Les éoliennes

Mai 2017

Le vent nous a donné de l'énergie pendant des siècles, comme en témoignent les multiples moulins à vent utilisés depuis plus de 20 siècles pour le broyage des céréales ou le pompage de l'eau.

Les éoliennes : l'énergie du vent

Désormais, c'est grâce aux éoliennes qui se développent en mer ou sur terre dans le monde entier, que nous bénéficions de cette énergie renouvelable.

Une éolienne convertit l'énergie cinétique du vent en énergie électrique. La force du vent permet la rotation du rotor constitué de 3 pales montées sur un moyeu. L'énergie développée par le rotor est communiquée par transmission mécanique à la génératrice qui transforme l'énergie mécanique en électricité. Le courant produit descend le long du mât de l'éolienne grâce à des câbles électriques, sa tension est ajustée dans une armoire électrique avant d'être injectée dans le réseau.

Énergie abondante, inépuisable, non polluante et sans impact sur le climat, l'énergie éolienne affiche la croissance la plus rapide dans le monde en matière d'énergie renouvelable avec le développement de parcs et de champs éoliens sur terre ou en mer.

Objectif ambitieux de la France

La France possède des atouts climatiques et géographiques pour développer une filière éolienne performante. Les lois Grenelle 1 et 2 ont fixé le rythme au développement et à la construction de parcs éoliens au cours de la prochaine décennie.

Le parc éolien français a atteint une puissance installée de 8 300 MW à fin mars 2014, ce qui représente plus de 4 % de la consommation électrique nationale. Un objectif de 25 000 MW (dont 19 000 MW pour l'éolien terrestre et 6 000 MW pour l'éolien off shore) est fixé à l'horizon 2020. Pour atteindre ses objectifs, la France devra construire plusieurs centaines d'éoliennes par an au cours des prochaines années.

Description des éoliennes

Les éoliennes sont classées en différentes catégories en fonction de leur site d'implantation (terre ou mer), de leur hauteur et du diamètre de leur rotor lié à la puissance électrique produite.

Elles sont composées :

- D'un rotor : ensemble de pales (en général 3) qui captent directement le vent ;
- D'une nacelle : ensemble situé au sommet de l'éolienne qui contient l'installation de génération de l'énergie électrique ;
- D'un mât : structure supportant la nacelle et le rotor (mât en acier ou en béton) ;
- D'une fondation : superficielle (embase poids sans renforcement du sol ou sur sol renforcé) ou profonde sur pieux de gros diamètres.

Les éoliennes terrestres et off shore soumises aux efforts du vent exercés sur les pales et le mat, au poids propre de l'ouvrage et aux effets dynamiques du vent nécessitent des massifs de fondation en béton de grande dimension pour assurer leur stabilité.

Les mâts d'éoliennes peuvent être constitués d'éléments préfabriqués en béton assemblés sur site :

- Voussoirs préfabriqués annulaires et précontraints par précontrainte verticale ;
- Voussoirs demi-circulaires assemblés par précontrainte verticale et circulaire.

Ils peuvent être aussi coulés en place à l'aide de coffrages glissants.

L'évolution des technologies permet aujourd'hui le développement de machines de plus en plus puissantes énergétiquement avec des pales de plus en plus longues nécessitant des mâts de plus en plus hauts pouvant atteindre 200 m.

Dimensionnement des éoliennes

Le dimensionnement des éoliennes doit prendre en compte :

- Les efforts statiques ou cycliques dus à l'éolienne, à son fonctionnement, aux conditions de vent et éventuellement aux séismes;
- Le respect de tassements différentiels ou totaux compatibles avec le bon fonctionnement de l'éolienne.

1 – Voir Guide du Comité Français de Mécanique des Sols et de géotechnique (CFMS) –Fondations d'éoliennes : Recommandations sur la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle des fondations d'éoliennes.

Les éoliennes terrestres

Élément primordial vis-à-vis de la stabilité de l'éolienne, le **massif de fondation** (d'un volume courant compris entre 300 et 450 m3avec des densités d'armatures très élevées, en particulier dans les zones d'ancrage du mât) doit être réalisé avec le plus grand soin. Le **béton** du massif doit satisfaire en particulier des critères de résistance mécanique et de durabilité.

La fondation est bétonnée en une seule fois sans **reprise de bétonnage**.

Des précautions doivent être prises pour limiter la montée en température du béton, liée à la chaleur dégagée par l'hydratation du **ciment**, lors du bétonnage de ces pièces massives, afin de se prémunir d'éventuels risques de réaction sulfatique interne.

Les éoliennes off shore

Les éoliennes off shore sont :

- Soit ancrées au sol avec trois types de fondations : monopieux métallique fiché dans le sol, embase gravitaire en béton posée sur le sol, structure en treillis ;

  Les embases gravitaires en béton sont acheminées sur site par flottaison par des remorqueurs depuis leur zone de construction puis ballastées et déposées sur les fonds marins préalablement préparés.

- Soit flottantes.

Des mars d'éoliennes off shore en BFUP

Les mats d'éoliennes off shore sont soumis à des sollicitations mécaniques intenses, répétées et cycliques dans un **environnement** agressif. Les Bétons Fibrés à Ultra Hautes Performances (BFUP) offrent des performances validées pour la construction de ce type d'éolienne en haute mer :

- Bon comportement dynamique et en fatigue ;
- Résistances mécaniques élevées en compression et en traction ;
- Grande résistance aux agressions ;
- Augmentation de la durabilité et donc de la durée d'utilisation.

Les mâts d'éoliennes pourraient être aussi composés de voussoirs en BFUP assemblés par des câbles de précontrainte longitudinale par **post-tension**.

Auteur

Patrick Guiraud

Retrouvez toutes nos publications sur les ciments et bétons sur infociments.fr

Consultez les derniers projets publiés
Accédez à toutes nos archives
Abonnez-vous et gérez vos préférences
Soumettez votre projet

Article imprimé le 29/11/2026 © infociments.fr