

Provence Grand Large est un projet-pilote développé par EDF Renouvelables en partenariat avec EEF2 (partenaires Enbridge Inc. et CPP Investment). Ce projet, qui participe à la naissance de l'éolien en mer flottant en France, est aussi une première mondiale. Sélectionné par l'État en 2016 et soutenu par l'Union européenne (programmes NER 300 et Feder), le Programme d'investissements d'avenir (PIA) opéré par l'Agence de la transition écologique (ADEME), et la Région Sud, le projet bénéficie du soutien de la Métropole Aix-Marseille-Provence et de l'ensemble des collectivités du Golfe de Fos.

En mer méditerranée, 17 km au large de la plage Napoléon, Port-Saint-Louis-du-Rhône (FR).

Plaats_Localisation

SBM Offshore
(avec Eiffage Métal, Smulders et Jutal)
Drijvende funderingen_Fondations flottantes

Prysmian et RTE
Elektrische aansluiting_Raccordement électrique

Beelden_Images ©: SBM Offshore, Provence Grand Large, Eiffage Métal, Smulders, CAPA Corporate pour EDF Renouvelables

Provence Grand Large - een drijvend windmolenpark in zee

Pilootproject

Provence Grand Large is een proefproject voor een offshore windmolenpark op 17 km voor de kust van de Golfe de Fos (FR) en in een waterdiepte van ongeveer 100 m. Het project telt drie windturbines met grote capaciteit die 900 m uit elkaar staan en geïnstalleerd zijn op 'floaters' met gespannen ankerlijnen.

In tegenstelling tot 'neergezette' windmolens, waarbij funderingen op de zeebodem worden geplaatst, worden bij drijvende offshore windenergie-technologie krachtige windturbines geïnstalleerd op 'floaters' die offshore verankerd worden. De technologie kan per windpark verschillen.

'Tension Leg Platform' als inspiratie

Deze drijvende structuren ('floaters') die als fundering voor de windmolens dienen, zijn geïnspireerd op het TLP-principe (Tension Leg Platform) van olieplatforms en werden ontworpen door SBM Offshore in samenwerking met IFP Énergies Nouvelles.

Provence Grand Large, un parc éolien en mer flottant

Un projet pilote

Provence Grand Large est un projet pilote de parc éolien offshore flottant implanté à 17 km au large du Golfe de Fos (FR) à une profondeur d'eau d'environ 100 m. Le projet compte trois éoliennes de grande capacité espacées les unes des autres de 900 m et installées sur des flotteurs dits à lignes d'ancrage tendues.

A la différence de l'éolien dit 'posé' où les fondations sont posées sur les fonds marins, la technologie de l'éolien en mer flottant consiste à installer des éoliennes puissantes sur des flotteurs ancrés au large. La technologie peut être différente selon les parcs.

Inspiré du 'Tension Leg Platform'

Inspirées du principe TLP (Tension Leg Platform) des plates-formes pétrolières, ces structures flottantes ('floaters') servant de fondations aux éoliennes ont été conçues par SBM Offshore en collaboration avec IFP Énergies Nouvelles.



De eerste drijvende windmolen wordt geïnstalleerd_La première éolienne flottante est installée



Het TLP-principe combineert de opwaartse krachten (wet van Archimedes) met de trekkracht van de ankerlijnen. De funderingen worden (deels) ondergedompeld en bieden een grote stabiliteit.

De driepootvormige structuren voor de windmolens hebben een centrale boei en twee onderwaterboeien aan elk uiteinde ('poot'), waartussen een innovatief verankeringsstelsel van gespannen lijnen zit. De piramidevorm heeft een hoogte van 45 m en een driehoekig grondvlak met een zijde van een kleine 80 m.

Le principe de la TLP combine les forces de flottabilité (loi d'Archimède) avec la force de traction des lignes d'ancrage. Ces fondations sont (partiellement) immergées et offrent une grande stabilité.

Les structures en forme de trépied pour les éoliennes sont dotées d'une bouée centrale et de deux bouées sous-marines à chaque extrémité ('pied'), entre lesquelles se trouve un système d'ancrage innovant composé de lignes tendues. La pyramide a une hauteur de 45 m et une base triangulaire d'un peu moins de 80 m de côté.



Expertises samenbrengen

SBM Offshore, verantwoordelijk voor het ontwerp en de bouw van de drie floaters, besteedde een deel van de prefabricage en al het assemblagewerk uit aan Eiffage Métal. De constructies werden geassembleerd op de site van Eiffage Métal in Fos-sur-Mer, vlakbij Marseille.

“Wij pakken dit soort werk altijd samen aan met onze Belgische dochteronderneming Smulders. We beschikken over een geïntegreerd team dat ons in staat stelt optimale diensten te verlenen, met name op het gebied van geïndustrialiseerde productie- en assemblagemethodologie. Het stelt ons ook in staat om voordeel te halen uit alle expertise van Eiffage Métal en van de specificiteiten van onze 12 productielocaties verspreid over Europa. Dit betekent dat we het best mogelijke industriële plan kunnen aanbieden. Dat is onze kracht: een volledig geïntegreerde oplossing kunnen bieden”. – legt Antoine de Prémont uit, directeur van de afdeling Offshore van Eiffage Métal.

“Het gaat om een zeer internationale werkomgeving op meerdere vlakken: qua supply chain was het project verspreid tussen China, Turkije, Spanje, Italië, Oostenrijk, België, Nederland, Frankrijk, maar ook qua projectteam en uitvoering op de werf waren zeer veel nati-

Rassembler les compétences

SBM Offshore, chargé de la conception et de la construction des trois flotteurs, a sous-traité une partie de la préfabrication et la totalité de l'assemblage à Eiffage Métal. Les structures ont été assemblées sur le site d'Eiffage Métal à Fos-sur-Mer, près de Marseille.

« Nous traitons toujours ce type de marchés avec notre filiale belge Smulders. Nous disposons d'une équipe intégrée qui nous permet d'apporter les prestations optimales, notamment en termes de production industrialisée et de méthodologie d'assemblage. Elle nous permet également de bénéficier de toutes les expertises d'Eiffage Métal et des spécificités de nos 12 sites de production répartis en Europe. De quoi proposer le meilleur schéma industriel possible. C'est toute notre force : pouvoir proposer une solution totalement intégrée. » – explique Antoine de Prémont, directeur de la division Offshore d'Eiffage Métal.

« Il s'agit d'un environnement de travail très international à différents niveaux : en termes d'approvisionnement, le projet a été réparti entre la Chine, la Turquie, l'Espagne, l'Italie, l'Autriche, la Belgique, les Pays-Bas, la France ... mais aussi en termes d'équipe de projet et



Assemblage van de drijvende funderingen op de site van Eiffage Métal. Assemblage des fondations flottantes sur le site d'Eiffage Métal



onaliteiten vertegenwoordigd. Verschillende culturen, talen, expertises samenbrengen tot één geheel was zeker een grote uitdaging.” – merkt Benjamin Koyen, project manager bij Smulders op.

Een gigantische stalen structuur

“Dit project sluit aan bij onze core business en de expertise die we hebben ontwikkeld via Smulders. Met name de problematiek van de assemblage van de vakwerkconstructie is in veel opzichten vergelijkbaar met de assemblage van jackets, die funderingen zijn die op de zeebodem worden geplaatst en bestaan uit een groot aantal vakwerken.” – vervolgt Antoine de Prémont.

“Het Transition Piece (het overgangsstuk van windmolen naar fundering) is het laatste stuk dat op de werf geplaatst werd. Een complexe staalstructuur van 400 ton met 9 buis-buis interfaces onder verschillende hoeken die gemonteerd moest worden op een hoogte van 35 m. De werfinrichting en oriëntatie van de verschillende structuren werden voorzien op het benodigde kraanwerk voor deze spectaculaire hijs.” – verduidelijkt Benjamin Koyen.

In totaal nam het prefabricage- en assemblageproject van de floaters iets meer dan twee jaar in beslag. Er werkten tussen de 150 en 200 mensen op de bouwplaats. De load out (de levering) op een semi-submersible (halfafzinkbare vaartuig) vond plaats in mei 2023.

Load out, float off en installatie

Met behulp van de semi-submersible werden deze gigantische stalen structuren wat verderop in de haven van Marseille-Fos getransporteerd, in het water gelaten, aan de kade afgemeerd, om van daaruit de windturbine op deze drijvende funderingen te monteren.

Tegelijkertijd gingen de maritieme werkzaamheden van start, waarbij begin augustus de ankers, ankerlijnen en tijdelijke verankeringen werden geplaatst. Vervolgens werden de drie drijvende windturbines één voor één naar de offshore installatiezone gesleept en verankerd in de zeebodem. De drijvende funderin-

d'exécution sur le site, de très nombreuses nationalités étaient représentées. Réunir des cultures, des langues et des expertises différentes a été un véritable défi. » – note Benjamin Koyen, chef de projet chez Smulders.

Une structure métallique géante

« Ce projet s'inscrit dans notre cœur de métier et le savoir-faire que l'on a développé via Smulders. Notamment, la problématique liée à l'assemblage de structure en treillis, est similaire à beaucoup d'égards à l'assemblage des jackets, qui sont des fondations posées sur le fond marin constituées d'une multitude de treillis. » – poursuit Antoine de Prémont.

« La 'Transition Piece' (la pièce de transition entre l'éolienne et la fondation) a été la dernière pièce à être installée sur le site. Il s'agit d'une structure complexe en acier de 400 tonnes avec 9 interfaces tube-tube à différents angles qui ont dû être assemblées à une hauteur de 35 m. L'aménagement du site et l'orientation des différentes structures ont été prévus pour permettre le travail de la grue nécessaire à ce palan spectaculaire. » – précise Benjamin Koyen.

Au total, le projet de préfabrication et d'assemblage des flotteurs a duré un peu plus de deux ans. Entre 150 et 200 personnes ont travaillé sur ce chantier. La livraison sur barges semi-submersibles a eu lieu au mois de mai 2023.

Load out, float off et installation

Par le biais du semi-submersible, ces structures métalliques géantes ont été transportées un peu plus loin dans le port de Marseille-Fos, mises à l'eau, amarrées au quai, d'où l'éolienne a été montée sur ces fondations flottantes.

En parallèle les opérations maritimes ont démarré, avec la mise en place des ancrs, des lignes d'ancrage et des ancrs temporaires début août. Par la suite, les trois éoliennes flottantes ont été remorquées l'une après l'autre jusqu'à la zone d'implantation en mer afin d'être amarrées aux lignes d'ancrage au fond de la mer. Les fondations



De load out (de levering) van de gigantische structuren op een semi-submersible. La livraison des structures géantes sur barges semi-submersibles



*Transport op de semi-submersible in de haven van Marseille-Fos voor de montage van de windmolen
_Transport sur la barge semi-submersible dans le port de Marseille-Fos pour le montage de l'éolienne*

gen werden 30 tot 35 m onderdompeld in het water. SBM Offshore hield toezicht op deze installatie- en verankeringswerkzaamheden.

Half oktober 2023 waren de 3 drijvende windturbines geplaatst op hun definitieve locatie, 17 km buiten Port-Saint-Louis-du-Rhône (FR).

De turbines worden via een 19 km lange onderzee-kabel en een 9 km lange ondergrondse kabel aangesloten op het elektriciteitsnet. De kabel wordt begraven op een diepte van ongeveer 1,50 m en heeft een diameter van ongeveer 12 cm voor een gewicht van 20 tot 30 kg per strekkende meter.

Milieumonitoring

“Provence Grand Large is een proefproject, het eerste dat in Frankrijk wordt geïnstalleerd, en als zodanig heeft het als missie feedback te krijgen over zowel de technologie als de ontwikkeling van lokale industriële deskundigheid. Wat het milieu betreft, bevordert de milieumonitoring van het project de kennis van het mariene milieu, met name voor de kust. Het is ook bedoeld om de robuustheid van nieuwe technologieën voor milieu-observatie in complexe mariene omstandigheden te testen”, legt Christine de Jouët, directeur van Provence Grand Large voor EDF Renewables, uit.

flottantes sont immergées à 30-35 m dans l'eau. Ces opérations d'installation et d'ancrage ont été supervisées par SBM Offshore.

À la mi-octobre 2023, les 3 éoliennes flottantes étaient en place à leur emplacement définitif, à 17 km de Port-Saint-Louis-du-Rhône (FR).

Les turbines seront reliées au réseau électrique par l'intermédiaire d'un câble sous-marin de 19 km et d'un câble souterrain de 9 km. Le câble est enterré à une profondeur d'environ 1,50 m et a un diamètre d'environ 12 cm pour un poids de 20 à 30 kg par mètre linéaire.

Monitoring de l'environnement

« Provence Grand Large est un projet pilote, le premier installée à ce jour en France : à ce titre, il a pour mission d'obtenir un retour d'expérience, tant sur la technologie que sur la valorisation des compétences industrielles locales. Sur l'environnement, le suivi environnemental du projet fait progresser les connaissances sur le milieu marin, particulièrement à l'écart des côtes. Il a pour but également de tester la robustesse des nouvelles technologies d'observation de l'environnement dans des conditions marines complexes », explique Christine de Jouët, Directrice de Provence Grand Large pour EDF Renewables.



*Montage van de windmolen op de floater aan de kade
_Montage de l'éolienne sur le flotteur à quai*

Pilootprojecten aftoetsen en de ontwerpen 'condenseren'

Naar verwachting wordt begin 2024, na een testperiode, de installatie in werking gesteld. Het 25 MW pilootpark 'Provence Grand Large' zal het equivalent produceren van het jaarlijkse elektriciteitsverbruik van 45.000 inwoners.

"Binnen de 'floating wind' zijn er momenteel zeer veel verschillende ontwerpen lopende. Dit zal op termijn gecondenseerd moeten worden tot een aantal werkende concepten die ook opschaalbaar zijn. Dit wordt een combinatie van constructability, serieel werk, gebruik van bestaande infrastructuur, benodigd installatie-equipment, benodigde havenfaciliteiten en performance van de turbines op zee. Duidelijk een ruime set aan parameters die het best afgetoetst kunnen worden door dergelijke pilootprojecten. Zo lopen er meerdere in parallel van verschillende ontwerpen." – benadrukt Benjamin Koyen, project manager bij Smulders.

"Dit project is de eerste van een reeks, er liggen dus nog veel uitdagingen in het verschiet. Het is een goede demonstratie van ons vermogen om een industriële keten te lanceren." – concludeert Antoine de Prémont, directeur van de afdeling Offshore van Eiffage Métal.

Tester des projets pilotes et 'condenser' les concepts

La mise en service est prévue pour le début de l'année 2024, après une période d'essai. Le parc pilote 'Provence Grand Large', d'une puissance de 25 MW, produira l'équivalent de la consommation annuelle électrique de 45 000 habitants.

« Dans le domaine de l'éolien flottant, il existe actuellement un très grand nombre de conceptions différentes. Il faudra finalement les condenser en un certain nombre de concepts fonctionnels qui soient également évolutifs. Il s'agira d'une combinaison de la constructibilité, du travail en série, de l'utilisation de l'infrastructure existante, de l'équipement d'installation requis, des installations portuaires nécessaires et de la performance des turbines en mer. Il s'agit manifestement d'un large éventail de paramètres qu'il est préférable de tester dans le cadre de ces projets pilotes. C'est pourquoi plusieurs projets de conception différente sont menés en parallèle. » – souligne Benjamin Koyen, chef de projet chez Smulders.

« Ce projet est le premier d'une série, il y a donc de nombreux défis à relever. C'est une belle démonstration de capacité pour le lancement de la filière. », – conclut Antoine de Prémont, directeur de la division Offshore d'Eiffage Métal.



Slepen van windturbines op zee
_Remorquage des éoliennes en mer

