrangères.
- Promouvoir une stratégie d'alliances solides, comme on en trouve en Europe, entre les instituts, l'industrie, les universités et les collèges, car cela a permis à l'Europe de réaliser des avancées majeures en technologie. Ces alliances et ententes de collaboration sont appuyées par l'UE et par différents les gouvernements ou États.
- Organiser des séminaires pour sensibiliser le milieu de l'enseignement.
- Il va sans dire que l'augmentation du nombre de techniciens qualifiés devra suivre le rythme d'augmentation rapide du nombre d'aérogénérateurs qu'il faudra installer et entretenir au Canada. L'élaboration de programmes de formation, en coopération avec l'industrie et les établissements de formation européens, devrait constituer une priorité.

De toute évidence, le principal soutien public et politique à l'endroit de l'énergie éolienne sera essentiellement fonction de la création d'emplois et des avantages pour les Canadiennes et les Canadiens.

Il est possible, à condition que l'industrie, le gouvernement et les établissements de formation au Canada concertent leurs efforts, de fournir une main-d'œuvre qualifiée nationale et de réaliser l'objectif d'**employer 13 000 Canadiennes et Canadiens dans l'industrie de l'énergie éolienne d'ici 2012.**

2.0 INTRODUCTION ET CONTEXTE

L'énergie éolienne étant la source d'énergie qui affiche le taux de croissance le plus rapide au monde, il n'est guère surprenant qu'elle attire des géants de l'industrie tels que GE, Siemens, Shell et Trans Alta. Uniquement en 2004, l'ensemble de l'industrie mondiale de l'énergie éolienne a installé 8 321 mégawatts, ce qui représente une augmentation de 20 p. 100 par rapport à 2003. Au total, la capacité mondiale de production d'énergie éolienne est passée à 47 616 mégawatts[(1)].

Selon *Wind Force 12*, un document publié par la European Wind Energy Association et Greenpeace, on s'attend à ce que l'énergie éolienne produise 12 p. 100 de toute l'électricité consommée à l'échelle de la planète d'ici 2020 et soit ainsi à l'origine de la création de 2,3 millions d'emplois[(4)].

Des événements survenus récemment au Canada, par exemple la signature de l'Accord de Kyoto, l'élargissement du programme Encouragement à la production d'énergie éolienne (EPÉÉ) de 1 000 mégawatts à 4 000 mégawatts et l'augmentation du prix du baril de pétrole à plus de 50 $US, ont grandement stimulé l'activité dans le domaine de l'énergie éolienne. Ainsi, en 2004, la puissance installée au Canada a passé de 322 mégawatts à 444 mégawatts[(5)].

Les prévisionnistes prédisent maintenant que la puissance installée atteindra 5 645 mégawatts d'ici 2012[3], ce qui créera des possibilités d'emploi pour environ 13 000 Canadiennes et Canadiens. Un tel potentiel de croissance se traduira par une énorme demande de main-d'œuvre hautement qualifiée, ce qui signifie des débouchés, mais aussi des défis pour les établissements d'enseignement qui devront trouver des moyens de répondre à la demande de l'industrie.

Pour s'assurer un soutien public et politique, les établissements d'enseignement, le gouvernement, l'Association canadienne de l'énergie éolienne (ACÉÉ) et l'industrie devront conjuguer leurs efforts pour optimiser les avantages pour les Canadiennes et les Canadiens; sinon, ils risquent d'être accusés de créer des emplois à l'étranger avec l'argent des contribuables canadiens.

Le défi consistera à planifier et prépare la formation de la main-d'œuvre tout en développant l'industrie. Les intervenants devront travailler en étroite collaboration et faire preuve de souplesse. Néanmoins, les pays – moins industrialisés – ont démontré que cela peut se faire, à condition de mettre en place des politiques de longue haleine.

3.0 BESOINS EN MAIN-D'ŒUVRE DANS L'INDUSTRIE DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

La demande anticipée de main-d'œuvre qualifiée repose sur les hypothèses suivantes :

1. Au Canada, la puissance installée des aérogénérateurs reliés aux grands réseaux électriques passera de 444 mégawatts en 2004 à 5 645 mégawatts d'ici 2012.
2. Le Canada mettra au point et fabriquera de petits aérogénérateurs (10 kilowatts à 300 kilowatts) pour les systèmes hybrides et les systèmes qui revendent l'énergie excédentaire à un réseau de distribution d'électricité (autonome).
3. Le gouvernement et l'industrie canadiens adopteront des mesures visant seulement à augmenter la quantité d'énergie renouvelable produite, mais aussi à faciliter l'établissement d'une infrastructure destinée à optimiser les avantages de cette nouvelle industrie pour les Canadiennes et les Canadiens. De telles mesures comprendront :
    - L'établissement d'une base compétitive de fabrication et de service.
    - La formation et l'éducation spécialisées afin de satisfaire les demandes de l'industrie en RH.
    - Le soutien à la recherche et au développement pour amenuiser l'écart entre le Canada et l'Europe en matière de connaissances de manière à créer un rôle de leader dans un marché niche, par exemple les systèmes hybrides (éoliens/diesel/emmagasinage).

Des pays comme le Danemark, l'Allemagne, l'Espagne et l'Inde peuvent servir de modèles pour montrer les réalisations possibles en relativement peu de temps lorsque les gouvernements mettent en application des politiques à long terme en matière d'énergie renouvelable, notamment d'énergie éolienne. En revanche, les États-Unis ont dépassé le seuil des 400 mégawatts en 1984, devenant ainsi le chef de file incontesté à l'époque. Pourtant, aucune politique gouvernementale à long terme n'ayant été adoptée, ce leadership s'est perdu dans un cycle « de forte expansion et de récession ».

Tableau 1 : Année où le seuil de 444 mégawatts a été atteint (c.-à-d., situation du Canada en 2004)

Pays	Année où la puissance installée de 444 mégawatts a été enregistrée	Puissance installée en mégawatts[1] en 2004	Nombre total de mégawatts[1] en 2004
États-Unis	1984	370 mégawatts	6 740 mégawatts
Danemark	1991	7 mégawatts	3 117 mégawatts
Allemagne	1994	2 020 mégawatts	16 629 mégawatts
Inde	1999	875 mégawatts	3 000 mégawatts
Espagne	1997	2 061 mégawatts	8 263 mégawatts
Canada	2004	122 mégawatts	444 mégawatts

En Europe, les politiques fructueuses visaient tout d'abord à assurer la solidité du marché national, puis à garantir le succès sur le marché de l'exportation. Les pays qui ont le mieux réussi, soit le Danemark, l'Allemagne, l'Inde et l'Espagne, exploitent maintenant des marchés d'exportation solides et bien établis et des installations de fabrication dans des pays en émergence. En 2003, à elle seule, l'industrie éolienne allemande employait 45 400 personnes et, selon la German Wind Energy Association, pourrait en occuper 103 000 d'ici 2010, pourvu que les conditions du cadre restent stables[6].

Une étude antérieure de SYNOVA permet de penser que l'industrie canadienne de l'énergie éolienne pourrait employer 13 000 personnes d'ici 2012[3].

Tableau 2 : Puissance installée prévue au Canada

Province	Puissance installée cumulée prévue (mégawatts) 12/2004	Prévisions pour 2005 à 2012								Puissance installée cumulée d'ici la fin de 2012
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
T.-N.-Labrador	0	30	15	15	10	10	10	10	10	**110**
Î.-P.-É.	14	5	10	10	10	0	0	15	15	**79**
N,-B.	0	10	15	15	15	15	15	15	15	**115**
N.-É.	10	20	10	10	10	10	10	15	15	**110**
QC	113	150	150	150	300	300	300	350	350	**2 163**
Ont.	15	100	150	150	150	200	200	200	200	**1 365**
Man.	0	50	75	75	75	75	75	75	100	**600**
Sask.	22	18	20	20	20	20	20	25	25	**190**
Alb.	269	60	60	60	60	60	60	70	70	**769**
C.-B.	0	0	10	15	15	15	15	20	30	**120**
Yn	1	0	1	0	1	0	1	0	1	**5**
T.- N.-O.	0	0	1	0	1	0	0	0	0	**2**
Nunavut	0	0	0	1	0	0	1	0	0	**2**
Mégawatts/ année	**444**	**443**	**517**	**521**	**667**	**705**	**722**	**795**	**831**	**5 645**
Mégawatts cumulatifs	**444**	**887**	**1 404**	**1 925**	**2 592**	**3 297**	**4 019**	**4 814**	**5 645**	

Source : SYNOVA International Business Development, 2004

Au Canada, on compte actuellement 2 077 mégawatts en construction ou ayant fait l'objet d'une convention d'achat d'électricité (CAE)[5].

Tableau 3 : Prévisions concernant les revenus tirés de l'énergie éolienne au Canada et l'emploi dans cette industrie

TOTAL DES REVENUS	**2004 (cumulés)**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**
Investissements au Canada (millions de dollars)	666	665	776	782	1 001	1 058	1 083	1 193	1 247
Exploitation (millions de dollars)	19	45	70	101	126	155	190	213	250
Exportations (millions de dollars)	50	23	60	120	180	225	270	300	300
Total des revenus (millions de dollars)	**735**	**733**	**906**	**1 003**	**1 307**	**1 438**	**1 543**	**1 653**	**1 797**
EMPLOIS (ANNÉES-PERSONNES)									
Emplois en fabrication et installation	4 662	4 652	5 429	5 470	7 003	7 403	7 581	8 346	8 726
Emplois en exploitation	189	356	561	761	1 025	1 306	1 587	1 906	2 231
Emplois en exportation	50	150	400	800	1 200	1 500	1 800	2 000	2 000
Nombre total d'emplois	**4 901**	**5 158**	**6 390**	**7 031**	**9 228**	**10 209**	**10 968**	**12 254**	**12 957**

Source : SYNOVA International Business Development, 2004

L'Espagne constitue un autre exemple de réussite grâce à ses politiques gouvernementales à long terme. Au début de 1999, la puissance installée de ce pays était semblable à celle du Canada. Pourtant, à la fin de 2004, l'Espagne avait atteint une puissance installée de 8 263 mégawatts, dont 2 061 mégawatts de puissance installée uniquement en 2004, soit plus que n'importe quel autre pays[(1)].

L'Espagne a lancé son industrie de l'énergie éolienne en produisant des aérogénérateurs danois sous licence. Aujourd'hui, son industrie est florissante et indépendante. Le fabricant espagnol Gamesa a rompu ses liens avec la société danoise Vestas depuis quelques années et s'emploie actuellement à créer une filiale en Pennsylvanie, aux États-Unis, comportant une usine de fabrication et d'assemblage d'hélices. Afin de pallier la pénurie d'ingénieurs qualifiés, Gamesa a récemment ouvert un bureau au Danemark.

On ne trouve actuellement pas de statistiques détaillées sur l'emploi par profession. En revanche, les déclarations des principaux experts portent à croire que le manque d'ingénieurs expérimentés ralentit la croissance de l'industrie, ce qui donne une idée des défis en ressources humaines que l'industrie doit relever.

Le nombre de collèges et d'universités européens qui offrent des cours en énergie éolienne constitue un autre indice de la situation de la main-d'œuvre. Par exemple, en Allemagne :

- 4 instituts techniques forment des techniciens en service, installation et réparation d'aérogénérateurs.
- 56 universités et instituts techniques proposent des cours se rapportant aux technologies de l'énergie éolienne.

Pour obtenir de l'information sur les établissements de formation et d'enseignement, veuillez consulter le site suivant : http://www.wind-energie.de.

Pour maximiser le contenu canadien dans l'investissement estimé de 8,321 milliards de dollars entre 2005 et 2012, il sera absolument essentiel de pouvoir tout d'abord offrir du personnel compétent[3]. Les besoins du Canada en matière de main-d'œuvre qualifiée, d'ingénieurs et de scientifiques sont les suivants :

- Membres des divers corps de métier pour la fabrication et l'assemblage d'aérogénérateurs
- Techniciens en service/installation d'aérogénérateurs
- Ingénieurs et scientifiques en recherche et développement, y compris mise à l'essai, diligence raisonnable, fabrication et élaboration de projets

L'Université de Brême, en Allemagne, a réalisé une étude détaillée des besoins futurs en RH du secteur de l'énergie éolienne de ce pays, qui a montré qu'une main-d'œuvre qualifiée constituera la pierre angulaire de la future croissance de l'industrie[7].

Un sondage mené auprès de 30 experts et de 30 entreprises d'énergie éolienne en Allemagne a servi de base pour la répartition des emplois.[7,8] Cette répartition, illustrée dans le tableau 5 ci-dessous, peut être utilisée pour prévoir les emplois au Canada d'ici 2012, en supposant une puissance installée d'énergie éolienne de 5 645 mégawatts.

Tableau 4 : Répartition des emplois

Profession	Pourcentage du total %	Nombre d'employés au Canada d'ici 2012 (en supposant une puissance installée de 5 645 mégawatts)
Main-d'œuvre non qualifiée, formation en cours d'emploi	29,9%	3 887
Occupations dans le commerce	11,6%	1 508
Main-d'œuvre qualifiée	36,0%	4 680
Administration et juristes	8,2%	1 066
Ingénieurs et scientifiques	14,3%	1 859
Total	***100 %***	***13 000***

Les besoins en formation continue dans le domaine de l'énergie éolienne ont été établis comme suit dans l'étude allemande[8]:

Tableau 5 : Besoins en formation continue en Allemagne

Profession	Pourcentage du total
Qualification spéciale pour le travail en mer	9,8
Compétences sociales (travail d'équipe, aptitudes à la négociation)	45,3
Compétences interfonctionnelles	7,0
Aptitudes pour les langues étrangères	1,8
Aptitudes aux communications	1,5
Techniciens de service qualifiés	3,9
Connaissances élémentaires de l'énergie éolienne	23,9
Ingénieurs et scientifiques	6,8
Total	***100 %***

Même si la situation en Allemagne ne peut être appliquée directement au Canada, elle n'offre pas moins une bonne idée générale du genre de besoins en formation auxquels on peut s'attendre.

4.0 POSSIBILITÉS D'EMPLOI

4.1 Introduction

On s'attend à ce que le nombre d'emplois dans l'industrie canadienne de l'énergie éolienne passe de moins de 1 000 emplois en 2004 à 13 000 d'ici 2012 (estimations de SYNOVA). À court terme, alors que la plupart des éléments de quincaillerie seront importés, les possibilités d'emploi seront concentrées dans le secteur des services. Les techniciens en installation et en service seront très recherchés.

Au fur et à mesure que la fabrication de ces éléments se fera au Canada, il faudra des ouvriers qualifiés et des ingénieurs pour la conception, la mise au point des procédés, la fabrication, l'élaboration de projets et la diligence raisonnable. Des membres d'autres professions, par exemple des juristes, des ingénieurs technico-commerciaux, des acheteurs, des gestionnaires, des banquiers, des promoteurs et des agents d'assurance, devront recevoir une formation spéciale pour comprendre les rudiments de l'industrie. Les universités et les collèges, la CanWEA et les établissements de recherche et développement devront participer à l'éducation de la main-d'œuvre, afin d'aider à optimiser les avantages pour le Canada.

4.2 Formation des techniciens en service et installation

DEMANDE DE TECHNICIENS EN SERVICE ET INSTALLATION

D'ici 2012, on estime qu'il faudra 2 230 **techniciens en service et installation** au Canada pour exploiter les 5 645 mégawatts de puissance en énergie éolienne[3]. Les normes de qualification des techniciens vont devenir plus rigoureuses au fur et à mesure que la taille des aérogénérateurs augmentera. Les compagnies d'assurances, les banques et les propriétaires exigeront des normes plus strictes afin de protéger leurs investissements.

4.3 Établissements de formation canadiens

Même si un grand nombre de collèges communautaires canadiens offrent une formation sur les technologies de l'énergie renouvelable, très peu de cours procurent une formation approfondie sur l'énergie éolienne.

Par exemple, le Cégep de la Gaspésie et des Îles est présentement le seul établissement de formation canadien à proposer un programme de six mois ou 1 395 heures menant à l'obtention d'un diplôme en énergie éolienne (**www.cgaspesie.qc.ca**). Intitulé « Mécanique et électronique industrielles (Maintenance d'éoliennes) », ce programme couvre la maintenance et l'installation d'aérogénérateurs. Le premier tiers est consacré à l'électronique, le deuxième à la mécanique et le dernier à l'énergie éolienne. En juin 2004, 15 étudiants y étaient inscrits. Présentement, le programme se donne uniquement en français, quoique le cégep envisage de l'offrir également en anglais.

Plusieurs autres collèges, dont le Holland College, de l'Île-du-Prince-Édouard, (**www.hollandc.pe.ca** - en anglais seulement), envisagent de proposer des cours semblables. Communiquez avec Michael O'Grady, M.A., directeur, (courriel : **mogrady@hollandc.pe.ca**).

Le site Web de l'Association des collèges communautaires du Canada (ACCC) donne la liste des collèges communautaires canadiens **www.accc.ca**

Les programmes fédéraux ci-dessous ont pour objet d'aider les étudiants à obtenir une formation technique :

- Ressources humaines et Développement des compétences Canada : **www.rhdcc.gc.ca**
- Ciblétudes : **www.cibletudes.ca**
- Centre de service national de prêts aux étudiants : **www.cibletudes.ca/nslsc/index.cfm?langnslsc=fr**

Il va sans dire que l'augmentation du nombre de techniciens qualifiés devra suivre le rythme d'augmentation rapide du nombre d'aérogénérateurs qu'il faudra installer et entretenir au Canada et en Europe.

4.4 Établissements de formation européens

Voici une liste d'établissements de formation européens :

- Handswerkskammer (association professionnelle), Aix-la-Chapelle, Allemagne : Formation à la fabrication d'hélices de rotor; cours de deux semaines pour les techniciens expérimentés en plastique renforcé de fibre de verre
- TÜV Akademie GmbH, Berlin, Allemagne :
  Formation de techniciens en entretien et réparation d'hélices de rotor; cours de deux semaines
- Berufsfortbildungswerk (bfw), Brême, Allemagne (**www.windzentrum.de** – en allemand seulement)
  Centre de formation aux technologies éoliennes
  Cours pour les techniciens en service d'aérogénérateurs selon les normes BZEE (voir la prochaine puce)
- Centre d'éducation sur l'énergie renouvelable (BZEE), Husum, Allemagne

Le centre d'éducation sur l'énergie renouvelable, le BZEE, à Husum, en Allemagne, qui a été visité récemment, constitue un bon modèle d'établissement de formation réussi. Le BZEE (**www.bzee.de** - en allemand seulement) a créé des programmes de formation en étroite collaboration avec des fabricants d'aérogénérateurs et d'autres établissements de formation. Son programme et ses normes de qualité ont été approuvés par la Chambre de l'industrie et du commerce de l'Allemagne.

Voici un aperçu du programme de formation du BZEE :

I. Conditions préalables

Pour être acceptés dans ce programme, les étudiants doivent remplir les conditions suivantes :

- Stage d'apprentissage complet en mécanique ou en électronique
- Bonne santé et bonne condition physique selon la norme « G41 » (pas d'étourdissements ou aéroacrophobie, ni de problèmes circulatoires)
- Connaissance élémentaire de l'anglais
- Expérience de travail dans son métier
- Consentement à voyager ou à déménager
- De préférence, âge inférieur à 35 ans

II. Programme

Généralement, une classe se compose de 17 étudiants. Le BZEE offre les cours de formation générale suivants :

- Introduction aux aérogénérateurs
- Communications administratives et techniques, orientation client
- Protection de l'environnement et gestion de la qualité
- Anglais technique
- Santé et sécurité, premiers soins
- Traitement des données électroniques

Le BZEE propose aussi les cours spécialisés ci-dessous :

- Mécanique
- Électronique
- Hydraulique
- Composites
- Essais de matériaux
- Installation et enlèvement de composants
- Installation et mise à l'essai de composants matériels et logiciels
- Transfert de données, contrôle à distance

Dans le cadre du programme, sont organisées des visites de parcs éoliens et de fabricants ainsi qu'une formation pratique aux procédés de travail chez des fabricants.

Les ateliers de formation pratique du BZEE comprennent :

- Laboratoire électronique
- Installation complète de nacelles, y compris les commandes
- Atelier de formation aux composites
- Tour de 64 m, y compris une nacelle, pour la formation à la sécurité

Après la formation en classe, les étudiants effectuent un stage de formation pratique de six semaines chez un fabricant d'aérogénérateurs.

III. Durée

Le programme du BZEE, d'une durée de six mois ou de 1 164 heures, comprend des volets théoriques et pratiques. Les stages de formation dans l'industrie organisés par le BZEE s'étendent sur six semaines.

IV. Examen final et certificat

Les résultats de l'examen écrit final, d'une durée d'environ deux heures, sont diffusés le jour même. S'il réussit, l'étudiant obtient un « certificat IHK/BZEE » de technicien en service d'autogénérateurs.

4.5 Établissements de formation américians

Le IOWA Lakes Community College forme des techniciens en service d'aérogénérateurs depuis 2004. Cet établissement offre un programme d'une durée d'un an et un autre qui s'étend sur deux ans. Visitez **http://www.iowalakes.edu/programs_study/industrial/wind_energy_turbine/index.htm** - en anglais seulement.

4.6 Formation des ingénieurs et des scientifiques

Il va falloir un grand nombre d'ingénieurs et de scientifiques pour créer une industrie de l'énergie éolienne solide au Canada. Certains pourraient prétendre que le Canada devra miser sur les fruits des travaux d'ingénierie et de recherche déjà menés en Europe. Pourtant, même s'il est vrai que les Européens ont une longueur d'avance, le Canada dispose d'un large bassin d'ingénieurs et de scientifiques compétents, même si ceux-ci ne possèdent pas des connaissances et une expérience approfondies des aérogénérateurs. D'autres pays moins industrialisés, tels que l'Inde et l'Espagne, ont réussi à combler le fossé, ce qui prouve que rien n'empêche le Canada d'en faire autant.

4.7 Besoins en ingénieurs et en scientifiques

La formation des ingénieurs et des scientifiques doit être axée sur la demande. Voici un survol de la demande fondé sur la chaîne de valeur[6,7,2] :

I. Élaboration de projets, financement et assurance

- Entre 60 et 80 p. 100 des employés sont des ingénieurs ayant des aptitudes pour la planification/gestion de projets, la conception assistée par ordinateur, l'estimation de la puissance électrique générée par les parcs d'éoliennes, l'implantation et l'évaluation des ressources éoliennes.
- Scientifiques (géologues, biologistes) ayant de l'expérience en analyses du sol et évaluations environnementales.

II. Conception/fabrication d'assises et de tours d'éoliennes

- Génie civil et géotechnique
- Analyse de la charge et de la dynamique
- Génie de la soudure et des essais non destructifs
- Études de conception

Génie mécanique, construction (p. ex., transmission, mise au point et installation de l'infrastructure)

- Compétences interfonctionnelles
- Génie mécanique
- Surveillance de l'état, de la boîte d'engrenage et du générateur
- Analyse et test

III. Plastique renforcé de fibre de verre, par exemple le plastique utilisé pour les hélices de rotor, les couvertures des nacelles et les moyeux d'hélice)

- Ingénierie de procédés propres au plastique renforcé de fibre de verre
- Analyse de la charge, conception, mise à l'essai et documentation en vue de l'homologation et de la fabrication
- Connaissance de tous les procédés et de toutes les méthodes d'essai non destructif

IV. Génie électrique (générateurs, câblage, connexion à un réseau)

- Génie électrique pour la haute tension, la basse tension, la connexion au réseau et la qualité de l'énergie produite

V. Électronique et contrôles

- Génie électronique, chaîne de sécurité, conception et programmation des contrôles

VI. Installation et logistique

- L'installation de grands parcs d'éoliennes exige des connaissances particulières de la gestion de la chaîne d'approvisionnement, de la logistique (à terre et en mer) et du grutage

VII. Service, entretien et réparation

- Connaissance des diverses disciplines du génie se rapportant à tous les systèmes
- Optimisation des parcs d'éoliennes
- Élaboration de systèmes de surveillance de l'état
- Élaboration de procédures de réparation et de programmes d'entretien préventif

VIII. Conception navale et service (technologies en mer)

- Ingénieurs civils et ingénieurs en mécanique navale
- Scientifiques (géologues, biologistes ichtyologues)

Les ingénieurs et les scientifiques de toutes les catégories mentionnées ci-dessus devront avoir une bonne compréhension des aérogénérateurs/parcs d'éoliennes et des connaissances/expérience spécialisées de leur discipline dans le domaine de l'énergie éolienne.

4.8 Universités/instituts au Canada

Introduction

Étant donné que le marché de l'énergie éolienne est traditionnellement petit, les universités et les instituts canadiens ont mis du temps à offrir des cours et des occasions de recherche et développement en énergie éolienne. Les quelques étudiants qui se sont intéressés à l'énergie éolienne en Europe semblent avoir été incapables de trouver un emploi au Canada dans leur domaine de compétence.

Instituts et organismes

Au Canada, les universités, les instituts et les organismes ci-dessous mènent des activités de recherche et de développement et offrent des cours dans le domaine de l'énergie éolienne:

I. Atlantic Wind Test Site (AWTS) North Cape,
Î.-P.-É. **www.awts.pe.ca** - en anglais seulement.
Même si cet institut d'expérimentation est négligé depuis une décennie, il est en fait exploité depuis plus de 20 ans et joue un rôle de chef de file dans les systèmes hybrides non reliés à un réseau pour les localités éloignées. Les gouvernements fédéral et provincial envisagent actuellement de faire de l'AWTS un « institut canadien d'énergie éolienne » (CanWEI) à la fine pointe de la technologie.

II. Association canadienne de l'énergie éolienne (CanWEA)
À l'occasion de sa conférence annuelle, la CanWEA organise, pour le personnel technique et non technique, des séminaires sur les exigences particulières telles que l'implantation et la transmission. Ces événements sont annoncés sur le site Web de la CanWEA **www.canwea.ca**.

III. Ressources naturelles Canada (RNCan) met son logiciel RETScreen à la disposition de ceux et celles qui souhaitent évaluer le coût et la viabilité financière de l'énergie éolienne. On peut obtenir de l'information sur les cours d'utilisation de RETScreen à l'adresse suivante : **www.retscreen.net**

IV. Ressources naturelles Canada, Centre de la technologie de l'énergie de CANMET **www.rncan.gc.ca/es/etb/cetc/cetc01/htmldocs/home_f.html** – Comme l'explique le site Web de l'organisme : « Le CTEC - Ottawa collabore avec un vaste réseau de partenaires nationaux et étrangers (entreprises, universités, organismes gouvernementaux) afin d'évaluer, de développer et de mettre en valeur des techniques énergétiques qui contribuent à atténuer les répercussions environnementales (en particulier, les émissions de gaz à effet de serre), à accroître la productivité et à favoriser au Canada une croissance économique basée sur les connaissances. »

Programmes de financement fédéraux

Les programmes de financement fédéraux suivants peuvent aider les étudiants et les professeurs à obtenir une formation ou à effectuer des recherches sur l'industrie éolienne :

I. Fonds Horizon le monde en Science et en technologie **www.infoexport.gc.ca/science/gglobal-fr.htm** - L'objectif du Fonds Horizonle monde en Science et technologie est de favoriser la collaboration internationale en matière de science et de technologie en aidant les chercheurs canadiens à identifier et à exploiter des initiatives de recherche et développement en collaboration avec des partenaires étrangers.

II. CRSNG (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada) **www.crsng.gc.ca** – Le CRSNG décrit son rôle en ces termes : « investir dans les gens, la découverte et l'innovation pour en faire bénéficier tous les Canadiens. Nous investissons dans les gens en accordant un appui à plus de 20 000 étudiant universitaires et stagiaires postdoctoraux. Nous faisons la promotion de la découverte en offrant un appui financier à plus de 10 000 professeurs d'université chaque année. Et nous favorisons l'innovation en incitant plus de 500 entreprises canadiennes à investir dans la recherche universitaire. En 2004-2005, le CRSNG investira 850 millions de dollars dans la recherche et la formation universitaire dans toutes les disciplines des sciences naturelles et du génie. »

Universités

I. L'Université du Nouveau-Brunswick (UNB), à Fredericton, est un chef de file au Canada en ce qui concerne la recherche dans le domaine de l'énergie éolienne, grâce à son groupe de recherche et développement en énergie durable. Sous la direction de Liuchen Chang, ce groupe se compose d'un professeur agrégé, d'un agrégé de recherche, d'un titulaire d'une bourse de recherche postdoctorale, de huit candidats au doctorat et de douze étudiants à la maîtrise en sciences. L'UNB offre également un programme de maîtrise en génie des études environnementales. Pour obtenir de l'information, envoyez un courriel à l'adresse suivante **lchang@unb.ca** ou consultez le site suivant : **www.ece.unb.ca/powereng** - en anglais seulement.

II. L'University of Ontario Institute of Technology (UOIT), à Oshawa, sera un nouveau campus (inauguration des travaux au printemps 2005). Les installations de l'université

comprendront entre autres un laboratoire sur les nouveaux systèmes d'énergie pour les technologies éoliennes, solaires et hydrogènes. Un programme de baccalauréat en sciences de quatre ans en énergie et environnement sera offert. **www.uoit.ca** - en anglais seulement. Personne-ressource : **Kelly.bussell@uoit.ca**

III. L'Université McGill, à Montréal, ne propose actuellement pas de cours sur l'énergie éolienne. Par contre, le professeur Ahmad Hemami, un membre de la faculté de génie électrique et mécanique, milite pour que l'université inscrive des cours sur l'énergie éolienne à son programme. Personne-ressource : **www.mcgill.ca/minmet/mining/staff/adjunct/hemami** - en anglais seulement.

IV. University of Toronto, Toronto Division de l'énergie et Département des systèmes du génie électrique et du génie informatique. **www.ece.utoronto.ca** - en anglais seulement.

V. L'Université du Québec à Rimouski offre un programme de maîtrise en énergie éolienne axé sur le génie électrique. Ce programme se compose de cours tels que :

- Gestion de projets
- Emmagasinage de l'énergie éolienne
- Évaluation des ressources éoliennes

Jean-Louis Chaumel est la personne-ressource pour ce programme **jean-louis_chaumel@upar.qc.ca** site Web **www.uqar.qc.ca/uqar/index.shtml**

VI. La Dalhousie University, à Halifax, propose des cours sur les sujets suivants :

- Évaluation des ressources en énergie
- Petits aérogénérateurs

La personne-ressource est Larry Hughes **lhughes2@dal.ca**
site Web **www.dal.ca/~lhughes2**

VII. L'École polytechnique de l'Université de Montréal donne des cours sur les sujets suivants :

- Aérogénérateurs à axe vertical
- Aérodynamique
- Formation de glace

La personne-ressource est Jon Parashivoiu **iopara@meca-polymtl.ca**

VIII. L'École de technologie supérieure, Montréal, offre des cours sur les sujets suivants :

- Aérodynamique des turbines éoliennes
- Turbines éoliennes dans les climats froids
- Direction du vent à l'intérieur des parcs d'éoliennes

La personne-ressource est Christian Mason **Christian-Mason@etsmtl.ca**

4.9 Universités/instituts en Europe et aux États-Unis

Introduction

Il ne faut pas s'étonner que l'Europe, où l'on trouve quelque 72,4 % de la puissance installée en énergie éolienne du monde[9], regroupe également la majorité des universités et instituts de formation et de recherche.

Les programmes d'échanges d'étudiants sont courants en Europe et il est recommandé de profiter des occasions offertes d'ici à ce que les universités et les instituts au Canada offrent des programmes similaires. Même si les obstacles linguistiques peuvent constituer un problème, certaines universités telles que l'Université de Delft et l'Université technique du Danemark proposent des cours en anglais.

La European Academy of Wind Energy (EAWE) (Association mondiale de l'énergie éolienne) (http://www.eawe.org) constitue un autre bon exemple de coopération. La EAWE est une collaboration entre des instituts et universités européens qui réalisent des projets de recherche et de développement en énergie éolienne. Les participants sont :

- Danemark : Risø (dirigeant) et trois universités
- Allemagne : JSTEC (dirigeant); Université de Cassel
- Pays-Bas : ECN (dirigeant); Université de Delft
- Grèce : CRES

Le Fonds Horizon le monde en Science et en technologie est l'un des programmes de financement canadiens qui pourrait être utile aux professeurs qui effectuent des recherches dans des pays étrangers (et qui, en conséquence, pourraient inclure des étudiants dans ces recherches) **www.infoexport.gc.ca/science/gglobal-fr.htm**.

Voici une liste d'universités et d'instituts dotés de programmes en énergie éolienne :

Pays-Bas

I. DUWIND : Institut de l'énergie éolienne de l'université de technologie de Delft **www.duwind.tudelft.nl** - en anglais seulement.
(Pour en savoir davantage sur la personne-ressource et la faculté, consultez la pièce jointe A.)

DUWIND réunit plusieurs facultés de l'université qui offrent une formation en énergie éolienne :

- Génie aérospatial
- Génie civil
- Technologie et systèmes d'information
- Conception, génie et production

Les cours donnés dans le cadre du programme DUWIND (dont certains en anglais) couvrent tous les aspects de la conception et de la fabrication d'aérogénérateurs.

II. ECN Wind Energy (**www.ecn.nl/index.en.htm** - en anglais et néerlandais seulement) : Le Centre de recherche en énergie de Pelten se consacre à la recherche et au développement, aux services consultatifs et au transfert de connaissances dans les domaines se rapportant à l'énergie éolienne. Ce centre exploite les installations ci-dessous :
    - Établissement de recherche et développement de Pelten
    - Centre de connaissances (WPC) pour la mise à l'essai complète des composants (20 km de Pelten)
    - Centre de mise à l'essai d'aérogénérateurs
    - Installation mobile pour effectuer des mesures dans les endroits éloignés, y compris en mer.

Danemark

I. Laboratoire national Risø; Risø Wind Consult (**www.risoe.com** - en anglais seulement). Le Risø est l'un des plus grands instituts au monde au chapitre de l'énergie éolienne. C'est un laboratoire national qui relève du ministère des Sciences, de la Technologie et de l'Innovation. La recherche se fait en étroite collaboration entre les universités, les instituts de recherche, les instituts techniques et l'industrie, aux échelles nationale, européenne et internationale. Le Risø attache beaucoup d'importance à l'éducation des jeunes chercheurs dans ses programmes d'études doctorales et postdoctorales. Les activités se rapportant à l'énergie éolienne relèvent du département de l'Énergie. Les activités de recherche de ce département portent entre autres sur :

    - La conception aéroélastique
    - La mise à l'essai et les mesures
    - La coopération nationale et internationale
    - Les systèmes d'énergie éolienne tels que : les systèmes hybrides, les usines d'énergie éolienne, les commandes d'aérogénérateurs
    - La météorologie

Cette branche du Risø offre des services consultatifs à ses clients dans le monde entier. Le laboratoire emploie 120 personnes. Depuis 1980, il a participé à de nombreux projets d'énergie éolienne et de transfert de technologie d'envergure internationale. Le Risø Wind Consult propose les types de services suivants :

- Services pour parcs d'éoliennes
- Réseaux électriques isolés
- Évaluation des ressources éoliennes
- Centre de technologie
- Mesures et essais
- Études de faisabilité

- Formation et cours

II. Le Herning Institute of Business Administration and Technology (HIBAT) offre des cours en anglais sur l'énergie éolienne pour les ingénieurs et les cadres. (**www.hih-vind.dk** - en danois seulement), courriel : **SvendE@hih.dk**. Les cours portent sur la gestion et la fabrication à l'échelle mondiale, les rudiments de la technologie et du commerce de l'énergie éolienne, ainsi que des cours techniques sur tous les aspects de la conception d'aérogénérateurs et de la création de parcs d'éoliennes.

III. Le département de génie mécanique de l'université technique du Danemark (UTD) propose un grand nombre de cours en anglais, dont des cours sur l'énergie éolienne. Chaque jour, environ 700 étudiants étrangers fréquentent l'UTD. Pour obtenir de l'information sur les cours offerts aux étudiants étrangers, visitez le site suivant : **www.adm.dtu.dk/studier/index_e.htm** - en anglais seulement.

L'université offre aussi des programmes menant à la maîtrise en sciences et au doctorat. Les étudiants participant à un programme d'échange peuvent passer un ou deux ans à l'université. Pour obtenir de plus amples renseignements sur le programme de maîtrise en sciences de l'énergie éolienne, veuillez consulter la pièce jointe B.

Allemagne

I. La Germany Wind Energy Association a publié un répertoire des établissements d'enseignement allemands qui donnent des cours sur l'énergie éolienne. http://www.wind-energie.de/englischer-teil/english.htm

Les grandes universités techniques ci-dessous ont des programmes propres à l'énergie éolienne :

- Berlin (**www.tu-berlin.de/~ifhsm/index2.htm** - en allemand seulement)
- Flensburg (**www.fh-flensburg.de** - en allemand seulement)
- Cassel
- Oldenbourg
- Stuttgart, Faculté de l'énergie éolienne (**www.uni-stuttgart.de/windenergie** - en allemand seulement)
- Wilhelmshaven, (**www.fh-oow.de/english** - en anglais seulement)
- Aix-la-Chapelle

II. Knowledge Centre for Wind Energy (centre du savoir sur l'énergie éolienne, en français).

En juin 2004, six universités et écoles techniques de Schleswig-Holstein, dans le Nord de l'Allemagne, ont formé une initiative de coopération pour la recherche et l'éducation visant à couvrir tous les aspects de l'énergie éolienne[10], sous la direction de « Fachhochschule Kiel ».

Il convient de noter que la Fachhochschule Kiel fait déjà équipe avec quatre universités canadiennes.

III. Forwind, Center for Wind Energy Research (centre de recherche sur l'énergie éolienne), **www.forwind.de/gb** -en anglais seulement.

Les universités d'Oldenbourg et de Hanovre ont lancé une initiative conjointe en vue de cumuler leur savoir sur les technologies de l'énergie éolienne et de réaliser des projets de recherche et développement.

IV. Essai, diligence raisonnable et transfert de technologie

De plus, certains instituts s'emploient à fournir de la formation et des services tels que les essais, la diligence raisonnable et le transfert de technologie, notamment :

- DEWI, German Wind Energy Institute (institut allemand de l'énergie éolienne) **www.dewi.de** - en anglais seulement.
- Windtest GmbH **www.windtest.de** - en anglais et allemand seulement.
- ISET, Université de Cassel **www.iset.uni-kassel.de** (en anglais et allemand seulement) Recherche et développement en énergie éolienne

États-Unis

Le Interstate Renewable Energy Council (conseil inter-États de l'énergie renouvelable) diffuse sur son site Web la liste des cours donnés aux États-Unis et au Canada : **www.irecusa.org** - en anglais seulement.

Voici quelques instituts et universités techniques aux États-Unis :

I. Electric Power Research Institute (EPRI), **www.epri.com** - en anglais seulement.

II. National Wind Technology Center; Energy Department (NREL/NWTC); **www.nrel.gov/wind** - en anglais seulement.

III. Wind Science and Engineering Research Center à l'Université du Texas, **www.wind.ttu.edu/windenergy/Default.htm** - en anglais seulement. Départements membres : Sciences de l'atmosphère, Génie civil, Affaires, Économie, Mathématiques et Génie mécanique

Royaume-Uni

La British Wind Energy Association (BWEA) (association britannique de l'énergie éolienne, en français) diffuse sur son site Web la liste des cours de niveau universitaire donnés au Royaume-Uni sur l'énergie renouvelable, y compris l'énergie éolienne **www.bwea.com/edu/courses.html** - en anglais seulement.

5.0 FORMATION DES MEMBRES DES AUTRES PROFESSIONS

De plus en plus, au fur et à mesure que l'industrie prendra de l'expansion, il faudra offrir de la formation aux membres de diverses professions, par exemple les promoteurs, les banquiers, les assureurs, les propriétaires de parcs d'éoliennes, les fonctionnaires et les employés des services publics.

Des cours de courte durée et des ateliers sont fréquemment offerts par les associations nationales d'énergie éolienne et les fournisseurs de logiciels lors des séminaires précédant les conférences ou à des endroits centralisés. Ceux-ci sont annoncés sur les sites Web de la CanWEA **www.canwea.ca** et de l'AWEA **www.awea.org** (en anglais seulement) et couvrent habituellement des sujets tels que :

- Rudiments de l'énergie éolienne
- Connexion d'une usine d'énergie éolienne à un réseau
- Atelier sur l'implantation d'énergie éolienne
- Atelier sur la transmission
- Cours de formation à WindPRO (logiciel de planification d'une usine d'énergie éolienne), 3 ou 4 jours, **www.emd.dk** - en anglais seulement.

6.0 PLAN D'ACTION EN VUE DE SATISFAIRE LES BESOINS EN RH

L'examen des réussites de l'Europe montre clairement l'importance de créer des assises solides dans les domaines de l'éducation et de la recherche et du développement qui couvriront tous les aspects de cette industrie.

Recommandations :

- Dresser et tenir à jour la liste des universités, collèges et instituts canadiens qui offrent des cours sur l'énergie éolienne. Fournir des liens avec les listes semblables en Europe et aux États-Unis. Diffuser l'information sur les sites Web de la CanWEA et de RHDCC.
- Fournir de l'information aux universités et aux collèges sur les besoins en RH de l'industrie canadienne de l'énergie éolienne.
- Organiser un séminaire sur les besoins en RH et en éducation lors de la prochaine conférence de la CanWEA. Inviter des conférenciers des collèges et des universités.
- Inviter des experts en génie de l'énergie éolienne à se rendre dans les universités et les collèges pour informer les professeurs et les étudiants.
- Encourager la coopération régionale, nationale et internationale entre les établissements d'enseignement, les centres de recherche et développement et le secteur privé.
- Encourager et appuyer la formation d'équipes d'universités canadiennes et européennes ou américaines, y compris les programmes d'échanges d'étudiants et d'échanges de conférenciers et de professeurs.
- Inciter l'industrie de l'énergie éolienne à organiser des stages pour les étudiants et les diplômés. Diffuser les postes vacants et les offres d'emploi sur les sites Web de la CanWEA et de RHDCC.
- Financer la création de cours dans les universités et les collèges.
- Prévoir un financement gouvernemental aux universités, au secteur privé et au Canadian Wind Energy Institute.
- Participer activement au programme du conseil sectoriel des ressources humaines de RHDCC.

Pour que les postes offerts dans l'industrie canadienne de l'énergie éolienne soient occupés essentiellement par des travailleurs canadiens, il faut absolument élaborer et mettre à exécution un programme complet de formation et de perfectionnement. Les universités et les collèges doivent être informés des occasions et des besoins de cette industrie en évolution.

L'échec n'est pas une option envisageable, à moins d'accepter que les fonds publics consacrés à des programmes tels que le programme d'Encouragement à la production d'énergie éolienne (EPÉÉ) ne servent à créer des emplois manufacturiers à l'étranger.

7.0 RÉFÉRENCES

1. Anonyme; le 7 mars 2005; Worldwide Wind Energy Capacity at 47.616 megawatts – 8.321 megawatts added in 2004, Press Release, Bonn, Allemagne; World Wind Energy Association (WWEA) (Association mondiale de l'énergie éolienne – AMEE); (**www.wwindea.org/default.htm**)

2. Anonyme; le 31 mars 2005 : Wind sector: R&D essential to create platform for growth for Europe; Press Release; Bruxelles; European Wind Energy Association (EWEA) (Association mondiale de l'énergie éolienne – AMEE) (**www.ewea.org/documents/0331%20R&D-FP7%20platform%20FINAL.pdf**)

3. Wittholz, Helge; Octobre 2004; Étude sur les capacités de la chaîne d'approvisionnement de l'industrie canadienne de l'énergie éolienne; Milton (ON); SYNOVA; (**www.strategis.gc.ca/ier**)

4. Millais, Corin; Teske, Sven; Aubrey, Crispin; le 11 mai 2004; Wind Force 12: A Blueprint to Achieve 12% of the World's Electricity from Wind Power by 2020; (Rapport); Hambourg; EWEA/Greenpeace (**www.ewea.org**)

5. Anonyme; le 2 mars 2005; Canada's Wind Tracker; WindSight; Vol. 18, n° 2; Ottawa; CanWEA; (**www.CanWEA.ca**)

6. Anonyme; le 11 avril 2005; Arbeitsplatzstatistik der Wind-Branche fuer das Jahr 2004; German Wind Energy Association (BWE), Berlin; **www.wind-energie.de**

7. Anonyme; Février 2004, Qualifikationsbedarfe im Windenergiesektor; Bremerhaven/Brême, Allemagne; Windenergie Agentur Bremerhaven (WAB), Bremen e.V. **www.bildungsportal-windenergie.de** (en allemand seulement)

8. Anonyme; Wind Energy Creates Jobs; Press release; Berlin; German Wind Energy Association (BWE); **www.wind-energie.de/index.php?id=166** (en anglais seulement)

9. Anonyme; le 4 mars 2005; Global Wind Power Continues Expansion; (communiqué de presse) Global Wind Energy Council (GWEC); Bruxelles; (**www.ewea.org/documents/0304-Global%20Wind%20Energy%20Markets%20-%20FINAL.pdf** - en anglais seulement)

10. Nilius, Klaus; le 10 juin 2004; Sechs schleswigholsteinische Hochschulen gruenden Kompetenzzentrum fuer Windenergie, Fachhochschule Kiel; Kiel, Allemagne; **http://idw-online.de/pages/de/news81529** - en allemand seulement.

11. Université tecnique du Danemark (UTD). Master of Science in Wind Energy - Program overview. Le 19 juin 2005, Lyngby/Denmark; **www.afm.dtu.dk/mswe** - en anglais seulement.

PIÈCES JOINTES

A Information sur le cours DUWIND, Université de Delft

B Maîtrise en sciences sur l'énergie éolienne, Université technique du Danemark (UTD)

PIÈCE JOINTE A : INFORMATION SUR LE COURS DUWIND, UNIVERSITÉ DE DELFT

Les facultés et les sections de recherche qui composent le cours Duwind sont les suivantes :

FACULTÉ DE GÉNIE AÉROSPATIAL

Énergie éolienne
Conception aérodynamique, aérodynamique du rotor, conception de turbine, conception maritime, outils de conception, description du champ de vent
Personne-ressource : G.A.M. van Kuik or G.J.W. van Bussel, Téléphone : +31 (15) 278 5170,
Courriel : G.A.M.vanKuik@lr.tudelft.nl ou G.J.W.vanBussel@lr.tudelft.nl

Mécanique de vol et propulsion
Dynamique du rotor, stabilité aéroélastique
Personne-ressource : Th. van Holten, Téléphone : +31 (15) 278 5301,
Courriel : Th.vanHolten@lr.tudelft.nl

Technologie de production
Création de matériaux de pointe, conception structurelle et techniques de fabrication
Personne-ressource : A. Beukers, Téléphone : +31 (15) 278 5144,
Courriel : A.Beukers@lr.tudelft.nl

FACULTÉ DE GÉNIE CIVIL ET DE GÉOSCIENCES

Technologie en mer
Outils de conception maritime, structure de soutien
Personne-ressource : J. Meek, Téléphone : +31 (15) 278 4777,
Courriel : Meek@offshore.tudelft.nl

Centre du savoir *MCE* (matériaux et construction d'éoliennes)
Matériaux composites, outils de conception, composants et mise à l'essai des hélices au complet
Personne-ressource : D.R.V. van Delft, Téléphone : +31 (227) 504940,
Courriel : info@wmc.tudelft.nl

FACULTÉ DE TECHNOLOGIE ET DE SYSTÈMES D'INFORMATION

Traitement de l'énergie électrique
Système de conversion électrique, configuration des parcs d'éoliennes en mer
Personne-ressource : S.W.H. de Haan, Téléphone : +31 (15) 278 6259
Courriel : S.W.H.deHaan@its.tudelft.nl

Systèmes d'énergie électrique
Le vent comme composant des systèmes d'énergie renouvelable, intégration de l'énergie renouvelable dans le réseau, systèmes autonomes
Personne-ressource : G.C. Paap, Téléphone : +31 (15) 278 1848,
Courriel : G.C.Paap@its.tudelft.nl

Génie en systèmes de commande
Création de méthodes et d'outils pour contrôler des systèmes complexes, non linéaires, dynamiques
Personne-ressource : M.H.G. Verhaegen, Téléphone : +31 (15) 278 5119,
Courriel : M.Verhaegen@its.tudelft.nl

FACULTÉ DE DESIGN, D'INGÉNIERIE ET DE PRODUCTION

Génie de la production et organisation industrielle
Génie mécanique, conception
Personne-ressource : K. van der Werff, Téléphone : +31 (15) 278 5729,
Courriel : K.vanderWerff@wbmt.tudelft.nl

Groupe des systèmes et du contrôle
Identification de systèmes, conception et mise à l'essai de systèmes de contrôle de turbine
Personne-ressource : S. Dijkstra, Téléphone : +31 (15) 278 5606,
Courriel : S.Dijkstra@wbmt.tudelft.nl

PIÈCE JOINTE B : MAÎTRISE EN SCIENCES SUR L'ÉNERGIE ÉOLIENNE, UNIVERSITÉ TECHNIQUE DU DANEMARK (UTD)

Université technique du Danemark (UTD)[11]
M. Sc. sur l'énergie éolienne
(information tirée du site Web de l'UTD : http://www.afm.dtu.dk/mswe/ - en anglais seulement)

Introduction

L'Université technique du Danemark (UTD) accepte les demandes d'admission des étudiants étrangers qui souhaitent poursuivre des études approfondies de la conception, de la construction et de l'utilisation de réseaux d'énergie éolienne.

Le programme sur l'énergie éolienne a pour objet d'enseigner à des étudiants hautement qualifiés divers sujets tels que le génie civil, mécanique et électrique traditionnel.

Ce programme se concentre sur les compétences qui permettront de décrocher un emploi dans le secteur de l'énergie éolienne en croissance rapide sur la scène internationale, p. ex., sociétés de fabrication d'aérogénérateurs, entreprises de services publics et établissements de recherche.

Les étudiants étrangers peuvent s'inscrire à plein temps au programme menant à la M. Sc. d'une durée de deux ans. Ils suivront les mêmes cours que les étudiants danois et l'anglais est la langue d'enseignement. À la fin du programme, ils obtiendront une M. Sc. en énergie éolienne de l'UTD.

Contenu du programme de maîtrise en sciences sur l'énergie éolienne

Sujets couverts :

- Aérodynamique et aéroélasticité
- Construction d'aérogénérateurs
- Connexion à un réseau et machines électriques
- Contrôle et régulation
- Diagnostic d'aérogénérateurs
- Implantation d'aérogénérateurs
- Exploitation et optimisation

Contexte

Pour soutenir la croissance de l'industrie des aérogénérateurs qui a été enregistrée depuis environ 15 ans, l'industrie et les établissements de recherche auront de plus en plus besoin d'ingénieurs. Depuis 20 ans, le Danemark fait office de chef de file dans la recherche, la conception, la construction et la fabrication d'autogénérateurs, détenant 50 p. 100 du marché mondial, soit plus de 4 milliards dollars américains en 2003. L'énergie éolienne représentait plus de 20 p. 100 de la consommation d'électricité du Danemark en 2003.

Admission au programme de maîtrise en sciences sur l'énergie éolienne

Sont admissibles au programme de maîtrise en sciences les étudiants qui, au minimum, sont titulaires d'un baccalauréat ou qui ont des acquis scolaires équivalents en génie électrique, civil ou mécanique. Les étudiants qui souhaitent suivre le programme de maîtrise en sciences sur l'énergie éolienne doivent démontrer des aptitudes pour les mathématiques appliquées et la programmation, ainsi qu'un supplément en aérodynamique, dynamique structurelle ou électronique de puissance. Les mérites et les qualifications de chaque candidat seront examinés individuellement à partir de sa demande d'admission.

Les étudiants doivent accompagner leur demande de preuves de leurs acquis scolaires et de leur maîtrise de l'anglais. Il faut joindre à la demande des photocopies dûment certifiées des documents pertinents. Les certificats et les attestations scolaires dans une langue autre que l'anglais doivent être assortis d'une traduction certifiée en anglais. Les étudiants **ne sont pas tenus** de soumettre les documents originaux, car les documents soumis ne leur sont pas renvoyés.

Les étudiants qui souhaitent suivre le programme de maîtrise en sciences sur l'énergie éolienne doivent remplir un et le faire parvenir, avec les documents mentionnés ci-dessus, à :

Technical University of Denmark
International Office
Building 101A
DK-2800 Kongens Lyngby,
Denmark
attn. : M. Sc. in Wind Energy

Les études à l'Université technique du Danemark

L'UTD est l'une des plus importantes universités techniques de l'Europe du Nord, comptant près de 6 000 étudiants aux niveaux du baccalauréat et de la maîtrise et plus de 650 étudiants au niveau du doctorat. L'enseignement du programme de maîtrise est conçu en fonction des secteurs de recherches permanentes clés dans les domaines ci-dessus.

Les sections ci-après ont une vaste expérience de l'énergie éolienne et offrent des cours dans le cadre de programme de maîtrise en sciences sur l'énergie éolienne :

- Mécanique des fluides, MEK
- Conception technique, MEK
- Mécanique des solides, MEK
- Génie maritime, MEK
- Informatique et modèles mathématiques
- Ørsted-DTU

Exigences du programme

Le programme de maîtrise en sciences sur l'énergie éolienne de l'UTD est un programme d'études à plein temps de deux ans.

L'UTD applique le Système européen de transfert et d'accumulation de crédits (ECTS) pour faciliter la reconnaissance des crédits à l'échelle internationale. Actuellement, la plupart des cours donnent entre 5 et 10 points, 1 point équivalant à une charge de travail totale de 25 heures. Seuls les cours comportant un examen donnent droit à des crédits. L'année scolaire (d'études à plein temps) équivaut à 60 points.

Le programme présente les grandes caractéristiques suivantes :

- Tous les cours sont donnés à un niveau technique avancé, en anglais.
- La sélection des cours du programme de maîtrise en sciences est en grande partie laissée à la discrétion de l'étudiant afin de permettre la création d'un profil académique individuel.

Il incombe à l'étudiant d'organiser en détail son programme de cours. Les exigences visant l'obtention d'une maîtrise en sciences sur l'énergie éolienne, en ce qui concerne le système ECTS, sont :

- Inscription au programme de maîtrise en sciences sur l'énergie éolienne
- Obtention d'un total minimum de 120 points
- Réussite de tous les cours obligatoires (27,5 points)
- Thèse de maîtrise (minimum de 30 points)
- Sélection dans la liste de cours optionnels pour l'obtention des autres crédits (minimum de 60 points)

Il convient de noter que les cours obligatoires (liste ci-dessous) et la thèse de maîtrise couvrent environ 60 points sur les 120 points nécessaires à l'achèvement du programme. Les autres points proviennent d'un minimum de trois groupes de la liste de cours supplémentaires, choisis en fonction des intérêts et des acquis personnels, à condition que les exigences du programme soient satisfaites.

À l'UTD, l'année scolaire se divise en deux semestres :

- Le semestre d'automne débute autour du 1er septembre
- Le semestre du printemps débute autour du 1er février

Chaque semestre s'étend sur une période de 13 semaines d'exposés et d'exercices, puis d'une période d'examen et d'une période de trois semaines de cours intensifs (janvier et juin).

Cours obligatoires

Les deux cours suivants sont obligatoires :

Technologie et aérodynamique des éoliennes (7,5 points, E2B)
Projets en aéroélasticité des éoliennes (15 points, F5)
Technique de mesure des éoliennes (5 points, E3A)

Cours supplémentaires

Un minimum de trois groupes doivent être représentés pour l'obtention des 60 points.

i) Aérodynamique et mécanique des fuites

41125 Théorie de la turbulence (10 points, E4)
41220 Hydrodynamique théorique des navires (7,5 points, E1A)
41312 Mécanique élémentaire des fluides (5 points, E3A)
41320 Dynamique des fluides numérique (7,5 points, E5)
41121 Ouvrages à la mer (10 points, F5)
41323 Mécanique des fluides avancée (10 points, F2)
41822 Méthodes expérimentales en mécanique des fluides (5 points, Janvier)
41326 Sélection et conception de systèmes de prévention de glace concernant les aérogénérateurs (5 points, Juin)
41327 Ressources éoliennes et charges sur les aérogénérateurs (5 points, F1A)

ii) Mécanique structurelle

41222 Conception et analyse des lisses de raidissage (10 points, E4)
41224 Charge et analyse de la réaction des structures (5 points, E3A (années paires))
41291 Modélisation non linéaire et analyse des structures et des solides (5 points, E4B)
41525 Lourd en FEM (FEM-Heavy) (10 points, E5)
41816 CFAO (5 points, E2B/F2B)
41212 Analyse des risques et des décisions (5 points, F4A)
41214 Dynamique des structures : Théorie et analyse (7,5 points, F3A)
41521 Analyse approfondie de la vibration et de la stabilité (10 points, F2 (années paires))
41812 Léger en FEM (FEM-Light) (10 points, F1B + Juin (3 semaines))
41811 Mécanique expérimentale (5 points, Janvier)

iii) Construction d'éoliennes et matériaux

41622 Tribologie des éléments de machine (5 points, E1B (années paires))
41660 Mécatronique appliquée (5 points,E4A)
31270 Son et vibration (10 points, E4)

41522 Plasticité et mécanique des fractures (10 points, F4 (années impaires))
41611 Éléments de machine (10 points, F3)
41614 Dynamique de machine (5 points, F4B)
41629 Innovation dans la création de produits (10 points, F5)
31260 Acoustique avancée (10 points, F2)
41511 Résistance des matériaux 3 (laminés à fibres) (5 points, E1B)

iv) Connexion à un réseau et machines électriques

31783 Connexion d'éoliennes à un réseau (5 points, E4B)
31785 Théorie sur les circuits électriques élémentaires (5 points, E5B)
31352 Puissance électronique 1 (10 points, E5)
31782 Machines électriques dans les réseaux d'énergie éolienne (5 points, F2B)
31356 Électronique de haute puissance (10 points,F4)

v) Contrôle et régulation

41661 Transmission d'énergie par fluide – Hydraulique et contrôle hydraulique et à l'eau (5 points, F4A)
02421 Contrôle stochastique adaptatif (10 points, F4)
31310 Conception de contrôle linéaire 2 (10 points, E3)

vi) Pronostic et optimisation de l'énergie éolienne

02711 Optimisation statique et dynamique (5 points, E2B)
02417 Analyse des séries chronologiques (5 points, F2B)
02427 Analyse des séries chronologiques avancée (10 points, E5)

On peut obtenir de plus amples renseignements sur la structure et le contenu des cours sur l'énergie éolienne en consultant le site de L'UTD.

Pour obtenir des réponses aux **questions d'ordre général** sur les études en maîtrise offertes aux étudiants étrangers dans notre université, il suffit de consulter le site : **www.msc.dtu.dk** - en anglais seulement.

On peut également obtenir des réponses aux questions d'ordre général en s'adressant directement à notre bureau international : (courriel : **studin@adm.dtu.dk**).

QUEEN HD 8039 .W462 C214 200
Wittholz, Helge
Besoins en ressources humain

DATE DUE
DATE DE RETOUR

CARR McLEAN 38-296

INDUSTRY CANADA/INDUSTRIE CANADA
172509