

Projet National SOLCYP



SOLCYP+



SOLlicitations CYcliques des monoPieux d'éoliennes offshore

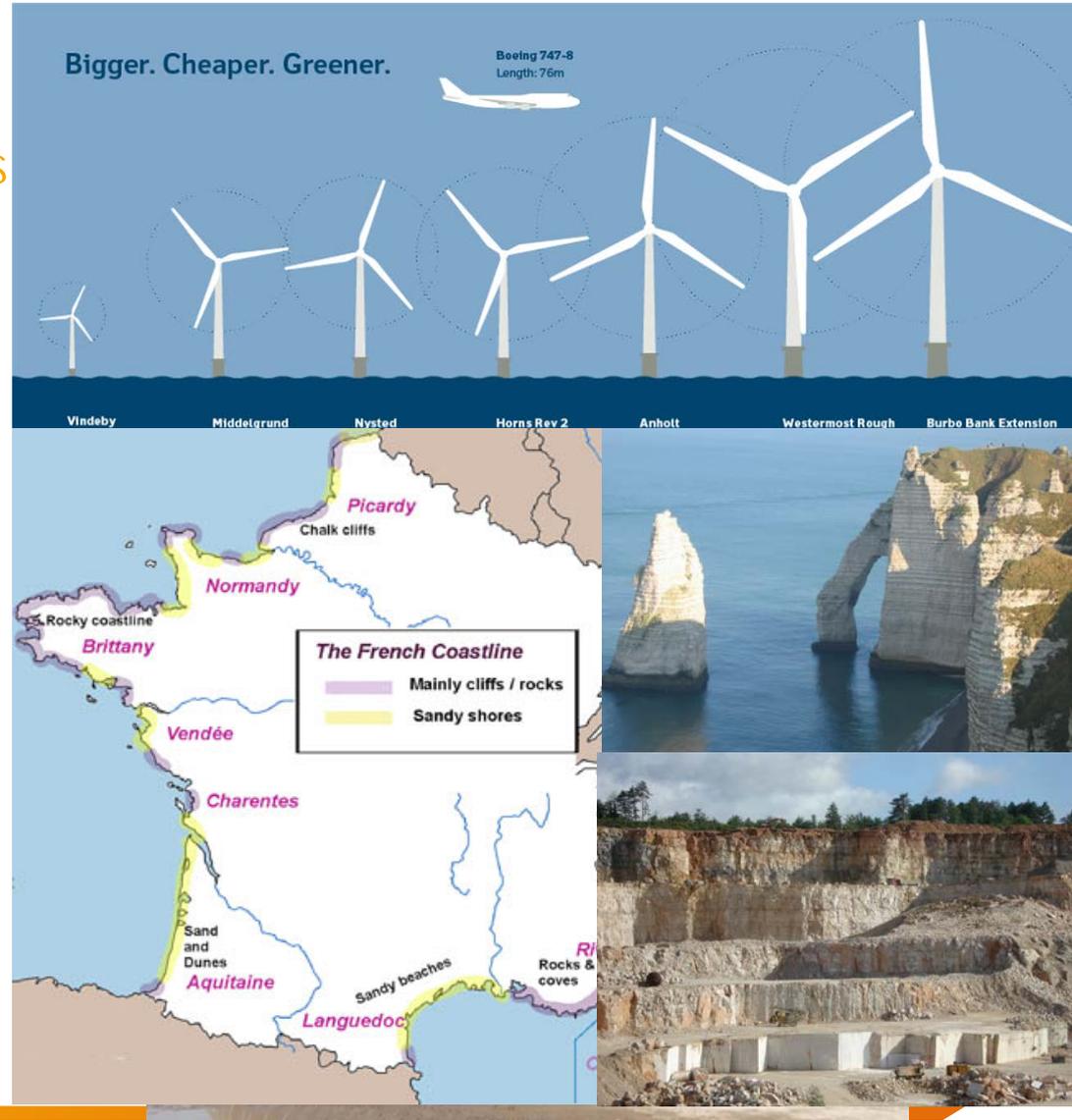


Lundi 13 mars 2017, Paris

SOLCYP – Journée de restitution



- ▶ Des Eoliennes de plus en plus puissantes et donc des monopieux de plus en plus gros
- ▶ Contexte particulier des côtes françaises avec une forte présence de roches carbonatées



- Améliorer la prise en compte de l'effet de chargements répétés dans les terrains sableux (contexte du futur parc d'éoliennes de Dunkerque) et d'autre part développer une procédure de conception dans les terrains carbonatés (matériaux rencontrés notamment sur les sites de St Nazaire, de Courseulles, de Fécamp et du Tréport).

SABLE

Effet de chargements
cycliques
Axial et latéral
Pieu rigide
Pieu battu

ROCHES CARBONATEES

Effet de chargements
cycliques
Axial pieu foré cimenté
Latéral pieu battu & foré
cimenté



WP 1: Project organisation
ENPC/FEM
 J.C. Dupla Scientific manager
 G. Damblans Project manager
 E. Palix Technical manager

WP 2: Effects of cyclic loading on the transverse response of monopiles
IFSTTAR Nantes M blanc

WP 3: Behavior of carbonate soils
3SR, Ch. Dano

WP 4: Behavior and modelling of monopiles in limestones
EDF R&D, E. Mallet
 Partners : EDF R&D, ENPC, IFSTTAR

WP 5: Design methods
IFSTTAR Paris, S. Burlon
 Partners : IFSTTAR Paris, LGCgE , INNOSEA , DONG, FEM , FUGRO

- Centrifuge driven piles, transverse, cyclic,
- Sand
- Postdoctoral (12m)

- 3D shear box interface, bored piles, sealing grout, cyclic, saturation
- Carbonate soils
- Postdoctoral (12m)

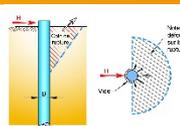
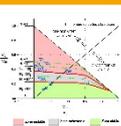
- Full scale tests and design methods
- Offshore wind farms, transverse, cyclic,
- Limestones
- PhD (36m)
- Confidential

- Design methods
- Axial, transverse, cyclic
- Sands, chalk, carbonate soils.
- Postdoctoral (18m) and PhD (36m)



- ▶ Réalisation d'essais en centrifugeuse
 - 6 conteneurs
 - 6 pieux par conteneur
 - 36 tests

- ▶ Modelisation de conditions aux limites réalistes
 - Géométrie du pieu et raideur
 - Sable dense (Sable de Fontainebleau)
 - Mode d'installation du pieu (battage en vol)
 - Chargements cycliques transversaux
 - Présence d'eau



- ▶ Essais d'interface à la boîte de cisaillement direct 3D (BCR3D)
- ▶ Objectifs
 - Base de données sur le comportement de l'interface pieu / roche tendre carbonatée
 - Rhéologie et géométrie de l'interface après chargement répété
- ▶ Continuité des tests réalisés pour Solcyp (Tata, 2015)

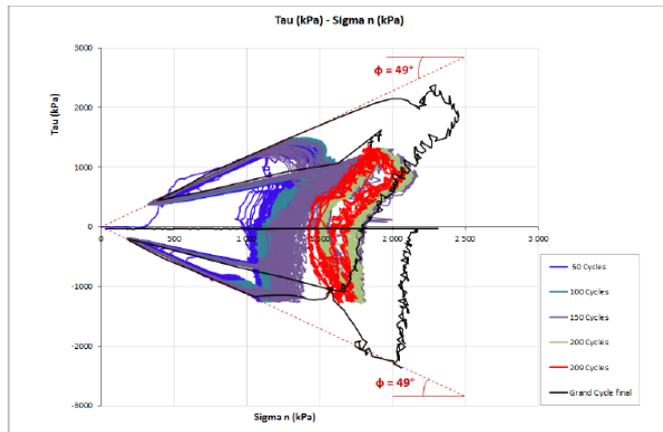


Figure 6.3.4.q : Chemin des contraintes (évolution de la contrainte de cisaillement et de la contrainte normale) au cours du cisaillement de l'interface

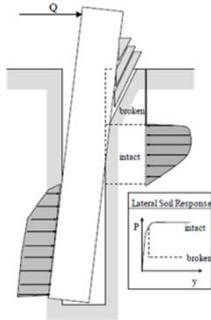


- ▶ Dimensionnement sous chargement cyclique de fondations de type « mono-pieu » des éoliennes installées dans la roche tendre
- ▶ Thèse commencée en Octobre 2016
- ▶ 4 partenaires



THE UNIVERSITY OF
WESTERN AUSTRALIA

- ▶ Thèse non éligible et confidentielle

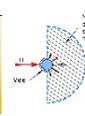
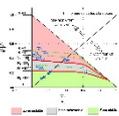


Erbich, 2004 Chipper

&

$$\frac{y_N}{y_1} = 1 + \frac{0,235}{CR} \cdot \log(N) \cdot \left(\frac{H_{amplitude}}{H_{max}} \right)^{0,35}$$

Applicable aux calcaires???

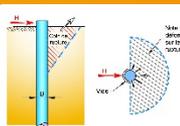
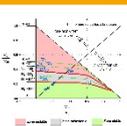
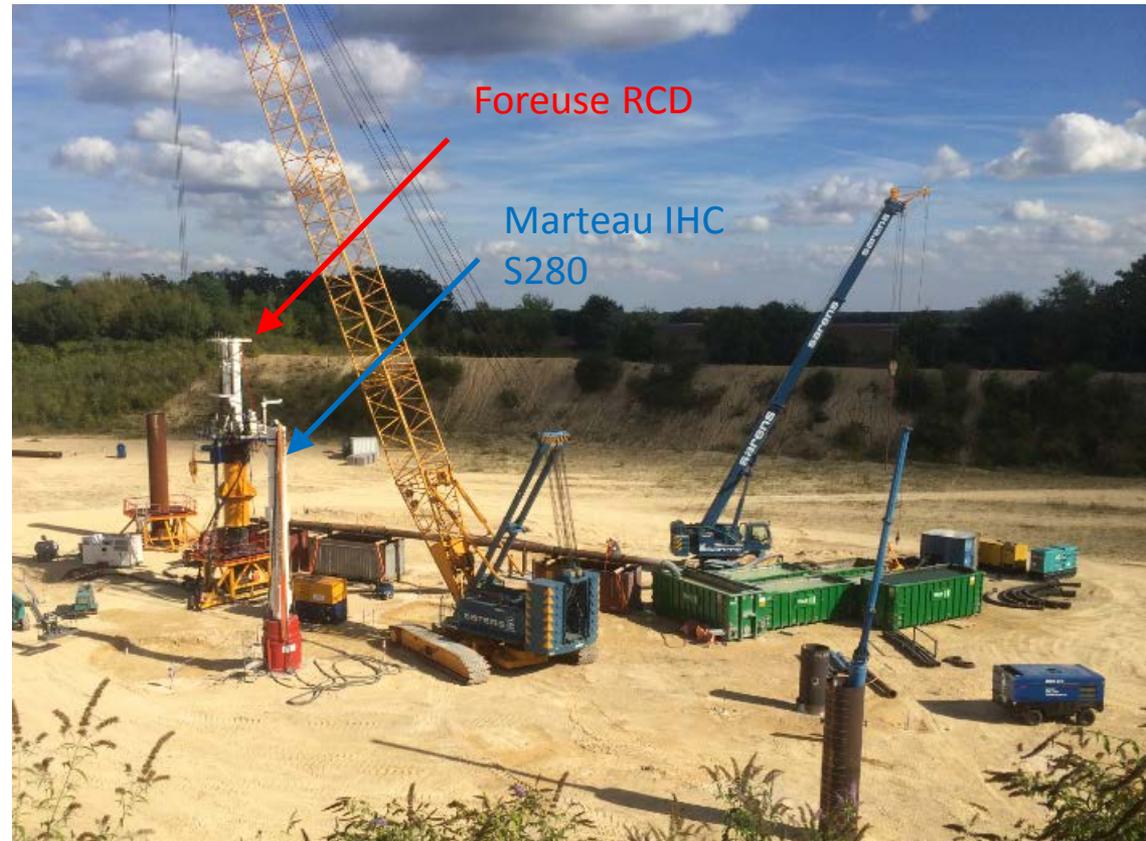


► 11 pieux

- 5 pieux de 0.76 m de diamètre
- 6 pieux de 1.2m de diamètre
- ratio L/D variant de 2.7 à 4

► Installation

- Pieux battus ou DDD (battu / foré / battu)
- Pieux forés cimentés



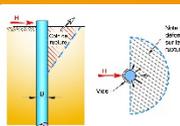
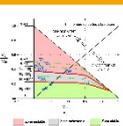
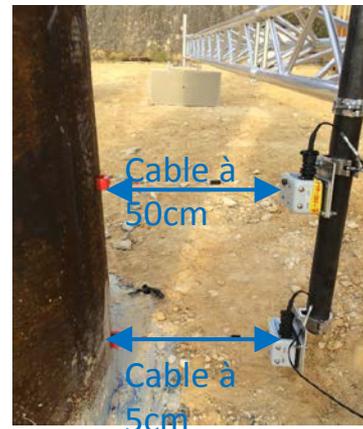
► Bâti de chargement

- Charge horizontale max de 2.5MN
- Charge appliquée à 5m de hauteur
- Période des chargement cycliques: 10 to 60s



► Capteurs:

- De charge et de déplacement sur le vérin
- 4 potentiometres par pieux au niveau du sol
- Une ligne de fibre optique par pieu
- 2 lignes d'inclinomètres et 1 ligne d'extensomètre pour les pieux de 1.2 m (IFSTTAR)

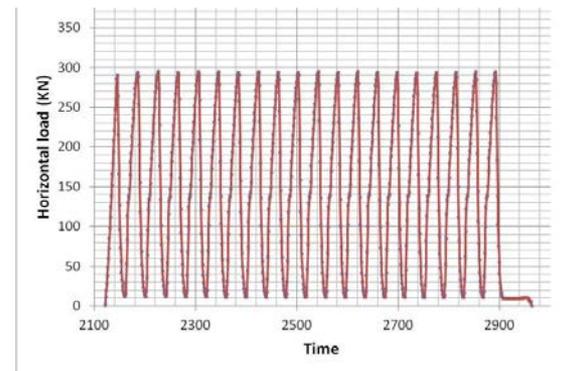
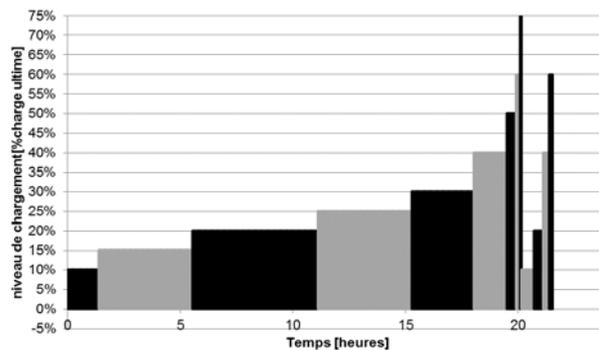


► Rex instrumentation

- La fibre optique a survécu au battage
- La fibre optique et les extensomètres donnent des valeurs cohérentes
- Beaucoup de données à traiter, mais cela reste gérable grâce à une bonne anticipation du format et des fréquences d'acquisition

► Programme de test

- Inspiré du programme de recherche PISA
- Travaillé conjointement avec Edf EN, Fugro, EDF R&D, M. Randolph (UWA) & J. Sulem (CERMES)
- Jusqu'à 3000 cycles réalisés à une amplitude donnée
- 4 essais cycliques de 2 * 12h



► Tâche 1: (IFSTTAR)

- L5-1-1: Logiciel de calcul pour le dimensionnement de pieux et monopieux sous chargement cycliques axial dans du sable
- L5-1-2: Manuel d'utilisation

► Tâche 2: (IFSTTAR)

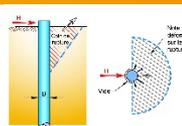
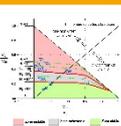
- L5-2-1: Logiciel de calcul et procédure pour le dimensionnement de monopieux sous chargement cycliques transversal dans du sable
- L5-2-2: Manuel d'utilisation

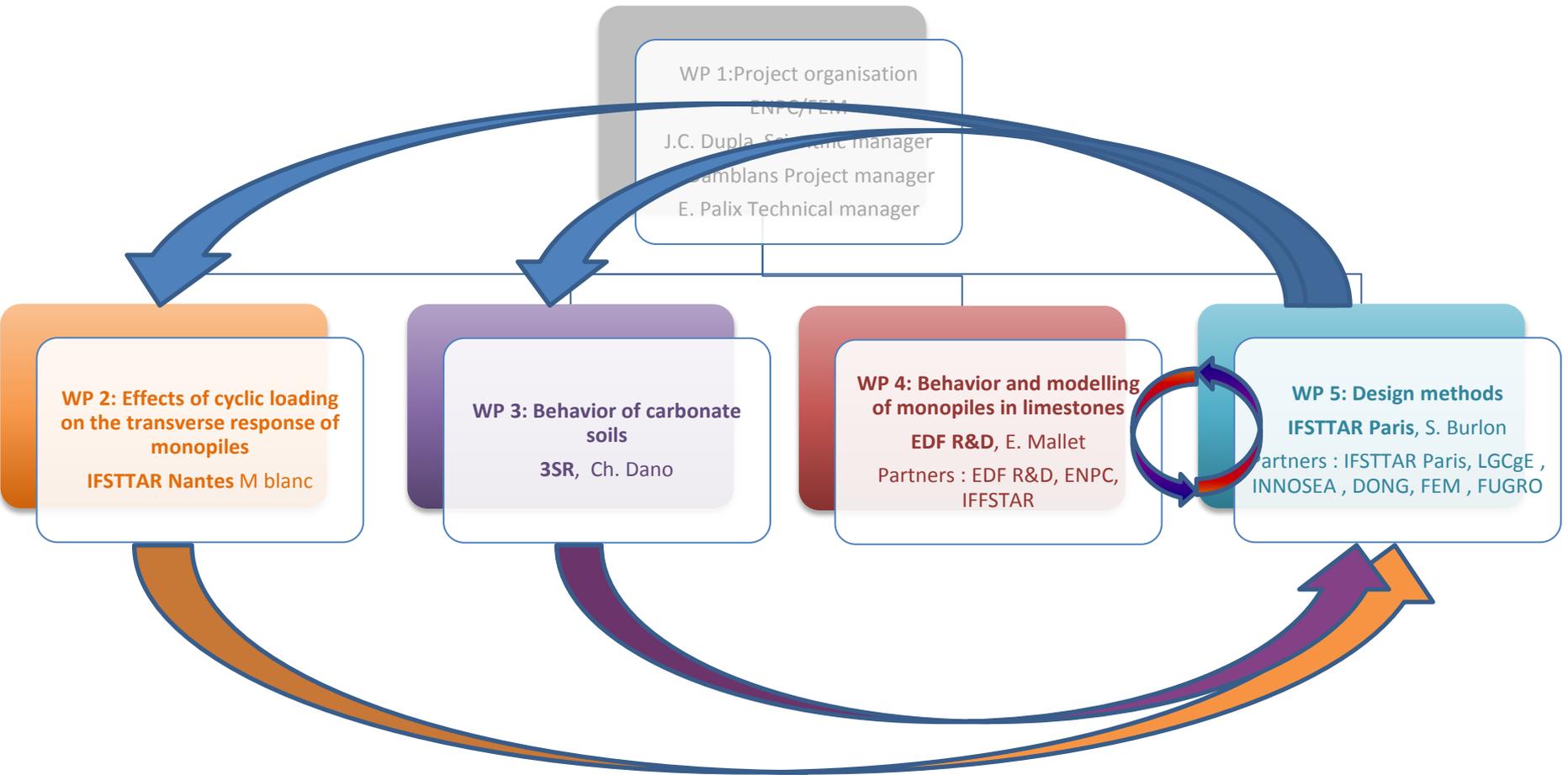
► Tâche3: (LGCgE)

- L5-3-1: Rapport bibliographique sur le comportement de pieux dans de la craie
- L5-3-2: Méthode de calcul de pieux et monopieux dans des craies
- L5-3-3: Rapport de thèse

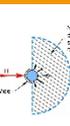
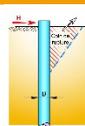
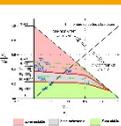
► Tâche 4: (INNOSEA)

- L5-4-1: Développement de méthodes de dimensionnement
- L5-4-2: Détermination de chargements au niveau du sol pour le cas d'un monopieu supportant une turbine de plus de 8MW
- L5-4-3: Comparaison des méthodes de dimensionnement conventionnelles et de la méthode alternative développée par Solcyp+





- ▶ Projet inscrit dans la continuité de Solcyp
- ▶ Projet de 3 ans qui vient juste de commencer en février 2017
- ▶ Projet ambitieux avec des moyens raisonnables
- ▶ WP6: Dissémination (plateforme internet FEM, publication, colloques CFMS et recommandations)
- ▶ Volonté de consolider le travail collaboratif entre universitaires et industriels français de Solcyp sur une problématique de dimensionnement de fondations offshore



Site = centre de gravité sur la direction Ves

