



Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED « Énergies renouvelables ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.

Installation des éoliennes offshore : généralités

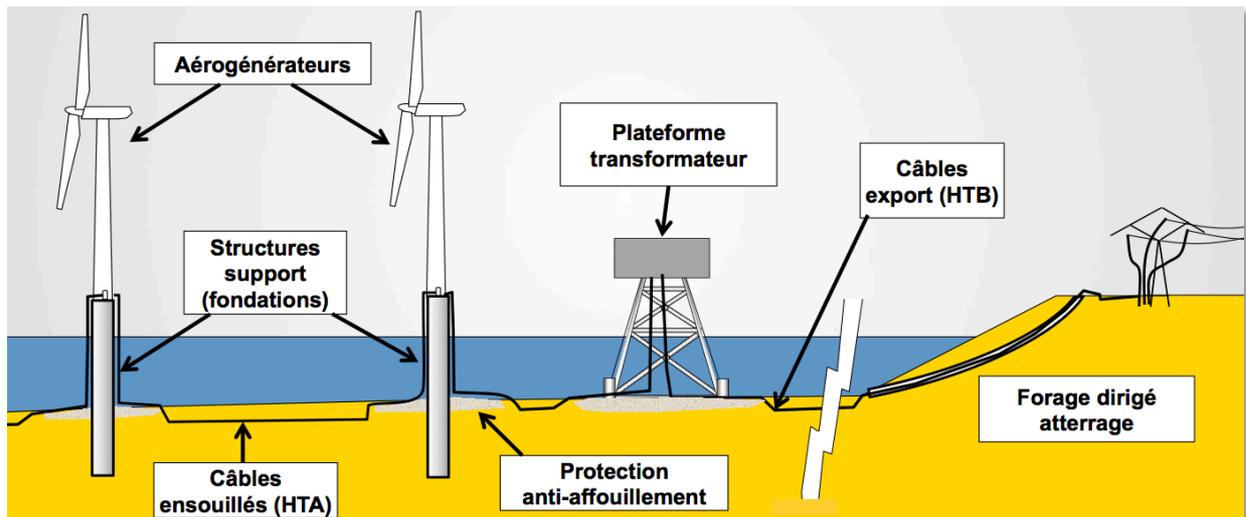
Jacques RUER

Directeur adjoint développement des technologies – SAIPEM

L'exploitation des énergies marines nécessite l'installation en mer de nombreuses infrastructures et équipements. De manière générale, il s'agit d'équipements relativement lourds qui sont bien sûr fabriqués à terre et qui doivent être transférés en mer - d'abord au port - avant d'être transportés et installés sur le site.

- ⇒ Toutes ces infrastructures doivent résister aux environnements les pires qu'on puisse imaginer pendant toute la durée du projet, que ce soient les vagues, les courants, les tempêtes etc.
- ⇒ Ce sont également des machines électriques qui nécessitent bien sûr d'être câblées par un réseau de câbles sous-marins et de là jusqu'à la côte.
- ⇒ Et enfin, la maintenance doit être assurée également en mer.

Dans les minutes qui suivent, on va se concentrer sur l'éolien posé et cette figure montre les différentes infrastructures que l'on trouve sur une ferme éolienne offshore.



- Les éoliennes proprement dites, encore appelées aérogénérateurs, sont finalement assez semblables aux éoliennes que l'on peut trouver à terre. Sauf qu'ici, elles sont installées sur des structures supports qui s'étendent donc verticalement entre la bride de l'aérogénérateur, à travers toute la colonne d'eau et qui se prolongent dans le sol par les fondations.
- Ces structures supports doivent être protégées contre l'affouillement qui pourrait survenir suite à l'action de la houle et des courants qui peuvent déchausser la fondation au fil des mois et des années.
 - ⇒ Pour éviter cela, on déverse autour de ces structures supports une couche de grosses pierres qui resteront en place et qui éviteront ce déchaussement, encore appelé affouillement.
- Les éoliennes sont reliées entre elles par des câbles électriques, en moyenne tension, dit encore HTA (par exemple 33 - 36 kV), et pour des raisons légales, il est obligatoire d'ensouiller ces câbles autant que possible sous la surface du sol.
- L'énergie électrique ne pourrait pas être exportée à terre sous forme de moyenne tension, on est donc obligés de l'élever en haute tension et cela se réalise sur une plateforme transformateur intégrée à la ferme éolienne offshore où cette tension passe de 36 kV à 100 ou 400 kV.
 - ⇒ On parle de réseau HTB.
- Les câbles électriques haute tension vont alors de la plate-forme transformateur jusqu'à la côte et elles doivent d'ailleurs traverser le trait de côte - ce qui est un problème différent selon qu'on a à faire à une plage, une falaise, une côte rocheuse -, avant enfin, finalement de monter sur le réseau électrique continental.
- Pour fixer les idées, une éolienne offshore moderne a une puissance de 5 à 8 MW, ce qui correspond à une masse en tête, nacelle plus rotors de 300 à 400 tonnes, tout cela à plus de 100 mètres au-dessus de la surface de l'eau.

- Le mas ou la nacelle ou la partie aérienne de l'aérogénérateur fait encore 200 à 300 tonnes et il faut ajouter à cela la structure support qui est donc la partie marine, qui va être de 500 à 700 tonnes et encore, les ancrages pour maintenir cette structure support dans le sol, qui est variable selon la nature du sol.
- ⇒ Car les structures support dépendent foncièrement de la profondeur d'eau, de la taille de l'éolienne mais aussi et presque surtout du type de sol.
- On voit à gauche un monopieu qui est réalisé avec un assemblage de tôle roulée soudée, qui convient bien pour des profondeurs d'eau de 10 à 20 ou 30 mètres maximum, que l'on installe classiquement par battage dans des sols par exemple sableux.
- Si la profondeur d'eau est plus grande, ce monopieu aurait une flexibilité trop importante et pour augmenter la rigidité, on lui ajoute des jambes latérales pour former par exemple un tripode.
- Pour des sols durs, il serait difficile d'installer des fondations profondes donc on est obligés de recourir à des embases gravitaires, dites encore fondations superficielles qui sont donc essentiellement des embases en béton qui maintiennent l'éolienne en place par son poids propre.
- Et enfin, pour les grandes profondeurs d'eau, on va trouver des structures Jacket qui sont des trées soudées qui ressemblent aux plates-formes pétrolières offshore et ces Jacket conviennent pour des profondeurs d'eaux qui vont jusqu'à 50 mètres.

Voici quelques illustrations de ces différents éléments :

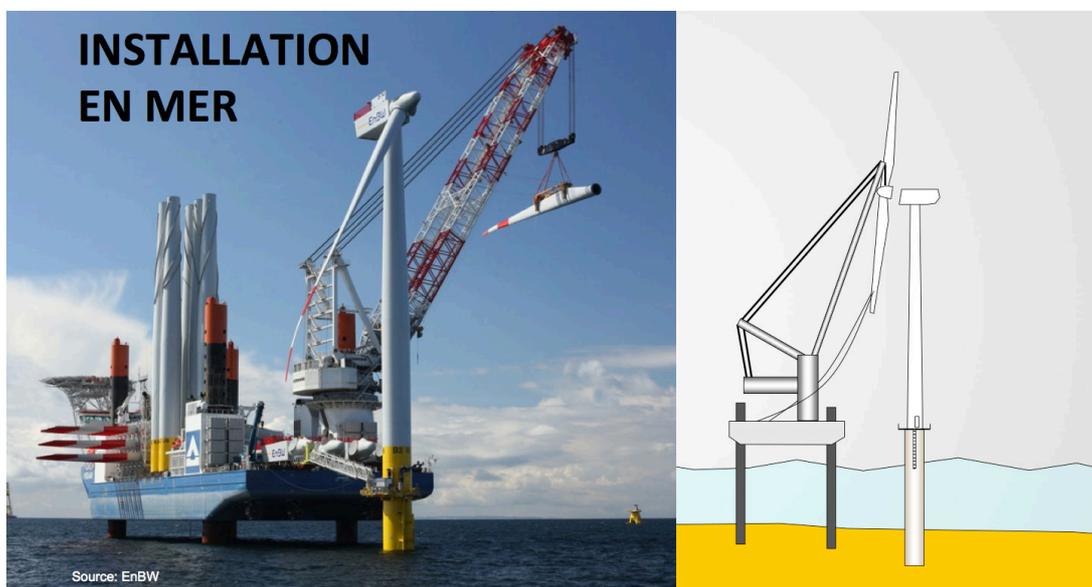


- On voit à gauche un monopieu qui est en train d'être installé dans un sol sableux par un marteau hydraulique que l'on voit au-dessus.

- La deuxième image est un prototype de tripode, celui-là était installé à terre bien sûr mais si vous agrandissez l'image, vous verrez dessous, au centre du tripode, un homme qui vous donnera une idée de la taille.
- La troisième image est la fondation gravitaire en béton qui est donc un cône réalisé en béton armé et précontraint et une fois posée sur le site, cette embase est ballastée par un lestage avec du sable.
- Enfin, la dernière image représente une rangée d'éoliennes installées sur des structures Jacket.

Tous ces éléments sont fabriqués à terre, doivent être chargés au port sur une barge flottante, ce qui est en soi un problème assez délicat, avant d'être transportés sur le site et d'être posés.

- ⇒ Là, pour la pose, bien sûr on a besoin en mer d'une grue qui va être capable de soulever la structure de la poser à sa place précisément.
- Une fois la structure en place, on vient monter dessus l'éolienne. Et là, on a un problème un peu particulier, parce que l'éolienne elle-même est fixe par rapport au sol et on ne pourrait pas prendre une grue sur une barge flottante, qui bougerait donc sur les vagues.
- On est obligés de rendre la grue fixe par rapport au sol et pour cela on utilise des navires très particuliers, qui se hissent sur des jambes au-dessus de l'eau, qui se soustraient donc à l'action des vagues : on appelle ça des navires Jackup.



- ⇒ On voit un exemple ici.
- À partir du moment où le navire s'est soulevé au-dessus de l'eau, il est fixe par rapport au sol et on peut donc installer l'éolienne comme on le ferait à terre. Sauf s'il y a beaucoup de vent bien sûr.

⇒ On ne peut pas non plus d'ailleurs installer des éoliennes à terre quand il y a beaucoup de vent pour le même problème de stabilité de la grue.

Mais ici en mer, avec les vagues, se posent des problèmes particuliers, en cas de tempête on est incapables de travailler, en tout cas pour des raisons de sécurité, il est très important de ne pas faire de travail en mer pendant les mauvais temps et pour ces problèmes-là, on s'interdit de réaliser les travaux de construction en mer pendant la mauvaise saison.

⇒ On concentre tous ces travaux pendant la belle saison qui s'étend disons de début avril à début octobre.

