



*France Energie Eolienne,
Branche éolienne du Syndicat des Energies Renouvelables*



**Etat du parc éolien
Février 2009**



1. Parc éolien raccordé au réseau fin décembre 2008

→ Puissance installée au 31 décembre 2008

Au 31 décembre 2008, d'après RTE (gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité), la puissance du parc éolien français raccordé au réseau se monte à 3 404 MW, dont 3140 MW sur le réseau ERDF, 200 MW raccordés sur le réseau RTE, 11 MW raccordés sur les réseaux de distributeurs non nationalisés, 18 MW en Corse et 36 MW en outre-mer.

La progression de la puissance installée du parc éolien français entre 2007 et 2008 a été de 38%.

La puissance installée est répartie de manière homogène sur l'ensemble du territoire, avec cependant des quantités plus faibles dans le quart sud-ouest de la France, la région parisienne, la Bourgogne ou la Franche-Comté, en raison d'un gisement de vent moins important.

La répartition exacte de la puissance totale installée au 1^{er} janvier 2009 selon les zones ERDF et EDF-SEI est présentée ci-dessous :

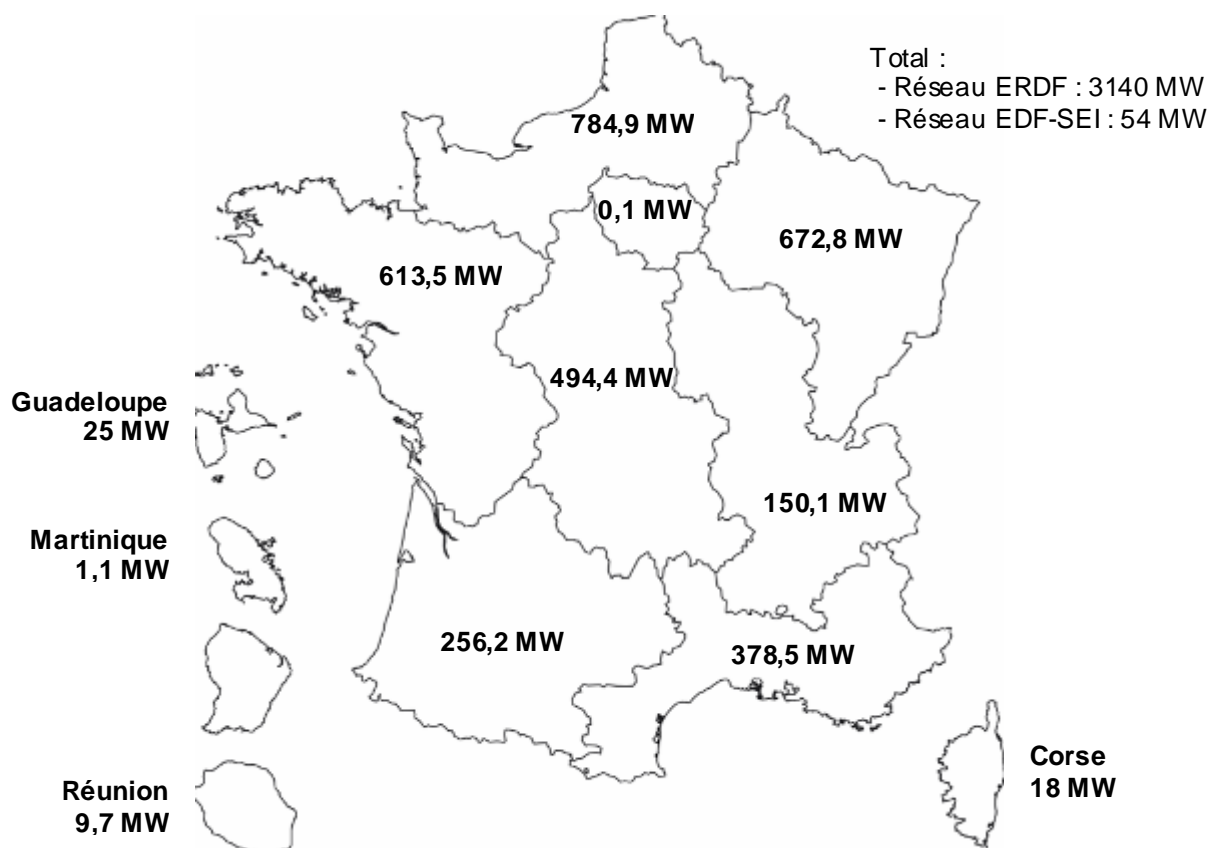


Figure 1 : Parc éolien raccordé au réseau au 31/12/2008
(Source : SER-FEE, d'après RTE, ERDF, EDF-SEI)

→ **Files d'attente au 31 décembre 2008**

ERDF ainsi que EDF-SEI publient trimestriellement l'état des files d'attente de raccordement. Cet indicateur est très intéressant car il permet d'obtenir une image très fiable de la puissance accordée mais non construite dans chaque région.

Le relevé réalisé par SER-FEE et présenté en dernière page de ce présent document est légèrement supérieur à ce relevé en raison d'importants parcs éoliens se raccordant sur le réseau de transport.

La répartition exacte de la puissance totale éolienne en file d'attente au 1^{er} janvier 2009 selon les régions ERDF est présentée ci-dessous :

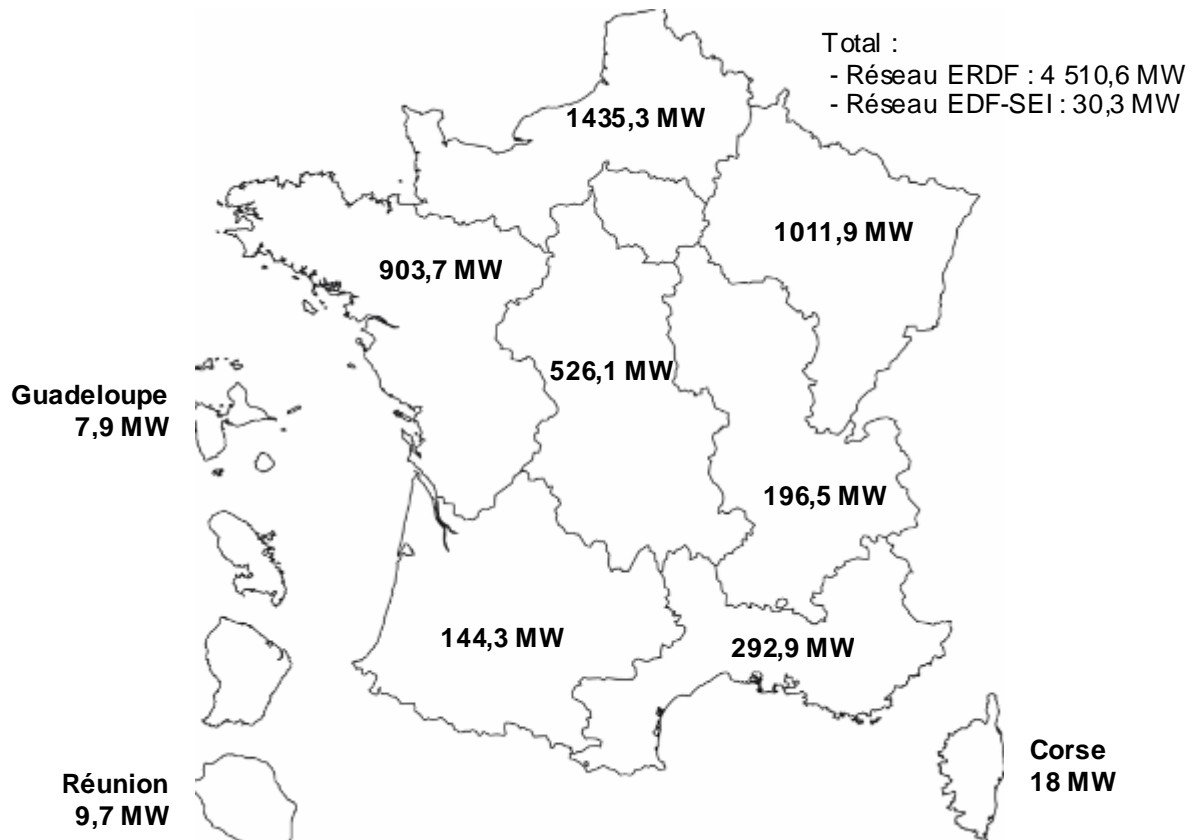


Figure 2 : File d'attente éolienne le réseau ERDF et EDF-SEI au 31/12/2008
(Source : SER-FEE, d'après ERDF et EDF-SEI)

Les files d'attente de raccordement sur le réseau de transport ne sont pas publiées par RTE. Le SER estime à 150 MW au minimum la puissance éolienne accordée qui sera raccordée directement sur le réseau de RTE.

→ Evolution de la puissance installée cumulée

En près de 10 ans, la puissance éolienne a très fortement augmenté, elle est passée de quelques dizaines de mégawatts au début des années 2000 à 3404 MW au premier janvier 2009.

La puissance totale installée est présentée ci-dessous :

	Puissance cumulée	Nombre total d'éoliennes
1996	3	33
1997	5	59
1998	13	70
1999	21	154
2000	61	242
2001	92	302
2002	144	374
2003	244	500
2004	390	649
2005	757	956
2006	1567	1344
2007	2455	1868
2008	3404	2488

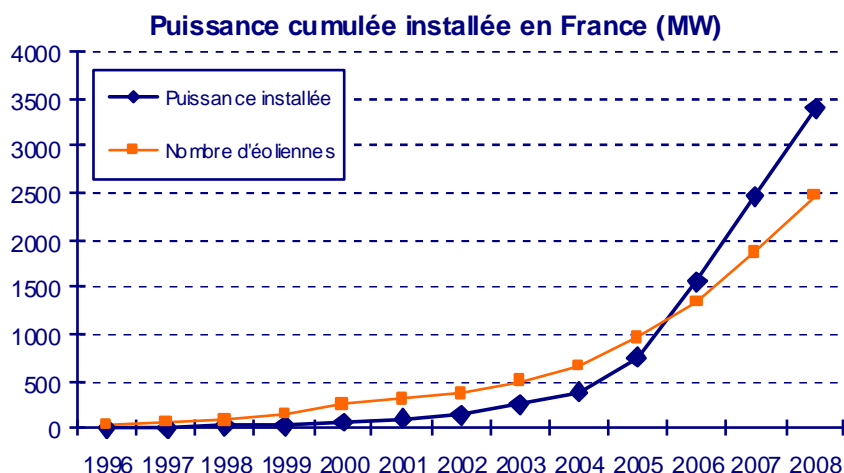


Figure 3 : Evolution de la puissance et du nombre d'éoliennes raccordées au réseau (Source : SER-FEE)

→ Evolution de la puissance installée par an

Le rythme du développement du parc éolien a été très rapide entre 2002 et 2006, passant de 52 à 810 MW. Depuis 2006, le nombre d'éoliennes installées reste stable avec environ 500 éoliennes installées par an. En revanche, la puissance annuelle installée passe de 810 MW en 2006 à 950 MW pour l'année 2008, en raison de l'augmentation de la puissance moyenne des éoliennes.

	Puissance annuelle installée	Estimation du nombre d'éoliennes installées dans l'année
1996	1	25
1997	2	26
1998	8	11
1999	8	84
2000	40	88
2001	31	60
2002	52	72
2003	100	126
2004	147	141
2005	367	299
2006	810	445
2007	888	519
2008	950	492

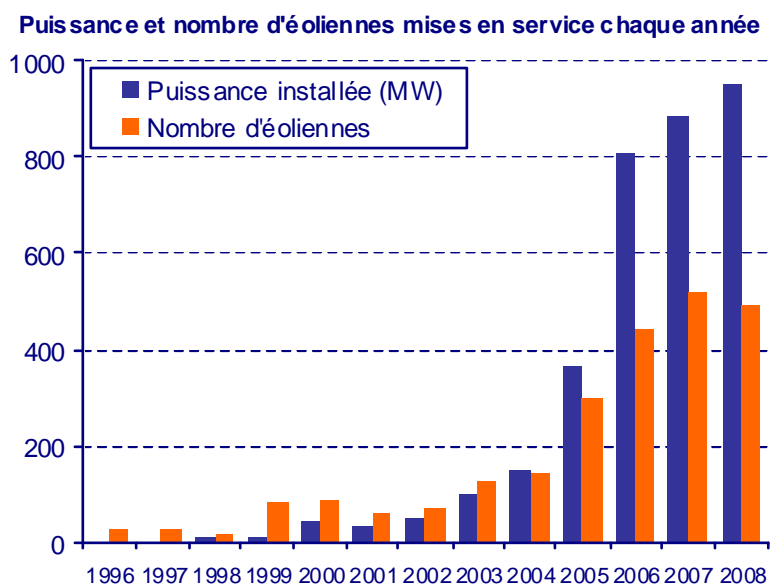


Figure 4 : Evolution de la puissance et du nombre d'éoliennes raccordées au réseau (Source : SER-FEE)

En 2008, l'augmentation de l'ensemble des moyens de production électrique français a été de près de 1700 MW. La filière éolienne a ainsi représenté plus de la moitié de la totalité des centrales de production électrique raccordées au réseau, se trouvant ainsi en tête des nouvelles formes de production d'électricité.

→ Parc installé et accordé par région

Au premier février 2009, la puissance éolienne installée dépasse ou approche les 100 MW dans 14 des 22 régions françaises. Cette puissance installée dépasse les 200 MW dans 8 régions, et dépasse les 300 MW dans cinq régions : deux régions historiques (Bretagne, Languedoc-Roussillon), ainsi que trois régions du nord de la France : la Picardie, la Lorraine et la région Centre.

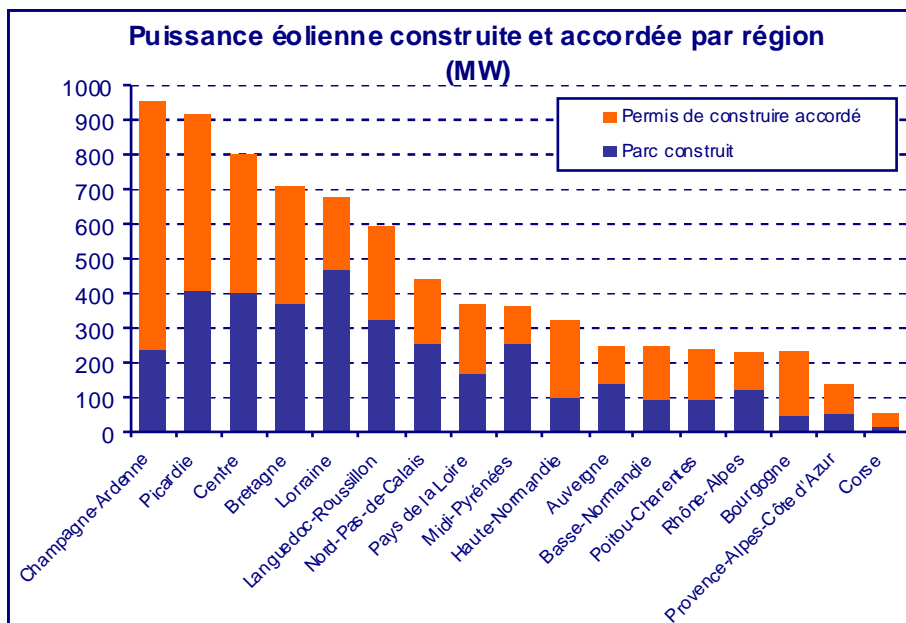


Figure 5 : Estimation de la puissance construite et accordée par région (Source : SER-FEE)

La répartition des parcs éoliens accordés (qui devraient être construits d'ici 2011) présente certaines variations importantes par rapport à celle des parcs construits, montrant des dynamiques très différentes selon les régions.

Les régions historiques, dans lesquelles le développement de l'éolien a été le plus précoce, présentent aujourd'hui un développement moins rapide.

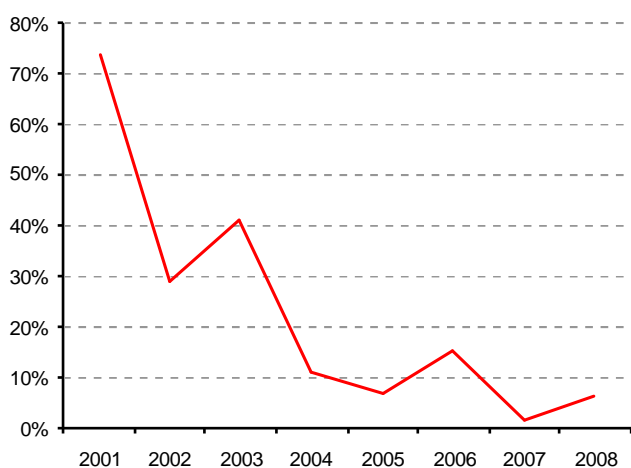


Figure 6 : Evolution de la proportion de la puissance installée dans la région Languedoc-Roussillon. (Source : SER-FEE)

Ainsi, jusqu'en 2003, plus du tiers de la puissance éolienne installée se situait dans la région Languedoc-Roussillon. Cette proportion est en constante diminution, de 15% depuis 2004, en raison du fort développement des autres régions.

De même, dans les régions Midi-Pyrénées et Lorraine, la puissance éolienne accordée est nettement inférieure à la puissance construite, indicateur d'un certain ralentissement du développement de l'éolien dans ces régions.

En revanche, un développement très important est confirmé dans les régions de plaines du nord et du nord-est de la France (Champagne-Ardenne, Picardie) ainsi que dans la région Centre. La puissance éolienne construite devrait, dans ces régions, dépasser les 800 MW installés d'ici 2011.

→ Parc installé et accordé par département

Au premier janvier 2009, la puissance éolienne en service dépasse les 100 MW dans 10 départements et dépasse les 200 MW dans cinq d'entre eux : la Somme, le Pas-de-Calais, l'Eure-et-Loir, la Meuse et l'Aude.

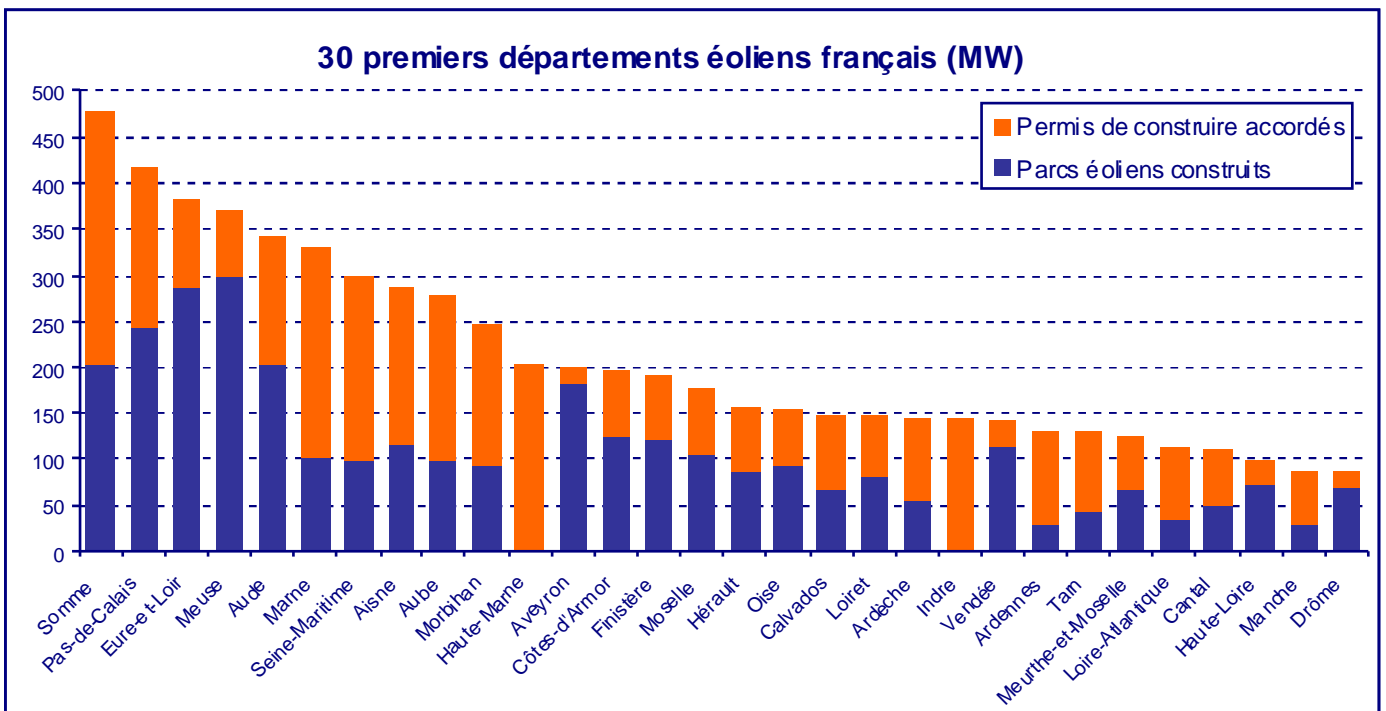


Figure 7 : Estimation de la puissance construite et accordée par départements (Source : SER-FEE)

La répartition de la puissance accordée présente de très importantes variations. Ainsi, les départements de la Meuse, de l'Eure-et-Loir et de l'Aveyron sont aujourd'hui les premier, deuxième et sixième départements éoliens français, mais présentent de très faibles volumes de permis de construire accordés, signe d'un ralentissement du développement de l'éolien.

A l'opposé, de nombreux départements de plaines du quart nord-est de la France présentent une importante puissance accordée, souvent supérieure à 200 MW, indiquant un développement important dans les prochaines années. Parmi ces départements figurent la Somme, la Marne, la Seine-Maritime, l'Aisne, l'Aube et la Haute-Marne.

A l'horizon 2010-2011, sept départements du tiers nord de la France devraient avoir une puissance éolienne supérieure ou très proche de 300 MW.

→ **Densité éolienne installée**

Même en prenant en compte la puissance éolienne qui sera installée d'ici 2010-2011 (soit un total d'environ 7700 MW), la densité éolienne (puissance installée par km²) reste très faible, et cela même à une maille très locale, c'est-à-dire dans les départements où la production éolienne est la plus développée.

Cela est dû à l'importance du gisement de vent français.

Ainsi, la densité actuelle se monte à 48 kW/km² dans la Somme et l'Eure-et-Loir, à 36 kW/km² dans le Pas-de-Calais, et à 32 kW/km² dans l'Aude et la Somme.

Département	Densité éolienne (kW/km ²)	
	Parcs construits	Parcs construits et accordés
Somme	33	78
Eure-et-Loir	49	65
Pas-de-Calais	37	62
Meuse	48	60
Aude	33	56
Seine-Maritime	15	48
Aube	16	46
Marne	13	40
Aisne	16	39
Morbihan	14	36
Haute-Marne	0	33
Côtes-d'Armor	18	29
Finistère	18	29
Moselle	17	28
Calvados	12	27

Figure 8 : Densité éolienne dans les quinze principaux départements éoliens français (Source : SER-FEE)

En prenant en compte les permis de construire accordés, cette densité se monterait à 78 kW/km² dans la Somme, de 60 à 65kW/km² en Eure-et-Loir, dans le Pas-de-calais et dans la Meuse.

A titre de comparaison, la densité éolienne installée est aujourd'hui de 166 kW/km² au Schleswig-Holstein (région frontalière du nord de l'Allemagne), et d'environ 120 kW/km² dans le reste de la moitié nord de l'Allemagne (Brandebourg, Basse-saxe, Saxe-Anhalt).

Ces données confirment ainsi l'importance du gisement de vent français et son très large potentiel, qui reste encore largement inexploité, même en prenant en compte le développement prévisionnel à l'horizon 2011.

→ Production éolienne

- Production annuelle :

Année :	Production (TWh) :
2000	0,07
2001	0,131
2002	0,269
2003	0,391
2004	0,596
2005	0,959
2006	2,169
2007	4,14
2008	5,6

Figure 9 : Production éolienne annuelle (Source : Observatoire de l'énergie)

En 2008, la production éolienne s'est montée à 5,6 TWh, soit l'équivalent de la consommation domestique (chauffage électrique compris) de 2,5 millions de Français.

En 5 ans, l'électricité d'origine éolienne produite en France aura été multipliée par 14, et par 80 depuis 2000.

La croissance annuelle de la production d'origine éolienne s'élève, ces trois dernières années, à plus de 1,5 TWh supplémentaire annuel, soit l'équivalent de la consommation domestique électrique (chauffage électrique compris) de plus de 650 000 Français.

- Production électrique française

RTE a publié en janvier 2009 le bilan de la production électrique française :

	Production 2008 (TWh)	Variation 2008/2007	
		TWh	%
Production nette	549,1	4,4	+0,8%
Nucléaire	418,3	-0,4	-0,1%
Hydraulique	58	4,0	+7,4%
Charbon, gaz et pétrole	53,2	-1,8	-3,3%
Eolien	5,6	1,5	+37,4%
Autres EnR (biomasse, etc.)	4	0,2	+6,6%

Figure 10 : Production électrique française 2008 (Source : RTE)

En 2008, la production électrique totale a augmenté de 0,8%, pour atteindre 549,1 TWh. La production éolienne a augmenté de 1,5 TWh, soit une progression de 37,5% par rapport à la production éolienne de l'année précédente. En 2008, la production d'origine renouvelable a augmenté de 5,7 TWh.

- Variations mensuelles :

La production éolienne mensuelle est en constante augmentation en raison du développement de cette filière. Cette production mensuelle présente néanmoins d'importantes variations saisonnières, présentées ci-dessous :

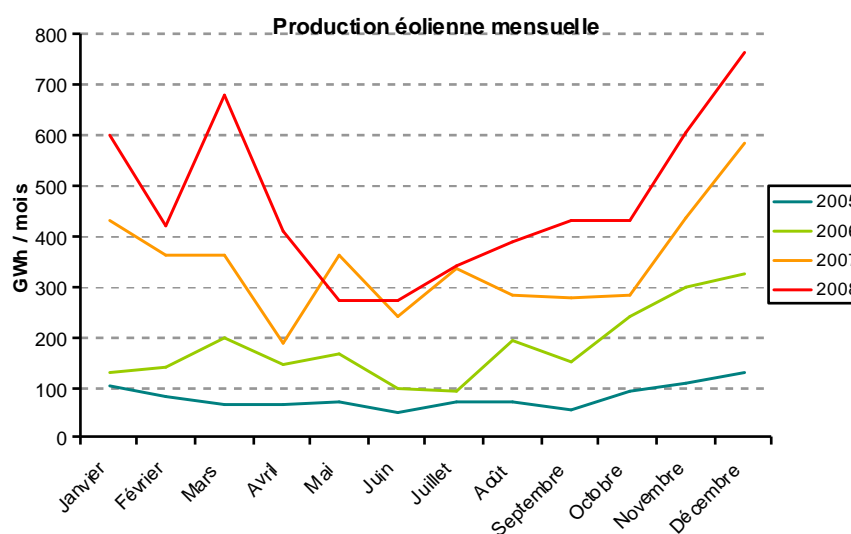


Figure 11 : Production éolienne mensuelle (Source : Observatoire de l'énergie)

Selon RTE, l'énergie maximale produite sur une journée a atteint 46 GWh le lundi 10 novembre 2008. Un maximum instantané de production éolienne a été atteint le vendredi 21 novembre 2008 à 8h20 avec une puissance de 2255 MW, ce qui correspond à un facteur de charge (énergie produite rapportée à la puissance installée) de plus de 70%.

- Variations annuelles de la production éolienne

La production éolienne présente d'importantes variations saisonnières, dues aux variations saisonnières des différents régimes de vents.

Ces trois dernières années, la production éolienne en hiver a été environ deux fois plus importante qu'en été : sur l'année 2008, le facteur de charge mensuel des installations éoliennes a varié d'un minimum de 10% en été à 37% certains mois d'hiver, pour une valeur moyenne sur l'année de 23%.

Cette variabilité est proche de celle de la consommation électrique, la consommation moyenne hivernale est environ 50% plus forte en hiver qu'en été :

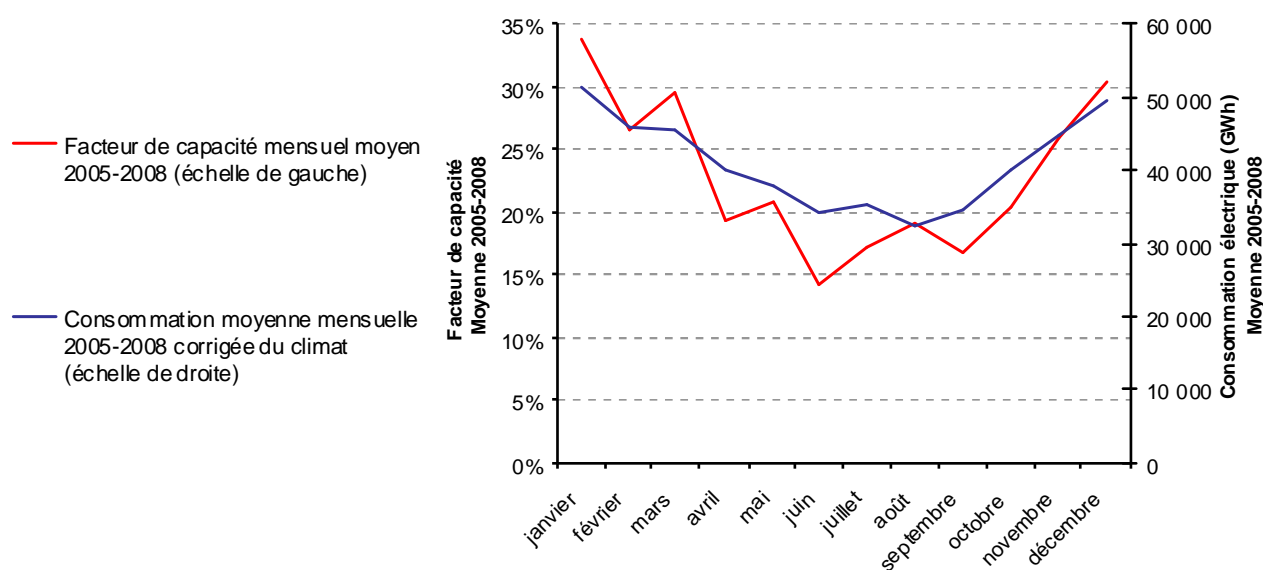
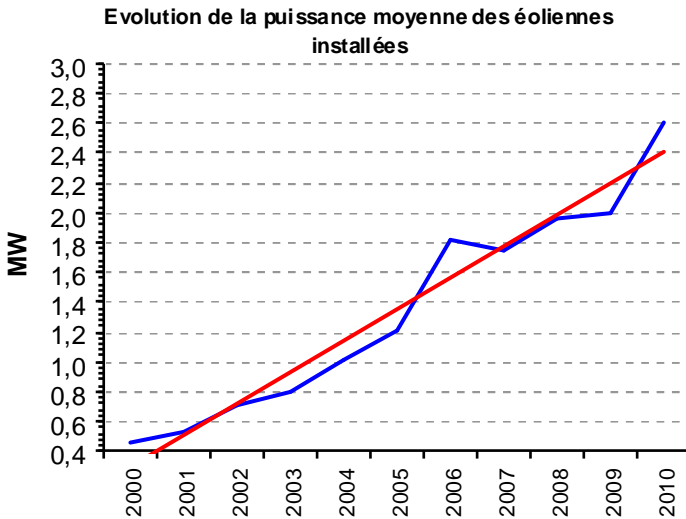


Figure 12 : Evolution moyenne mensuelle de la production éolienne et de la consommation électrique (Source : Observatoire de l'énergie, SER, calculs SER)

→ Evolution de la puissance moyenne des éoliennes

Les très nombreuses avancées technologiques dans les domaines des matériaux composites, de l'informatique et de l'électronique de puissance ont permis une avancée rapide des technologies éoliennes par l'utilisation de nouveaux matériaux de pales, le développement de systèmes de contrôle et de gestion électronique (SCADA) très sophistiqués, ainsi qu'une amélioration rapide et constante des spécificités électriques des équipements commercialisés.



Les avancées technologiques se sont également traduites par une augmentation rapide et constante de la taille unitaire des éoliennes installées.

Ainsi, la puissance unitaire des éoliennes installées a augmenté chaque année d'environ 200 kW par éolienne et par an, passant de quelques centaines de kilowatts au début des années 2000 à près de 2 000 kW par éolienne en 2008.

Les données 2009 et 2010 sont prévisionnelles et estimées à partir des permis de construire accordés.

Figure 13 : Puissance unitaire moyenne des éoliennes installées (Source : SER-FEE)

Cette augmentation de la puissance moyenne est observée chez tous les constructeurs d'éoliennes, avec cependant certaines différences notables entre eux :

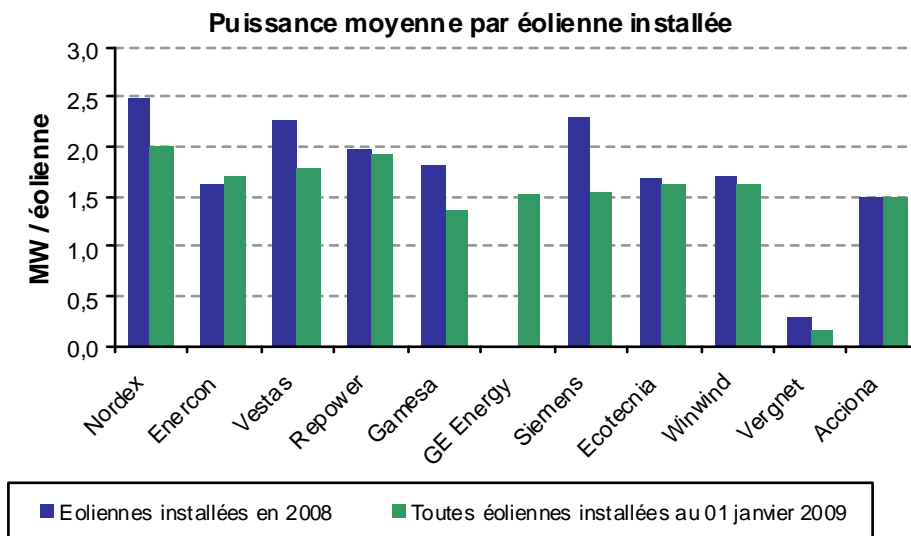


Figure 14 : Puissance unitaire moyenne des éoliennes installées (Source : SER-FEE)

Le constructeur français Vergnet se distingue en raison des spécificités propres de ces machines, conçues pour les régions cycloniques, et ayant la capacité de se rabattre au sol en cas de tempête ou pour toute opération de maintenance.

→ Evolution de la taille des parcs éoliens

La taille moyenne des parcs éoliens raccordés présente d'importantes variations, dues principalement aux évolutions de la réglementation. Ainsi, jusqu'en 2006, la puissance moyenne d'une très large part des parcs éoliens raccordés présentait une puissance totale inférieure à 12 MW, en raison de la limitation du bénéfice d'obligation d'achat à ces seuls parcs jusqu'en 2005. La suppression de cette limitation en 2005 a conduit à une augmentation de la puissance moyenne des parcs éoliens raccordés.

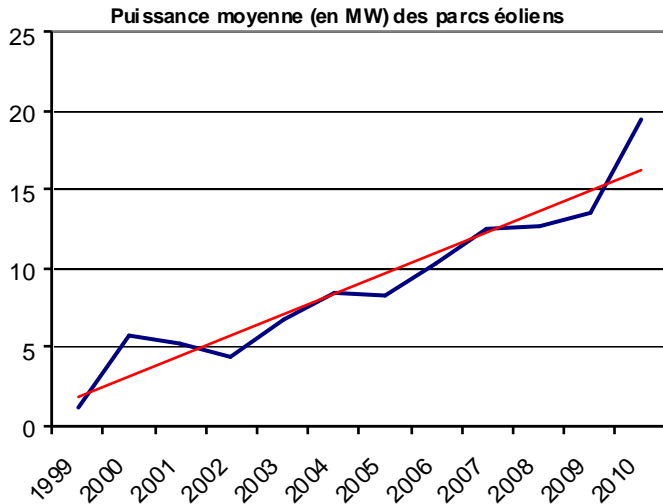


Figure 15 : Puissance unitaire moyenne des parcs éoliens installés (Source : SER-FEE)

Pour ces raisons, nous observons une augmentation continue de la puissance moyenne des parcs éoliens installés, avec une puissance moyenne par parc passant de quelques mégawatts au début des années 2000 à près de 13 MW en 2008.

Cette tendance devrait se confirmer dans les années à venir : la puissance moyenne des permis de construire accordés (non construits) est supérieure à 15 MW. La puissance moyenne d'un parc installé en 2010 devrait ainsi atteindre les 20 MW.

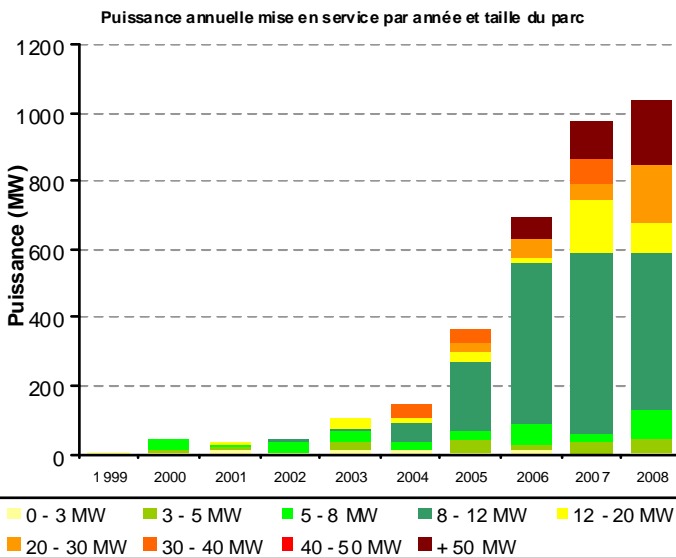


Figure 16 : Puissance unitaire moyenne des éoliennes installées (Source : SER-FEE)

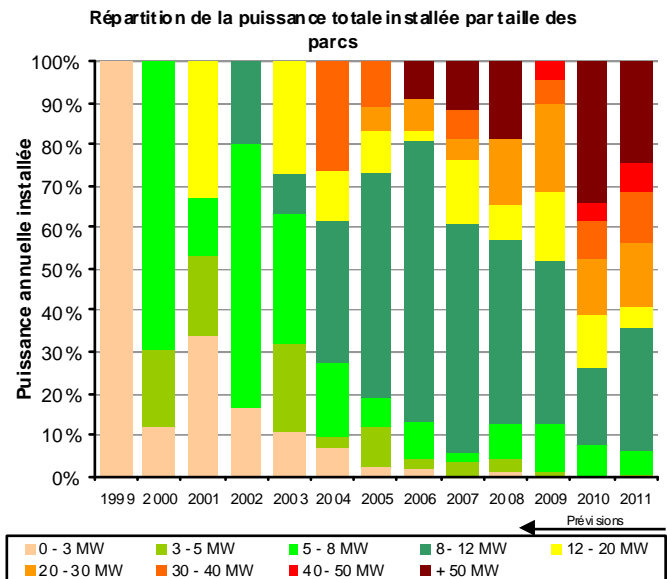


Figure 17 : Puissance unitaire moyenne des éoliennes installées (Source : SER-FEE)

Cette évolution est due au nombre croissant de parcs de grande puissance (>20MW), représentant à partir de 2010 plus de la moitié du parc installé, contre seulement un tiers en 2008.

→ Production à l'échelle départementale

La production éolienne reste encore relativement modeste à l'échelle nationale, mais est très importante à l'échelle des territoires dans lesquelles elle est implantée.

Ainsi, la production éolienne dépasse actuellement 60% de la consommation domestique dans les départements de la Meuse, l'Aude, l'Eure-et-Loir et l'Aveyron. Dans le département de la Meuse, la production éolienne est, en 2008, déjà supérieure à la consommation domestique du département.

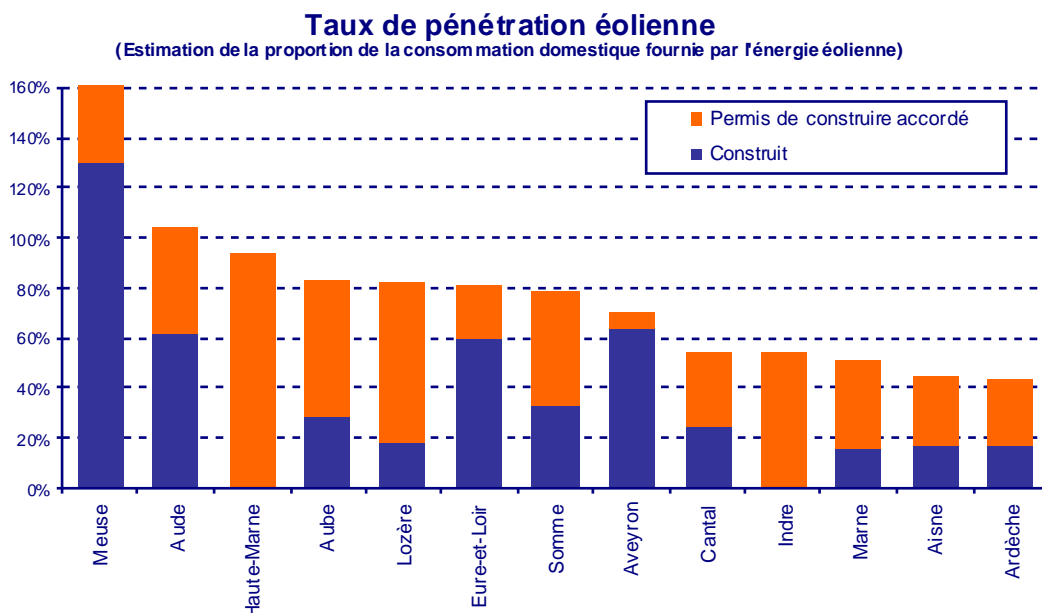


Figure 18 : Estimation de la proportion de la consommation domestique fournie par l'énergie éolienne (Source : SER- FEE)

En 2009, l'énergie éolienne fournit plus d'un cinquième de l'électricité domestique dans près d'une dizaine de départements. D'ici trois ans, la production éolienne sera supérieure à la moitié de la consommation domestique dans plus de dix départements.

→ Production à l'échelle régionale

Le taux de pénétration de la production éolienne est également très important à l'échelle régionale dans l'ensemble des régions dans lesquelles l'énergie éolienne est développée.

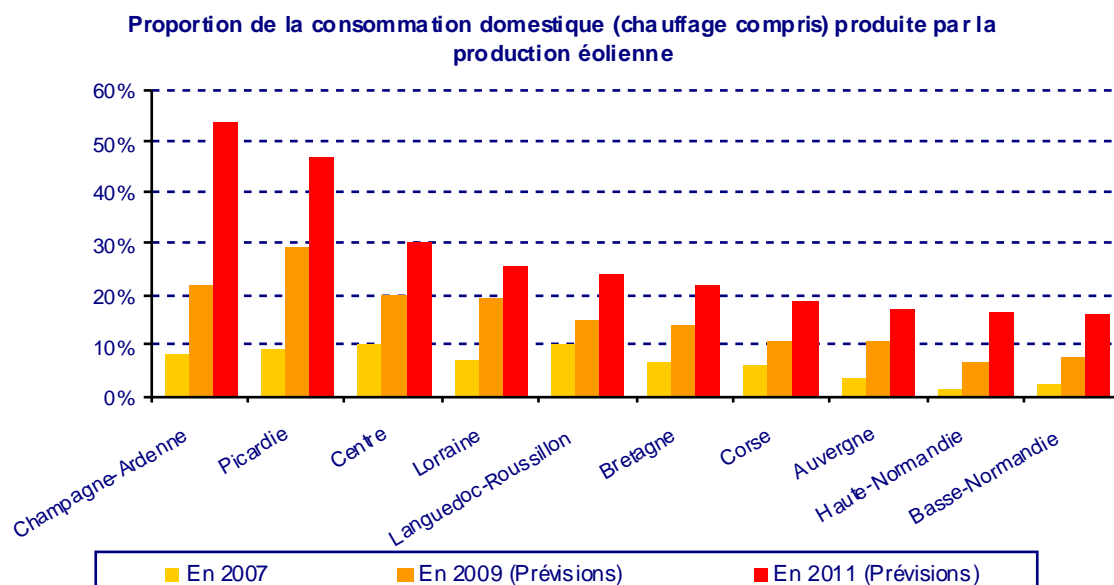


Figure 19 : Estimation de la proportion de la consommation domestique fournie par l'énergie éolienne (Source : SER FEE)

Ainsi, en 2009, la production éolienne dépasse le cinquième de la consommation domestique (chauffage électrique compris) dans quatre régions. En 2011, la production éolienne permettra de fournir près de la moitié de la consommation domestique des régions Champagne-Ardenne et Picardie.

→ Evolution régionale

Le graphique suivant présente l'évolution du parc éolien installé chaque année, et permet de distinguer les évolutions régionales :

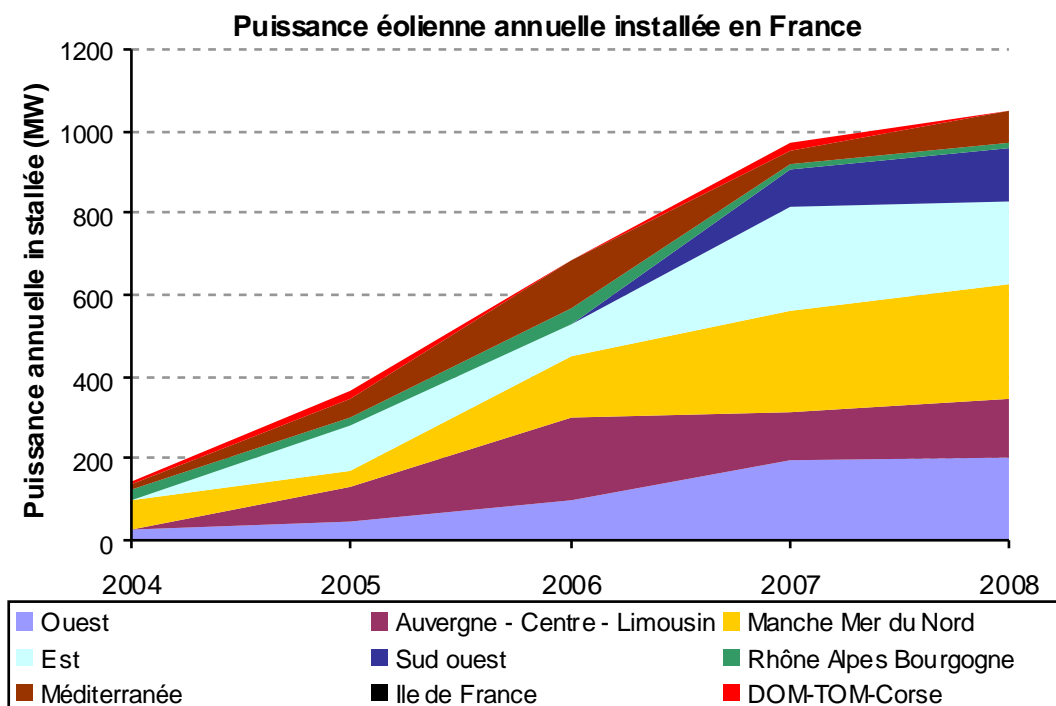


Figure 20 : Puissance éolienne annuelle installée (Source : SER-FEE)

Répartition régionale de la puissance éolienne raccordée en 2006

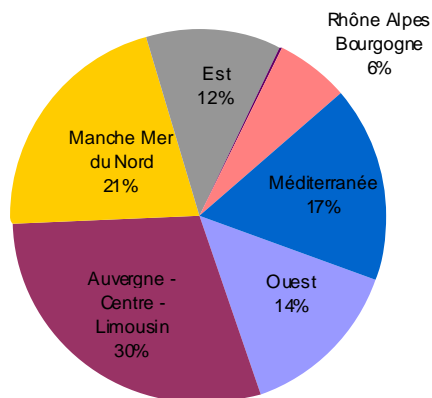


Figure 21 : Répartition de la puissance éolienne installée en 2006 (Sources : SER-FEE)

Répartition régionale de la puissance éolienne raccordée en 2007

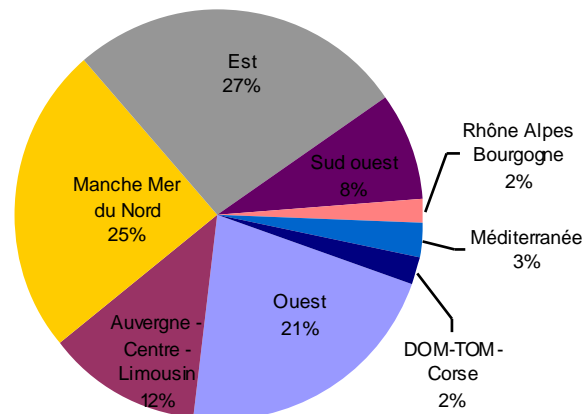


Figure 22 : Répartition de la puissance éolienne installée en 2007 (Sources : SER-FEE)

Répartition régionale de la puissance éolienne raccordée en 2008

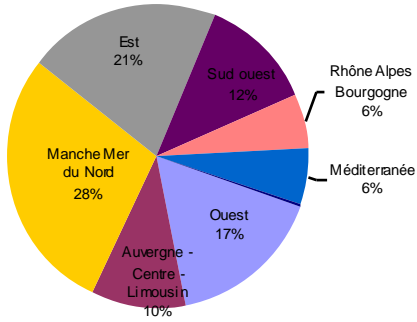


Figure 23 : Répartition de la puissance éolienne installée en 2008 (Sources : SER-FEE)

Estimations de la répartition régionale de la puissance éolienne raccordée en 2009

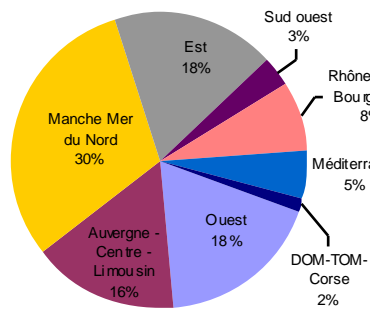


Figure 24 : Estimation de la répartition de la puissance éolienne installée en 2009 (Sources : SER-FEE)

Estimations de la répartition régionale de la puissance éolienne raccordée en 2010

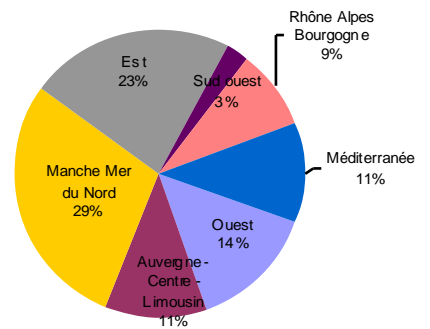


Figure 25 : Estimation de la répartition de la puissance éolienne installée en 2010 (Sources : SER-FEE)

→ Parts de marché des constructeurs

Au cours de l'année 2008, la puissance éolienne installée (éolienne levée) est supérieure à 1000 MW. La différence de puissance avec la puissance raccordée s'explique par le nombre d'installations construites mais encore non raccordées à la fin de l'année 2008.

Part de marché des constructeurs en 2008

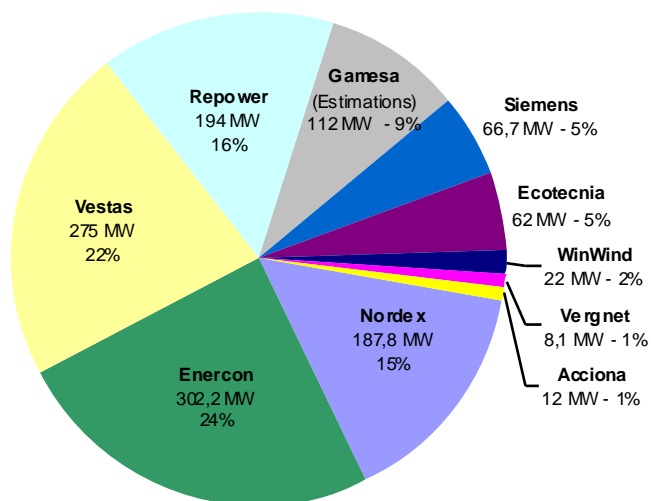


Figure 26 : Part de marché 2008 par constructeur
(Source : SER-FEE)

Parc installé en 2008, selon constructeur

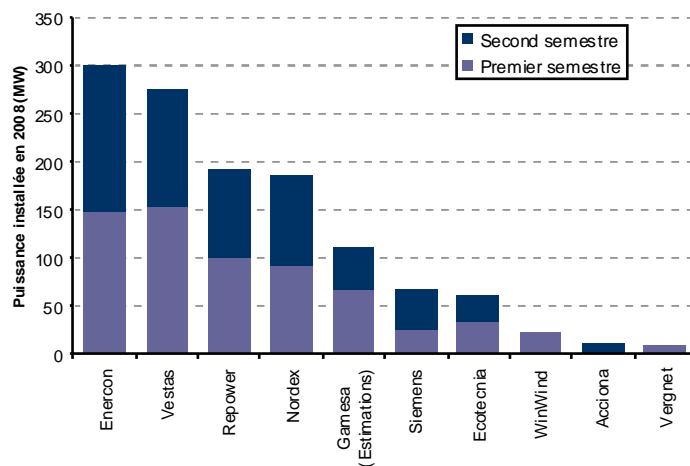


Figure 27 : Parc installé en 2008 selon constructeur
(Source : SER-FEE)

Le graphique ci-dessous présente l'ensemble du parc éolien raccordé par constructeur :

Parc installé au premier janvier 2009
répartition selon le constructeur

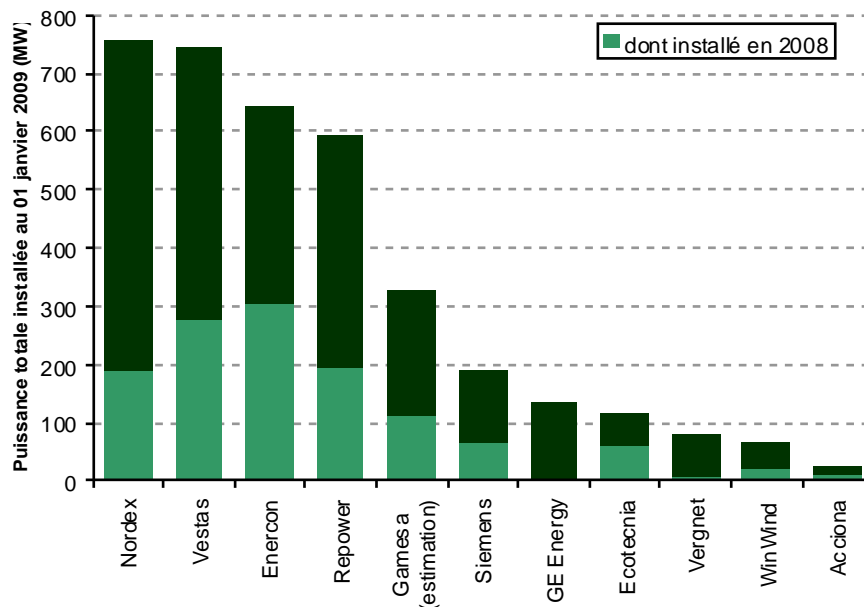


Figure 28 : Parc total installé au premier janvier 2009 selon constructeur
(Source : SER-FEE)

→ Tableau régional récapitulatif

Région	Nombre d'éoliennes			Puissance (MW)			Puissance moyenne des éoliennes (MW / éolienne)			Estimation de la proportion de la consommation domestique (chauffage électrique compris) fourni par l'éolien		Estimation du nombre de personnes alimentées (conso domestique y compris chauffage électrique)	
	Construit	Accordé	Total	Construite	Accordée	Totale	Construit	Accordé	Total	En 2008	En 2011 (parcs construits et accordés)	En 2008	En 2011 (parcs construits et accordés)
Alsace	-	5	5	-	12	12	-	2,3	2,3	-	0,5%	-	10 000
Aquitaine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Auvergne	90	41	131	144	103	247	1,6	2,5	1,9	5,9%	17%	78 000	230 000
Basse-Normandie	53	63	116	95	152	247	1,8	2,4	2,1	3,3%	16%	49 000	236 000
Bourgogne	25	89	114	50	178	228	2,0	2,0	2,0	-	13%	-	206 000
Bretagne	269	174	443	370	337	707	1,4	1,9	1,6	8,9%	22%	273 000	675 000
Centre	190	164	354	402	398	800	2,1	2,4	2,3	12,3%	30%	308 000	755 000
Champagne-Ardenne	146	322	468	241	711	953	1,7	2,2	2,0	11,2%	54%	145 000	725 000
Corse	30	18	48	18	36	54	0,6	2,0	1,1	5,6%	18%	16 000	52 000
DOM	283	-	283	43	-	43	0,2	-	0,2	1,7%	1,9%	32 000	35 000
Franche-Comté	15	-	15	30	-	30	2,0	-	2,0	1%	2,4%	10 000	28 000
Haute-Normandie	41	77	118	96	223	319	2,3	2,9	2,7	3,5%	16%	63 000	300 000
Ile-de-France	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Languedoc-Roussillon	259	143	402	327	263	590	1,3	1,8	1,5	10,8%	24%	271 000	600 000
Limousin	6	31	37	9	41	50	1,5	1,3	1,3	1,0%	3,8%	7 600	28 000
Lorraine	226	75	301	469	210	679	2,1	2,8	2,3	13%	25%	300 000	600 000
Midi-Pyrénées	134	47	181	254	106	360	1,9	2,2	2,0	5,3%	13%	145 000	350 000
Nord-Pas-de-Calais	149	77	226	257	183	439	1,7	2,4	1,9	5,1%	11%	207 000	440 000
Pays de la Loire	83	111	194	165	203	368	2,0	1,8	1,9	3,5%	9%	121 000	320 000
Picardie	202	229	431	409	508	917	2,0	2,2	2,1	13,4%	47%	252 000	890 000
Poitou-Charentes	46	70	116	90	144	234	2,0	2,1	2,0	2%	12%	42 000	205 000
Provence-Alpes-Côte d'Azur	46	29	75	57	79	137	1,2	2,7	1,8	0,8%	1,8%	40 000	88 000
Rhône-Alpes	90	58	148	125	106	231	1,4	1,8	1,6	1,7%	3,3%	102 000	200 000
TOM	132	-	132	34	-	34	0,3	-	0,3	10,5%	12%	25 000	27 000
TOTAL	2516	1823	4339	3686	3992	7678	1,5	2,2	1,7	3,9%	11,0%	2 486 600	7 000 000