

Groupe de Travail "Fondations d'éoliennes"

Spécificités des éoliennes Offshore

Sylvie Bretelle
Cathie Associates

Journée du 20 octobre 2009

Des conditions environnementales spécifiques

- ▶ Vent (+ grande vitesse)
- ▶ Houle
- ▶ Hauteur (profondeur d'eau qui s'ajoute à la hauteur de mat)
- ▶ Les éoliennes sont généralement de plus grande puissance : 5 ou 6 MW
- ▶ corrosion



Des contraintes d'exploitation



- ▶ Chocs de navires
- ▶ Protections des câbles
- ▶ Chaluts et pêches
- ▶ Fondations sous eau (non visibles)

Des fondations différentes

30% à 40% du cout de l'ouvrage

- ▶ Monopile,
- ▶ Tripode
- ▶ Caissons....
- ▶ Ancres pour structures flottantes



Des fondations différentes

WeserWind GmbH

Past – Present – ...



Des fondations différentes



Les moyens et contraintes d'installation différents induisent des solutions différentes :

- ▶ Pas de fondations coulées en place
- ▶ Purge possible mais difficile
- ▶ Fondations sur / dans des argiles molles
- ▶ on privilégie le **pieu battu** au pieu foré

Expérience développée pour le domaine portuaire et pétrolier, avec la mise en place de méthodes de dimensionnement spécifiques.

La reconnaissance



- La météo (interruptions par le vent, les vagues, les courants), Accès au site
- Stabilité des moyens de reconnaissance (positionnement)
- Outils géotechniques différents : CPT plutôt que pressiomètre, la récupération des échantillons (techniques de carottage), et des essais de laboratoire
- Densité d'essais plus importante (?) -> moins d'incertitude

Une plate forme de reconnaissance



Navire de reconnaissance



Reconnaisances Offshore



- ▶ Nécessite constante innovation technique pour faire face a la demande du marché.
- ▶ Coûts journaliers élevés (5k€ a 10k€ par jour?)
- ▶ => finir les contrats an respectant les délais
- ▶ => Préparation amont très détaillée
- ▶ => dialogue permanent avec le client – Travail collaboratif
- ▶ => capacité d'improvisation pour relever les problèmes inattendus posés par forages et essais en mer

Recommandations pour la reconnaissance



Document ISSMGE TC1 (Société internationale de mécanique des sols et d'ingénierie géotechnique)

La séquence de reconnaissance doit comporter:

- « desk study » : rassembler les informations existantes
- Topographie et géophysique
- Reconnaissance géotechnique et essais de laboratoire
- Reconnaissance géotechnique/géophysique complémentaire et essais de laboratoire si nécessaire

Table 7.3-1 TYPICAL SCOPE OF GEOPHYSICAL SURVEY FOR PLATFORMS

Survey purpose	Minimum survey area	Minimum depth	Means of survey
Seabed topography	Usually 1 km x 1 km in shallow water, 2 km x 2 km in deep water. Possible extension to 5 km x 5 km in areas with geohazards to incorporate possible platform location shifts etc.		Swath bathymetry, preferably multibeam
Seabed features			Sidescan sonar, line spacing 100-200 m depending on water depth, with sonar range set to provide 200 % coverage from line overlap.
Subsurface information		See geotechnical recommendations below	High-resolution / ultra high-resolution seismic survey for shallow geology and fault offset analysis. Line spacing: 100 m to 200 m depending on water depth. May be performed simultaneous with sidescan sonar. Also, 3D exploration seismic data (where available) to approximately 1.5 milliseconds for regional geohazard analysis and drilling hazard analysis to approximately 1000 m depth

Table 7.3-2 TYPICAL SCOPE OF GEOTECHNICAL SURVEY FOR PLATFORMS

Platform type	Scope of work	Penetration (m)	Sample testing
Piled platform	1 no. BH with samples every metre down to 15 m, thereafter sampling with less than 0.5 m gaps to 30 m, followed by alternate sampling and CPT (preferably (P)CPT) with less than 0.5 m gaps or 2 nos. BHs: one with sampling only and one with near-continuous CPT.	At least to pile penetration + 4 pile diameters or pile penetration plus pile group diameter, whichever is the greater *	Index testing, (see basic parameters Table 7.2-1). Testing for pile capacity and drivability, and for (static mudmat) bearing capacity (Table 7.2.-2).
	Continuous (P)CPTs at a location 5-10 m from the main borehole .	30 m	
Jack-up rig	1 no. BH with samples at every metre down to 15 m, and thereafter gaps less than 0.5 m.	30 m or anticipated spudcan penetration + 1.5 x spudcan diameter, whichever is deeper.	Index testing, (see basic parameters Table 7.2-1). Testing for static bearing capacity (Table 7.2-2)
	1 no. Continuous (P)CPT at a location 5 to 10 m from the main borehole and/or at each leg location.	20 m	

* Typical required penetrations may vary from 70m for sand and/or over-consolidated clay sites to 150m for normally consolidated clay sites. The borehole depth may also have to take into account aspects of well design, for example required conductor setting depth.

Une industrie différente

- ▶ Les principaux acteurs expérimentés sont habitués à d'autres normes
- ▶ Les risques engendrés par une rupture éventuelle sont différents (non humains) → Autres coefficients de sécurité (??)
- ▶ Les moyens de contrôle d'exécution onshore sont différents de ceux applicables offshore
- ▶ peu / pas d'expérience de construction d'éoliennes en mer en France

Installation de tripode offshore (Allemagne)



Charrue pour installer les cables

Exemples de projets



Réglementation - Questions



- ▶ Nécessité ? d'appliquer une réglementation qui n'a pas été écrite pour les conditions offshore. (ex : l'obligation de bureau de contrôle s'applique –t-elle?, si oui, quels bureaux de contrôle?)
- ▶ Quand cette réglementation ne s'applique pas, nécessité de convaincre pour l'utilisation de réglementations (API, ISO...) développées pour le domaine pétrolier (et en particulier pour l'offshore).

Merci de votre attention