

Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)

Marché de fournitures

Fourniture de matériels de marquage et télémétrie acoustique marine

N° 261000115

Table des matières

1. Objet	3
1.1. Objet du marché	3
1.2. Contexte	3
2. Spécifications techniques du marché	4
2.1. Lot 1 : marques acoustiques et récepteurs	4
2.1.1. Marques acoustiques	4
2.1.2. Récepteurs acoustiques	6
2.2. Lot 2 : Marques archives équipées de flotteurs	7
3. Précisions sur les modalités de livraison	9

1. Objet

1.1. Objet du marché

Le présent document a pour but de décrire et définir les modalités de fournitures de matériels de marquage et de télémétrie acoustique marine et de leurs accessoires. L'objectif de ce contrat est de permettre à l'Ifremer d'étudier le comportement et le mouvement d'espèces d'intérêt halieutique à différentes échelles spatio-temporelles et de comprendre les changements d'occupation de l'espace en fonction des variations des conditions environnementales (variabilité inter- et intra-annuelles, changement climatique) ou des pressions anthropiques (par ex. pêche, EMR).

1.2. Contexte

Pour suivre la trajectoire de poissons ou de crustacés dans l'espace et le temps (le terme de poisson sera utilisé dans la suite du document), il n'est pas possible d'utiliser des technologies classiques telles que le GPS. Il est donc nécessaire de mettre en place des approches alternatives et nous avons identifié les suivantes :

- Une méthode de suivi utilisant la télémétrie acoustique. Son principe consiste en la communication entre une marque émettrice (implanté dans un poisson) et un dispositif récepteur (hydrophone ou récepteurs) au moyen d'un signal acoustique pour déterminer la localisation de la marque (i.e., le poisson). Les marques électroniques à acquérir transmettent une identification unique et des données de capteurs (e.g. température) par des signaux acoustiques à intervalles de temps fixes. La position et le comportement du poisson, ainsi que les conditions de l'eau qu'il rencontre, seront donc connus lorsqu'il se trouvera à portée du réseau de télémétrie acoustique. Le suivi à haute résolution est possible soit à l'intérieur d'un réseau de télémétrie acoustique dense par triangulation, soit par suivi actif à l'aide d'un hydrophone directionnel utilisé depuis un petit bateau.
- Une méthode de suivi utilisant un modèle de géolocalisation. Son principe consiste à estimer la position du poisson à partir des séries temporelles haute résolution de température et de profondeur enregistrées par une marque DST (« data storage tag ») en utilisant un modèle de géolocalisation basé sur un modèle Markovien à états cachés. Les marques électroniques à acquérir enregistreront des données environnementales (e.g. température et profondeur) ou de comportements (e.g. accélération, prédation, mortalité) à intervalles de temps fixes. La position du poisson sera déduite à l'aide d'un modèle de géolocalisation spécifique lorsqu'il se trouvera en dehors du réseau de télémétrie acoustique.
- Une combinaison de ces deux méthodes de suivi.

Les marques acoustiques et/ou électroniques recherchées auront le plus souvent vocation à être implantés par chirurgie dans des poissons. Les marques seront déployées sur des poissons démersaux, e.g. le bar (*Dicentrarchus labrax*), le lieu jaune (*Pollachius pollachius*), et des grands crustacés, e.g. la langouste (*Palinurus elephas*) et l'araignée de mer (*Maja brachydactyla*). Nous chercherons à récupérer les marques soit pour exploiter les données enregistrées (température et profondeur), soit pour les redéployer si elles le permettent (batterie et mémoire encore bonne). La technologie spécifique de géolocalisation utilisée dans les deux dernières approches n'a d'intérêt que pour les poissons qui effectuent des mouvements sur les plateformes continentales et qui ont une probabilité élevée d'être recapturés par la pêche (professionnelle ou récréative) ou dont les marques ont une probabilité élevée d'être retrouvés sur les plages (poisson mort par prédation). Un dispositif de flottaison autour de la marque électronique est donc nécessaire à la mise en œuvre de cette technique.

Le déploiement de ce matériel de télémétrie acoustique en réseau s'inscrit dans un effort de collaboration scientifique national et international sur le suivi des espèces marines à l'échelle de la plateforme continentale de l'Atlantique Nord-Est. Il est donc important que le matériel de différents fournisseurs soit compatible pour que les poissons marqués puissent être détectés au-delà du réseau qui sera déployé par l'Ifremer dans le cadre de ce marché public. Le réseau déployé devra également être capable de détecter des poissons marqués en dehors des marques acquises dans le cadre de ce marché public. Le réseau de télémétrie acoustique déployé s'inscrira dans le cadre de l'European Tracking Network et de ses recommandations en matière de compatibilité (<http://www.europeantrackingnetwork.org/open-protocol>).

2. Spécifications techniques du marché

Le marché comprend 2 lots :

- Lot 1 : Marques acoustiques et récepteurs (et accessoires nécessaires)
- Lot 2 : Marques archives (et accessoires nécessaires) équipées de flotteurs

2.1. Lot 1 : marques acoustiques et récepteurs

Ce lot concerne les marques acoustiques (i.e. n'archivant pas de données complémentaires), les récepteurs acoustiques et les accessoires nécessaires au déploiement d'un réseau de télémétrie acoustique pour le suivi des poissons marins marqués.

2.1.1. Marques acoustiques

Les marques acoustiques doivent avoir les caractéristiques suivantes :

- Les délais d'émissions doivent être programmables ;
- Un identifiant (mondialement) unique doit être défini pour chaque marque acoustique ;
- Les marques peuvent avoir la possibilité d'inclure des capteurs, e.g. profondeur, température, activité, inclinaison, mortalité, prédation, accélération (liste non-exhaustive) ;
- Les données des capteurs seront transmises directement par acoustique ;
- Protocole ouvert (OPi/OPs) sera requis, comme recommandé par l'ETN ;
- L'activation des marques doit être claire et directe (ne laissant pas de place à l'interprétation).

Différents modèles de marques et accessoires pourront donc être proposés. L'offre devra préciser les accessoires nécessaires à la bonne utilisation de ses marques et à leur déploiement. Par exemple, les caractéristiques d'un logiciel d'interface de programmation des marques pourront être détaillées. Les marques seront soit implantées par chirurgie dans la cavité interne des poissons, soit fixées à l'extérieur des individus (en particulier pour les crustacés). Des exemples de fixation externe pourront être proposés pour illustration. Une garantie minimale de 2 ans est demandée. Les conditions de remplacement des marques en cas de défaut de fonctionnement devront être indiquées (par ex. délais, pièces de rechange, prix.). Les marques à acquérir devront être robustes, qualifiées pour résister à des profondeurs de 200 m. La puissance de transmission acoustique devra être la plus élevée possible pour permettre une portée de détection la plus grande possible par les récepteurs dans des conditions ambiantes de bruits parfois élevés liées aux conditions de courants de marée et de houles.

Trois types de marques acoustiques seront recherchées de manière privilégiée :

- une marque de diamètre 6mm pour marquer de petits individus (avec en option des capteurs indiquant si l'animal est mort ou pas et des capteurs d'activité ou un capteur de pression/profondeur),
- une marque de diamètre 9mm avec en option soit un capteur de température, soit un capteur de profondeur, soit une extra batterie et une forte puissance.

- une marque de diamètre de 13mm avec en option soit un capteur de température, soit un capteur de profondeur, soit une extra batterie et une forte puissance.
- Pour chacune de ces marques acoustiques, des options requises devront être proposées.

Voici les spécifications souhaitées pour la première marque acoustique :

Première marque acoustique	
Model	Specify
Name	Specify
Diameter	≤ 6 mm
Length	< 17 mm
Weight in Water	Less than 0.8g
Emission rate	Adjustable but 60-90s preferably
Power	Low power
Communication protocol	Open protocol
Emission frequency	69kHz
Duration	> 100 days
Depth usage	Up to ca. 50 m
Options required	Mortality sensor and/or activity sensor and/or additional battery and/or depth sensor

Voici les spécifications souhaitées pour la deuxième marque acoustique :

Deuxième marque acoustique	
Model	Specify
Name	Specify
Diameter	≤ 9 mm
Length	less than 37 mm
Weight in Water	Less than 3.2g
Extra battery	Specify
Emission rate	On demand, but 60s for comparison purpose
Power	Medium or High power
Communication protocol	Open protocol
Emission frequency	69kHz
Duration	365 days at least
Depth usage	For depth up to ca. 200 m
Options required	temperature sensor and/or depth sensor and/or additional battery

Voici les spécifications souhaitées pour la troisième marque acoustique :

Troisième marque acoustique	
Model	Specify
Name	Specify
Diameter	≤ 13 mm
Length	less than 34 mm
Weight in Water	Less than 7.3g
Extra battery	Specify
Emission rate	On demand, but 60s for comparison purpose
Power	Medium or High power

Communication protocol	Open protocol
Emission frequency	69kHz
Duration	1000 days at least
Depth usage	For depth up to ca. 200 m
Options required	depth sensor and/or temperature sensor and/or additional battery

2.1.2. Récepteurs acoustiques

Les récepteurs acoustiques doivent avoir les caractéristiques de base suivantes (cf. tableau ci-dessous) :

- Design robuste pouvant être déployé jusqu'à une profondeur de 200m ;
- Téléchargement des données (identifiant du poisson et variables environnementales et comportementales enregistrées au moment de la transmission) avec un système de communication bluetooth;
- Capacité de stockage des données importante (> 1 million de détections) ;
- Autonomie de plus de 20 mois permettant de longs déploiements en mer ;
- Logiciel d'interface permettant d'interroger les récepteurs, télécharger les données tout en permettant de les visualiser ;
- Protocole ouvert requis, comme recommandé par l'ETN ;
- Possibilité d'opérer à 69kHz et d'autres fréquences proches (p.ex. 67kHz, 68 kHz, 70 kHz, 71 kHz);
- Avec largeur acoustique et son système d'ancrage en option.

Detailed specifications	
Model	specify
Dimension	specify
Weight	specify
Power supply	specify
Detection	provide range test
Battery Life	> 20 months
Maximum depth	200 m
Receive frequency	67kHz, 68 kHz, 69 kHz, 70 kHz, 71 kHz
Buoyancy	specify
Data storage / Capacity	specify ; > millions of detection
Acoustic communication from surface	Yes (e.g. distance, language ou pas, inclinaison)
Temperature Ambiante	yes
Attachment	specify
Transmitters	logs and decodes all transmitters
Code Maps	open protocols required
Option required	Language acoustique

L'offre devra préciser les caractéristiques de l'interface de programmation proposées (logiciel). De même, l'offre devra détailler tous les accessoires nécessaires pour le déploiement d'un réseau de télémétrie acoustique, par exemple, des hydrophones directionnels (et leur valise de communication, etc.) adaptés pour communiquer depuis la surface avec les récepteurs ou pour faire du suivi actif à partir d'une embarcation légère.

Différents modèles de récepteurs acoustiques (et accessoires) pourront être proposés en lien, notamment, avec des spécificités particulières les rendant plus adaptés aux conditions de mise en place. Par exemple, il pourra s'agir :

- d'un récepteur câblé pour une pose sur une bouée déjà instrumentée et autonome en énergie ;
- d'un récepteur simple avec batteries pour une fixation sur une bouée de navigation ou une structure en mer facilement accessible ;
- d'un récepteur avec largueur acoustique pour une immersion sur le fond et récupération facile.

Une garantie minimale de 2 ans est demandée. Les conditions de remplacement des récepteurs en cas de défaut de fonctionnement devront être indiquées (par ex. délais, pièces de rechange, prix). La fiabilité du largueur acoustique devra être précisée.

Des commandes devront pouvoir être passées sur le système d'ancrage associé au récepteur acoustique avec largueur acoustique en pièces détachées. Il est demandé de renseigner dans le BPU-DQE les pièces de rechange disponibles. Nous pensons en particulier à la partie centrale, c'est-à-dire, par exemple, la tige centrale du dévidoir. Nous aimerions également avoir la possibilité de choisir de commander ou non la corde fournie avec le dévidoir.

2.2. Lot 2 : Marques archives équipées de flotteurs

Ce lot concerne principalement des marques archives (ou marques DST, data storage tag), leur système de flottaison individuel (flotteur) et les accessoires nécessaires pour suivre les poissons marqués à partir d'une série temporelle de température et de profondeur à haute résolution en utilisant un modèle de géolocalisation basé sur un modèle Markovien à états cachés. Cependant d'autres capteurs que la température et la pression pourront être proposés.

Les marques archives doivent avoir les caractéristiques suivantes :

- Les délais d'acquisition doivent être programmables ;
- Les marques archives pourront avoir différentes tailles (taille de la marque à adapter en fonction de la taille du poisson), toutefois elles devront être d'un diamètre inférieur ou égal 13 mm et d'une longueur inférieure ou égale à 45 mm ;
- Les marques archives devront être équipées de flotteurs parfaitement ajustés (aux diamètres des marques). Il ne doit pas y avoir de pièces qui dépassent pouvant occasionner des blessures internes au poisson marqué. Il est demandé de fournir des informations techniques sur les propriétés de flottabilité du matériel en lien avec le poids théorique et la densité théorique des marques archives. Les dimensions (diamètre/longueur) ainsi que les poids (à l'air libre et dans l'eau) devront être communiqués pour la marque seule et la marque associée au flotteur.
- Un ou des logiciel(s) de programmation des marques et de récupération des données archivées devra (devront) être fournis sans surcoût (avec une interface en anglais ou en français). Aucun logiciel de reconstruction de trajectoire n'est requis et ne doit donc pas être inclus dans le marché.
- Les marques doivent a minima inclure des capteurs de pression et de température mais peuvent aussi être pourvues d'autres capteurs, e.g. activité, accélération, direction magnétique. Les marques ne devront toutefois pas intégrer de capteurs de lumière/intensité lumineuse. Les marques devront être internes, aucun capteur ni aucune pièce ne devra être positionné à l'extérieur du poisson.
- Les données des capteurs seront archivées ; la batterie et la mémoire interne devra permettre d'avoir idéalement plus de 2 ans de données, de température et de pression, archivées toutes les 90s ;

Voici les spécificités recherchées pour la marque de base avec pression et température :

General specifications	
Diameter	Less than 13 mm
Length	Less than 45 mm
Weight in Water	< 7 g
Flash Memory	2 MB at least
Data resolution	12 bits
Time series data point s	Specify number
Battery life	24 months at least. Preferably beyond at 90s interval.
Data retention (provided by the manufacturer)	10 years at least
Supporting standard freezing (-20 °C) without failure	preferable
Depth sensor	
Max Depth	ca. 200 m
Absolute Max depth	Please specify
Accuracy	±1% Full Scale or better
Resolution	Better than 0.05% full scale
Temperature compensated?	Specify
Max depth before failure	Specify
Temperature sensor	
Temperature range	0-40°C
Accuracy	Better than ca. ± 0.1°C
Resolution	Better than 0.05°C
Response time	specify
Temperature range before failure	specify
Additional specifications	
Clock	specify
Programmable logging	required
Summary Log	preferable
Rate of tag failure	Specify
Disinfection method prior insertion into the intracoelomic cavity	Specify
Float specifications	
Floating collar	For depth up to ca. 200 m
Float coating	Inert and biocompatible, ideally a medical grade silicon.
Dimension with floating collar	Perfectly adjusted to the diameter and length of the archival tag. The diameter of the whole device, i.e. the tag equipped with the float, should not exceed 21 mm. The length of the tag equipped with the float should not exceed 45 mm.
Weight in air and in water for the tag and the tag associated with the float	Specify

A label where something can be written	At least 4 lines with a tag number, a phone number, an email address and two lines detailing the reward amount.
--	---

Nous recherchons aussi des marques additionnelles à celle de base (spécifications dans le tableau ci-dessus), qui nous permettraient soit de s'adapter à la taille des poissons (marque additionnel 1), soit de présenter des capteurs supplémentaires de type accélérométrie et magnétométrie (marques additionnels 2 et 3). En voici les caractéristiques :

	Type de marques
Marque additionnel 1	Marque archive <30mm de longueur avec capteurs de température, pression et flotteur
Marque de base	Marque archive <35mm de longueur avec capteurs de température, pression et flotteur
Marque additionnel 2	Marque archive <40mm de longueur avec capteurs de température, pression, accélérométrie et magnétométrie et flotteur
Marque additionnel 3	Marque archive <45mm de longueur avec capteurs de température, pression, accélérométrie et magnétométrie et flotteur

3. Précisions sur les modalités de livraison

⇒ Lieu de livraison

Le matériel sera livré dans les stations Ifremer de France métropolitaine. Le matériel à envoyer dans chaque site sera spécifié à chaque bon de commande.

⇒ Planning prévisionnel de livraison

Les dates de livraison correspondront aux campagnes de déploiements.

Le fournisseur devra indiquer des délais de livraison afin d'ajuster la date de commande aux dates de livraison souhaitées.

⇒ Modalités spécifiques de livraison

L'ensemble du matériel listé dans les BPU de chaque lot devra être livré en DDP (delivered duty paid) sur les différents site Ifremer de France métropolitaine. Les marques et les récepteurs doivent être délivrés en 4 semaines maximum après que la commande ait été envoyée.