

## Groupe de Travail "Fondations d'éoliennes"

Éoliennes; règles et fondations accidentées;  
Retour d'expérience  
par Alexander Martin, CTE

# Sommaire

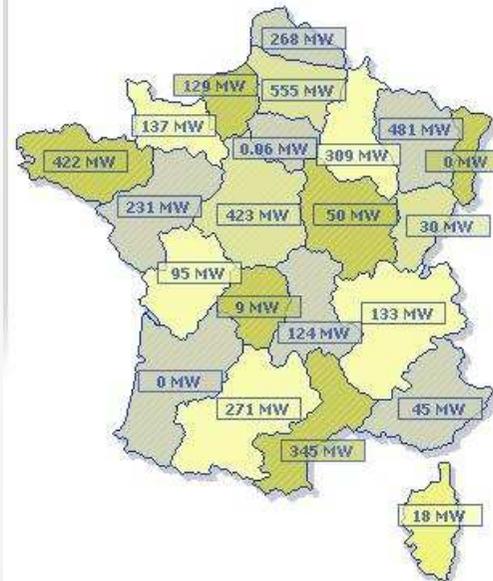
---



- Situation actuelle en France
- Expérience de CTE dans la conception des fondations d'éoliennes
- Types de machines
- Types de fondations
- Accidents et litiges

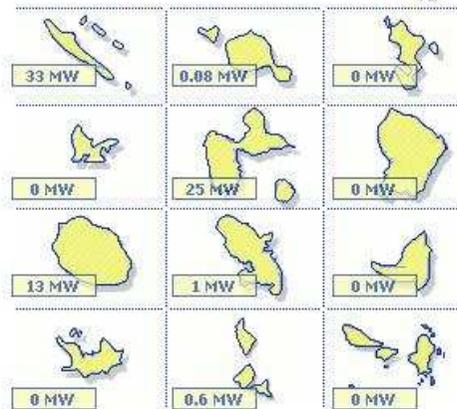
# Situation actuelle en France

Puissance totale  
installée en service : **4 156 MW**



## PUISSANCES PAR RÉGION

ALSACE	0 MW
AQUITAINE	0 MW
AUVERGNE	124 MW
BASSE-NORMANDIE	137 MW
BOURGOGNE	50 MW
BRETAGNE	422 MW
CENTRE	423 MW
CHAMPAGNE-ARDENNE	309 MW
CORSE	18 MW
FRANCHE-COMTÉ	30 MW
GUADELOUPE	25 MW
GUYANE	0 MW
HAUTE-NORMANDIE	129 MW
ILE-DE-FRANCE	0,06 MW
LANGUEDOC-ROUSSILLON	345 MW
LIMOUSIN	9 MW
LORRAIN	481 MW
MARTINIQUE	1 MW
MAYOTTE	0 MW
MIDI-PYRÉNÉES	271 MW
NORD-PAS-DE-CALAIS	268 MW
NOUVELLE-CALÉDONIE	33 MW
PACA	45 MW
PAYS DE LA LOIRE	231 MW
PICARDIE	555 MW
POITOU-CHARENTES	95 MW
POLYNÉSIE FRANÇAISE	0,08 MW
RÉUNION	13 MW
RHÔNE-ALPES	133 MW
SAINT-BARTHÉLEMY	0 MW
SAINT-MARTIN	0 MW
SAINT-PIERRE-ET-MIQUELON	0,6 MW
TERRES AUSTRALES ET ANTARCTIQUES	0 MW
WALLIS-ET-FUTUNA	0 MW



# Expérience de CTE dans la conception des fondations d'éoliennes

1940 fondations d'éoliennes conçues depuis 2003

3661 MW - 19 constructeurs connus dans le monde – dans 10 pays



# Types de machines installées en France



- ▶ Puissance de 0.85 à 3 MW
- ▶ Hauteur du mât de 40 à 105 m
- ▶ Pliable
- ▶ Haubanée
- ▶ Tours en béton, acier ou hybrides

# Type de fondation – Superficielle



# Type de fondation – profonde



# Formes

---



- ▶ Rectangulaire
- ▶ Carrée
- ▶ Octogonale
- ▶ En croix (sur pieux)
- ▶ Ronde

# Litiges et problèmes



- ▶ Informations sur le sol manquantes (nombre de sondages, niveau d'eau exceptionnelle, risque d'inondation,...)
- ▶ Géologie spéciale (karst, vides, objet anormal...)
- ▶ Accident naturel non prévu
- ▶ Non-respect des critères du fabricant
- ▶ Règlementations du pays non appliquées
- ▶ Cas de charges de la machine pas utilisés correctement (facteur de sécurité...)
- ▶ Dimensionnement sans prendre en compte TOUS les critères
- ▶ Déséquilibre à cause de pâles endommagées
- ▶ stabilité et portance du sol insuffisante ou sol hétérogène

# Objet anormal au fond de fouille



# Fondation sur pieux – erreur de calcul



# Explications

---



- ▶ Pieux sortis du sol
- ▶ Frottement pieux-sol trop faible par rapport aux charges
- ▶ Pieux sollicités en traction en cas de charges ELS quasi-permanent (service) – interdit!

# Tête de pieux déplacée



# Explications

---



- ▶ Pentes vers le fond de fouille instable
- ▶ Eau stagnante dans la fouille
- ▶ La poussée de la terre a déplacé la tête du pieux

# Fondation déformée



# Fondation déformée - décoffrée



# Explication

---



- ▶ Fondation coulée sur un sol qui ne pouvait pas porter le poids propre du béton frais!
- ▶ Reconnaissance du sol insuffisante
- ▶ Aucun renforcement a été prévu
- ▶ Une fois décoffrée la forme devient visible, la planéité de la virole d'ancrage n'est plus donnée, fissures ....

# Fondation renversée



# Explication

---



- ▶ Suivant les renseignements reçus: pâles modifiées
- ▶ Critère dynamique du fabricant de l'éolienne non respecté

# Conclusions

---



- ▶ Sondages géotechniques – rapport complet nécessaire
- ▶ Vérifications propres à l'éolien – savoir faire/règles existantes
- ▶ Réglementations du pays à respecter
- ▶ 20.10.2009: recommandations du groupe de travail du CFMS pour les projets « on-shore » en France