



cetim

Innover
en mécanique



Etat de l'art du CND sur les éoliennes

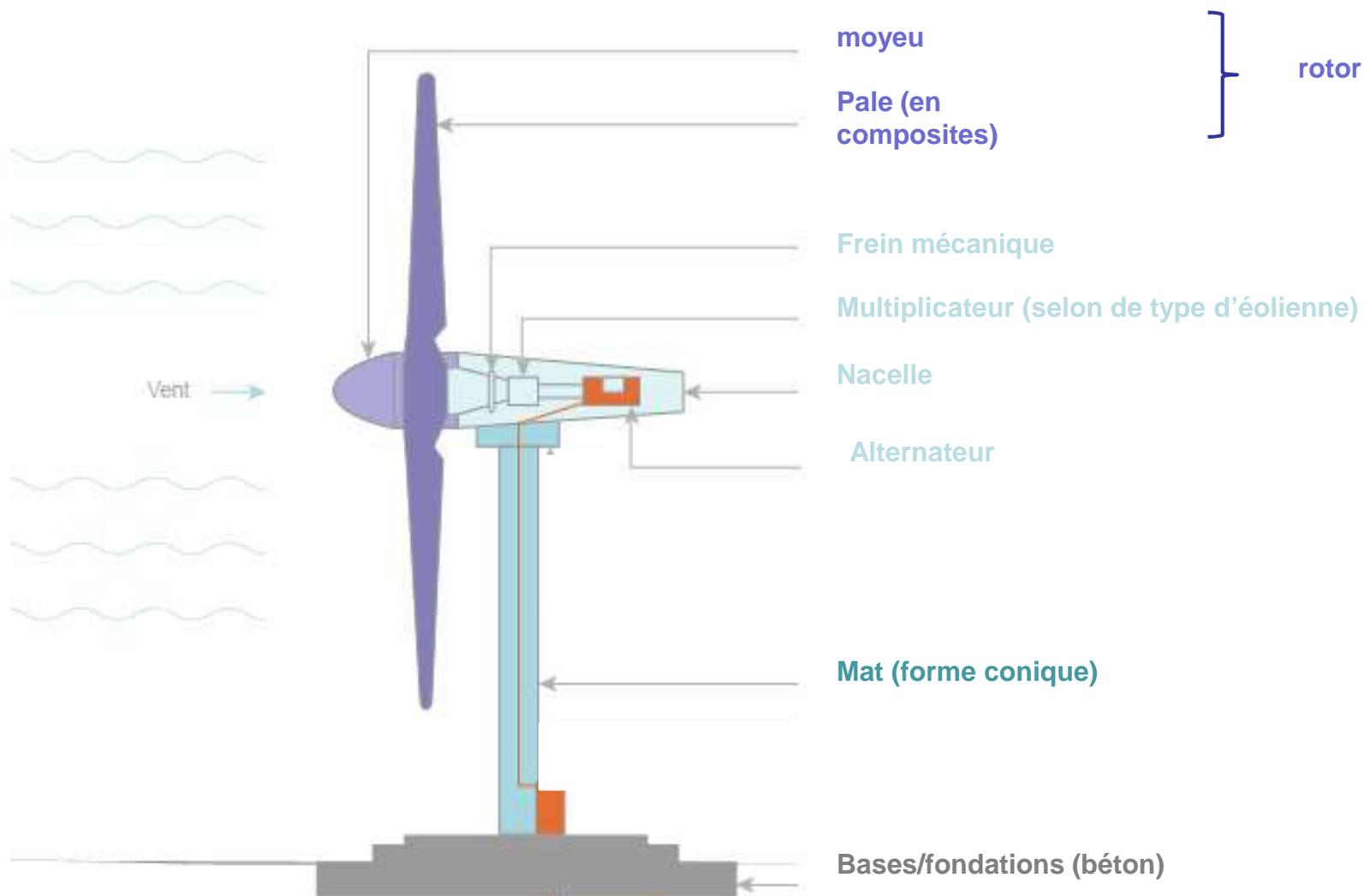
François BERTHELOT

francois.berthelot@cetim.fr

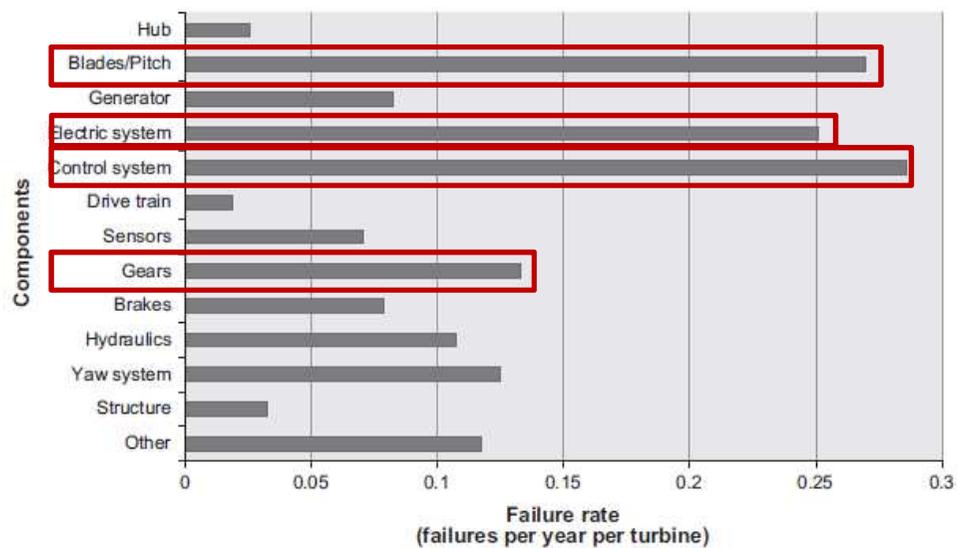
Sommaire

- Schéma général d'une éolienne
- Problématique des éléments mécaniques dans la nacelle
- Problématique des pâles
- Problématique des mats
- Spécificité des éoliennes offshore

Différents éléments constituant d'une éolienne



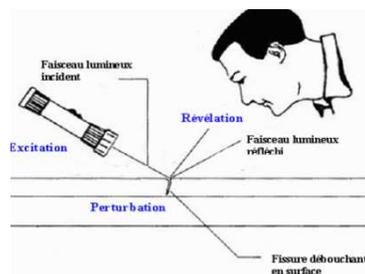
Défaillances sur une éolienne



Cas des pales

- Méthodes utilisées

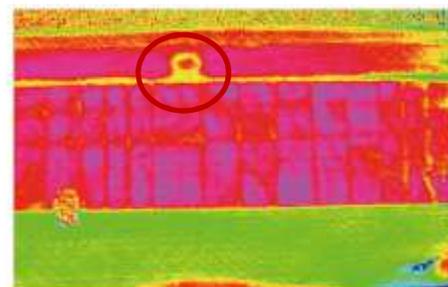
- Contrôle visuel



- Contrôle par ultrasons (mono ou multiéléments)

- Méthode pouvant répondre ponctuellement à un besoin

- Taping/résonance
- Shearographie
- Thermographie (méthode globale - limitée en épaisseur)

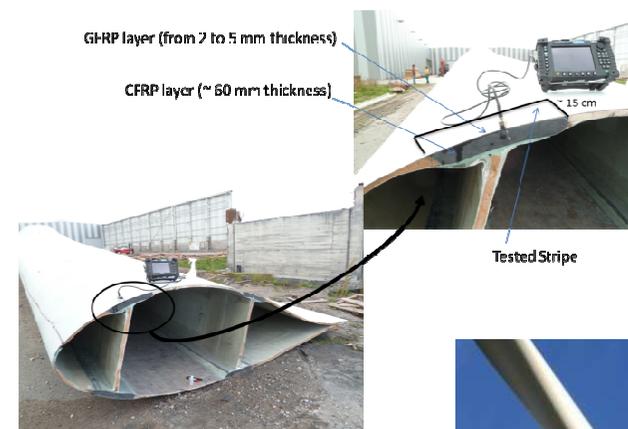


www.flir.com

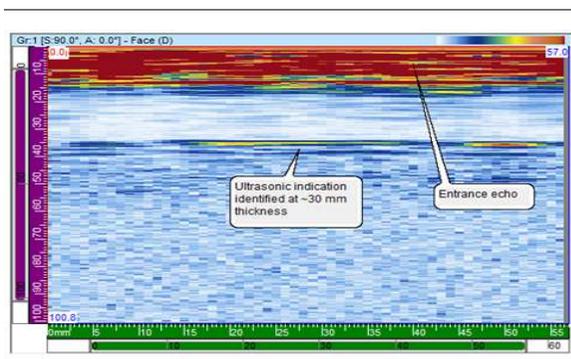
Cas des pales

- Problématique :

- Structures composites hétérogène
- Empilement de multi-matériaux (verre, carbone, mousse, balsa, nomex, ...)
- Une seule face accessible
- Structure épaisse (plusieurs cm)



- Critères d'acceptation (nécessité d'avoir une pièce de référence)



<http://www.sofranel.fr>



Les défauts recherchés

- Défauts de fabrications :
 - Vides, manque d'imprégnation
 - Manque de colle,...

- Défauts d'utilisation
 - Décollement
 - Délaminage
 - Fissures,...

- Les zones critiques:
 - Le pied pôle : jonction pôle/rotor
 - Les collages : bord d'attaque, de fuite, longerons/peaux
 - Les jonctions longerons/structure, sandwichs/monolithique,...

Cas des éléments mécaniques présents dans la nacelle

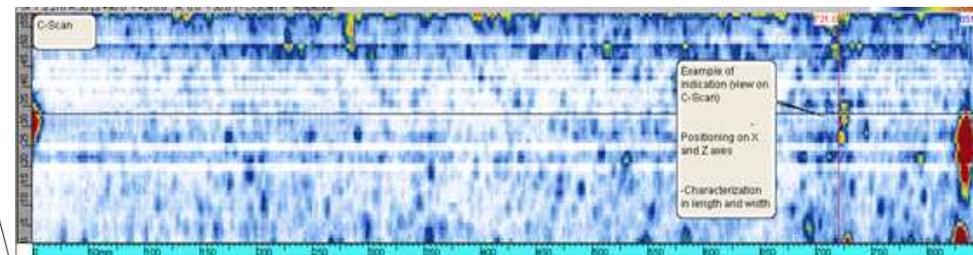
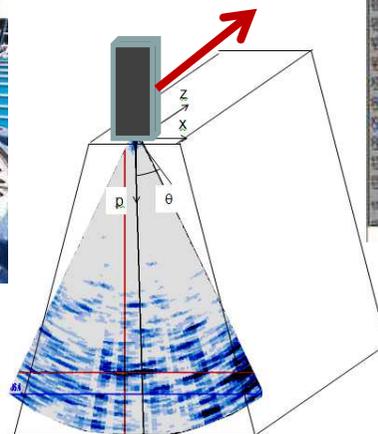
- Boite de vitesse (multiplicateur)
 - Contrôle visuel indirect (endoscopie)
 - Recherche des désalignements et des casses de roulements



<http://www.olympus-ims.com/fr>



- Si démontage possible (PT, MT et/ou UT)

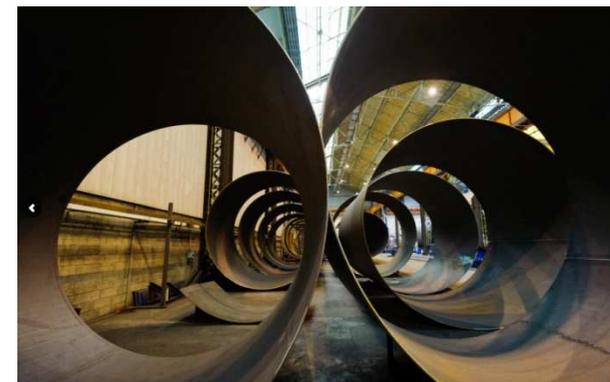


Utilisation des ultrasons multi-éléments (recherche de fissures en pied de dentures)

Cas des mats

- Problématique :

- Structures métalliques (rarement en béton)
- Tôles mise en forme puis soudées



<http://images.developpement-durable.gouv.fr>

- Contrôle mis en œuvre (en fabrication et maintenance)

- Contrôle visuel de la structure
- Contrôle des soudures
 - ➔ Surfacique : magnétoscopie/ressuage (ACFM)
 - ➔ Volumique : Radiographie/ultrasons/TOFD
- Méthodes normalisées (nécessité d'avoir des critères d'acceptations adaptés)

Cas des éoliennes offshore

- Différentes architectures (+ éolien flottant en développement)



Monopilier

Pièce de transition



jacket



Tripod

Pièce de transition



Fondations gravitaires

- Contraintes plus fortes que sur terre
 - Fort niveau de contraintes (flexion) due au vent et aux vagues
 - ➔ Dégradation de la **pièce de transition** entre le mats et le/les piliers
 - ➔ Apparition de fissures de fatigues
 - Présence de l'eau de mer : accélération du phénomène de corrosion

Cas des éoliennes offshore

- Contrôle en maintenance beaucoup plus problématique

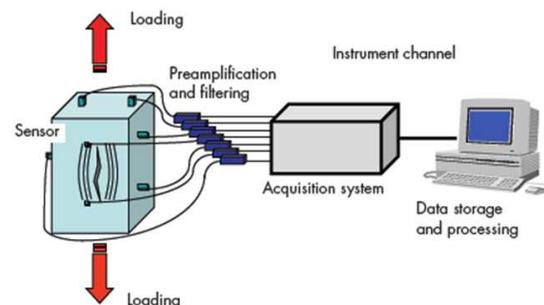
- Recours à la surveillance (SHM)

- ➔ de la structure (mat)
- ➔ de la pièce de transition



- Techniques préconisées

- ➔ Contrôle par émission (recherche des défauts évolutifs et de la corrosion)



- ➔ Capteurs de déformation
- ➔ Mesures de vibrations (Accéléromètres)

Débat, questions,...

Merci de votre attention.