



Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



FICHE OPÉRATION CRP INTERFONDS FEDER – FSE

Fonds :	Fonds européen de développement régional
N° opération :	PA0003603
Bénéficiaire :	49166667300026 SA NENUPHAR
Action en cours :	En attente comité décisionnel
État opération :	Présenté en comité décisionnel
Version de l'opération :	2

IDENTIFICATION DES BENEFICIAIRES

Chef de file / Bénéficiaire Ultime / Personne Morale	
N° SIRET :	49166667300026
Raison sociale :	SA NENUPHAR
Adresse :	Bâtiment Henri Poincaré 13100 AIX EN PROVENCE



Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



RATTACHEMENT AU PROGRAMME

Codification principale	
Fonds :	Fonds européen de développement régional
Programme :	Programme Opérationnel FEDER-FSE Provence Alpes Côte d'Azur 2014-2020
Codification :	AP01 - Axe prioritaire : Recherche, Innovation, PME / OT01 - Objectif thématique : Renforcer la recherche, le développement technologique et l'innovation / PI01b - Priorité d'investissement : Favoriser les investissements des entreprises dans la R&I, en développant des liens et des synergies entre les entreprises, les centres de recherche et développement et le secteur de l'enseignement supérieur, en favorisant en particulier les investissements dans le développement de produits et de services, les transferts de technologie, l'innovation sociale, l'éco-innovation, des applications de services publics, la stimulation de la demande, des réseaux, des regroupements et de l'innovation ouverte par la spécialisation intelligente, et soutenir les activités de recherche technologique et appliquée, des lignes pilotes, des actions de validation précoce des produits, des capacités de fabrication avancée et de la première production, en particulier dans le domaine des technologies clés génériques et de la diffusion de technologies à des fins générales / AP01-OT01-PI01b-OS1b - Objectif spécifique : Développer l'innovation, la création de valeur et l'emploi dans les domaines d'activités stratégiques (DAS) et par les technologies génériques clés (KETs)

DESCRIPTION

Intitulé de l'opération	PI1b - 2016 - Fabrication et installation d'un prototype d'éolienne à axe vertical
Appartenance à un groupe d'opération :	Non

Localisation de l'opération	
Description :	Site d'essai Mistral - Fos sur Mer
Zone(s) :	
Type	Libellé
Commune INSEE	Fos-sur-Mer

Appel à projet	
Date limite de remise de dossier	15/01/2016
Référence de l'appel à projet	N° :AP-2016-FEDER-PI1b : Développer l'innovation, la création de va./.

Liste des comités				
Libellé	Type	Nature	Date	Avis
CRP Interfonds du 8 Décembre 2016	Décisionnel	Dématérialisé	08/12/2016	Accepté
CRP Interfonds en consultation écrite du 5 novembre 2018	Décisionnel	Dématérialisé	05/11/2018	

Description de l'opération	
La Région PACA a engagé depuis plusieurs années une politique de développement des énergies renouvelables de grande envergure. Le programme AGIR a ainsi permis l'émergence de nombreux projets innovants, exemplaires et durables sur le	



Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



territoire régional. Depuis 2010, la région PACA est devenue la première région solaire de France avec plus de 300 MW installés. Enfin le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) approuvé le 28 juin 2013 fixe des objectifs ambitieux en matière de déploiement des énergies renouvelables, à moyen et long terme, y compris en matière d'éolien flottant (100MW en 2020 et 600MW en 2030).

Ces objectifs régionaux s'inscrivent dans un cadre européen qui a fixé un objectif de 20% d'énergies renouvelables dans la consommation finale. Celui-ci, décliné en objectifs pour chaque Etat membre, est contraignant. La France s'est notamment engagée à satisfaire 23 % de sa consommation d'énergie à partir de ressources renouvelables à l'horizon 2020. Plus récemment, dans le cadre de la loi sur la transition énergétique, cet objectif a été porté à 32% à l'horizon 2030. La France s'est ainsi fixée comme ambition d'atteindre 6 GW de puissance installée en mer en 2020, principalement grâce à l'éolien offshore, soit 3,5% de la consommation française d'électricité. Elle souhaite pour cela profiter de la diversité et de l'étendue de ses façades maritimes et, ce faisant, favoriser l'émergence de filières industrielles d'avenir et créatrices d'emplois.

Ces objectifs ambitieux de développement de la filière offshore révèlent le caractère prometteur de ces technologies.

Ces dernières années l'énergie éolienne terrestre s'est très largement développée en Europe et en France avec 117.7 GW installés dans l'Union Européenne fin 2013. Ce développement est toutefois freiné par la raréfaction des sites disponibles pour l'installation de fermes. L'éolien provoque en effet un certain nombre de nuisances pour les riverains (sonores et visuelles) et entre aussi en conflit avec les radars aéronautiques. Le développement de l'éolien terrestre devenant de plus en plus complexe et de moins en moins rentable, les industriels se tournent à présent vers l'éolien en mer.

C'est ainsi que la filière éolien offshore devient la filière d'avenir, avec les premiers parcs éoliens posés prévus en France pour 2020. Cette technologie est déjà bien connue puisque d'importants parcs sont déjà en fonctionnement en Grande Bretagne (3696 MW installés en 2013), au Danemark (1271 MW installés en 2013) et en Allemagne. La ressource en mer disponible est considérable puisque le vent est plus fort et plus régulier au large que sur terre. Cependant la ressource est dans de nombreux cas inaccessible aux technologies actuelles. En effet, la technologie éolienne classique nécessite la mise en place de fondations sur lesquelles sont posées les éoliennes. Ces fondations sont d'autant plus coûteuses que la profondeur est importante, ce qui limite l'installation des éoliennes offshore posées à des profondeurs de moins de 50m.

Pour dépasser les limites de l'éolien offshore posé, une nouvelle technologie est en plein développement : les éoliennes flottantes. Ces éoliennes sont conçues pour être installées en eaux profondes, par plus de 50m de profondeur. Cette technologie ouvre donc de nouvelles perspectives à l'éolien avec un nouveau marché notamment en méditerranée. A l'échelle mondiale, le potentiel éolien flottant est immense. Rien qu'en mer du Nord, l'éolien flottant pourrait fournir 4 fois la consommation actuelle de l'Union Européenne en énergie.

Cette technologie nouvelle doit cependant relever de nombreux défis. L'éolienne étant posée sur une structure flottante celle-ci s'incline avec la poussée du vent. Dans le cas d'éoliennes classiques à axe horizontal le rendement aérodynamique diminue alors très rapidement. Pour réduire cette inclinaison, il devient alors nécessaire de construire un flotteur très stable et donc très lourd et très coûteux, ce qui rend ces éoliennes difficilement abordables.

Par une approche unique et innovante, Nénuphar contourne ces difficultés pour proposer une solution compétitive adaptée aux conditions flottantes.

Le projet global de Nénuphar (prototype 1XF) consiste à mettre fabriquer et mettre à l'eau début 2017 un prototype d'éolienne flottante à axe vertical au large de Fos-sur-Mer sur le site d'essais MISTRAL (voir détail site d'essais page 11). Ce 1er prototype d'une puissance de 1MW sera la 1ère éolienne installée en mer en France.

Ce projet est reparti en trois dossiers de financement :

- Le présent dossier FEDER
- Le projet FP7 INFLOW
- Le dossier flotteur soumis au Conseil Régional au mois de Septembre 2016

L'articulation entre ces 3 bailleurs est représentée sur un schéma en PJ.

Le projet FEDER s'inscrit dans la continuité d'un premier projet Européen auquel participe Nénuphar. Le projet Inflow Industrialization of a Floating Offshore Wind Turbine du programme FP7 vise au développement et à la fabrication d'un prototype d'éolienne à axe vertical. Ce projet Inflow a débuté en 2011 et prendra fin au mois d'Avril 2018. Il comprend la conception et fabrication d'une turbine à axe vertical de 1MW, sa mise en route, la fabrication du système d'ancrage (chaîne et ancrages) ainsi que l'assemblage de la turbine sur le flotteur. Il comprend aussi des tests et la maintenance de l'éolienne en mer du mois d'octobre au mois d'Avril 2018 (fin du projet FP7)

Le projet FEDER vient compléter le projet Inflow. Il comprendra l'instrumentation du site d'essais Mistral, la préparation du quai, les études d'adaptation sur le flotteur, l'installation en mer, l'opération, la maintenance du prototype à partir de la fin du projet FP7 Inflow et les mesures environnementales pendant toute la durée des tests (environ 1 à 2 ans).

Au mois de juin 2016, Nénuphar a signé une lettre d'intention avec la société Principle Power pour le rachat du flotteur WindFloat. Un dossier a été soumis auprès du Conseil Régional pour soutenir la société Nénuphar dans l'achat de ce flotteur.



Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



En préparation de la signature de cette lettre d'intention, une équipe de Nénuphar s'est rendue sur place afin d'effectuer une inspection détaillée de l'état de la plateforme flottante.

Avec l'aide de plongeurs professionnels contractés pour la mission, ils ont pu inspecter l'ensemble de la structure émergée et immergée ainsi que l'ensemble des équipements installés à bord.

Il est prévu le remorquage de ce flotteur dans la région de Fos-Marseille en Mars 2017.

Une fois remorquée dans la région de Fos-Marseille, la plateforme nécessitera une remise en état ainsi que des modifications des structures secondaires afin d'accueillir l'éolienne de Nénuphar et ses équipements.

Nénuphar envisage de réaliser l'ensemble des travaux de modification à flot.

Objectifs recherchés :

L'objectif du prototype est de démontrer la faisabilité, la performance et la fiabilité d'une éolienne à axe vertical pour le marché de l'éolien offshore flottant.

Ce prototype de 1MW est destiné à dé-risquer la technologie pour débloquer des investissements plus importants pour le futur prototype de plus grande puissance (5MW), puis pour une ferme pilote, et enfin des projets commerciaux compétitifs avec les autres énergies.

Ce prototype de 1MW pourra être complété par une seconde éolienne permettant ainsi de tester le design contra rotatif et augmentant la puissance à 2MW.

Développements mis en œuvre sur le prototype terrestre :

Depuis 2009, Nénuphar exploite des prototypes terrestres dont le dernier se trouve sur le site de Carfos (à Fos-sur-Mer). Construit en 2014, mesurant 40 m de haut pour 50 m de diamètre, ce prototype est la plus grande éolienne à axe vertical en opération au monde. Ce prototype est instrumenté et toutes les données collectées sont analysées, permettant la validation des codes aérodynamiques et du système de contrôle commande développés par Nénuphar. Il permet aussi d'obtenir un retour d'expérience considérable sur des briques technologiques essentielles pour la commercialisation telles que la technologie de conception et de fabrication des pales, l'architecture du rotor et de son moyeu, la chaîne de conversion de puissance et l'accessibilité à la machine.

Suite au premier retour d'expérience obtenu sur le prototype terrestre, Nénuphar a optimisé les pales de son éolienne. En juin 2015 les pales vrillées et inclinées ont été remplacées par des pales droites et verticales. Ces pales sont plus légères et plus simples à fabriquer, ce qui permet de réduire considérablement les coûts de l'éolienne et donc le prix de l'énergie.

Dès l'automne 2016, une troisième architecture sera testée : une éolienne à deux pales droites et verticales munies d'un système de calage variable. Cette architecture s'est révélée être plus avantageuse car elle permet de simplifier les opérations de fabrication et d'assemblage de l'éolienne.

Ce prochain prototype permettra aussi de tester le système de « pitch », c'est-à-dire le système de calage variable des pales relativement aux bras. Le système de pitch permettra non seulement d'optimiser la production énergétique tout en réduisant les efforts aérodynamiques en exploitation, mais aussi de réduire la prise au vent en cas de conditions extrêmes grâce à la mise en drapeau de ses pales, ce qui permet in fine de ne pas avoir à sur-dimensionner ni l'éolienne ni son flotteur.

Le prototype offshore est un jalon clé pour la société Nénuphar.

Il s'inscrit pleinement dans la feuille de route de Nénuphar permettant ainsi d'obtenir un produit commercial abouti et testé pour une mise sur le marché d'un produit commercial à l'horizon 2020.

Le développement d'une technologie aussi novatrice est justifié par une avancée significative sur certains critères dont l'augmentation du productible et la réduction des chargements sur le flotteur, ce qui permet de dégager les indicateurs principaux du développement technique :

- Coefficient de puissance (rendement de conversion vent-électricité) supérieur à 50% (contre 43-45% pour la majorité des éoliennes actuelles).
- Restauration de la vitesse du vent en aval des éoliennes (dans leurs sillages) sur des distances courtes compatibles avec des densités de puissance de ferme d'environ 5 MWe/km² tout en éliminant les pertes de sillage représentant 10-12% de l'énergie annuelle pour les fermes traditionnelles.
- Réduction du moment de renversement sur le flotteur par rapport aux éoliennes à axe horizontal traditionnelles de puissance équivalente grâce à son centre de poussée bas.

La future éolienne de Nénuphar sera composée de deux rotors jumeaux, chacun constitué de deux pales, de quatre bras qui soutiennent ces pales et d'un moyeu de jonction (rotor en X).



Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



C'est cette architecture qui est à l'origine des avancées importantes en matière de performance et de niveaux de chargement réduits sur le flotteur. Mais pour pouvoir surpasser les performances des éoliennes à axe horizontal classiques, des briques technologiques supplémentaires doivent être intégrées au projet, avec par exemple un système de calage dynamique des pales (pitch) qui permet de corriger certaines limitations inhérentes aux éoliennes à axe vertical en termes de performance et de poussée. Certains de ces développements sont déjà en cours de développement ou de validation grâce aux prototypes terrestres de Nénuphar, mais seul un démonstrateur maritime permettra de valider un ensemble de briques technologiques telles que :

- La validation des codes (incluant le couplage aéro-hydrodynamique).
- La validation des briques technologiques mécaniques (pitch, liaison pales-bras, intégration des systèmes, niveaux de puissance, ...).
- La validation du procédé de fabrication des pales et bras en matériaux composites.
- La validation de l'architecture du rotor en X.
- La validation de la performance (inclinaison, accélérations, courbes de puissance, ...).
- La validation des procédures opérationnelles (assemblage onshore, installation offshore, maintenance, ...).
- La validation des modes opératoires en condition offshore (systèmes de mesure nécessaires pour les certifications futures; système de stockage d'énergie et communication des données, ...).
- La validation de la résistance au milieu marin flottant (corrosion, tenue aux accélérations dues au roulis et au tangage du flotteur, ...).

Pour venir compléter cette validation de briques technologiques, des tests devront être menés en parallèle afin d'optimiser au mieux les différents paramètres de l'éolienne pour préparer la conception de la future génération de machine. Ces optimisations porteront notamment sur les études de sillage des éoliennes à axe vertical contra-rotatives en soufflerie et sur les études d'optimisation des profils aérodynamique des composants.

Le défi relevé par Nénuphar sur ce projet est, à terme, le développement d'une filière industrielle française, non seulement pour la fourniture, la fabrication et l'assemblage des composants de l'éolienne et du flotteur, mais aussi pour la construction, l'installation et les activités d'exploitation et de maintenance de fermes d'éoliennes flottantes.

La technologie développée par Nénuphar s'appuie en grande partie sur la filière éolienne existante pérennisant ainsi une industrie encore jeune en France, mais elle nécessite également le développement d'une filière nouvelle pour les composants du rotor et pour la maîtrise d'outils de simulation aérodynamique complexes. Nénuphar est à la pointe dans ces domaines grâce notamment à l'avance de l'entreprise dans le domaine de l'éolien à axe vertical et au tissu industriel local qui l'a supporté dans ses développements.

Le développement de cette filière a déjà été amorcé lors de la fabrication du premier prototype terrestre sur le site de Fos-sur-Mer. Beaucoup d'entreprises locales (plus de 70% des dépenses effectuées auprès d'entreprises françaises) ont été mobilisées sur ce projet et ont démontré un certain nombre de compétences nécessaires au développement futur de la filière industrielle

Le site d'essais MISTRAL :

Nénuphar concevra, fabriquera et exploitera ce prototype offshore sur le site d'essai Mistral.

Le développement du site d'essai Mistral est le fruit d'un partenariat entre pouvoirs publics et industriels de l'éolien flottant engagé dès 2011, dont l'objet est de disposer en mer Méditerranée d'une infrastructure d'essai dédiée à l'éolien flottant et reconnue au niveau international. A échéance de sa mise en service, le site Mistral sera un site de référence en matière de R&D dans le domaine de l'éolien flottant.

Le site d'essai pourra accueillir deux démonstrateurs et les travaux devront débuter avant le mois de Juin 2018.

A ce jour, un emplacement est réservé pour la société Nénuphar qui installera son prototype au mois d'octobre 2017.

Des discussions sont en cours pour le deuxième emplacement avec des industriels pouvant pour tester leur prototype.

Nénuphar est propriétaire de la SAS Mistral à hauteur de 77%.

NB : voir schémas et insertions photos en PJ

Résultats escomptés (cible visée)

Résultats intégrés au bloc descriptif précédent (contribution au PO)

Calendrier et phasage de l'opération :

Période prévisionnelle d'exécution

Début : 01/07/2016

Fin : 30/06/2019

Phasage en pièce jointe



Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



DEPENSES ET RESSOURCES

Postes de dépense	
Type d'assujettissement	HT
Type d'échéancier	Echéancier du coût total

Détails des postes de dépense			
Catégorie de dépense	Direct/Indirect	Fonctionnement/ Investissement	Montant (HT)
Dépenses de personnel	Direct	Fonctionnement	0,00 €
Salaires et charges			
Dépenses de prestations externes de service	Direct	Investissement	0,00 €
Etudes suivi évaluation Installation maintenance location sous-traitance			
Dépenses d'Investissement matériel et immatériel	Direct	Investissement	0,00 €
Achat d'équipements, de machine			
Total :			0,00 €

Ressources	
Les co-financeurs sollicités couvrent-ils la même période d'exécution et la même assiette de dépenses éligibles ?	Oui
Le porteur a-t-il sollicité une avance pour le fond européen ?	Oui



Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



<i>Détails des ressources</i>								
<i>Financier</i>	<i>Partenaire</i>	<i>Imputation</i>	<i>Régime d'aide</i>	<i>Taux(%)</i>	<i>Montant (€ HT)</i>	<i>Montant réalisé</i>	<i>Montant retenu</i>	<i>Taux d'avancement</i>
UNION EUROPEENNE	Fonds européen de développement régional		SA.40391 / Régime cadre exempté d'aides à la RDI		0,00			
Total co-financeur					0,00		0,00	
Bénéficiaire				100,00	0,00			
COUT TOTAL ELIGIBLE				100,00	0,00		0,00	



Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur



INSTRUCTION

Service instructeur :	Direction des Affaires Européennes - PACA	Avis du service instructeur :	Favorable
------------------------------	---	--------------------------------------	-----------

Motivation du service instructeur :

AVIS FAVORABLE DU SERVICE INSTRUCTION POUR LA DEPROGRAMMATION DE CETTE OPERATION.

Le 8 décembre 2016, le Comité Régional de Programmation a attribué une subvention FEDER d'un montant de 3 723 703,20 € sur un montant subventionnable de 8 274 896,00 € HT pour l'opération intitulée « Fabrication et installation d'un prototype d'éolienne à axe vertical ».

Le porteur de projet a alerté le service instructeur fin 2017 de difficultés entraînant des modifications significatives de l'opération conventionnée. Ainsi, l'achat du flotteur d'occasion qui devait être effectué afin d'y installer le prototype d'éolienne flottante n'a pas pu se faire. Cela a mené la société à revoir l'intégralité du contenu de son opération pour se focaliser sur le développement de nouvelles pales.

Plusieurs réunions de travail entre le porteur et le service instructeurs se sont tenues afin de discuter de ces difficultés. Un avenant en vue de modifier le contenu de l'opération ainsi que son plan de financement au regard de ces nouveaux éléments devait être sollicité par le porteur.

Cependant, par jugement en date du 3 avril 2018 publié au bulletin officiel des annonces civiles et commerciales le 12 avril 2018, le Tribunal de Commerce de Lille Métropole a prononcé l'ouverture d'une procédure de liquidation judiciaire à l'encontre de la société NENUPHAR.

La possibilité de procéder à une reprogrammation de cette opération n'était alors plus envisageable.

De plus, à l'issue de la convention signée le 27 juin 2017, le Conseil Régional a versé, par mandatement en date du 25 juillet 2017, une avance de 30%, soit un montant de 1 117 110,96 €. Compte tenu qu'aucune remontée de dépenses n'a été transmise par la structure depuis la signature de la convention, l'Autorité de Gestion a informé la société qu'une procédure de recouvrement du montant de l'avance, soit 1 117 110,96 €, allait être prochainement adressée au liquidateur judiciaire.