

# Fonctionnement des éoliennes « on » et « off » shore

SUR LA TERRE FERME et EN MER

**Professeur Brayima Dakyo**

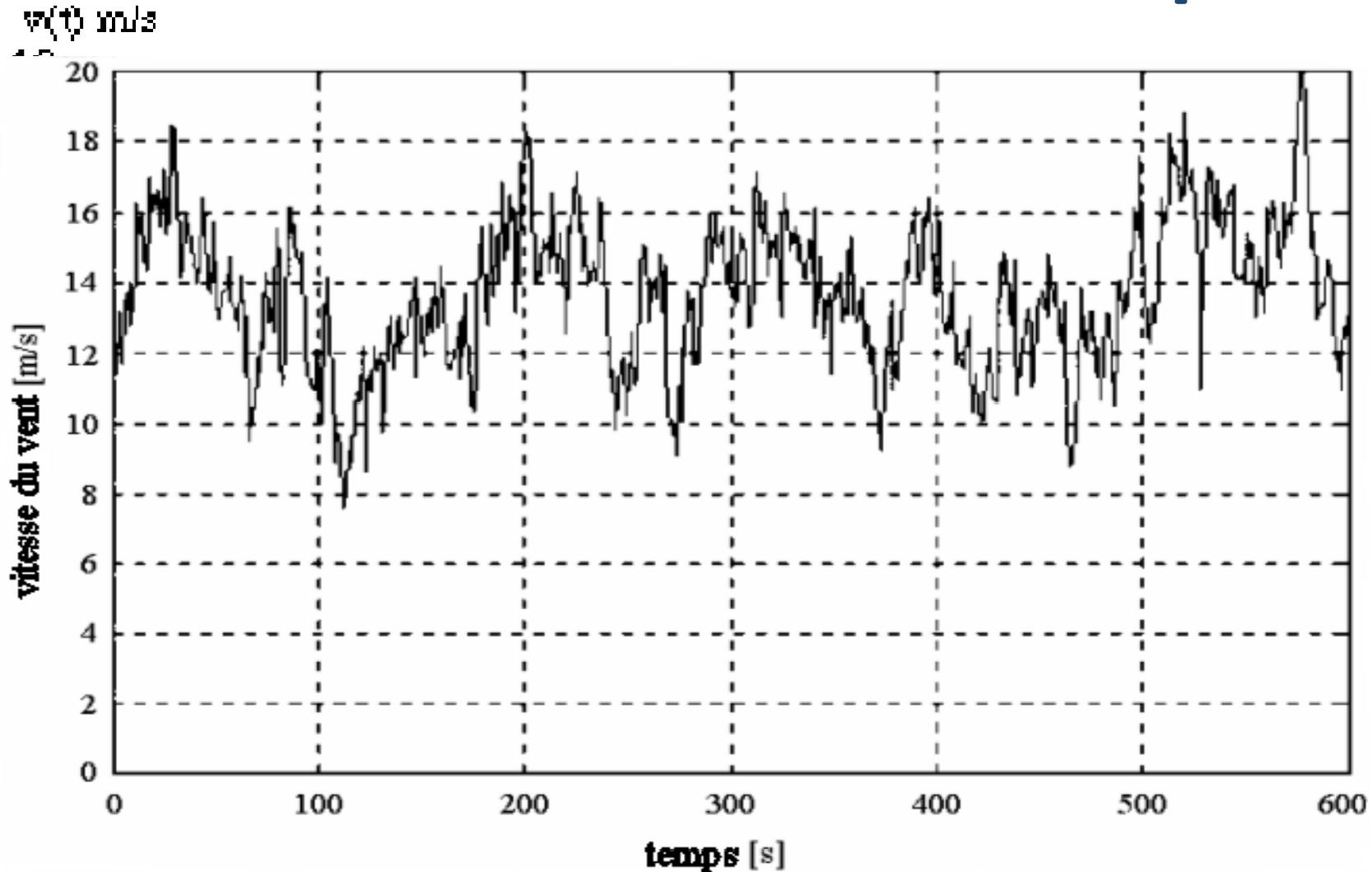
Université du Havre

Groupe de **R**echerche en **E**lectrotechnique et **A**utomatique du **H**avre  
**GREAH**

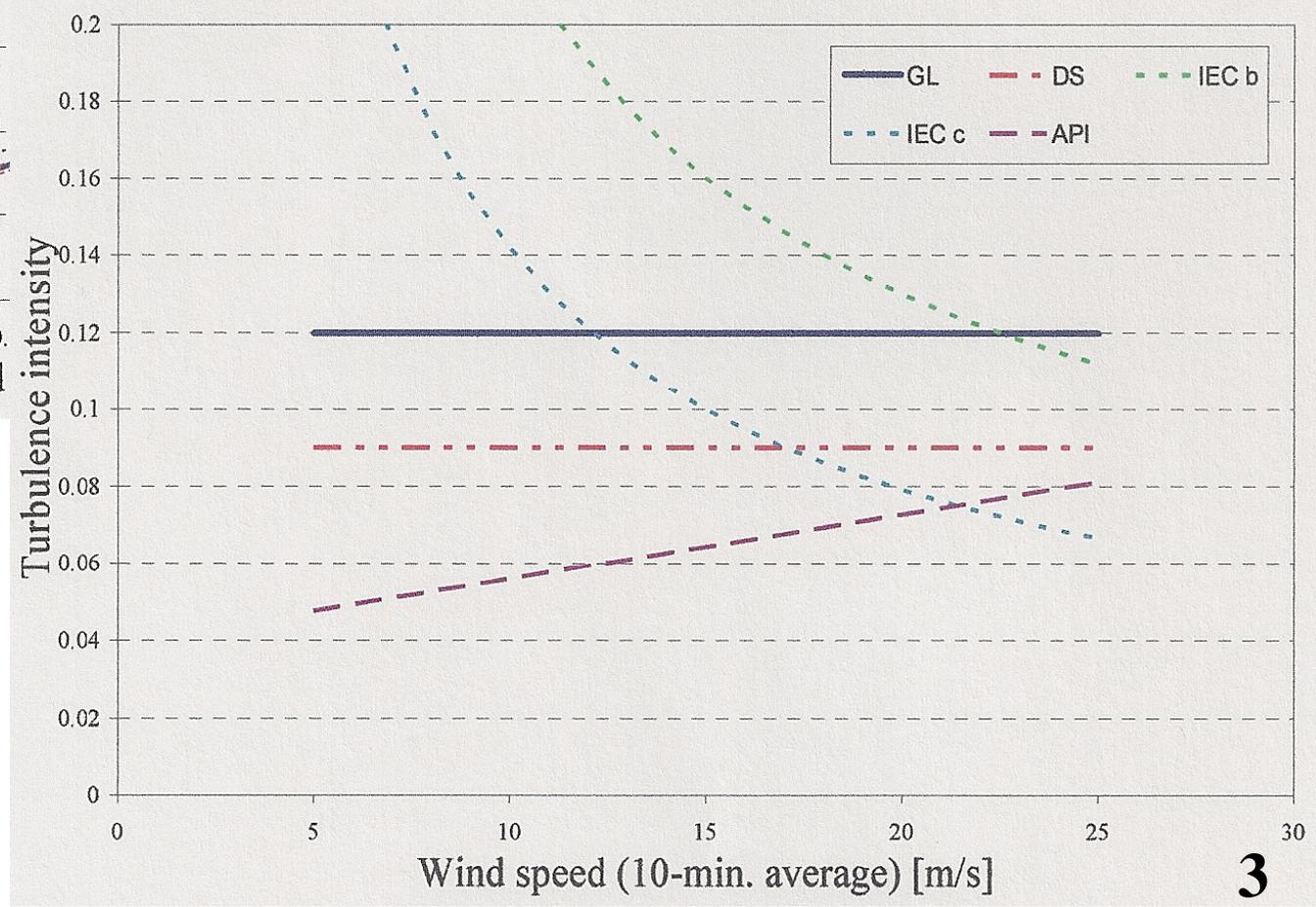
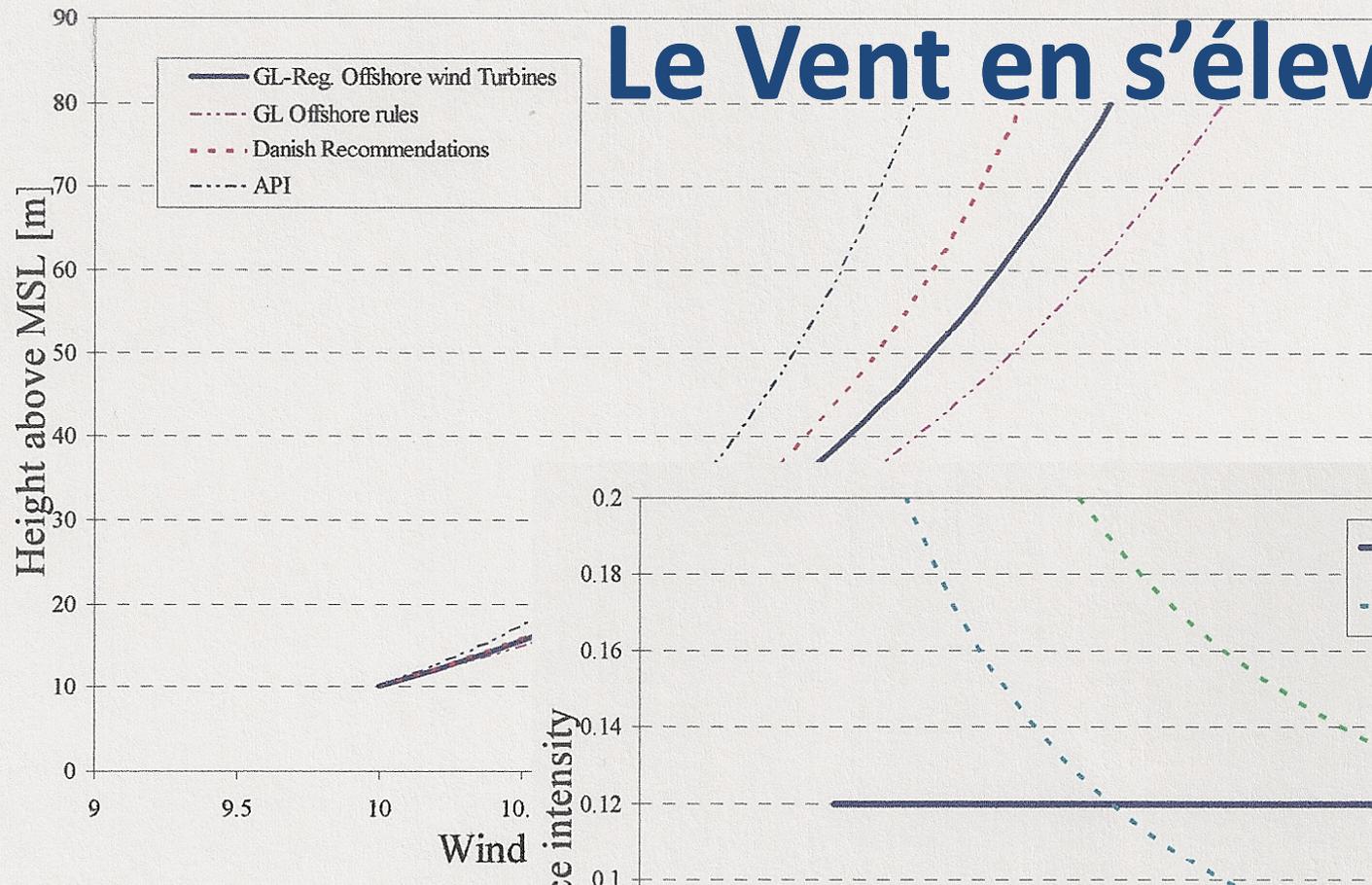
- **1. Le vent, le Gisement**
- **2. La Technologie**
- **3. L'offshore**
- **4. Marché et situation européenne**

Débat public sur le projet de parc éolien en mer des Deux Cotes 06 Mai 2010 Abbeville

# Le Vent au cours du temps



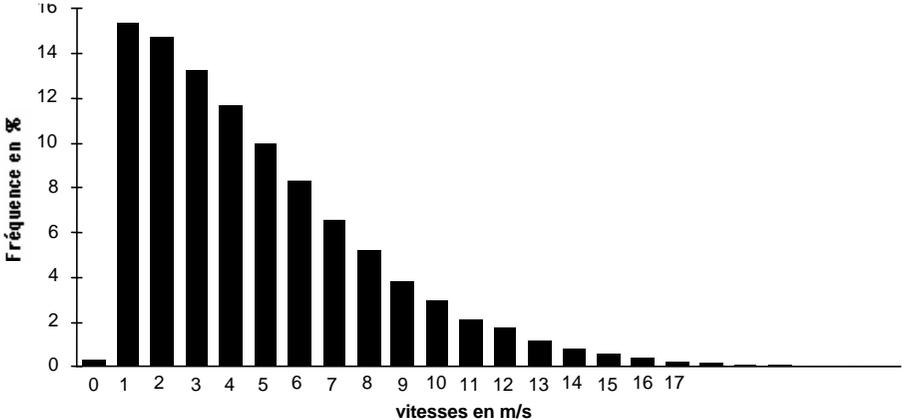
# Le Vent en s'élevant



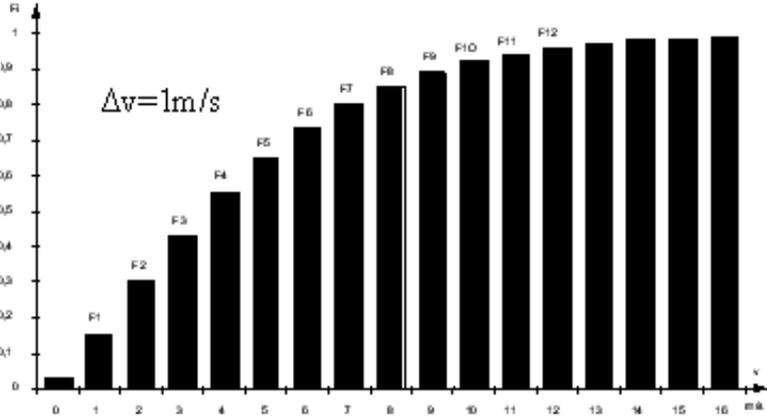
$$\frac{V(h)}{V(h_0)} = \left( \frac{h}{h_0} \right)^\alpha$$

# Le gisement

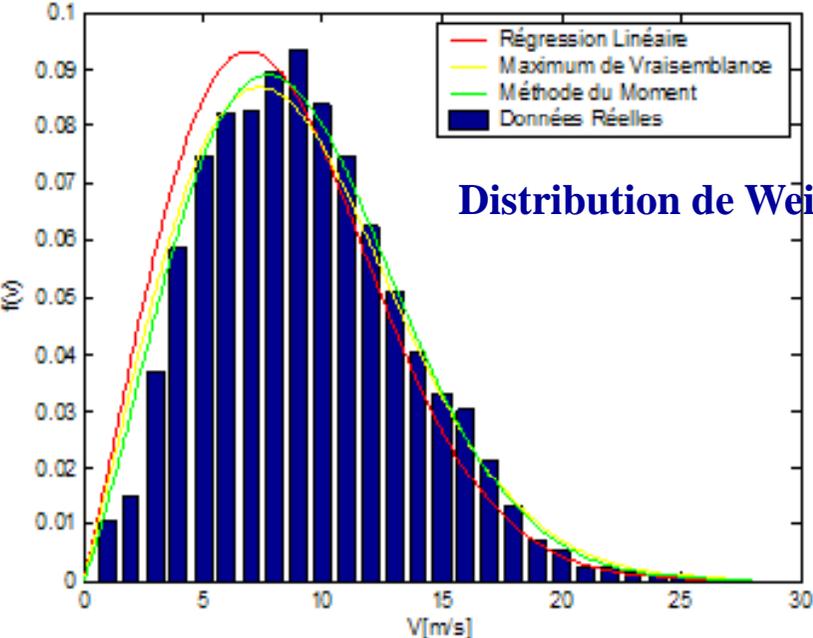
## Adéquation entre site et machine éolienne



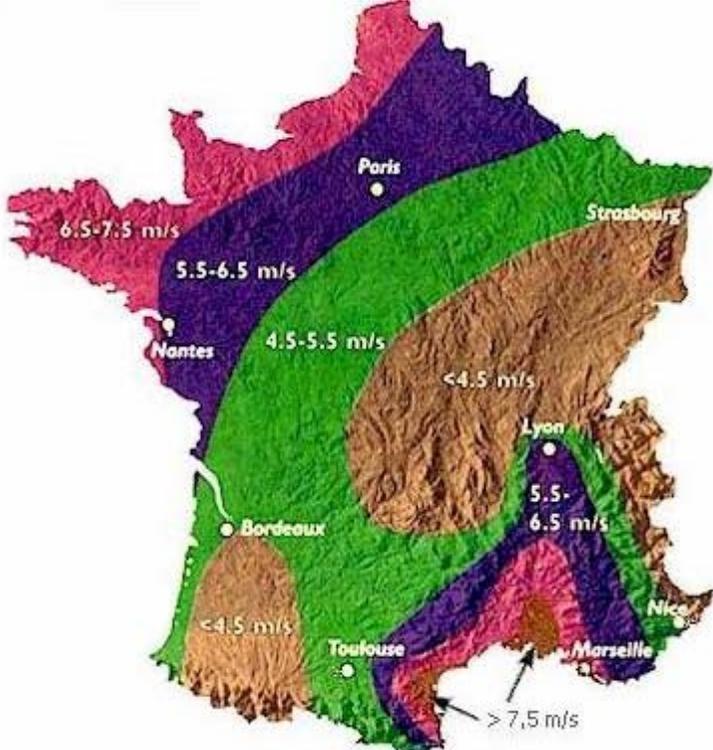
*Histogramme de la vitesse du vent*



*Caractéristique des fréquences cumulées de la vitesse du vent*

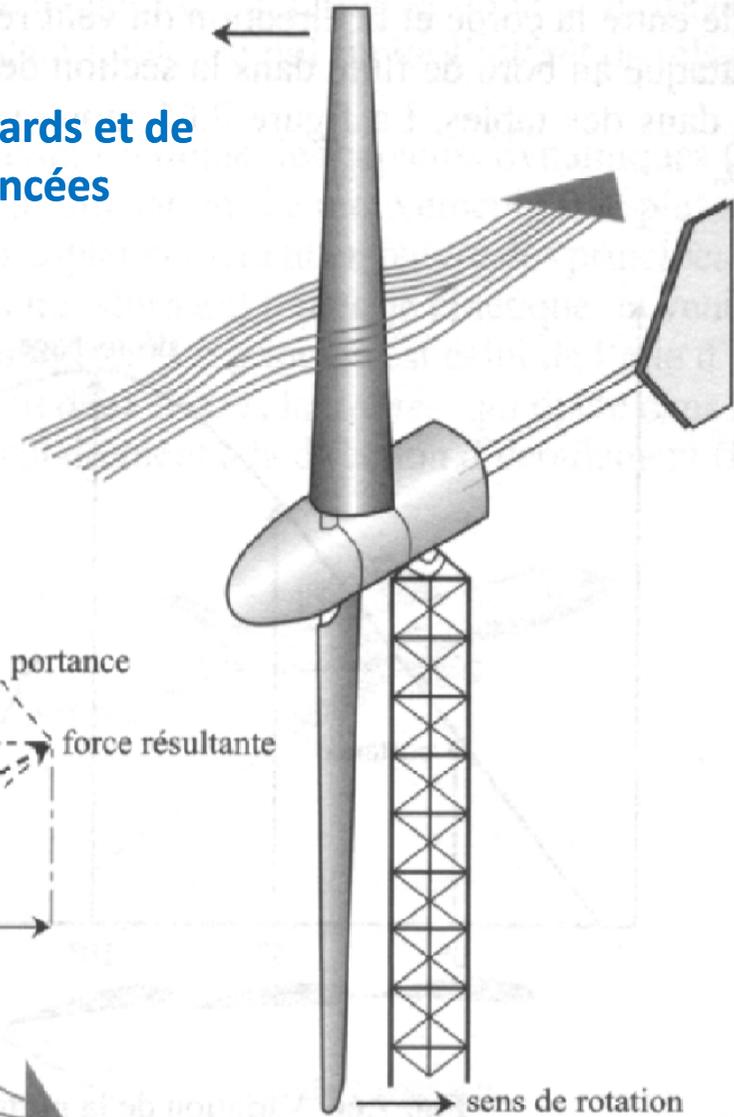
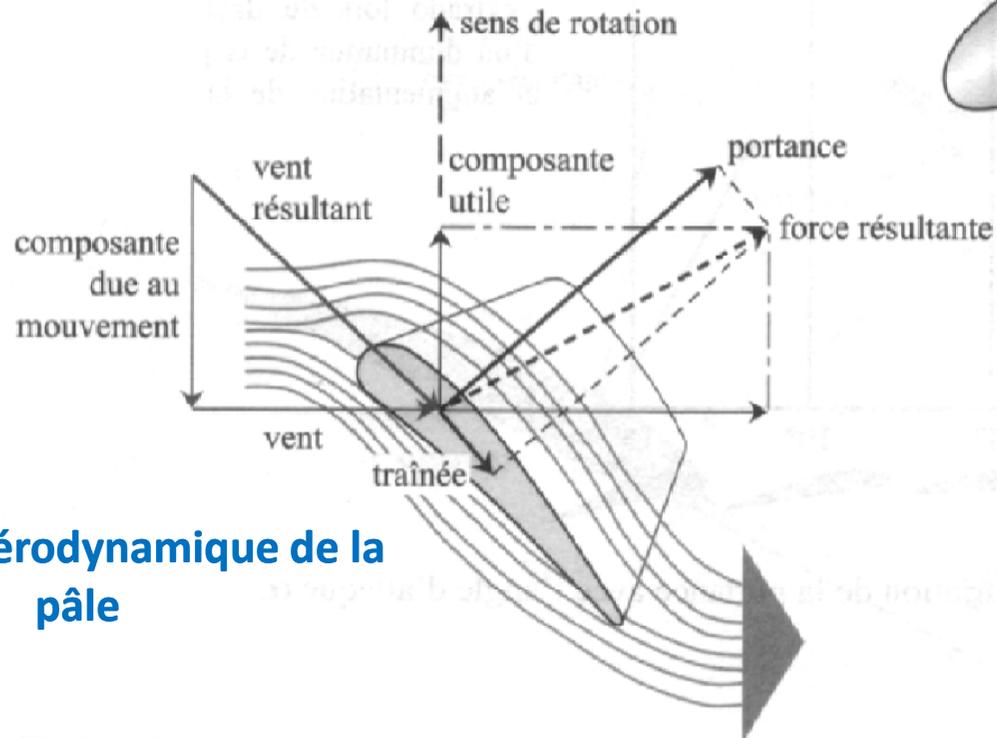
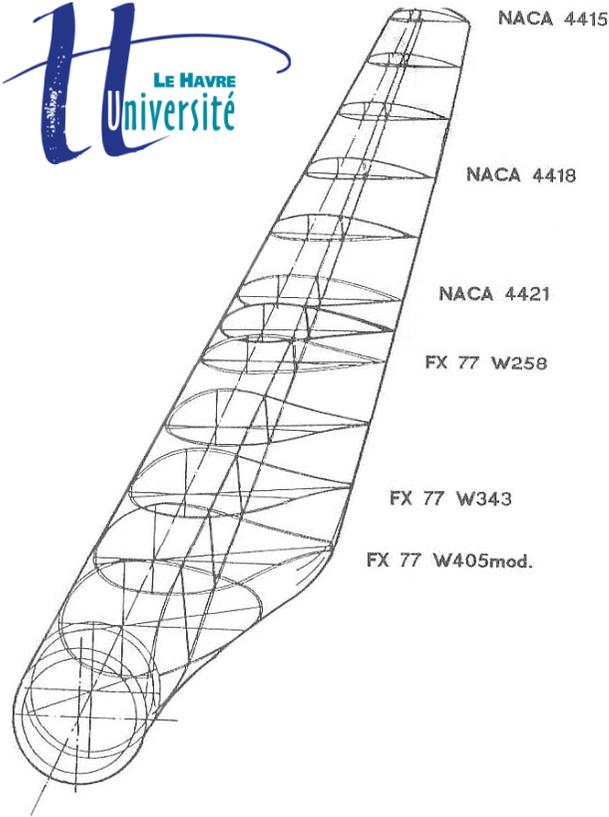


**Distribution de Weibull**



# Le principe de captage

La pôle résulte de standards et de techniques très avancées



Le profil aérodynamique de la pôle

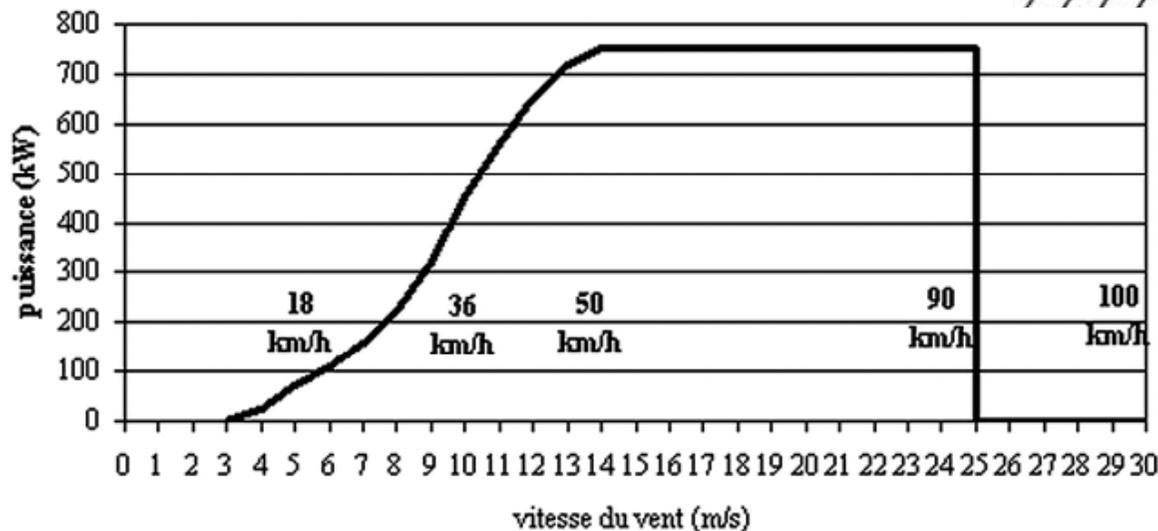
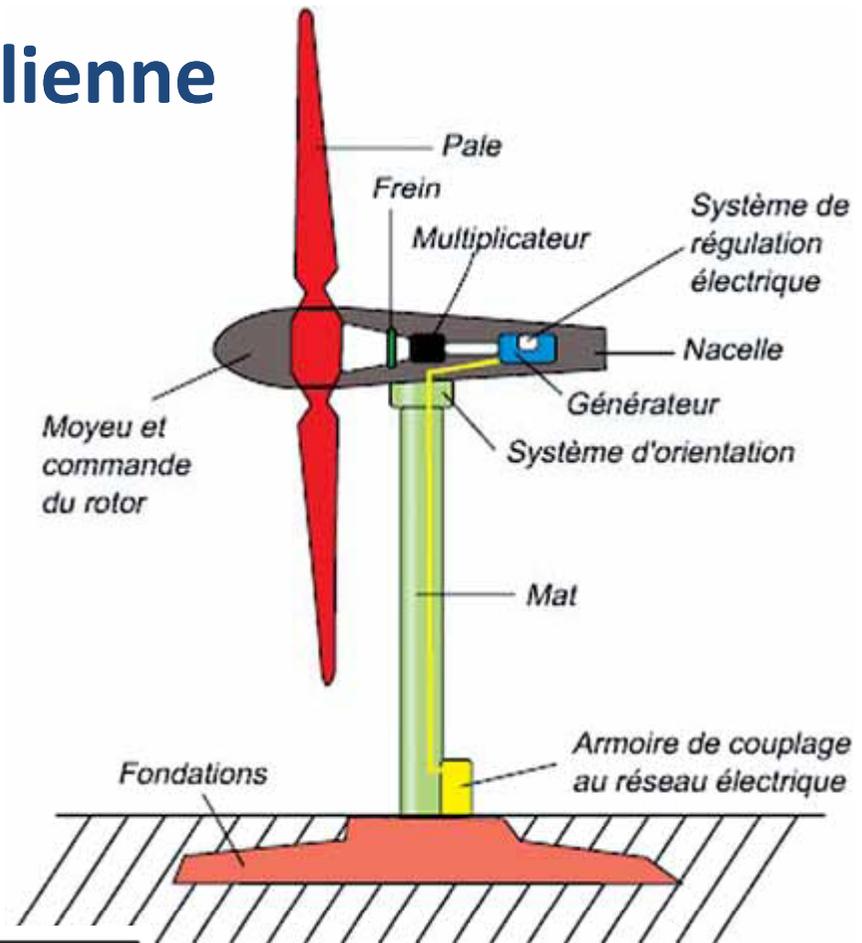
# Fonctionnement d'une éolienne

$$P_0 = \frac{1}{2} \rho \pi R^2 v_1^3$$

( $v_1 = 3v_2$ ).

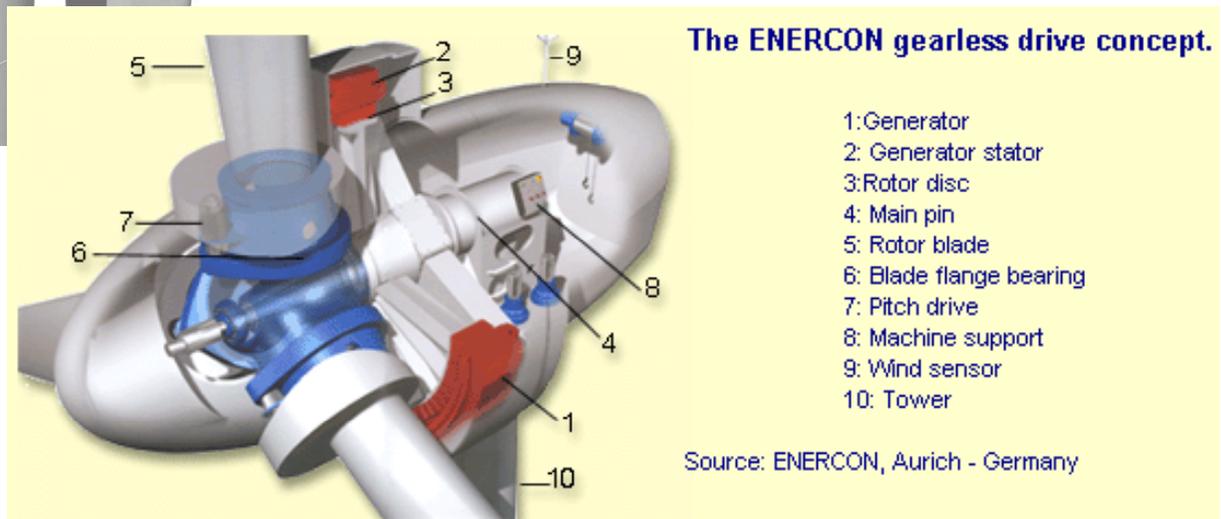
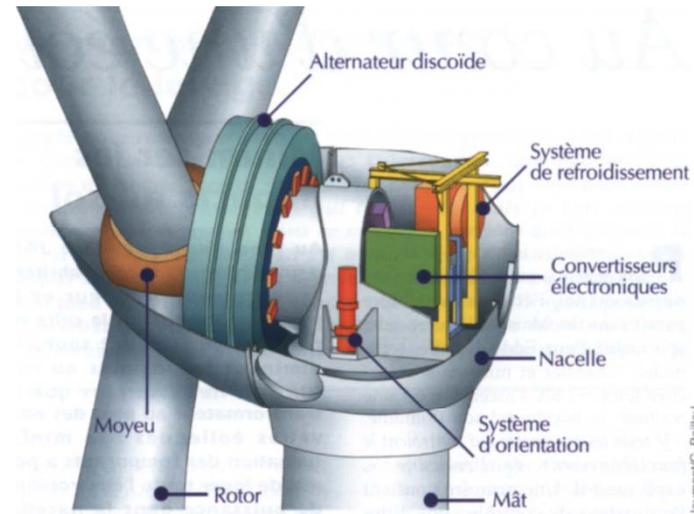
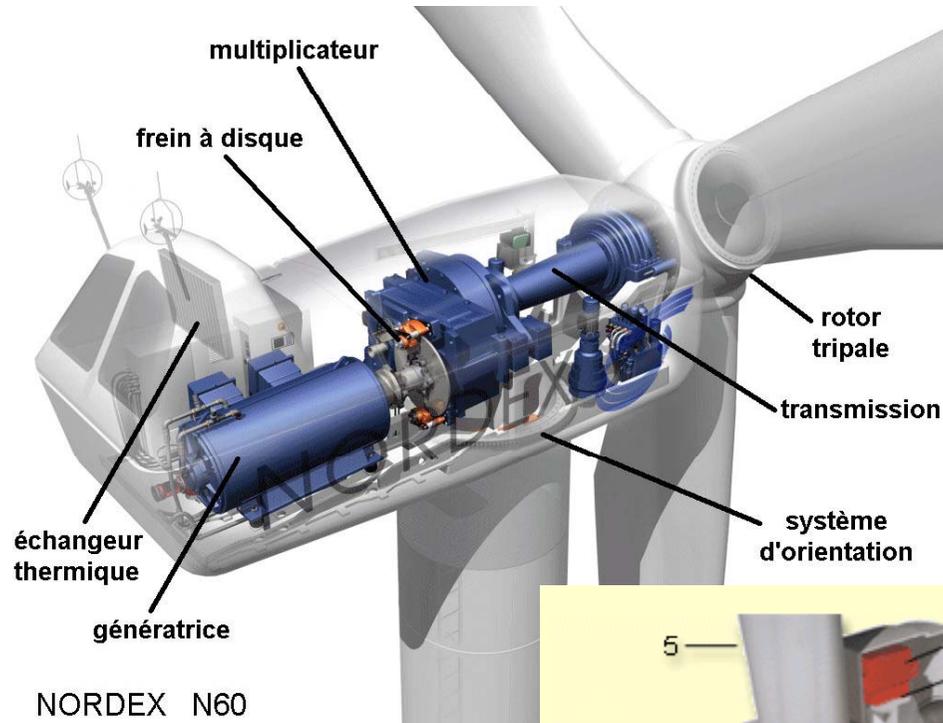
$$P = \frac{1}{2} 0,59 \rho \pi R^2 v_1^3$$

$$\left( \frac{dP}{P} \right)_v = 3 \frac{dv}{v}$$



« Le taux de charge »  
un des critères de rentabilité

# Differentes technologies de générateurs électriques



# L'avantage de l'éolien offshore

**La France est le 2<sup>ème</sup> pays en potentiel de vent en Europe,  
derrière la Grande Bretagne**

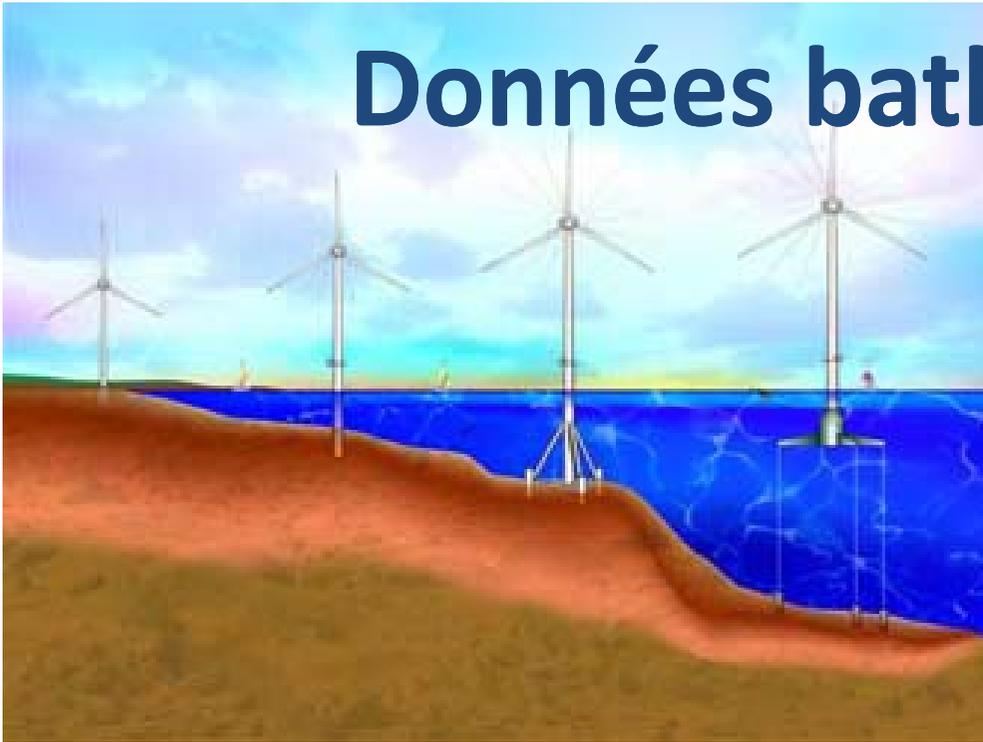
**Un vent fort et régulier (donc taux de charge plus élevé que sur  
la terre ferme)**

**Un faible impact visuel**

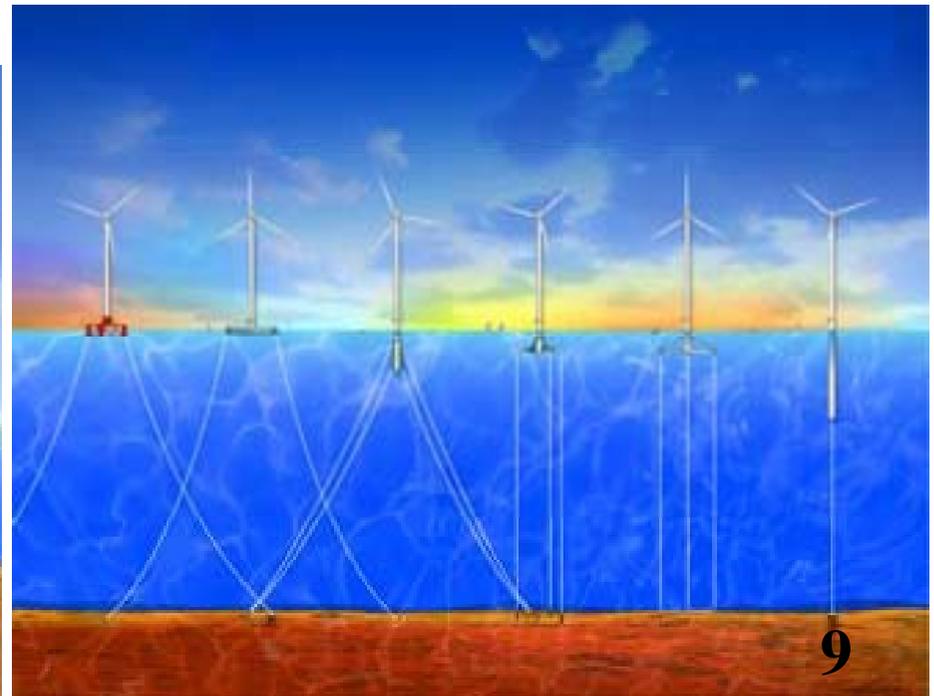
**Des parcs plus importants et moins dispersés**

**L'objectif « éolien offshore » pour la France est de : 4000  
MW en 2015, 6000 MW en 2020**

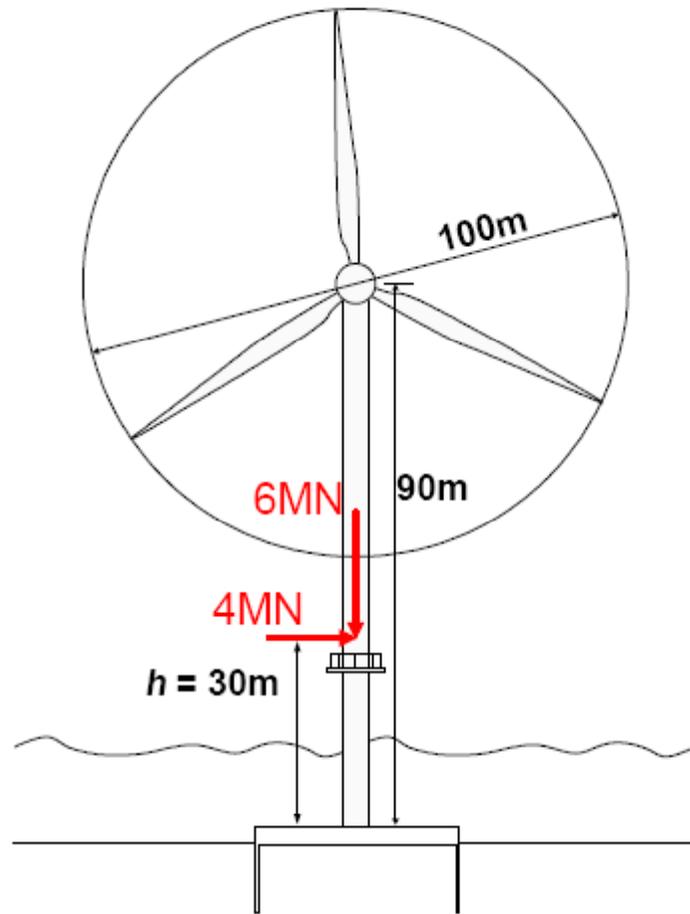
# Données bathymétriques



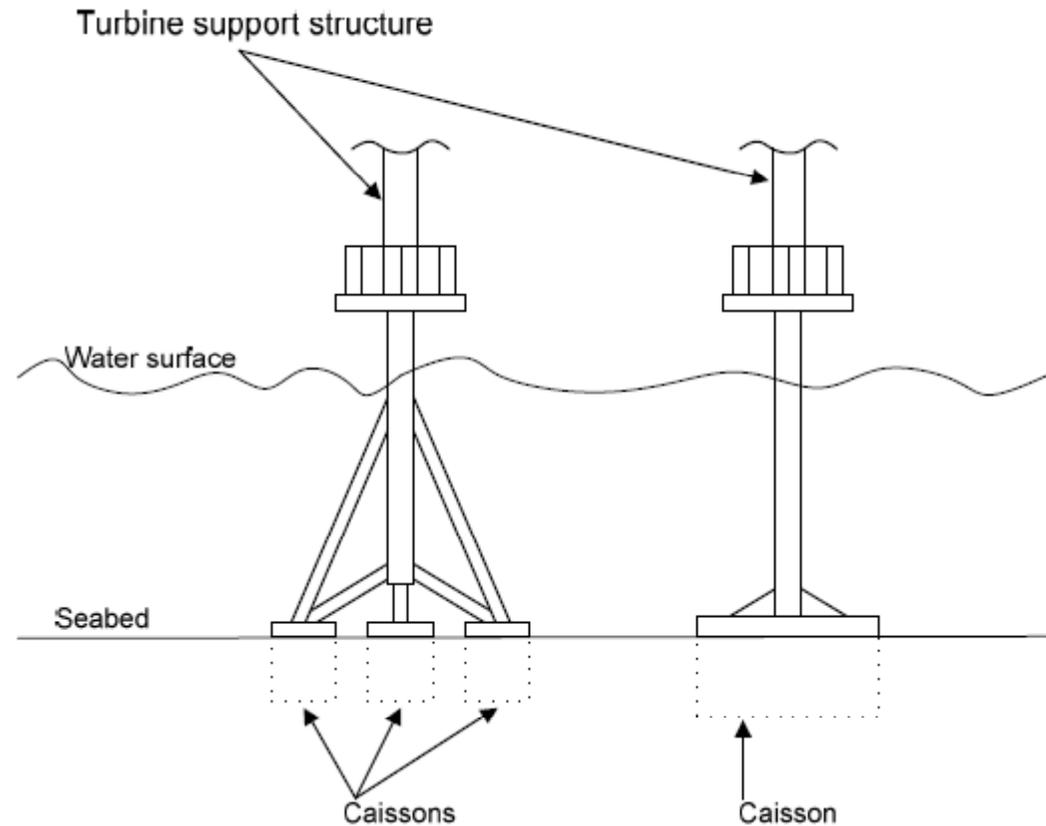
**Le type de fondation nécessaire de la turbine sera alors:  
les monopiles pour 0-20 m,  
multi-segments pour 20-50 m,  
bases flottantes pour 50-200 m**



# Fondations en caisson



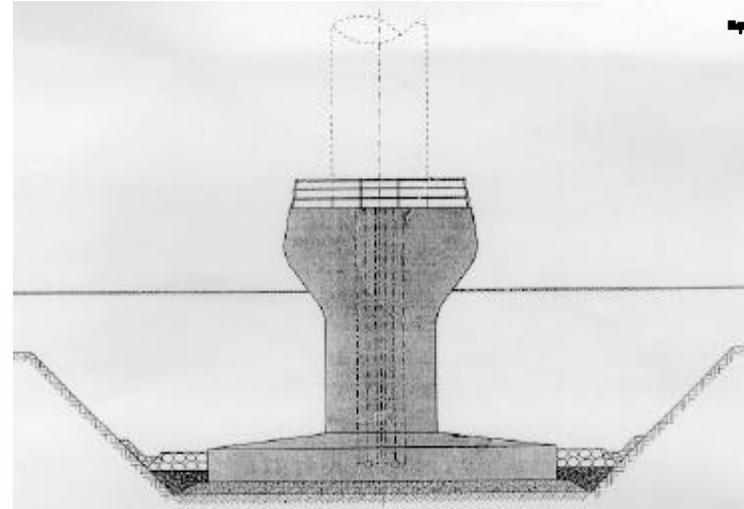
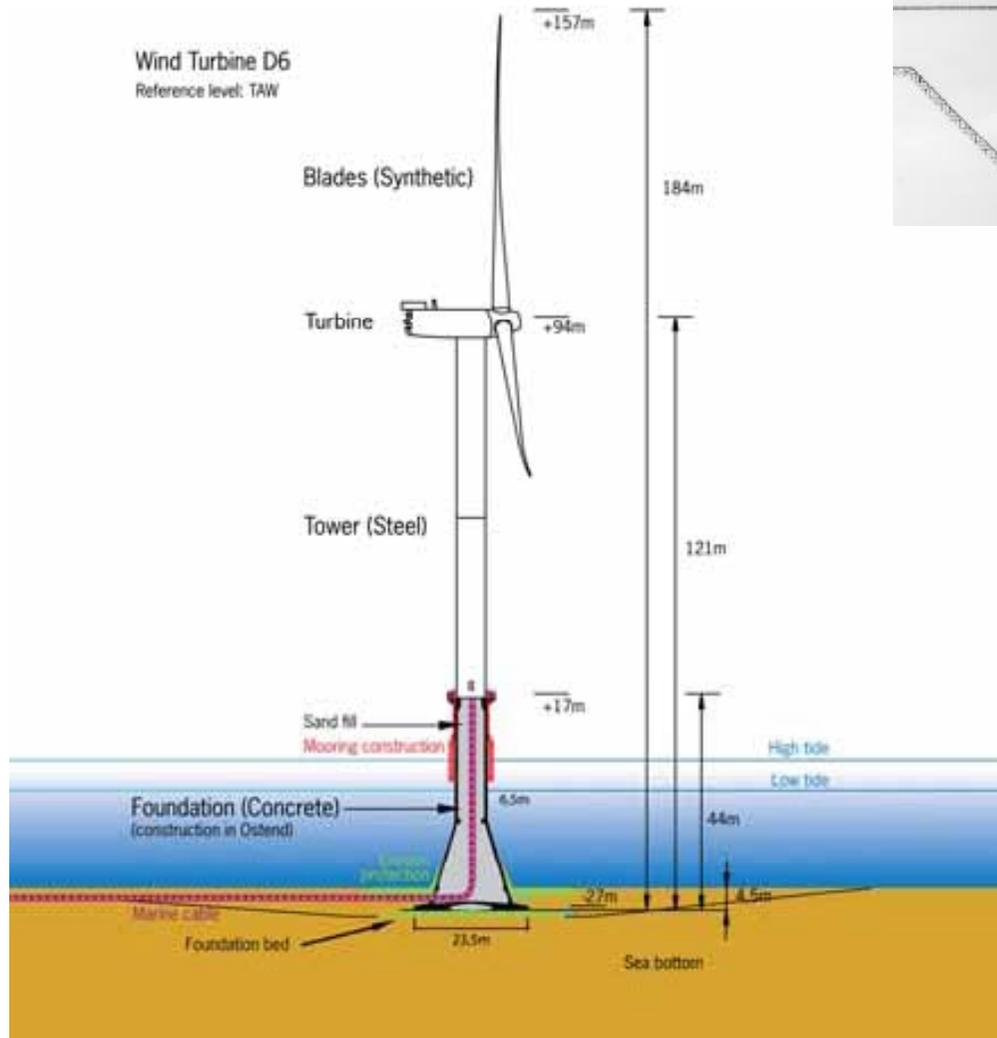
(a)



(b)

Concept Oxford University en Angleterre

# Fondations en Béton



# Base flottante

Consortium WINFLO:

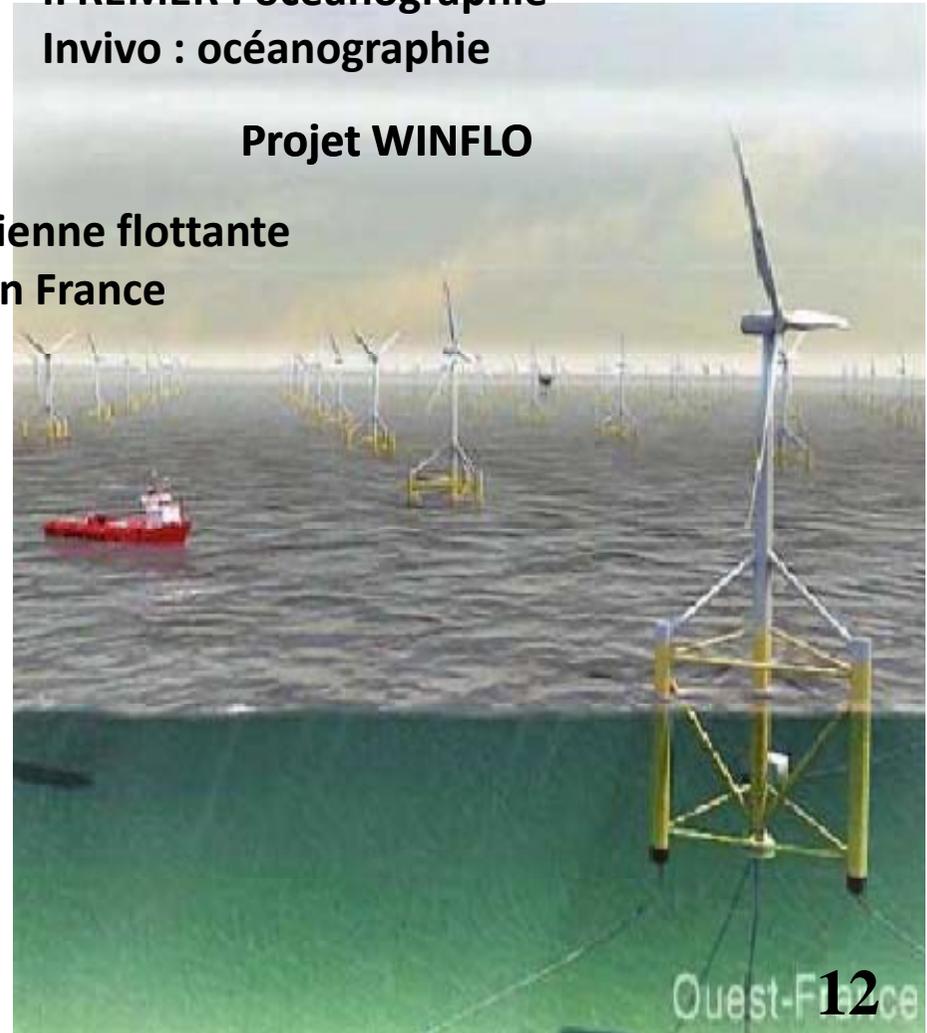
**Nass&Wind** : Développeur éolien

**DCNS** : conception, production, entretien de systèmes complexes navals

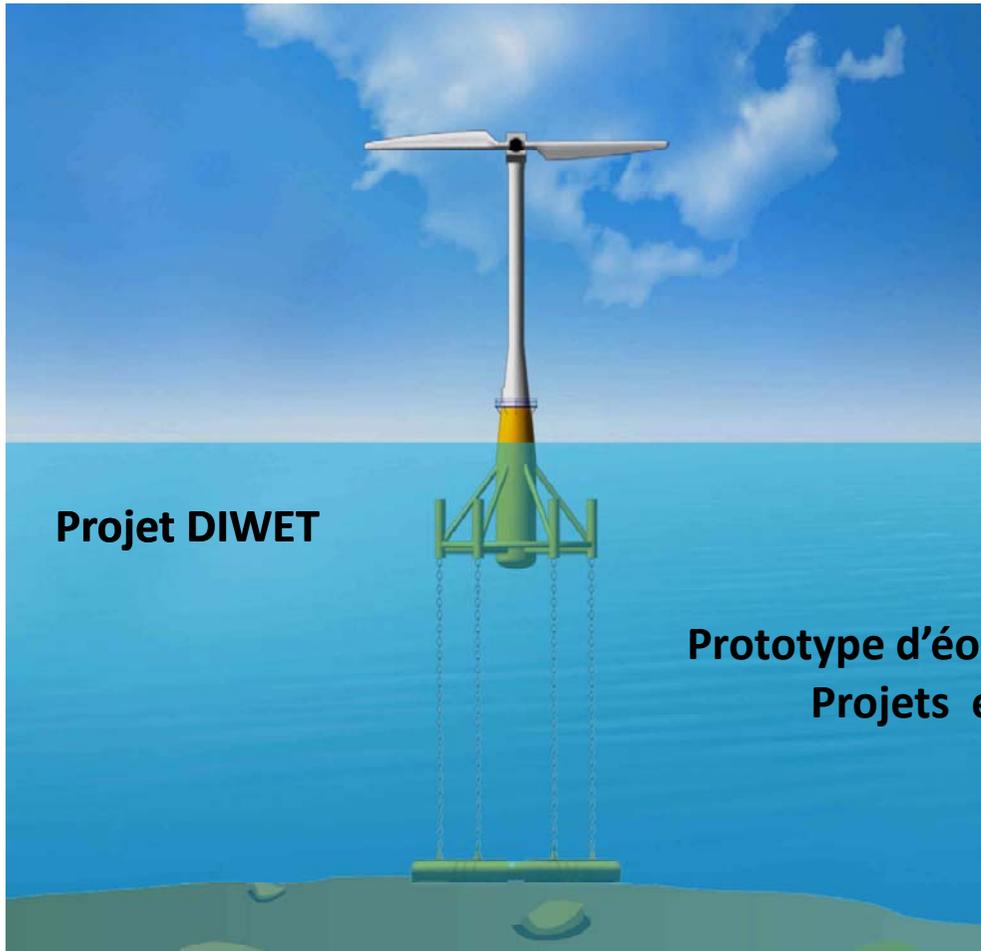
**IFREMER** : océanographie

**Invivo** : océanographie

**Projet WINFLO**



Prototype d'éolienne flottante  
Projets en France



**Projet DIWET**

Consortium DIWET:

**Blue H France** : éoliennes en eaux profondes

**Actimar** : Océanographie

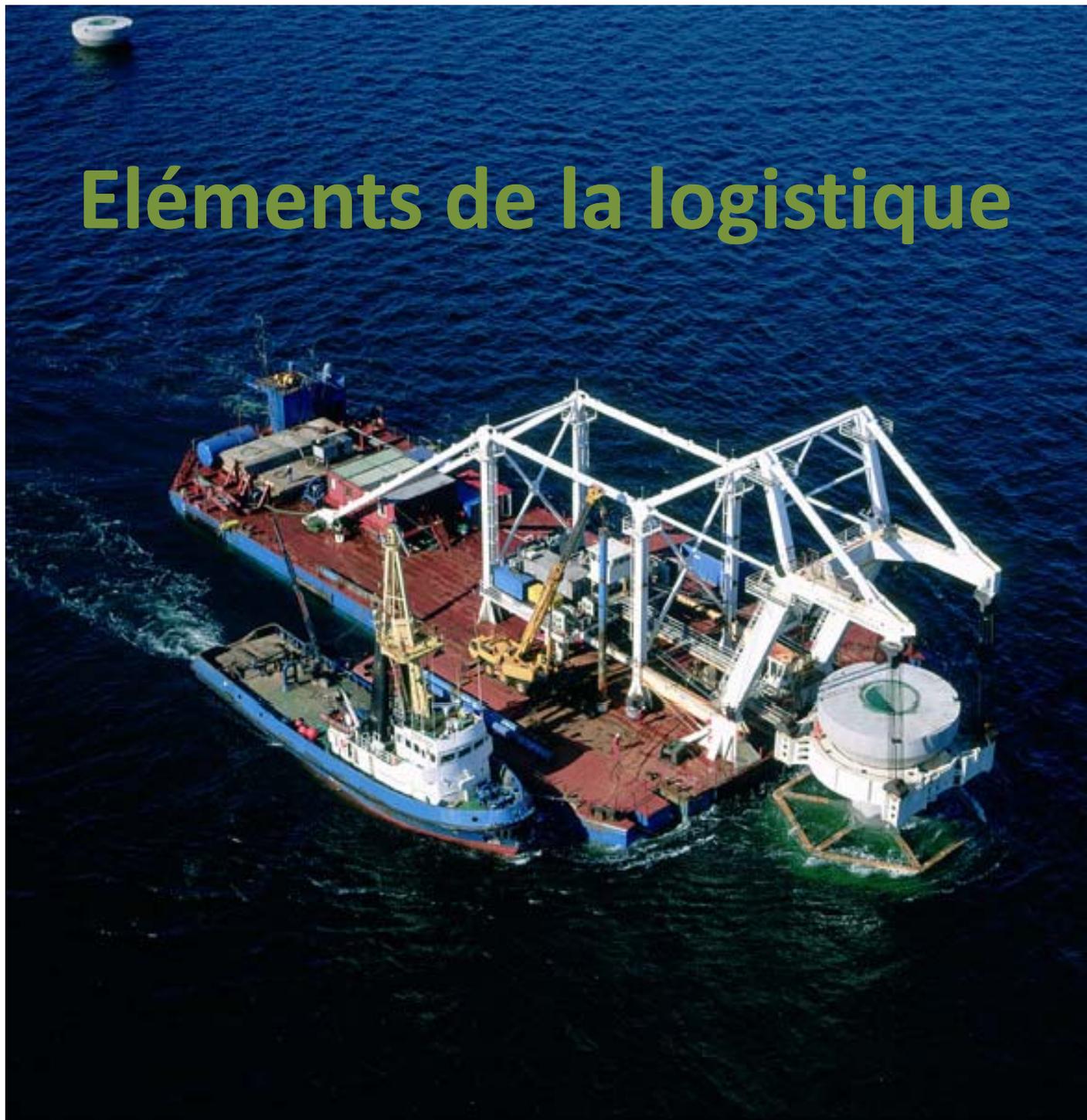
**Astrium** : composites

**Timolor** : Construction Navale

**Cetim** : Industrialisation

**Ecole centrale de Nantes** : modélisation et simulation

# Éléments de la logistique



# Eléments de la logistique



# Technical Data

3.6sl

**Arklow, Ireland 7x 3.6sl**  
**Capacité Totale: 25.2 MW**

## Operating data

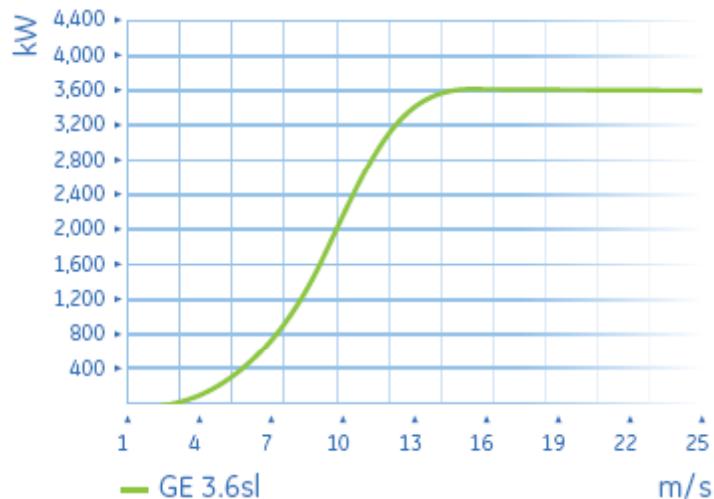
- Rated capacity: 3,600 kW
- Cut-in wind speed: 3,5 m/s
- Cut-out wind speed: 27 m/s
- Rated wind speed: 14 m/s

## Rotor

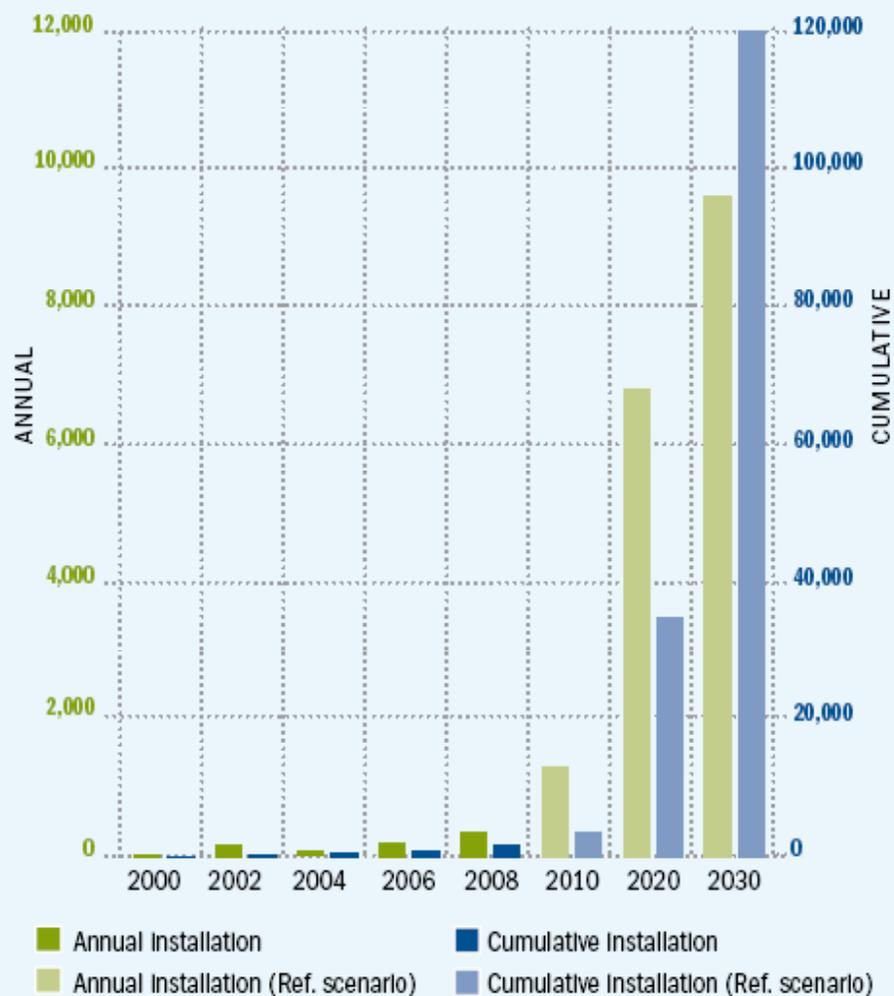
- Number of rotor blades: 3
- Rotor diameter: 111 m
- Swept area: 9677 m<sup>2</sup>
- Rotor speed (variable): 8,5 – 15,3 rpm

# Exemple de champ d'éoliennes offshore

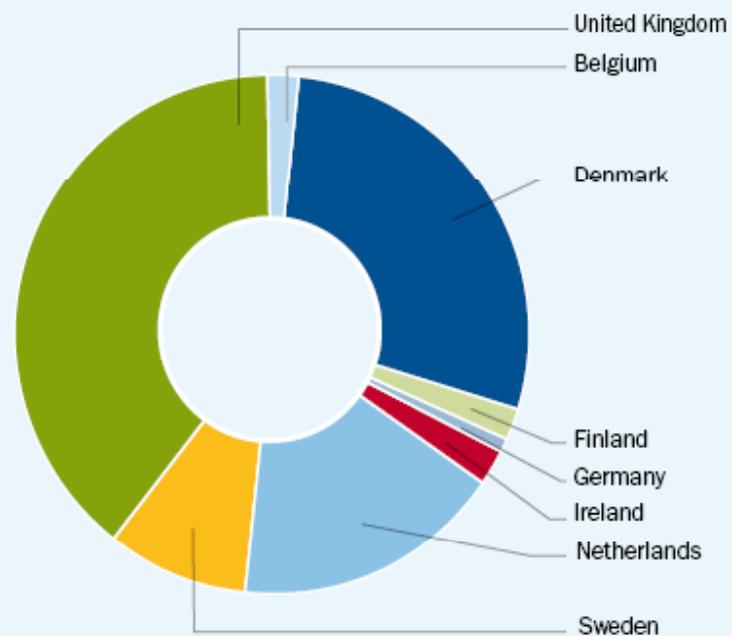
Power Curve



## Offshore wind market development in the EU up to 2008 and EWEA's scenarios up to 2030 (MW)



## Operational offshore wind farms



United Kingdom	39%	590,80 MW
Denmark	28%	409,15 MW
Netherlands	17%	246,80 MW
Sweden	9%	133,30 MW
Belgium	2%	30,00 MW
Ireland	1%	25,20 MW
Finland	2%	24,00 MW
Germany	1%	12,00 MW
<b>TOTAL</b>		<b>1,471,33 MW</b>

**Merci !  
pour votre attention**