

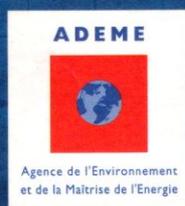
**L'USINE
NOUVELLE**

SÉRIE | ENVIRONNEMENT ET SÉCURITÉ

Marc Rapin
Jean-Marc Noël

ÉNERGIE ÉOLIENNE

Principes – Études de cas



DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

Préface	III
Remerciements	VIII

A

Les éoliennes modernes : historique et évolution

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	10
1.3 Les premières réalisations	14
2 • Le faux départ de l'après-guerre	21
2.1 L'expérience française	21
2.2 Les développements danois et allemand	35
3 • Le tournant du 1^{er} choc pétrolier	39
3.1 L'échec des grands prototypes downwind	39
3.2 Les petites machines upwind d'Europe du Nord	42
3.3 L'invasion du marché californien	44
3.4 Et en France... ?	46
4 • L'actuel et l'avenir : MW et offshore	63
4.1 Le développement des machines de grande puissance	63
4.2 L'évolution du monde éolien	66
4.3 Les développements vers l'offshore	78

V

B

Annexes

L'énergie du vent – Potentiel et conversion

5 • Le potentiel du vent	91
5.1 La connaissance du vent	91
5.2 Le gisement éolien	102
6 • Le potentiel de conversion	111
6.1 La limite de Betz	111
6.2 Caractérisations des éoliennes	114
<hr/>	
C	
<hr/>	
L'éolienne – les différents sous-systèmes	
7 • La pale : l'organe premier de la conversion d'énergie	119
7.1 Structure et dynamique de pale	119
7.2 Aérodynamique de la pale	139
7.3 Aéroélasticité de la pale	146
8 • Le rotor	151
8.1 Fonctionnement du rotor	152
8.2 Comportement dynamique	161
8.3 Conception du rotor	179
9 • Les équipements de la génération électrique	185
9.1 Étapes du développement	186
9.2 Équipements individuels	188
9.3 Équipements couplés aux réseaux	191
9.4 Les solutions alternatives : entraînement direct et alternateurs à aimants permanents	208
9.5 Le couplage au réseau	217

A • Chronologie des réalisations éoliennes françaises

A.1 Les éoliennes lentes multipales	2.
A.2 Les 1 ^{res} éoliennes rapides	2
A.3 Les développements de l'après-guerre	2
A.4 Après le 1 ^{er} choc pétrolier	2.

B • Montage de projet pour un parc éolien

B.1 Aspects techniques et économiques	25
B.2 Aspects environnementaux	26
B.3 Aspects administratifs	27
B.4 Exemple de réalisations	27
B.5 Bibliographie	27

C • Nomenclature

28

Bibliographie

28

Index

29