Comité Français de Mécanique des Sols
et de Géotechnique

Recommandations pour la conception et le dimensionnement des fondations d'éoliennes offshore

Journée du 6 décembre 2018

P. BERTHELOT Président du Groupe de travail
A.PUECH Animateur du Groupe de travail

Journée du 6 décembre 2018

HORAIRE	TITRE	INTERVENANT(S)
09h00 – 09h30	Accueil des participants, café d'accueil	
09h30 – 09h35	Accueil	F. Emeriault (CFMS)
09h35 – 12h30	Présentation des « Recommandations pour la conception et le dimensionnement des fondations d'éoliennes offshore »	
09h35 – 09h45	Le marché français de l'éolien offshore	Alain Puech, Fugro GeoConsulting (Animateur du GT)
09h45 – 10h15	Présentation générale des « Recommandations » et de leurs points forts	Patrick BERTHELOT, Bureau Veritas (Président du GT)
10h15 – 10h45	Fonctionnement des éoliennes offshore : charges, sollicitations, interaction sol-structure.	Françoise ROPERS, Consultante, Terrasol
10h45 – 11h10	Pause	
11h10 – 11h30	Etudes et modèles de terrain – Stratégie des reconnaissances	Denys BOREL, Fugro GeoConsulting
11h30 – 11h50	Prise en compte des chargements cycliques avec application aux embases gravitaires	Alain PUECH, Fugro GeoConsulting
11h50 – 12h10	Comportement des monopieux sous charges horizontales	Christophe JAECK, Cathie Associates
12h10 – 12h30	Sécurité des pieux battus et forés adaptée au contexte français	Patrick BERTHELOT, Bureau Veritas
12h30 _ 12h50	Questions	
13h00 – 14h00	Pause déjeuner	

Journée du 6 décembre 2018

14h00 – 17h15	Avancées dans le domaine des fondations d'éoliennes offshore	
14h00 – 14h30	PISA: New design methods for offshore wind turbine monopiles	Byron BYRNE, Oxford University
14h30 – 15h00	The ALPACA project: investigating the axial and lateral, cyclic and static, behaviour of piles driven in chalk	Richard JARDINE, Imperial College
15h00 – 15h10	Questions	
15h10 – 15h30	Pause	
15h30 – 15h45	Introduction au Projet SOLCYP+	Jean-Claude DUPLA, Laboratoire Navier
15h45 – 16h05	Projet SOLCYP+ : Essais en centrifugeuse de monopieux sous chargements cycliques horizontaux dans du sable	Matthieu BLANC, IFSTTAR
16h05 – 16h25	Projet SOLCYP+ : Détermination des paramètres pour essais CNS d'interface roche-coulis	Alain PUECH, Fugro GeoConsulting
16h25 – 16h45	Projet SOLCYP+ : Essais d'interface roche-coulis: premiers résultats	Christophe DANO, Laboratoire 3SR
16h45 -17h15	Discussion et perspectives	

Recommandations pour la conception et le dimensionnement des fondations d'éoliennes offshore

Le marché français de l'éolien offshore

A. PUECH

INTRODUCTION

Le marché des éoliennes offshore est en plein développement sur les côtes françaises.

Aucun document français ne traite des **reconnaissances en mer** ni bien entendu du **dimensionnement des fondations de structures marines.**

EOLIENNES OFFSHORE

Projets d'éoliennes offshore sans cesse repoussés et revus à la baisse.

Le premier AO lancé en 2011 portait sur 5 sites et une puissance globale installée annoncée dans la fourchette 2500-3000MW.
Prix d'achat: 200 €/kWh.
Puissance ramenée 2100 MW par les soumissionnaires.
Seulement 4 sites attribués.
Premier site en production initialement prévu en 2018

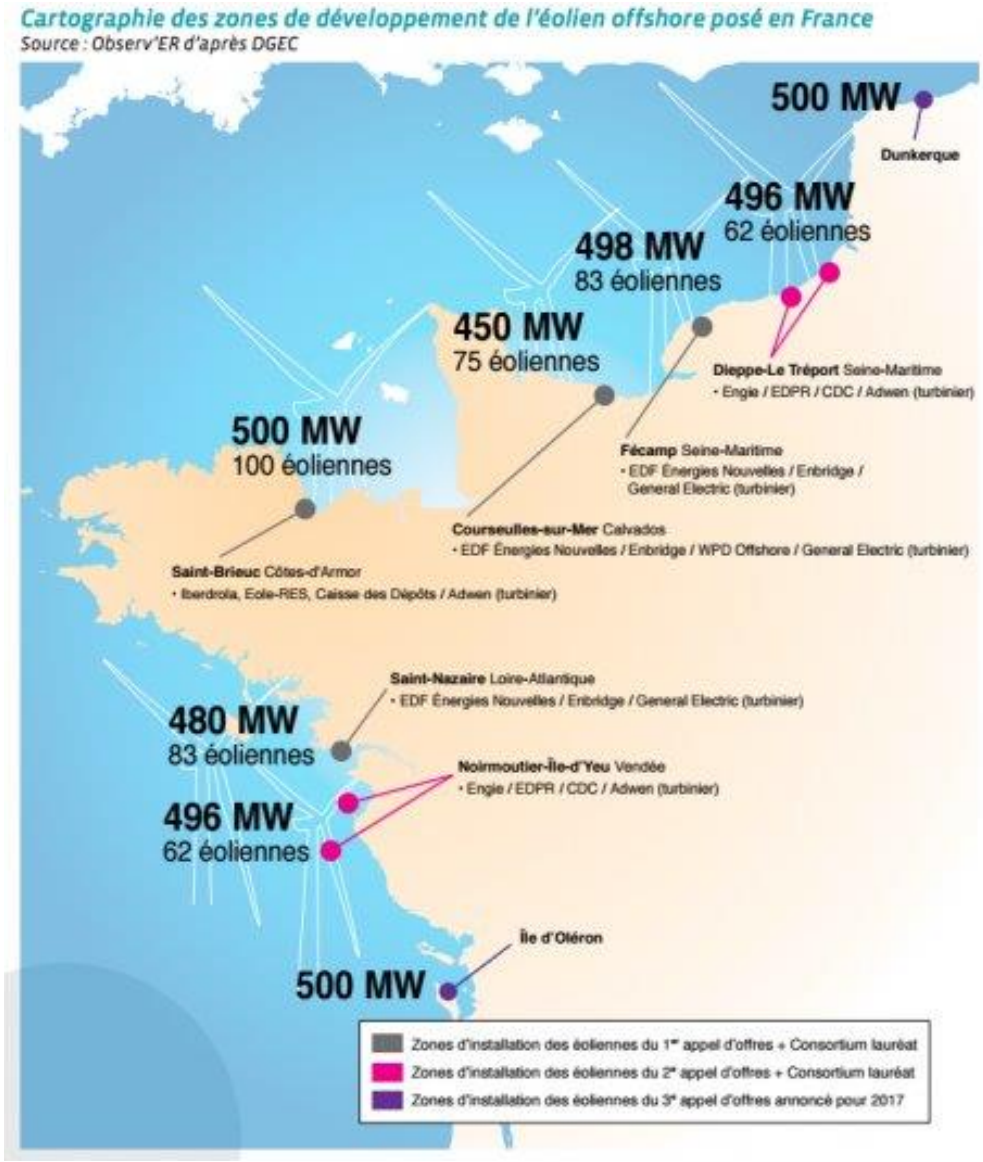
Procédures d'instruction inappropriées et très longues.
Re-négociation du prix d'achat en 2018: 150 €/kWh. Sites confirmés.

Première mise en production: 2021 (?)

En 2023-2024: 2500 MW (avec 5ème et 6ème site – 2ème AO)

En parallèle lancement de quelques projets pilotes d'éolien flottant.

EOLIENNES OFFSHORE FIXES



EOLIENNES OFFSHORE FIXES

Projet	Reconnaissance préliminaire	Reconnaissance finale	Dimensionnement
Fécamp (83 x 5 MW) Embases Gravitaires	X	X	D
St Nazaire (80 X 5 MW) Monopieux	X	X	D
Courseulles (75 x 5 MW) Monopieux	X	X	P
St Brieuc (62 x 8 MW) Jackets sur pieux	X	X	P
Le Tréport (62 X 6 MW) Jackets sur pieux	X	X	P
Yeu-Noirmoutier (62 x 6 MW) Jackets sur pieux	X	O	-
Dunkerque	Appel d'Offres en cours		
Oléron	Appel d'Offres à venir		

X = fait O = en cours 2018 P = préliminaire
D = dimensionnement détaillé en cours

CONDITIONS DE SOLS

Sur les côtes françaises, on rencontre:

- **Sols usuellement rencontrés jusqu'à présent:** traités par les codes (DNVGL*):
  Sables siliceux, argiles normalement à très fortement consolidées

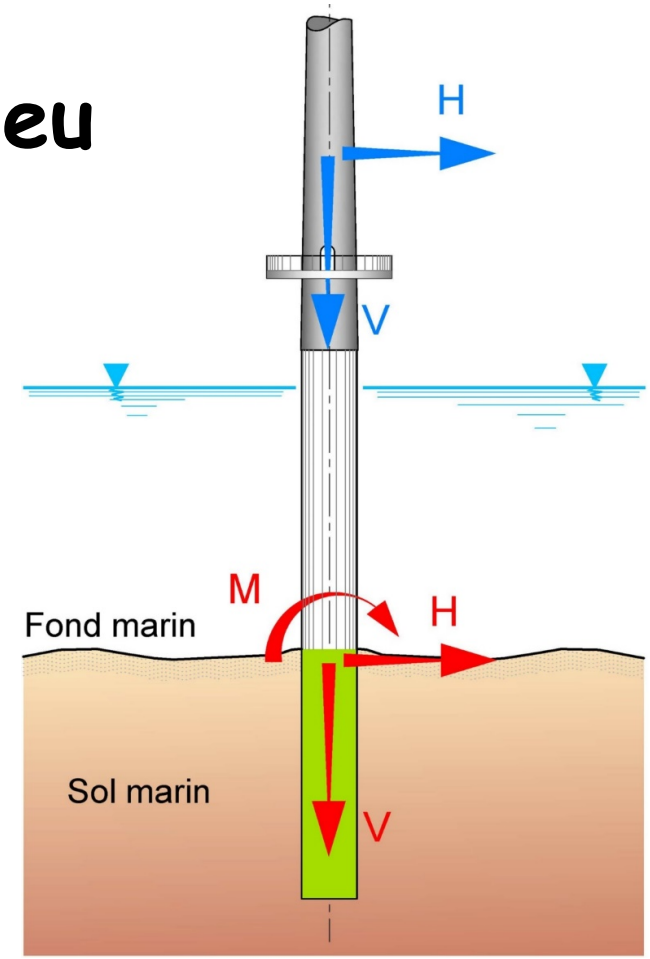
- **Sols déjà rencontrés** (e.g. UK) **mais difficiles et mal connus:**
  Craies
  avec la difficulté supplémentaire des bancs de silex fréquents !
  Actions de R&D en cours: ALPACA, SOLCYP+

- **Sols non rencontrés jusqu'à présent:**
  Sables carbonatés +/- cimentés et calcarénites (Rc < 5MPa)
  Marnes
  Roches moyennement dures à dures (10 < Rc < 100MPa).
  Fracturation variable.
  Expérience offshore très limitée. Non traités dans les codes.
  Recours aux pieux forés (expérience terrestre importante)

* DNVGL: Det Norske Veritas / Germanischer LLoyd

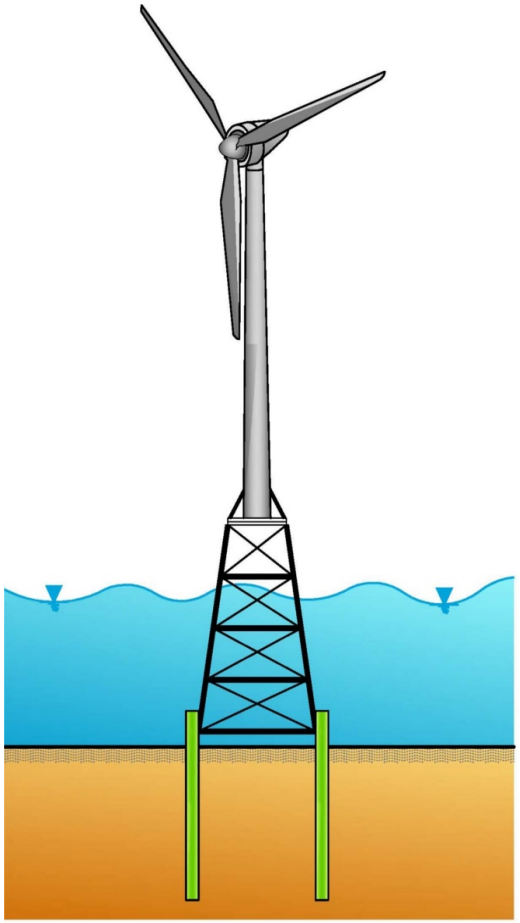
EOLIENNES OFFSHORE FIXES

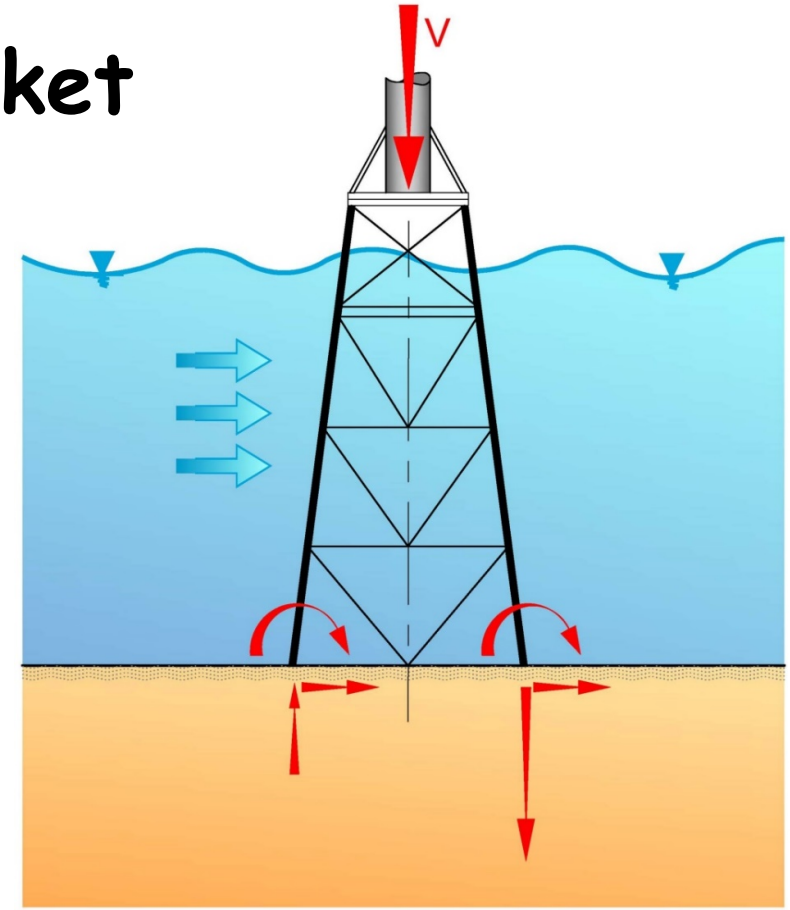
Monopieu



EOLIENNES OFFSHORE FIXES

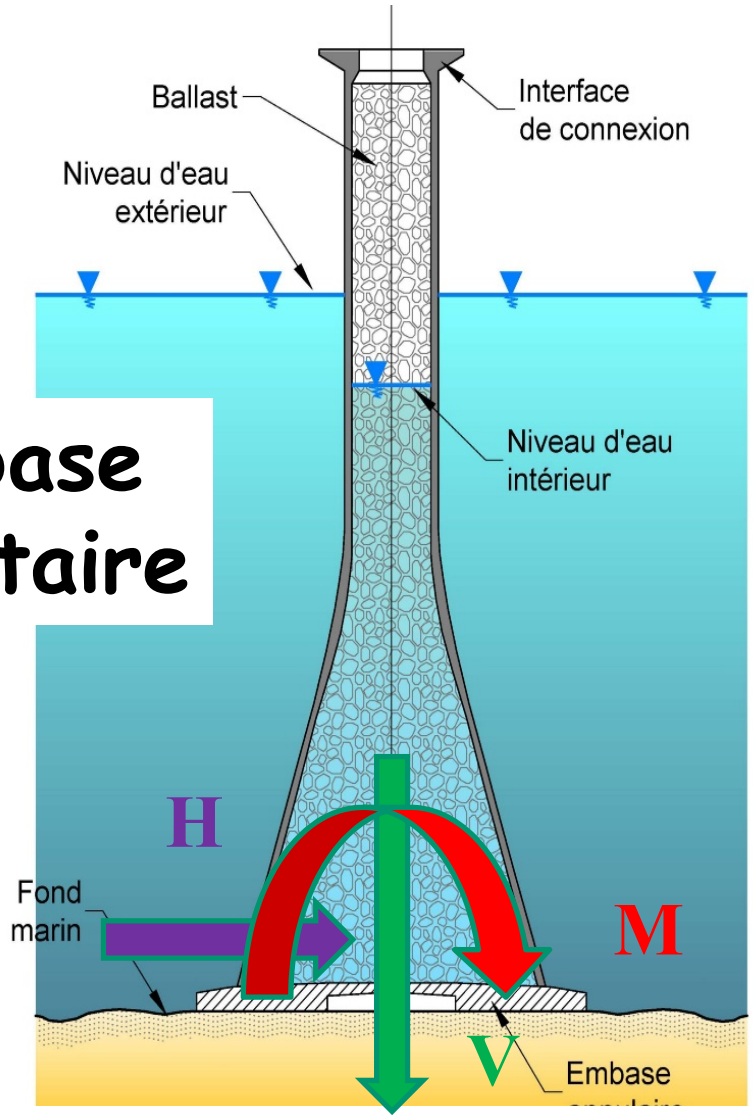
Jacket





EOLIENNES OFFSHORE FIXES

Embase gravitaire



EOLIENNES OFFSHORE FLOTTANTES

Projets pilotes

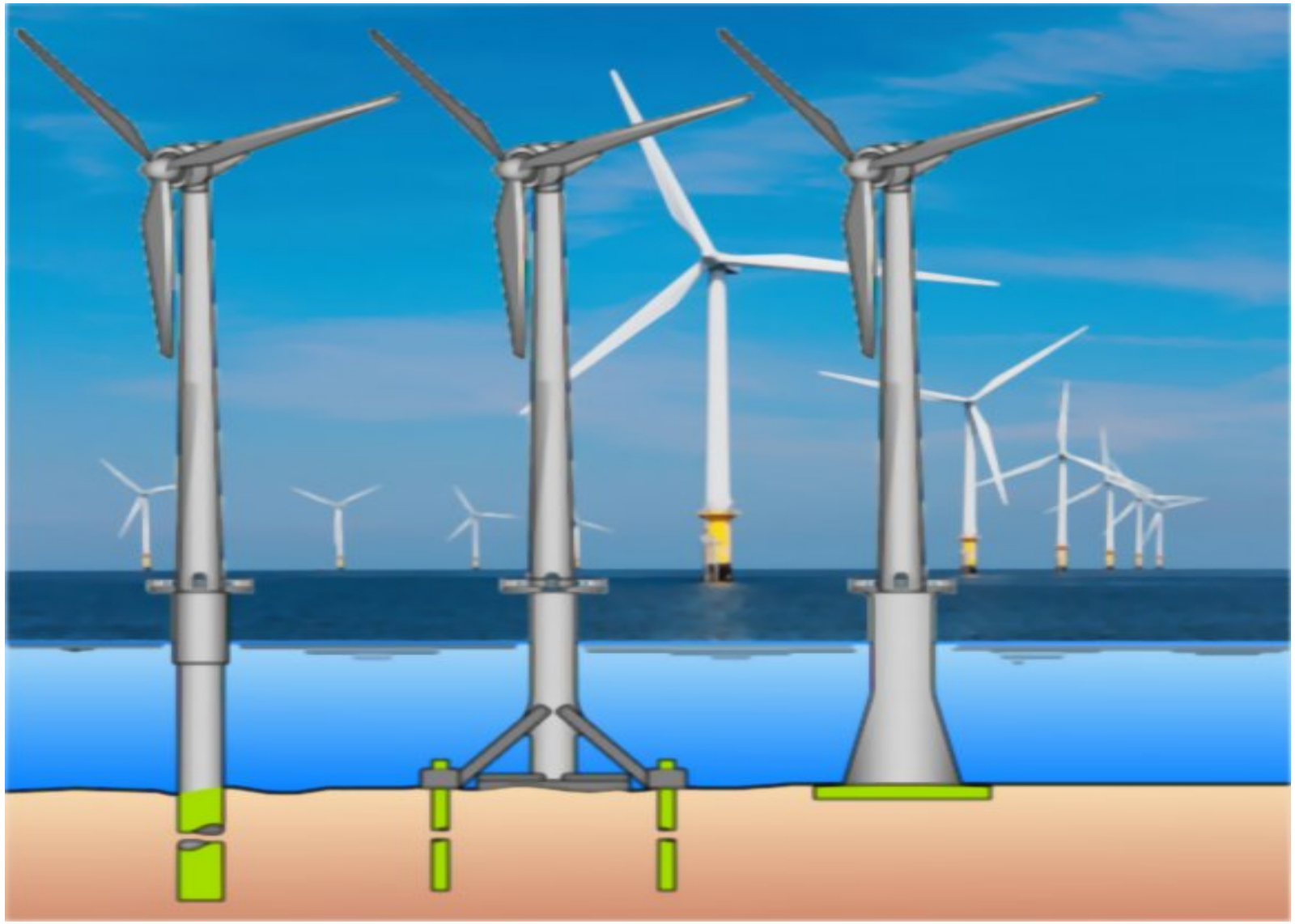
Projet	Reconnaissance préliminaire	Reconnaissance complète	Dimensionne-ment
Floatgen, Le Croisic (1 x 2 MW) Ancrage caténaire	X	X	X Installée
Gruissan (4 x 6 MW) Ancrage caténaire	X		P
Leucate (4 x 6 MW) Ancrage caténaire	O		P
Groix (4 x 6 MW) Ancrage caténaire	X		P
Provence Grand Large (3 x 8 MW) Ancrage tendu	X	X	D

X = fait O = en cours 2018 P = préliminaire
D = dimensionnement détaillé en cours

EOLIENNES OFFSHORE FLOTTANTES

Floatgen – Le Croisic; Gruissan

Provence Grand Large

Leucate

Merci de votre attention