

Marc Rapin
Jean-Marc Noël

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie



L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

Du petit éolien à l'éolien offshore

2^e ÉDITION

DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

Préface	V
Remerciements	X
Nomenclature	XI

A

Évolution et panorama actuel

1 • L'avènement de l'éolien moderne	3
1.1 Les moulins « américains »	3
1.2 L'évolution électrique : Poul La Cour, Louis Constantin et autres pionniers	11
1.3 Les premières réalisations	16
2 • Le faux départ de l'après-guerre	25
2.1 L'expérience française	25
2.2 Les développements danois et allemand	39
3 • Le tournant du 1^{er} choc pétrolier	43
3.1 L'échec des grands prototypes downwind	43
3.2 Les petites machines upwind d'Europe du Nord	46
3.3 L'invasion du marché californien	48
3.4 Et en France... ?	50
4 • L'actuel et l'avenir : MW et offshore	69
4.1 Les développements des différentes machines	69
4.2 L'évolution du monde éolien	77
4.3 Les développements vers l'offshore	91
4.4 En conclusion	110

VII

B

Les différents sous-systèmes de l'éolienne

5 • Le potentiel de conversion	113
5.1 La limite de Betz	113
5.2 Caractérisations des éoliennes	116
6 • La pale : l'organe premier de la conversion d'énergie	119
6.1 Structure et dynamique de pale	119
6.2 Aérodynamique de la pale	139
6.3 Aéroélasticité de la pale	146
7 • Le rotor	151
7.1 Fonctionnement du rotor	152
7.2 Comportement dynamique	161
7.3 Conception du rotor	180
8 • Les équipements de la génération électrique	185
8.1 Étapes du développement	186
8.2 Équipements individuels	188
8.3 Équipements couplés aux réseaux	192
8.4 Les solutions alternatives : entraînement direct et alternateurs à aimants permanents	209
8.5 Le couplage au réseau	221
9 • Approche système	225

C

Montage de projet pour un parc éolien

10 • Aspects techniques et économiques	231
10.1 La connaissance du vent	231
10.2 Le gisement éolien	243
10.3 Coûts et prix du kWh	251
10.4 Parc offshore	258
10.5 Retombées économiques	259

11 • Aspects environnementaux, contraintes et servitude	261
11.1 L'outil SRE	261
11.2 L'impact visuel	265
11.3 Le bruit	270
11.4 L'interférence électromagnétique	272
11.5 La faune et la flore	274
12 • Aspects administratifs	277
12.1 L'étude d'impact	278
12.2 La demande de raccordement	278
12.3 L'enquête publique	279
12.4 Le permis de construire	279
12.5 Offshore et CNDP	281
13 • Exemple de réalisations	283
13.1 Parc de Goulien (Bretagne)	283
13.2 Parc éolien de Bouin (Vendée)	284
13.3 Parc éolien de Summerview (Alberta, Canada)	285
13.4 Parc éolien offshore de Saint-Nazaire (Pays-de-Loire)	286

**Annexe : chronologie
des réalisations éoliennes françaises**

A.1 • Les éoliennes lentes multipales	291
A.2 • Les 1^{res} éoliennes rapides	296
A.3 • Les développements de l'après-guerre	301
A.4 • Après le 1^{er} choc pétrolier	310
Bibliographie	325
Index	337

L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

Du petit éolien à l'éolien offshore

Préface de Rémi Chabrilat

L'objectif de cet ouvrage opérationnel, richement illustré, est de comprendre les développements, les enjeux et les problématiques actuels et futurs de l'éolien.

Cette seconde édition met l'accent sur les parcs offshore, des solutions techniques jusqu'aux actuels projets français. Une nouvelle partie est également réservée au montage d'un parc éolien : étude des gisements, aspects économiques, administratifs et environnementaux, dimensionnement, etc., illustrée de cas judicieusement choisis en France et dans le monde.

L'énergie éolienne est un guide pratique indispensable pour tous les ingénieurs et techniciens en énergétique (recherche, études, production, etc.), mais aussi pour toute personne curieuse de découvrir cette technologie en plein essor.

2^e ÉDITION

Marc Rapin

est chargé de la mise en œuvre d'outils aérodynamiques sur les rotors et ailes d'avion à l'Onera.

Jean-Marc Noël

est consultant en énergie éolienne.

POINTS FORTS

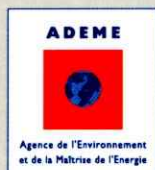
- ✓ Description détaillée des développements français et nombreuses données chiffrées sur le marché mondial.
- ✓ Photos et schémas techniques de nombreux modèles.
- ✓ Montage d'un projet de parc éolien de A à Z.

CONTENU DE L'OUVRAGE

- Historique des éoliennes modernes
- Le potentiel de conversion
- Les différents sous-systèmes : la pale, le rotor, la génération électrique
- Le couplage au réseau
- Montage de projet d'un parc éolien



6625764
ISBN 978-2-10-074553-1



Les actus

du savoir



Code ADEME : 8090