

# Cahier des clauses techniques particulières (CCTP)

## Inversion du sens de rotation d'une hélice

N°251000227

# Sommaire

## 1. Présentation du projet3

- 1.1. Le bassin à houle et courant3
- 1.2. Contexte général du projet3
- 1.3. Description de la prestation4
- 1.4. Planning prévisionnel simplifié5
- 1.5. Essais et certification5

## 2. Fourniture et installation du système5

- 2.1. Contraintes6
- 2.2. Le chantier6
- 2.3. Sécurité6
- 2.4. Livraison et installation6
- 2.5. Test et réception de la prestation7

# 1. Présentation du projet

## 1.1. Le bassin à houle et courant

Le bassin à houle et courant de l'Ifremer à Boulogne-sur-mer a été mis en service en 1990. Cette infrastructure d'essais est utilisée pour étudier le comportement d'engins sous-marins soumis à l'action d'un courant et de la houle. Les dimensions de la section d'essais et son instrumentation associée en font un outil performant pour de nombreuses applications, telles que les structures offshore, les engins remorqués et les dispositifs de récupération d'énergies marines renouvelables. La circulation d'eau est réalisée en circuit fermé, suivant une boucle verticale.

Les principales caractéristiques de la section d'essais, représentée en Figure 1, sont les suivantes :

- Longueur, largeur et profondeur : 20 m, 4 m et 2 m
- Vitesse maximale du courant : 2,2 m/s
- Hauteur maximale de la houle : 30 cm
- Période de la houle : 0,5 s à 2,0 s
- Zone d'observation latérale vitrée : 4 vitres de 2 m par 2 m
- Volume d'eau : 700 m<sup>3</sup>



Figure 1 : Vue à 180° de la zone d'observation du bassin avec ses 4 grandes vitres

## 1.2. Contexte général du projet

Le bassin de l'Ifremer joue aujourd'hui un rôle majeur dans le domaine de l'hydrodynamique navale et le développement de nouvelles technologies marines, pour lesquelles la prise en compte de l'interaction entre le courant, la houle et la turbulence est primordiale.

L'action proposée dans le cadre de ce cahier des charges vise à inverser le sens de rotation de l'hélice tribord par la modification de l'hélice existante. A noter la fourniture d'un nouveau redresseur adapté à cette nouvelle hélice.



Figure 2 : 2 pompes de 250Kw chacune du bassin à gauche, le redresseur au milieu et l'hélice à droite

Actuellement les hélices tournent toutes deux dans le même sens et ne permettent pas un mélange optimum de l'écoulement. Le pilotage des moteurs nous permet de les faire tourner dans le sens que l'on souhaite. Il est donc possible d'inverser la rotation d'une hélice en modifiant les trois pales rapportées sur le moyeu. Cela nécessite la fabrication de trois nouvelles pales symétriques par rapport aux pales existantes.

### 1.3. Description de la prestation

Cette consultation n'est constituée que d'une prestation globale, intitulée « inversion du sens de rotation d'une hélice », mais devra être réalisée en deux phases liées aux arrêts techniques du bassin (janvier 2026 et juin 2027).

#### **Phase 1 : scanner 3D**

Après réception dans vos ateliers, un micro-sablage sera réalisé sur l'ensemble de l'hélice pour éliminer la couche de résine céramique de protection des pales. Ainsi, l'opérateur aura accès aux côtes nues de l'ensemble.

Un scanner 3D de l'hélice et un scanner d'une pale désaccouplée du moyeu seront réalisés. Ces scans permettront de réaliser un fichier CAO 3D de l'hélice complète et des différents éléments la constituant (moyeu, pales, systèmes de fixation des pales). **Ces mesures devront être impérativement réalisées entre le 26 janvier 2026 et le 06 février 2026**, dates pendant lesquelles le bassin sera en arrêt technique.

A la suite de ces mesures scanner 3D, la conception d'une pale symétrisée devra être réalisée. Cette conception devra permettre d'obtenir une pale symétrique à l'existante avec conservation du moyeu sur lequel sera fixé les trois nouvelles pales fabriquées en phase 2.

L'Ifremer demandera validera les plans CAO de l'hélice originale et le plan CAO de l'hélice symétrisée afin de vérifier la parfaite symétrie.

Le type de matériaux utilisé pour les pales devra être déterminé précisément en prévision de la phase 2. La pale démontée du bulbe et ayant servi pour le scanner 3D devra ensuite être remontée sur le bulbe comme à l'origine (calage des pales à l'identique). Le transport de l'hélice depuis le bassin d'essais jusqu'au lieu de réalisation des travaux (montage/démontage, mesures scanner) et retour devra être pris en charge par la société lauréate. La **date de réception en nos locaux ne pourra pas excéder le 6 février 2026, après réalisation des mesures scanner 3D et du réassemblage à l'identique.**

## Phase 2 : inversion des pales

Cette phase pourra être réalisée dans le courant de l'année 2026 avec **une livraison des pales symétriques impérativement avant fin novembre 2026.**

Cette phase 2 concerne la conception et la construction d'un moule d'une pale symétrisée afin **de réaliser un jeu de 3 pales** (symétriques par rapport à l'existant) par fonderie dans la même matière que celle d'origine (type de matériau déterminé en phase 1).

Le moule devra être conçu avec un jeu suffisant pour permettre une reprise de la pale en usinage par commande numérique multiaxes afin de respecter les côtes précises du fichier CAO généré lors de la phase 1. Le système d'assemblage sur le bulbe devra être adapté en conséquence afin d'obtenir une pale symétrique par rapport à l'existant. Un contrôle qualité (respect des côtes et de l'état de surface) devra être effectué avant la livraison. Le transport des pales jusqu'au bassin d'essais devra être pris en charge par la société lauréate.

Option : réalisation d'un gabarit du bulbe existant pour réaliser un assemblage des nouvelles pales et vérifier la symétrie de l'hélice par rapport à l'existant.

### 1.4. Planning prévisionnel simplifié

Vous trouverez ci-dessous le planning de réalisation à respecter pour ces travaux afin d'appréhender les impératifs et étalement des différentes phases.

Dates	Tâches
Du 21/01/26 au 23/01/26	Envoi par l'IFREMER de l'hélice dans les locaux de la société lauréate
Du 26/01/26 au 03/02/26	Sablage hélice, scan hélice, démontage une pale, scan pale, remontage pale
Du 04/02/26 au 06/02/26	Envoi hélice au bassin d'essai Ifremer
<b>Date de réception IMPERATIVE au bassin le 06/02/2026</b>	
Du 09/02/26 au 31/10/26	Réalisation moule, moulage 3 pale symétrisées, reprise usinage en CN
Du 01/11/26 au 30/11/26	Envoi du jeu de 3 pales symétrisées et usinées aux côtes originales
<b>Date de réception IMPERATIVE au bassin le 31/11/2026</b>	

### 1.5. Essais et certification

Malheureusement, les essais d'ajustement de l'hélice par rapport à son logement ne pourront se faire que lors de la maintenance suivante programmée en juin 2027. La comparaison des fichiers CAO de l'hélice existante et de l'hélice modifiée permettra de valider les modifications à apporter.

De plus, un contrôle qualité (respect des côtes et de l'état de surface) devra être effectué avant la livraison des pales. Idéalement la vérification à partir du montage sur un gabarit du bulbe existant permettra de garantir le respect de ce cahier des charges (contrôle de l'assemblage, respect de la symétrie, du diamètre extérieur et de l'orientation des pales).

## 2. Fourniture et installation du système

La prestation globale concerne les travaux suivants :

- réalisation d'un micro-sablage de l'hélice dès réception en atelier
- fourniture d'un fichier CAO issu des mesures du scanner 3D de l'hélice complète
- réalisation du démontage d'une pale
- fourniture d'un fichier CAO issu des mesures du scanner 3D de la pale démontée

- fourniture d'un fichier CAO de l'hélice originale (bulbe + pales montées + détails fixation pale)
- remontage de la pale d'origine sur le bulbe et renvoi à l'Ifremer dans les délais impartis
- fourniture d'un fichier CAO d'une hélice avec pales symétriques par rapport à l'existant
- fourniture d'un fichier CAO du moule permettant la fabrication de pales symétrisées
- fourniture du rapport d'analyse matériaux des pales existantes
- réalisation d'un moule de la pale symétrisée
- réalisation d'un jeu de 3 pales symétrisées par fonderie dans la même matière d'origine
- reprise en usinage par commande numérique des pales sorties de fonderie
- fourniture d'un rapport de contrôle qualité (respect des côtes et de l'état de surface)
- envoi à l'Ifremer des 3 pales symétrisées et de leur moule dans les délais impartis.
- En option : le rapport de vérification du montage du nouveau jeu de pales sur le gabarit du bulbe.

## 2.1. Contraintes

Les principales contraintes concernant cette prestation sont les suivantes :

- La société lauréate devra se conformer au planning prévisionnel établis dans ce CCTP et en aucun cas dépasser les dates impératives.
- La précision de la mesure par scanner 3D devra permettre d'obtenir un plan 3D du matériel existant avec une précision au dixième de millimètre. La fourniture des plans 3D devra être faite au format IGES et/ou STEP
- Les sociétés répondantes à ce marché doivent impérativement réaliser les deux phases des travaux.
- La précision de la réalisation des pales devra être inférieure ou égale à 0.25mm pour les distances et de 0.2° pour les angles, comparé au plan CAO 3D.
- Une identification précise de la matière originale est demandée afin de recréer des pales symétrisées avec les même propriétés techniques et physiques que la pale originale.
- L'orientation des pales devra être parfaitement symétrique à l'originale
- Le titulaire devra fournir ou établir le délai de la garantie de cette nouvelle réalisation.

## 2.2. Le chantier

La préparation du chantier est sous l'entière responsabilité de la société lauréate. Cependant, nous demandons qu'une attention particulière soit apportée à la protection des pièces dont elle aura la charge (hélice existante, jeu de trois pales symétriques).

## 2.3. Sécurité

La sécurité à appliquer sera celle de la société retenue puisque la totalité des travaux se feront sur leur site. Nous attirons juste l'attention sur un colisage bien réalisé et sécurisé lors des différents envois de matériels à l'IFREMER

## 2.4. Livraison et installation

Se référer au planning prévisionnel simplifié

## 2.5. Test et réception de la prestation

La validation et la réception de la prestation ne pourra se faire qu'après l'étude du rapport de contrôle des côtes mentionné dans le point 2