



Développement d'un projet de ferme éolienne



Aspects économiques et évolution mondiale de la filière

Adrian Ilinca
Jean-Louis Chaumel
Hussein Ibrahim



ALEP, SYRIE, 22-25 Octobre 2007

Aspects économiques d'un projet éolien

Influence sur l'économie locale

- Source de revenus potentielle plus importante par acre que les cultures conventionnelles
- Source de revenus grâce aux taxes municipales
- Diversification des économies rurales
- Source d'emplois durant la fabrication, l'installation et les services en électromécanique
- Permet à de nouvelles entreprises liées au développement éolien de voir le jour.
- Consolide des emplois existants
- Contribue à la création de nouvelles activités économiques

Aspects économiques d'un projet éolien

Exemple : Influence sur l'économie Québécoise

- Le premier appel d'offres de 1 000 MW génère déjà un nombre important d'emplois dans plusieurs secteurs d'activité :

Secteurs d'activité	Emplois totaux
Implantation d'usines	440 emplois permanents
Construction de parcs éoliens	2 000 personnes/années entre 2006 et 2014
Construction de lignes de transport	100 à 130 personnes/années de 2006 à 2012
Gestion et entretien des parcs éoliens	100 emplois permanents

- Deux villes comptent désormais de nouvelles industries dont les productions ont débuté au printemps 2006 :
 - Gaspé accueille une usine de fabrication de pales d'éoliennes (200 emplois).
 - Matane compte trois nouvelles usines :
 - une usine de fabrication de tours;
 - une usine d'assemblage des turbines (ces deux usines totalisent près de 160 emplois);
 - une usine de fabrication des enveloppes de nacelles (80 emplois).

Aspects économiques d'un projet éolien

Exemple : Influence sur l'économie Québécoise

- Le second bloc d'énergie éolienne, lancé le 31 octobre 2005, vise à consolider les impacts économiques liés au premier appel d'offres et à favoriser l'émergence d'une industrie d'équipements éoliens dans la péninsule gaspésienne et la MRC de Matane. On évalue :

- Les investissements à plus de 3 milliards de dollars;
- La création d'emplois à 4 000 lors de la phase de construction;
- Les emplois permanents à près de 600 en usine et à 200 pour la gestion et l'entretien des parcs d'éoliennes.

Aspects économiques d'un projet éolien

Coûts et rentabilité (1)

- Le coût d'investissement constaté en 2003 était d'environ 1 000 euros par kW installé. Il englobe le coût des études, des matériaux, du raccordement, de l'installation, des frais de mise en route
- L'installation d'un mégawatt nécessite aujourd'hui un investissement d'un million d'euros environ
- La rentabilité d'un investissement dans un projet éolien dépend des prix de revient et de vente du kWh
- Le prix de revient va continuer à baisser dans les années qui viennent (progrès techniques, diminution régulière du coût du kW installé)
- Le prix de vente dépend du choix de la politique énergétique des pouvoirs publics qui soutiennent l'énergie éolienne
- Les tarifs d'achat de l'énergie éolienne diminuent chaque année de 3,3 %

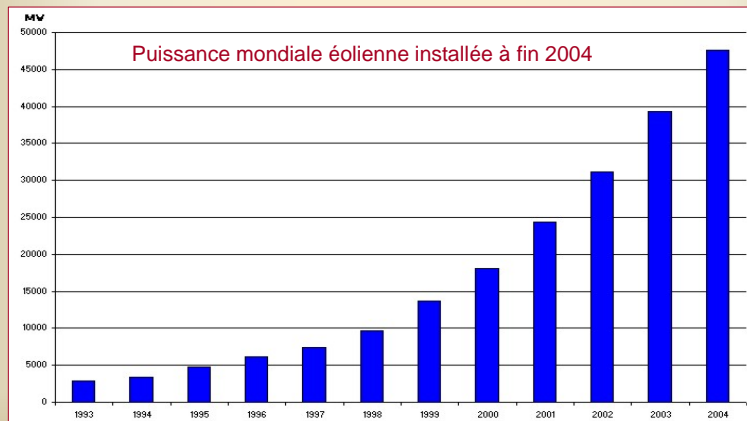
Aspects économiques d'un projet éolien

Coûts et rentabilité (2)

- Les coûts d'exploitation, d'entretien et de maintenance représentent 3 % par an du coût d'investissement total
- Comme toutes les nouvelles techniques de production d'électricité à leurs débuts, le kWh éolien est plus cher que celui produit par les centrales classiques :
 - Ce « surcoût » est pris en charge par tous les consommateurs d'électricité, au même titre que les autres charges du service public de l'électricité. Il en représente actuellement une partie minime de ce coût.
 - Pour un programme éolien de l'ordre de 9000 MW installés en 2010, ce surcoût représenterait alors de 3 à 6 euros par ménage et par an.
 - Cette valeur ne tient pas compte des économies engendrées par les créations d'emplois et par les moindres impacts sur l'environnement d'un tel programme.

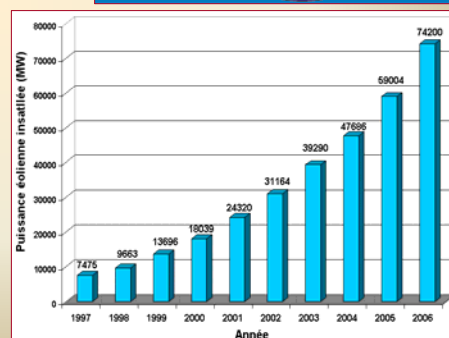
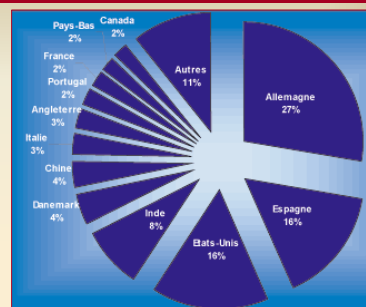
Évolution de l'énergie éolienne

- L'énergie éolienne est la source d'électricité qui croît le plus rapidement, dans le monde, avec un taux de croissance dépassant 30% par an au cours des cinq dernières années.
- Le potentiel de production d'électricité d'origine éolienne dans le monde est énorme. Il est estimé à 30.1015 kWh pour l'ensemble du globe et entre 5 et 50.1012 kWh/an pour la part terrestre exploitable.

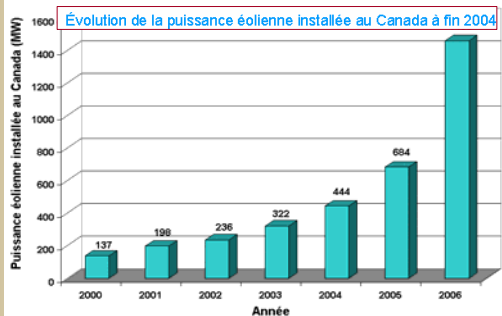
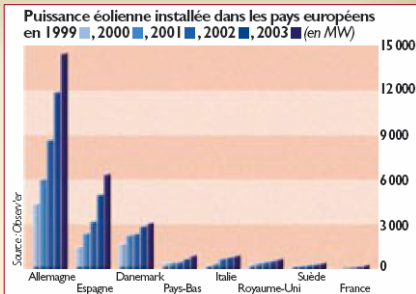
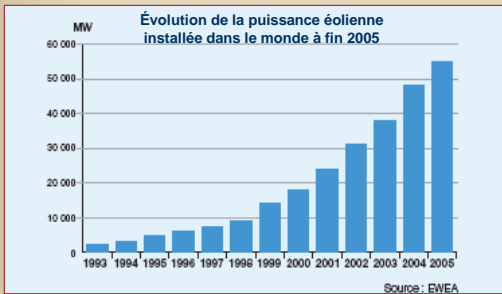


Évolution de l'énergie éolienne

- La capacité de production éolienne actuellement installée génère plus de 1% de la consommation mondiale en électricité. Les perspectives sont tout aussi spectaculaires.
- L'EWEA (Association Européenne de l'énergie éolienne) estime que 12% de l'électricité mondiale sera d'origine éolienne en 2020 et plus de 20% en 2040
- Entre 1997 et fin 2006, la capacité de production d'électricité d'origine éolienne, dans le monde entier est passée de 7475 à 74200 MW



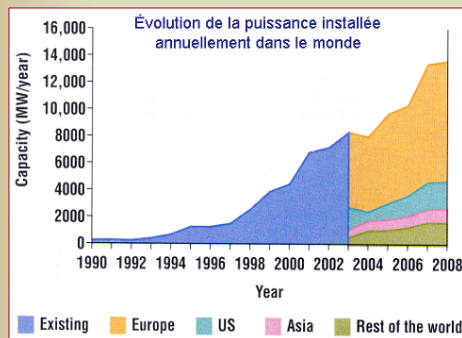
Évolution de l'énergie éolienne



▪ Moyenne annuelle de croissance de l'énergie éolienne au Canada égale à 35% entre 2000 et 2004

▪ À la fin de l'année 2006, le Canada avait une capacité installée de production d'électricité d'origine éolienne d'environ 1460 MW (768 MW seulement en 2006, taux de croissance = 112 %).

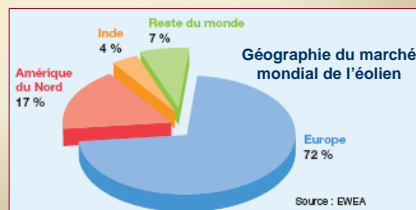
Évolution de l'énergie éolienne



- Contexte politique favorable :
 - Ratification de l'accord de Kyoto
 - Crédit de production éolienne de 1.0 ¢/kWh
 - Achat de 1 000 MW par HQ à partir de 2006

▪ Installations actuelles au Canada :

- Québec, 212 MW (NEG Micon, Jeumont)
- Ontario, 413 MW (Tacke, Vestas, Lagerway)
- Saskatchewan, 171 MW (Vestas)
- Alberta, 384 MW (Kenetech, Vestas, Nordex)



Évolution de l'énergie éolienne

	Continent	Pays		Capacité 2006 (MW)	Capacité 2005 (MW)
1	Afrique		Egypte	230	150
2	Afrique		Maroc	124	64
3	Afrique		Zimbabwe		
4	Amérique Centrale		Costa Rica	74	71
5	Amérique Centrale		Jamaïque	35	35
6	Amérique du Nord		Canada	1451	680
7	Amérique du Nord		Etats-Unis	11603	9150
8	Amérique du Sud		Brésil	237	29
9	Asie		Chine	2405	1260






Évolution de l'énergie éolienne

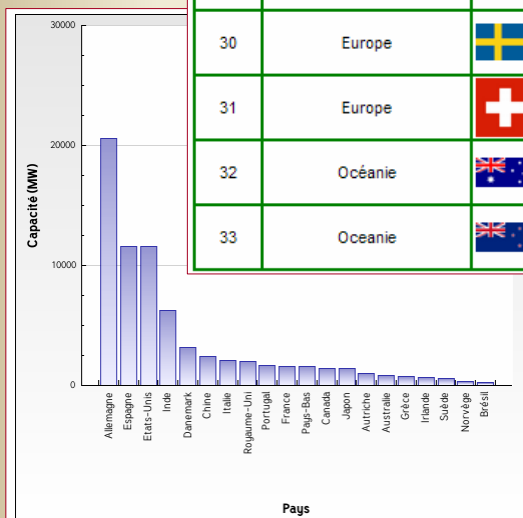
	Continent	Pays		Capacité 2006 (MW)	Capacité 2005 (MW)
10	Asie		Corée du Sud	173	98
11	Asie		Inde	6270	4400
12	Asie		Japon	1394	1078
13	Asie		Taiwan	188	104
14	Europe		Allemagne	20622	18500
15	Europe		Autriche	965	820
16	Europe		Belgique	193	170
17	Europe		Danemark	3136	3122
18	Europe		Espagne	11615	10000
19	Europe		Finlande	86	82

Évolution de l'énergie éolienne

	Continent	Pays		Capacité 2006 (MW)	Capacité 2005 (MW)
20	Europe		France	1567	757
21	Europe		Grèce	756	580
22	Europe		Irlande	643	500
23	Europe		Italie	2123	1717
24	Europe		Norvège	325	270
25	Europe		Pays-Bas	1560	1219
26	Europe		Pologne	153	83
27	Europe		Portugal	1650	1000
28	Europe		Royaume-Uni	1963	1353

Évolution de l'énergie éolienne

	Continent	Pays		Capacité 2006 (MW)	Capacité 2005 (MW)
29	Europe		Slovaquie		
30	Europe		Suède	564	510
31	Europe		Suisse		
32	Océanie		Australie	817	570
33	Océanie		Nouvelle-Zélande	171	170

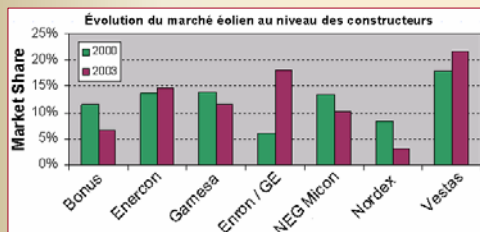
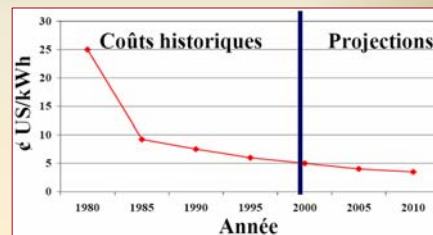
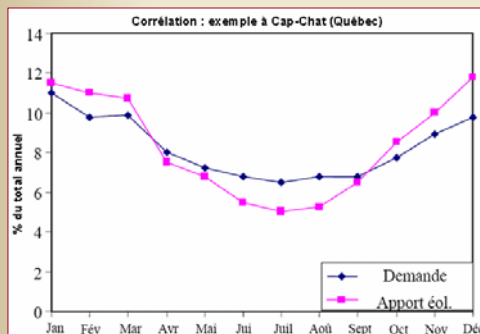


Évolution de l'énergie éolienne

- Au Canada, l'électricité d'origine éolienne alimente déjà plus de 440 000 foyers et entreprises d'une manière propre, fiable et efficace.
- Si ce type d'électricité remplace de l'électricité provenant de centrales au charbon, cela supprimera l'émission d'environ 850000 tonnes de CO₂ dans l'atmosphère, chaque année

Évolution de l'énergie éolienne

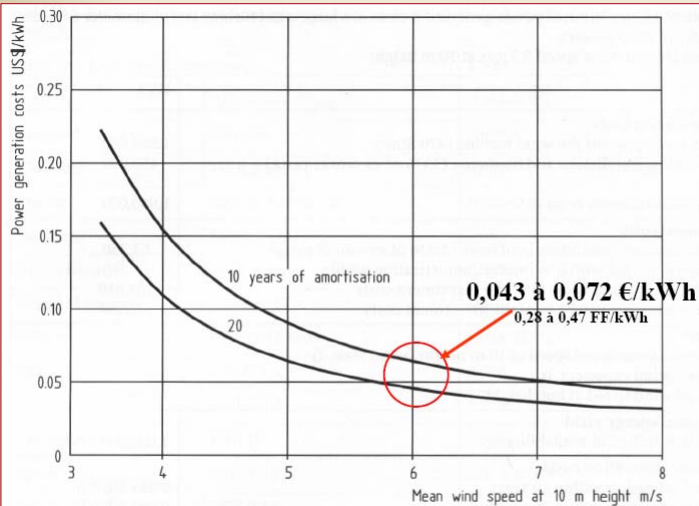
Marché de l'énergie éolienne



- Union de NEG Micon & Vestas
- Achat de Bonus par Siemens

Évolution de l'énergie éolienne

Marché de l'énergie éolienne

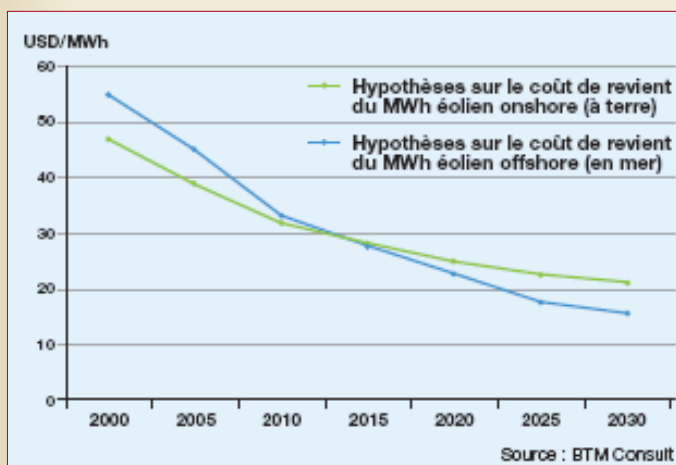


E. HAU, *Wind-Turbines*, Springer, 2000.

Power-generation costs of a medium-sized wind turbine with 40 m rotor diameter and 500 kW rated power in dependency of the annual mean wind speed at 10 m height and the amortization time

Évolution de l'énergie éolienne

Marché de l'énergie éolienne



Source : BTM Consult

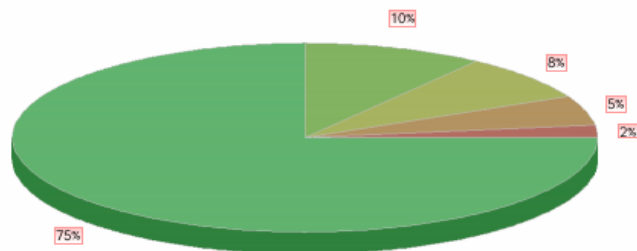
Évolution de l'énergie éolienne

Marché de l'énergie éolienne

- Une éolienne, installée, coûte de l'ordre de 1 euro par watt nominal.
- Soit 2 millions d'euros pour une éolienne de 2 MW.
- Le coût se répartit ainsi :

éolienne	75%
raccord. électrique	10%
génie civil	8%
ingénierie	5%
levage & transport	2%

Répartition des coûts en %



■ éolienne ■ raccord. ■ génie civil ■ ingénierie ■ levage & transport

Évolution de l'énergie éolienne

Raison de la concentration chez les manufacturiers

- L'augmentation de la puissance des machines
- La tendance à l'intégration des sous traitants-clé
- Les coûts élevés de la recherche et développement (R&D)
- La hausse des exigences de garantie des produits

Évolution de l'énergie éolienne

Les fabricants et le contexte éolien québécois

- Le 1000 MW n'est pas le seul attrait en Amérique du Nord
- Le 1000 MW favorise les grands projets et donc surtout les 3 grands constructeurs (Vestas-Micon, Gamesa-Nordex, GE)
- Ils ne sont pas intéressés à transférer leur savoir faire ou leurs technologies
- Ils n'engageront donc pas de recherche et développement (R&D) au Québec
- Les tours et les pales sont les seules fabrications espérées au Québec au moyen terme

Évolution de l'énergie éolienne

Opportunités dans le secteur de la fabrication – Économie et éolien

- Très bonnes compétences en fabrication et en réduction de coûts de production au Canada
- Les coûts de transports élevés de l'éolien nécessitent une production locale
- Un marché éolien stable et prévisible est gage d'investissements en provenance du secteur privé
- Un marché de 10000 MW en 2010
- 5% de l'électricité produite au Canada
- Création d'emplois dans les régions

Évolution de l'énergie éolienne

Marché de petites éoliennes

- À peu près nul au Québec jusqu'à il y a deux ans
- Faible dans le monde, totalement dominé par Bergey
- Jusqu'ici quasi interdit de branchement aux réseaux
- Changement majeur amorcé (New York, 70% de subvention)
- Plan d'achat d'énergie éolienne « domestique » à prix fixe par le gouvernement de l'Ontario – 0.11\$/kWh
- Croissance accélérée + forte demande pour les pays en développement



Évolution de l'énergie éolienne

Industriels québécois impliqués dans le marché éolien

- Outre les entreprises de béton, de génie civil, de grutage et de pose de lignes électriques, il existent :
- **AAER** (assemblage d'éoliennes sous licence)
- **Gentec** (Québec, électronique de puissance)
- **Fabrication Delta, Marmen** (tours)
- **Delstar** (Montréal, générateurs)
- **Contrôle R.K.** (tableaux haute tension)
- **ATI-éolien** (Rimouski, montage de projets, systèmes de régulation, éolien-diesel)
- **PGE** (turbines éoliennes de petite puissance)
- **Ohmega et CEMTA** (Gaspésie, tours de mesure des vents)
- Groupes internationaux établis au Québec : **ABB, GE, Alstom, ...**

UQAR

Université du Québec
à Rimouski



Laboratoire de Recherche en Énergie Éolienne

LREE



Wind Energy Research Laboratory

Questions ?



Merci pour votre attention



UQAR

Université du Québec
à Rimouski



Laboratoire de Recherche en Énergie Éolienne

LREE



Wind Energy Research Laboratory