



Comité Régional des Pêches Maritimes  
et des Elevages Marins de Bretagne



## PHASE 2

### CARACTERISATION DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX DE DIFFERENTES DRAGUES SUR LE MAËRL :

### DEFINITION DE LA STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE



Version définitive

Janvier 2016

Avec le soutien financier de :



L'Agria, trois Régions pour promouvoir la pêche et l'aquaculture



## FICHE DE RENSEIGNEMENTS

A PROPOS DE L'ETUDE			
Projet	DECIDER		
Phase	Phase 2		
Titre	Caractérisation des effets environnementaux de différentes dragues sur le maërl : définition de la stratégie d'échantillonnage		
Titre fichier	DECIDER_Phase2_Protocole_VDEF		
A PROPOS DU DOCUMENT			
Version	Version définitive		
Nb pages / planches	14 pages + annexe (Appel d'Offres)		
	Rédaction	Validation 1	Validation 2
Nom	Julien Dubreuil	Jacques Grall	François Gâtel
Structure	CRPMEM de Bretagne	IUEM (RESOMAR)	AGLIA
Date	29/01/2016	03/02/2016	02/02/2016
Visa			
<b>Comment citer ce document :</b>			
CRPMEM de Bretagne, IUEM, AGLIA. (2016). Caractérisation des effets environnementaux de différentes dragues sur le maërl : définition de la stratégie d'échantillonnage – Phase 2. 14p.			

**Partenaires du projet :****Avec le soutien financier de :**

L'Agliia, trois Régions pour promouvoir la pêche et l'aquaculture



## SOMMAIRE

1	Propos liminaire – objectifs de l'étude .....	5
2	Caractériser les effets des engins de pêche sur les habitats.....	5
2.1	Généralités.....	5
2.2	Approches méthodologiques .....	6
2.3	La méthode « BACI ».....	7
2.4	Comparaison des effets environnementaux de différents engins de pêche .....	8
3	Caractérisation des effets de différentes dragues sur le maërl dans le cadre de DECIDER .....	8
3.1	Rappel succinct des objectifs de l'étude .....	8
3.2	Etablissement du plan d'échantillonnage.....	8
3.2.1	Les métriques retenues pour l'évaluation des effets sur le maërl.....	9
3.2.2	Application de la méthode BACI .....	9
3.2.3	Efforts d'échantillonnage .....	9
3.2.4	Choix de la zone d'étude.....	10
3.2.5	Méthode d'application de l'impact des dragues .....	10
3.3	Publication de l'appel à concurrence .....	11
4	Bibliographie .....	12

## FIGURES

<i>Figure 1 : Exemples de plans d'échantillonnages expérimentaux utilisant la méthode BACI pour évaluer les effets d'engins de pêche sur les habitats marins (d'après Lindegarth et al., 2009 à G et Rabaut et al., 2008 à D)</i> _____	7
<i>Figure 2 : Disposition des traicts expérimentaux de dragues et chalut dans la zone d'étude (Hinz et al., 2009)</i> __	8
<i>Figure 3 : Schématisation du plan d'échantillonnage (en bleu : prélèvements à la benne ; en rouge : quadrats photographiques réalisés en plongée ; en pointillés : zones impactées par les dragues)</i> _____	10

## 1 PROPOS LIMINAIRE – OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

La présente note a pour objet d'apporter des éléments justifiant la stratégie d'échantillonnage retenue dans le cadre du projet DECIDER. Ce programme d'étude comporte différents volets et s'attache à appréhender la question du risque de dégradation des habitats marins par les activités de pêche professionnelle sous différents aspects (biologiques, socio-économiques, méthodologiques, etc.).

Un des pans du programme vise à caractériser les effets de différents engins de pêche à la drague sur un habitat particulier : le maërl. Pour ce faire, une étude expérimentale, fruit de la collaboration entre pêcheurs et scientifiques, sera menée en rade de Brest durant un an. Cette étude est inédite à l'échelle nationale. Elle permettra d'évaluer les effets environnementaux sur le maërl de différentes dragues à bivalves. Cette étude se doit d'être réalisée avec la plus grande rigueur scientifique et au moyen de protocoles adaptés et d'un effort d'échantillonnage conséquent permettant d'obtenir des résultats robustes.

Cette étude expérimentale reste circonscrite à l'évaluation de certains paramètres pour répondre à des interrogations précises. En effet, les expérimentations pour évaluer le risque de perturbation liés à la pêche à des échelles pertinentes sont longues et coûteuses à entreprendre (Collie et al., 2000). Ainsi, la présente étude s'attachera à évaluer principalement les effets immédiats de différentes dragues sur les paramètres biologiques et structurels du maërl.

**Ce document vise à détailler la démarche ayant permis de bâtir la stratégie d'échantillonnage retenue dans le cadre du projet DECIDER et visant à caractériser et à comparer les effets environnementaux de différentes dragues à bivalves sur le maërl.**

## 2 CARACTERISER LES EFFETS DES ENGINES DE PECHE SUR LES HABITATS

### 2.1 GENERALITES

Les activités de pêche génèrent des effets sur les écosystèmes marins qui peuvent se situer à différents niveaux (Jennings and Kaiser, 1998) : au niveau des populations exploitées, des espèces non-ciblées ou des habitats marins.

La littérature scientifique fait état de nombreuses études décrivant les effets des engins de pêche sur les habitats marins (voir notamment : Thrush et al., 1998 ; Sanchez et al., 2000 ; Collie et al., 2000 ; Smith et al., 2000 ; Kaiser et al., 2002 ; Jennings et al., 2002 ; Garcia et al., 2006 ; Hiddink et al., 2006 ; Guyonnet et al., 2008 ; Kaiser et al., 2006 ; Hinz et al., 2011 ; Dignan et al., 2014 ; Eigaard et al., 2015) et des revues de littérature complètes sur leurs effets environnementaux de comme Jones, 1992 ; Dayton et al., 1995 ; Jennings and Kaiser, 1998 ; Kaiser and De Groot, 2000. Certaines études se sont focalisées sur l'analyse des effets physiques des engins de pêche sur les fonds marins (voir notamment la revue de O'Neill and Ivanović, 2015).

La très grande majorité de ces études concerne l'évaluation des effets des arts trainants (dragues et chaluts de fond) du fait qu'ils ciblent des espèces en contact avec les fonds marins et donc présentent une forte interaction avec le milieu benthique.

Les effets génériques du passage d'arts trainants sur le fond peuvent être résumés de la façon suivante (Kaiser et al., 2003) :

- ✓ Perturbation des couches de surface du substrat (induisant la remise en suspension de sédiments, la libération d'éléments nutritifs et de contaminants) ;
- ✓ Déplacement, altération, cassure et/ou mortalité d'une partie des animaux et plantes vivant dans ou sur le substrat ;
- ✓ Une attraction à court terme des charognards au droit du passage de l'engin de pêche ;
- ✓ Une modification de la structure de l'habitat.

Certaines études se sont attachées à décrire plus spécifiquement ces effets sur le maërl (De Grave and Whitaker 1999 ; Hall-Spencer, 1999 ; Hall-Spencer and Moore, 2000 ; Bordehore et al., 2003 ; Kamenos et al., 2003 ; Hauton et al., 2003) et notamment les interactions entre la pêche des bivalves à la drague et cet habitat particulier.

Les méthodologies utilisées pour ces études sont variables et basées sur des approches différentes, adaptées à des finalités propres.

L'analyse de ces différentes méthodologies a été réalisée dans le cadre du projet DECIDER afin d'orienter la stratégie d'acquisition des données.

## 2.2 APPROCHES METHODOLOGIQUES

Une revue de littérature des impacts du chalut de fond et de la drague à coquilles sur les habitats et communautés benthiques présente notamment une analyse critique des différentes méthodologies utilisées pour la réalisation de ces études (Løkkeborg, 2005). Bien que les conclusions avancées par l'auteur à propos des effets des engins trainants sur les habitats benthiques soient discutables (voir Gray et al., 2006), cette revue est intéressante du point de vue de la revue méthodologique et cerne assez bien le problème de l'acquisition de données dans l'évaluation des effets des pêcheries démersales et benthiques.

La plupart des études sur les impacts de la pêche à la drague ou au chalut sont basées sur deux approches différentes. Elles sont basées soit sur des échantillons prélevés immédiatement après un dragage expérimental, pour démontrer des effets à court terme, soit sur la comparaison entre les zones soumises à différents niveaux de pression par pêche (Løkkeborg 2005). Dans ce dernier cas, les données sont analysées sur la base de nouvelles acquisitions *in situ* ou par l'analyse de séries de données historiques. Chacune de ces approches présente des avantages et des inconvénients. Ces derniers peuvent être résumés comme suit (d'après Løkkeborg 2005) :

	Avantages	Inconvénients
Approche « expérimentale »	. données exactes sur le régime de perturbation (type d'engin/intensité)	. ne reproduit pas l'échelle spatiale et temporelle d'une pêcherie réelle
Approche « donnée historique »	. reflète les perturbations liées aux pêcheries commerciales	. intensité réelle de la perturbation pas/mal connue . les sites de contrôle appropriés existent rarement

Les études expérimentales sont quant à elles menées soit sur des zones vierges (de toute pression de pêche) soit sur des zones déjà travaillées. L'intérêt des études expérimentales menées dans des zones vierges réside dans le fait que l'impact expérimental est connu et quantifié. Dans des zones déjà

travaillées, l'impact généré expérimentalement peut se trouver 'dilué' parmi d'autres impacts non maîtrisés (autres engins). Certains auteurs ont d'ailleurs utilisés des sites au voisinage d'épaves (zones de croches potentielles) pour constituer des zones de contrôle vierges de toute activité de pêche (Hall et al., 1993 ; Ball et al., 2000 ; Pranovi et al., 2000). Dans le cas du maërl, les papiers de Hall Spencer et ceux de Kamenos utilisent l'opportunité d'un câble courant sur le maërl dans le firth of Clyde (et donc interdit au dragage), pour disposer de zones vierges.

Un point essentiel pour évaluer l'effet réel d'une pression par pêche sur les habitats reste de pouvoir s'affranchir des variabilités naturelles des sites. Il ne s'agit pas dans l'expérimentation d'évaluer la différence entre les sites mais bien les différences entre les effets. La lacune la plus grave dans ce type d'études peut donc être la confusion des effets en raison du manque de sites témoins identiques (Løkkeborg 2005). Pour cela, le choix de la stratégie d'acquisition des données et des sites de référence (contrôles) sont essentiels.

### 2.3 LA METHODE « BACI »

Plusieurs approches tentent de mesurer l'impact de perturbations sur les écosystèmes ou les habitats. Parmi celles-ci, l'approche dite « BACI » (Before-After Control-Impact) consiste à bâtir un plan d'échantillonnage permettant de suivre deux groupes de sites (contrôle et impact), avant et après une perturbation, afin de mesurer l'effet de cette dernière sur un compartiment récepteur (voir Stewart-Oaten et al., 1986 et Underwood, 1992). La mise en œuvre la méthode BACI permet de contrôler la variabilité naturelle entre les groupes de sites, par le suivi des mêmes sites avant et après la perturbation, tout en minimisant la variabilité naturelle grâce au suivi de sites de contrôle échantillonnés également avant et après la perturbation. En tout état de cause, la variabilité naturelle des sites contrôle doit être comparable (en rapport) avec celle des sites impactés. C'est pourquoi le nombre d'échantillons contrôle doit être comparable à ceux des sites impactés. Cette méthode est largement utilisée dans les études relatives à la caractérisation des effets des engins de pêche sur les habitats marins (voir notamment Trush et al., 1995 ; Pranovi et al., 2000 ; Lindegarth et al., 2000 ; Smith et al., 2003 ; Kenchington et al., 2006 ; Constantino et al., 2009 ; Poiner et al., 2009).

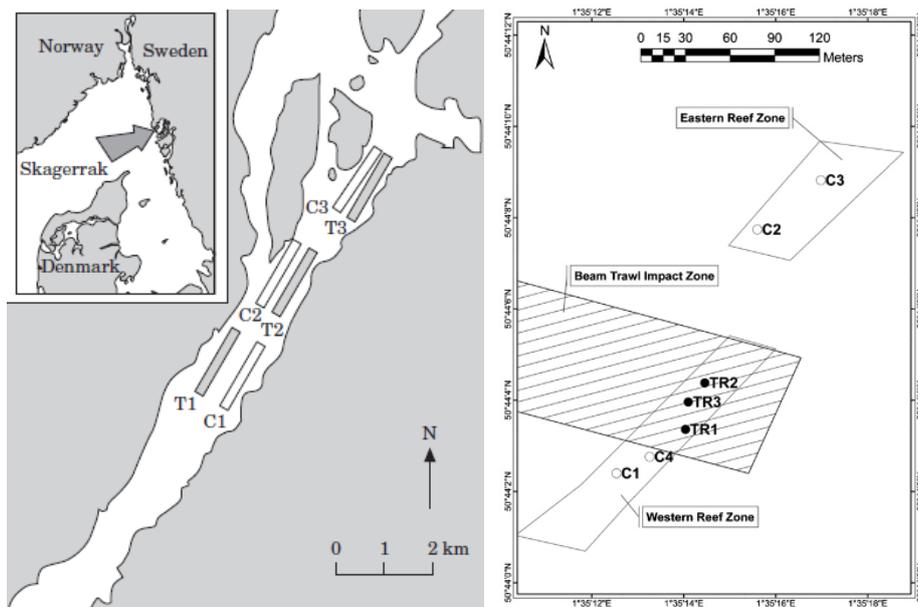


Figure 1 : Exemples de plans d'échantillonnages expérimentaux utilisant la méthode BACI pour évaluer les effets d'engins de pêche sur les habitats marins (d'après Lindegarth et al., 2009 à G et Rabaut et al., 2008 à D)

## 2.4 COMPARAISON DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX DE DIFFERENTS ENGIN DE PECHE

Les études visant à comparer les effets environnementaux de différents engins de pêche sont relativement peu nombreuses, en particulier celles s'attachant à étudier des engins ciblant le même type d'espèce et sur le même milieu benthique. En effet, le type d'engin et la nature du fond sont deux facteurs qui semblent avoir la plus grande influence sur le niveau de perturbation causée par l'activité de pêche (Collie et al., 2000). La comparaison de différents engins, pour pouvoir comparer leurs effets sur les habitats benthiques, doit être réalisée sur un substrat identique et dans un même environnement. En effet, même lorsque des impacts significatifs peuvent être démontrés, les résultats ne portent que sur l'engin et sur le substrat analysé et il est difficile de faire des déductions générales concernant ces impacts ainsi que d'étendre les résultats à d'autres engins sur des substrats différents (Hugues et al., 2014).

Une étude récente, particulièrement intéressante et adaptée au contexte du projet DECIDER, a été réalisée aux abords de l'île de Man (UK) (Hinz et al., 2009). Cette étude expérimentale a pour objectif, entre autres, de comparer les impacts immédiats sur les habitats benthiques des trois engins de pêche ciblant le pétoncle blanc (*Aequipecten opercularis*). La stratégie d'échantillonnage retenue pour cette étude est basée sur la méthode BACI (voir section précédente). Elle consiste en l'application l'analyse des composantes benthiques sur des sites de contrôle et des sites soumis à différents traitements (passages de dragues) avant et après impact.

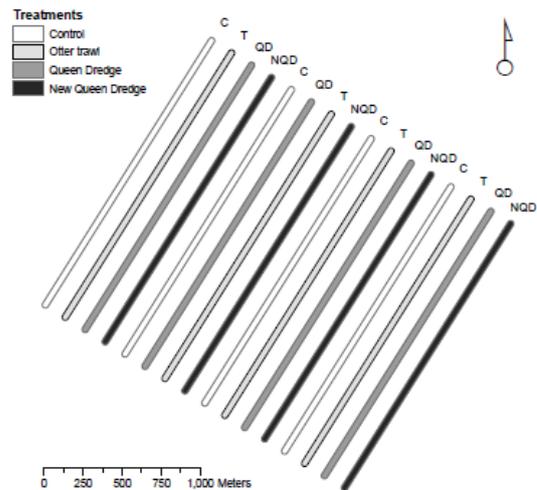


Figure 2 : Disposition des traicts expérimentaux de dragues et chalut dans la zone d'étude (Hinz et al., 2009)

## 3 CARACTERISATION DES EFFETS DE DIFFERENTES DRAGUES SUR LE MAËRL DANS LE CADRE DE DECIDER

### 3.1 RAPPEL SUCCINCT DES OBJECTIFS DE L'ETUDE

Le but de cette étude est d'analyser les effets à court terme de différentes dragues à bivalves sur le maërl. *In fine*, les résultats doivent permettre d'évaluer les effets environnementaux de ces engins de pêche sur l'habitat. Ils doivent permettre la comparaison des effets de différentes dragues entre-elles.

### 3.2 ÉTABLISSEMENT DU PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Compte tenu des éléments détaillés dans la section précédente, la stratégie d'échantillonnage à adopter dans le cadre de cette étude doit :

- ✓ Être basée sur une approche expérimentale afin de disposer de données exactes sur le régime de perturbation (type d'engins, intensité) ;
- ✓ Réalisée dans un environnement homogène (même conditions environnementales) ;
- ✓ Être basée sur la méthode BACI afin de n'évaluer que les effets des perturbations en s'affranchissant de la variabilité naturelle ;

- ✓ Présenter des stations de contrôle comparables aux zones impactées intégrant la variabilité spatiale de la zone d'étude ;
- ✓ Présenter un effort d'échantillonnage suffisamment important pour pouvoir réaliser des tests statistiques robustes ;
- ✓ Intégrer des descripteurs du maërl pertinents pour évaluer le changement d'état de l'habitat ;
- ✓ Intégrer un pas de temps suffisamment long pour fournir des éléments sur la résilience de l'habitat.

### 3.2.1 LES METRIQUES RETENUES POUR L'ÉVALUATION DES EFFETS SUR LE MAËRL

L'étude du maërl nécessite le renseignement de différents descripteurs afin d'évaluer l'état de la zone étudiée. Les différents descripteurs retenus sont issues des études de référence sur la description de l'état écologique des bancs de maërl et notamment recommandations issues de réseaux comme le REBENT (Hily and Grall, 2003), la DCE ou d'études spécifiques (Grall et Quillien, 2011).

Les descripteurs retenus pour cette étude sont :

- ✓ La composition de la macrofaune benthique ;
- ✓ La composition de la mégafaune / mégaflore benthique ;
- ✓ Le profil granulométrique ;
- ✓ La taille des thalles ;
- ✓ Le taux de recouvrement en maërl vivant.

Les méthodes retenues pour l'acquisition de ces paramètres sont les prélèvements à la benne et les investigations en plongée sous-marine.

L'analyse de ces descripteurs avant et après le passage des dragues ainsi que sur les points de contrôle permettra d'évaluer ces effets sur la structure et la composition du maërl.

### 3.2.2 APPLICATION DE LA METHODE BACI

En application de la méthode BACI, chaque unité d'échantillonnage est investiguée avant et après la perturbation (dragage). Des zones de contrôle, non impactées, sont également investiguées sur les mêmes périodes.

Ainsi, 5 zones sont soumises à un traitement différent (5 dragues à bivalves de modèles différents) et pour disposer de points de comparaison, il convient de leur opposer des stations de contrôle avec une gamme de variabilité spatiale comparable. Ainsi, 3 zones de contrôle sont réparties au sein de la zone d'étude compte tenu des conditions environnementales (influence des conditions hydrodynamiques).

Ce sont donc 8 secteurs différents (5 impactés et 3 contrôles) qui sont investigués à chaque campagne.

### 3.2.3 EFFORTS D'ÉCHANTILLONNAGE

Un effort d'échantillonnage minimum est nécessaire pour pouvoir effectuer des tests statistiques valides. Ainsi, pour chaque unité d'échantillonnage (zone), les stations de prélèvements à la benne sont systématiquement triplées et réparties de manière aléatoire au sein de la zone. De plus, au sein de chaque station, les prélèvements sont également triplés (dans un rayon de quelques mètres) pour évaluer la variabilité locale des peuplements.

De la même manière, un nombre suffisamment conséquent de quadrats photographiques doit être réalisé pour apprécier la composition de mégafaune et mégaflore sur-dispersées. Ainsi, 10 quadrats photographiques seront analysés par unité d'échantillonnage.

La répartition des stations d'échantillonnage et d'observation est synthétisée dans le schéma ci-après.

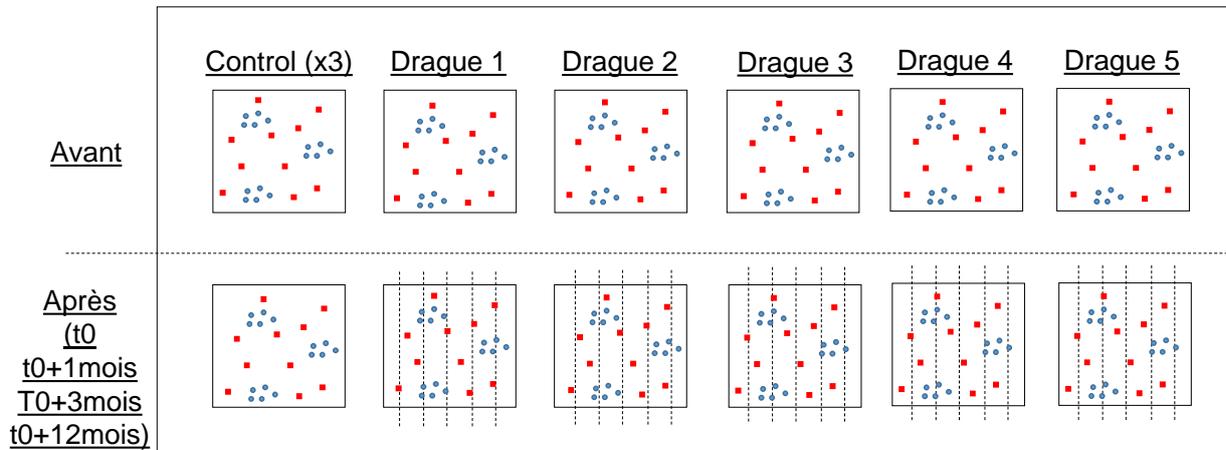


Figure 3 : Schématisation du plan d'échantillonnage (en bleu : prélèvements à la benne ; en rouge : quadrats photographiques réalisés en plongée ; en pointillés : zones impactées par les dragues)

### 3.2.4 CHOIX DE LA ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude sera définie en groupe de travail avec les pêcheurs professionnels de la rade de Brest, et suite à une étude de site approfondie. Sa localisation devra répondre à certains critères, garants du bon déroulement de l'étude, à savoir :

- ✓ Présenter un banc de maërl en bon état de conservation ne faisant pas l'objet d'exploitation par pêche (zone vierge) ;
- ✓ Présenter un banc de maërl homogène sur une surface relativement importante pour accueillir les 8 unités d'échantillonnage (3 sites de référence et 5 sites impactés) ;
- ✓ Ne pas être sous l'influence de sources d'impacts significatives sur l'habitat pour la durée de l'étude ;
- ✓ Être déterminée après concertation et en accord avec les pêcheurs professionnels (et ne pas perturber les activités de pêche dans le secteur pendant la durée de l'étude et dans les années à venir en cas de poursuite à plus long terme).

Le choix de la surface et de la forme exacte des unités d'échantillonnage sera défini en lien avec le choix de la méthode de pêche (voir ci-après).

### 3.2.5 METHODE D'APPLICATION DE L'IMPACT DES DRAGUES

La méthode de pêche sera également définie en groupe de travail avec les pêcheurs professionnels de la rade de Brest. Elle sera dépendante de l'engin pratiqué (notamment son emprise au fond) et de ses capacités de mise en œuvre. Elle devra permettre d'impacter toute la surface de l'unité d'échantillonnage, un passage de drague à chaque endroit de la zone devant être réalisé.

Le traitement devra être homogène entre les différentes unités d'échantillonnage. Le tracé de ces pêches expérimentales sera enregistré numériquement par le biais d'un logiciel de navigation (type Maxsea).

Ces deux derniers points relatifs au choix de la zone et à la technique de pêche avec les différents engins étudiés constituent la première étape du travail auprès des professionnels. La constitution d'un groupe de travail pêcheurs-scientifiques sera établi à cet effet.

### 3.3 PUBLICATION DE L'APPEL A CONCURRENCE

Sur la base des éléments présentés précédemment, un appel à concurrence a été publié dans le but de sélectionner un prestataire scientifique pour la réalisation des études de terrain selon ce protocole. Cet appel d'offre a été publié le 23 décembre 2015 par l'AGLIA. Il est annexé au présent document.

## 4 BIBLIOGRAPHIE

- Ball, B.J., Fox, G. and Munday, B.W. (2000). Long- and short-term consequences of a *Nephrops* trawl fishery on the benthos and environment of the Irish Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 1315–1320.
- Bordehore, C., Ramos-Esplá, A. A., and Riosmena-Rodríguez, R. (2003). Comparative study of two maerl beds with different otter trawling history, southeast Iberian Peninsula. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(S1), S43-S54.
- Collie, J. S., Hall, S. J., Kaiser, M. J., and Poiner, I. R. (2000). A quantitative analysis of fishing impacts on shelf-sea benthos. *Journal of animal ecology*, 69(5), 785-798.
- Constantino, R., Gaspar, M. B., Tata-Regala, J., Carvalho, S., Cúrdia, J., Drago, T., Taborda, R. and Monteiro, C. C. (2009). Clam dredging effects and subsequent recovery of benthic communities at different depth ranges. *Marine environmental research*, 67(2), 89-99.
- Dayton, P. K., Thrush, S. F., Agardy, M. T., and Hofman, R. J. (1995). Environmental effects of marine fishing. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, 5(3), 205-232.
- De Grave, S., and Whitaker, A. (1999). Benthic community re-adjustment following dredging of a muddy-maerl matrix. *Marine Pollution Bulletin*, 38(2), 102-108.
- Dignan, S. P., Bloor, I. S. M., Murray, L. G., and Kaiser, M. J. (2014). Environmental impacts of demersal otter trawls targeting queen scallops (*Aequipecten opercularis*) in the Isle of Man territorial sea.
- Eigaard, O. R., Bastardie, F., Breen, M., Dinesen, G. E., Hintzen, N. T., Laffargue, P., Mortensen, L. O., Nielsen, J. R., Nilsson, H. C., O'Neill, F. G., Polet, H., Reid, D. G., Sala, A., Skold, M., Smith, C., Sorensen, T. K., Tully, O., Zengin, M., and Rijnsdorp, A. D. Estimating seabed pressure from demersal trawls, seines, and dredges based on gear design and dimensions. – *ICES Journal of Marine Science*.
- Garcia, E. G., Ragnarsson, S. Á., and Eiríksson, H. (2006). Effects of scallop dredging on macrobenthic communities in west Iceland. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 63(3), 434-443.
- Gray, J., P. Dayton, S. Thrush and M.J. Kaiser. (2006). On effects of trawling, benthos and sampling design. *Mar. Pol. Bull.*, 52: 840-843.
- Grall, J. and Quillien, N. (2011). Caractérisation des bancs de maerl dans le périmètre Natura 2000 du Parc Naturel Régional d'Armorique. *Séries Faune – Flore. Observatoire du Domaine Côtier. Institut Universitaire Européen de la Mer*. 59p.
- Guyonnet, B., Grall, J. and Vincent, B. (2008). Modified otter trawl legs to reduce damage and mortality of benthic organisms in North East Atlantic fisheries (Bay of Biscay). *Journal of Marine Systems*, 72(1), 2-16.
- Hall, S.J., Robertson, M.R., Basford, D.J. and Heaney, S.D. (1993). The possible effects of fishing disturbance in the northern North Sea: an analysis of spatial patterns in community structure around a wreck. *Netherlands Journal of Sea Research*, 31: 201–208.
- Hall-Spencer, J. M. (1999). Effects of towed demersal fishing gear on biogenic sediments: a 5-year study. *Impact of trawl fishing on benthic communities. ICRAM, Rome*, 9-20.

- Hall-Spencer, J. M., and Moore, P. G. (2000). Scallop dredging has profound, long-term impacts on maerl habitats. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 57(5), 1407-1415.
- Hauton, C., Hall-Spencer, J. M., and Moore, P. G. (2003). An experimental study of the ecological impacts of hydraulic bivalve dredging on maerl. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 60(2), 381-392.
- Hiddink, J. G., Jennings, S., Kaiser, M. J., Queirós, A. M., Duplisea, D. E., and Piet, G. J. (2006). Cumulative impacts of seabed trawl disturbance on benthic biomass, production, and species richness in different habitats. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63(4), 721-736.
- Hily, C. and Grall, J. (2003). Suivi stationnel des bancs de maerl. FT02-2003-01. doc.(www. rebent. fr).
- Hinz, H., Murray, L. G., Malcolm, F. R., & Kaiser, M. J. (2012). The environmental impacts of three different queen scallop (*Aequipecten opercularis*) fishing gears. *Marine Environmental research*, 73, 85-95.
- Hinz, H., Tarrant, D., Ridgeway, A., Kaiser, M. J., and Hiddink, J. G. (2011). Effects of scallop dredging on temperate reef fauna. *Marine Ecology Progress Series*, 432, 91-102.
- Hughes, K. M., Kaiser, M. J., Jennings, S., McConnaughey, R. A., Pitcher, R., Hilborn, R., Amoroso, R.O. and Rijnsdorp, A. (2014). Investigating the effects of mobile bottom fishing on benthic biota: a systematic review protocol. *Environmental Evidence*, 3(1), 1-10.
- Jennings, S., and Kaiser, M. J. (1998). The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in marine biology*, 34, 201-352.
- Jennings, S., Nicholson, M.D., Dinmore, T.A. and Lancaster, J.E.. (2002). Effects of chronic trawling disturbance on the production of infaunal communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 243: 251-260.
- Jones, J. B. (1992). Environmental impact of trawling on the seabed: a review. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 26(1), 59-67.
- Kaiser, M.J., and De Groot, S.J. 2000. Effects of fishing on non-target species and habitats: biological, conservation and socio-economic issues. Oxford: Blackwell Science.
- Kaiser, M. J., Collie, J. S., Hall, S. J., Jennings, S., and Poiner, I. R. (2002). Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish and Fisheries*, 3(2), 114-136.
- Kaiser, M. J., Collie, J. S., Hall, S. J., Jennings, S., and Poiner, I. R. (2003). 12 Impacts of Fishing Gear on Marine Benthic Habitats. *Responsible fisheries in the marine ecosystem*, 57(3), 197.
- Kaiser, M., Clarke, K., Hinz, H., Austen, M., Somerfield, P. and Karakassis, I. (2006). Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 311: 1-14.
- Kamenos, N. A., Moore, P. G., and Hall-Spencer, J. M. (2003). Substratum heterogeneity of dredged vs un-dredged maerl grounds. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 83(02), 411-413.
- Kenchington, E. L., Gilkinson, K. D., MacIsaac, K. G., Bourbonnais-Boyce, C., Kenchington, T. J., Smith, S. J. and Gordon, D. C. (2006). Effects of experimental otter trawling on benthic assemblages on Western Bank, northwest Atlantic Ocean. *Journal of Sea Research*, 56(3), 249-270.
- Lindegarh, M., Valentinsson, D., Hansson, M. and Ulmestrand, M. (2000). Effects of trawling disturbances on temporal and spatial structure of benthic soft-sediment assemblages in Gullmarsfjorden, Sweden. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 57(5), 1369-1376.

- Løkkeborg, S. (2005). Impacts of trawling and scallop dredging on benthic habitats and communities (No. 472). Food & Agriculture Org.
- O'Neill, F. G. and Ivanović, A. (2015). The physical impact of towed demersal fishing gears on soft sediments. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, fsv125.
- Pitcher, C. R., Burrige, C. Y., Wassenberg, T. J., Hill, B. J. and Poiner, I. R. (2009). A large scale BACI experiment to test the effects of prawn trawling on seabed biota in a closed area of the Great Barrier Reef Marine Park, Australia. Fisheries Research, 99(3), 168-183.
- Pranovi, F., Raicevich, S., Franceschini, G., Farrace, M. G. and Giovanardi, O. (2000). Rapido trawling in the northern Adriatic Sea: effects on benthic communities in an experimental area. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 57(3), 517-524.
- Rabaut, M., Braeckman, U., Hendrickx, F., Vincx, M. and Degraer, S. (2008). Experimental beam-trawling in *Lanice conchilega* reefs: Impact on the associated fauna. Fisheries Research, 90(1), 209-216.
- Sanchez, P., Demestre, M., Ramon, M. and Kaiser, M.J. (2000). The impact of otter trawling on mud communities in the northwestern Mediterranean. ICES J. Mar. Sci., 57: 1352-1358.
- Smith, C.J., Papadopoulou, K.N. and Diliberto, S. (2000). Impact of otter trawling on an eastern Mediterranean commercial trawl fishing ground. ICES J. Mar. Sci., 57: 1340-1351.
- Smith, C. J., Rumohr, H., Karakassis, I. and Papadopoulou, K. N. (2003). Analysing the impact of bottom trawls on sedimentary seabeds with sediment profile imagery. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 285, 479-496.
- Stewart-Oaten, A., Murdoch, W. W. and Parker, K. R. (1986). Environmental impact assessment: "Pseudoreplication" in time?. Ecology, 67(4), 929-940.
- Thrush, S. F., Hewitt, J. E., Cummings, V. J. and Dayton, P. K. (1995). The impact of habitat disturbance by scallop dredging on marine benthic communities: what can be predicted from the results of experiments? Marine Ecology Progress Series, 129(1), 141-150.
- Thrush, S., Hewitt, J., Cummings, V., Dayton, P., Cryer, M. and Turner, S. (1998). Disturbance of the marine benthic habitat by commercial fishing: impacts at the scale of the fishery. Ecol. Appl., 8: 866-879.
- Underwood, A. J. (1992). Beyond BACI: the detection of environmental impacts on populations in the real, but variable, world. Journal of experimental marine biology and ecology, 161(2), 145-178.



# Projet DECIDER

DiagnostiC des Interactions engins habitats : l'exemple Dragues MaERI

## Appel à concurrence relatif

Date de remise des offres : 22 janvier 2016 (17h)



---

L'Agilia, quatre Régions pour promouvoir la pêche et l'aquaculture

## Table des matières

1	Présentation de l'Agla .....	3
2	Objet et contexte de l'appel à concurrence .....	3
2.1	Objet et organisation de la consultation .....	3
2.2	Mode de passation, forme et durée .....	3
2.3	Candidats autorisés à concourir .....	3
2.4	Délai de validité des offres .....	3
3	Conditions financières (prix et délais de paiement) .....	3
4	Modalités de réponse .....	4
4.1	Candidature .....	4
4.2	Présentation des offres .....	4
4.3	Dépôt des offres .....	4
5	Critères de sélection des candidatures et attribution du marché .....	4
6	Décision en cas de consultation infructueuse .....	5
7	Litiges .....	5
8	Contexte et objectifs de l'étude .....	5
9	Descriptif des prestations .....	5
9.1	Cadre général .....	5
9.2	Zones d'intervention .....	5
9.3	Périodes d'intervention .....	6
9.4	Moyens nautiques .....	6
9.5	Détail des prestations .....	6
9.5.1	Acquisition des données .....	6
9.5.2	Traitement des échantillons et observations .....	8
10	Délais de réalisation – calendrier .....	9
11	Descriptif des livrables .....	9
12	Conditions particulières .....	11
12.1	Réunions .....	11
12.2	Propriété des données .....	11
12.3	Sécurité .....	11
12.4	Conservation des échantillons .....	11
12.5	Autorisations administratives .....	12
12.6	Validation scientifique .....	12
	Annexe 1 - bordereau des prix .....	13

# Règlement de la consultation

---

## 1 Présentation de l'AgLIA

Association loi 1901, l'AgLIA rassemble les Conseils Régionaux, les professionnels de la pêche et des cultures marines des quatre régions de la grande façade Atlantique-Manche occidentale : Bretagne, Pays de la Loire, Poitou-Charentes, et Aquitaine. Sa mission est de promouvoir les activités liées à la pêche et à l'aquaculture, à travers trois axes de travail principaux :

- L'organisation d'échanges et de débats entre les différentes parties prenantes des filières concernées.
- La coordination de l'Observatoire des pêches et des cultures marines du golfe de Gascogne et la maîtrise d'ouvrage d'études techniques et scientifiques en fonction des besoins des membres de l'association.
- La mise en œuvre et/ou la participation à des projets collectifs opérationnels en lien avec les professionnels.

## 2 Objet et contexte de l'appel à concurrence

### 2.1 Objet et organisation de la consultation

Le présent appel à concurrence a pour objet l'acquisition, le traitement et l'analyse de données relatives à l'interaction entre des dragues à bivalves et l'habitat de maërl en rade de Brest.

L'AGLIA est le maître d'ouvrage de cette étude. Le référent technique pour cette prestation est le Comité Régional des Pêches et des Elevages Marins de Bretagne. Les renseignements d'ordre administratif peuvent être obtenus à l'AgLIA auprès d'Elodie Etchegaray : [etchegaray.aglia@orange.fr](mailto:etchegaray.aglia@orange.fr). Des renseignements d'ordre technique peuvent être obtenus au Comité des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Bretagne auprès de Julien Dubreuil : [jdubreuil@bretagne-peches.org](mailto:jdubreuil@bretagne-peches.org).

L'offre présente une tranche ferme et une tranche optionnelle.

### 2.2 Mode de passation, forme et durée

Le marché est une convention de prestation de services, prenant effet à la date de signature, prévue pour le 15 février 2016, pour une durée de 15 mois.

### 2.3 Candidats autorisés à concourir

L'appel à concurrence est ouvert aux entreprises, laboratoires universitaires, associations, seuls ou dans le cadre de groupements.

### 2.4 Délai de validité des offres

Les offres présentées par les soumissionnaires sont valables pour une durée de 6 mois à compter de leur remise à l'AgLIA.

## 3 Conditions financières (prix et délais de paiement)

Les prix sont fermes pour la durée du marché et non actualisables. Le règlement sera réalisé par phase achevée, sur la base des livrables transmis, et validée par le maître d'ouvrage. Les sommes dues seront réglées dans un délai de 45 jours à réception des factures (ou demandes de paiement équivalentes).

## 4 Modalités de réponse

### 4.1 Candidature

Des justificatifs seront apportés sur les capacités professionnelles, économiques et financières des candidats.

### 4.2 Présentation des offres

L'offre du soumissionnaire comportera les éléments suivants :

- Un mémoire technique contenant la réponse au cahier des charges et veillera notamment à renseigner et détailler les points suivants :
  - La présentation de la structure ;
  - Les références de la structure sur des prestations similaires ;
  - La composition de l'équipe y compris les niveaux de qualification, les rôles et les responsabilités de chacun des intervenants ;
  - La description des équipements dont dispose la structure pour mener à bien les prestations ;
  - La description de la méthodologie complète proposée pour l'acquisition et le traitement des données ;
  - La présentation du calendrier de réalisation de l'étude et des moyens mis en œuvre pour assurer le respect des délais ;
  - L'estimation des temps de travail pour les différents postes de l'étude ;
  - La présentation d'un document complet visant à assurer la sécurité des personnes au cours de l'étude.
- Une copie des certificats d'aptitude à l'hyperbarie et des visites médicales annuelles des membres de l'équipe effectuant des relevés en plongée subaquatique.
- Une proposition financière, détaillant la structure des coûts engagés.
  - L'offre déposée sera une offre forfaitaire globale. La décomposition des prix sera indiquée dans le bordereau des prix (voir annexe 1) selon les différents postes mentionnés.

### 4.3 Dépôt des offres

L'offre devra parvenir au plus tard le vendredi 22 janvier 2016 à 17h par voie électronique à Elodie Etchegaray [etchegaray.aglia@orange.fr](mailto:etchegaray.aglia@orange.fr) et à Julien Dubreuil [jdubreuil@bretagne-peches.org](mailto:jdubreuil@bretagne-peches.org) et par courrier à l'adresse suivante : Association du Grand Littoral Atlantique (AGLIA) - Quai aux Vivres – BP 20285 - 17312 Rochefort Cedex.

## 5 Critères de sélection des candidatures et attribution du marché

La sélection des candidatures sera effectuée sur la base des critères suivants :

- Capacité financière
- Capacités professionnelles, références, effectifs et moyens mis en œuvre pour assurer la prestation.

Au vu des renseignements fournis, tout soumissionnaire n'ayant pas transmis toutes les informations suffisantes ou dont les capacités paraissent trop limitées pourra être éliminé.

Le jugement des offres sera effectué en retenant comme critères de choix, avec la pondération associée :

- Evaluation technique de l'offre : 60%
- Evaluation financière de l'offre : 40%

Chaque critère sera noté sur 20 puis pondéré.

L'évaluation technique de l'offre, sera réalisée à partir des éléments suivants :

- Compétence et expérience de l'équipe, capacité à mener à bien le travail demandé et respect des délais
- Pertinence de l'offre proposée

## 6 Décision en cas de consultation infructueuse

Si pour des raisons liées aux candidatures ou au contenu financier ou technique des offres, l'appel à concurrence s'avérait infructueux en l'état, l'AgLIA pourrait proposer de négocier de gré à gré avec un ou des candidats afin d'envisager l'élaboration d'une offre recevable.

## 7 Litiges

En cas de litiges, le tribunal compétent sera le Tribunal Administratif de Poitiers.

# Cahier des charges technique

---

## 8 Contexte et objectifs de l'étude

La question des interactions dragues/maërl est un sujet de préoccupations pour la filière pêche en Bretagne où pas moins de 14 sites Natura 2000 intègrent des habitats de maërl. Au vu des enjeux concernant la mise en œuvre de l'analyse de risque (Circulaire du 30 avril 2013) et l'approche du vote par l'Assemblée de la Loi Cadre Biodiversité, il a été décidé de mener un programme d'acquisition de connaissances portant sur les interactions dragues maërl. La présente consultation s'inscrit dans le cadre du projet DECIDER (DiagnostiC des Interactions engins/habitats : exemple Dragues maERI), porté par l'AGLIA.

Les objectifs de ce projet sont multiples et visent notamment à l'amélioration des connaissances sur les bancs de maërl de sites pilotes identifiés en Bretagne, l'étude des interactions immédiates dragues/maërl, la réflexion autour des mesures de gestion et l'amélioration technique des engins, l'élaboration d'une méthodologie adaptée à la pêche professionnelle pour la réalisation de l'analyse de risque.

Afin de disposer des éléments permettant de mener à bien ce projet, l'AGLIA souhaite acquérir des données par le biais de campagnes à la mer. Le présent document constitue le cahier des charges technique des prestations.

## 9 Descriptif des prestations

### 9.1 Cadre général

Les prestations demandées dans le cadre de cette étude concernent l'acquisition de données relatives au maërl, à sa structure et à sa composition faunistique. Pour cela, des méthodes d'acquisition spécifiques sont préconisées et devront être respectées par le prestataire.

L'objet des mesures est d'évaluer les effets immédiats générés par les différents types de dragues à bivalves sur l'habitat de maërl. La réalisation du protocole d'échantillonnage sera fondé notamment sur la méthode dite BACI (Before After Control Impact), qui suppose le choix et l'analyse d'une zone de référence non-impactée et de zones impactées par les dragues. Les investigations seront réalisées au sein de 6 unités d'échantillonnage de surface fixe, soumises à différents traitements (impacts des dragues), au sein desquelles les prélèvements et observations seront réalisés de manière aléatoire. Les traicts de dragues seront effectuées de manière expérimentale, c'est-à-dire contrôlées notamment en termes de localisation, d'emprise au fond et de distance. La localisation des zones de référence et des zones impactées au sein desquelles les études seront réalisées sera définie par le maître d'ouvrage en lien avec les comités des pêches concernés.

### 9.2 Zones d'intervention

Le secteur d'intervention pour la réalisation de cette étude est situé en rade de Brest (29).

### 9.3 Périodes d'intervention

Les interventions sur le terrain devront avoir lieu à partir du mois de mars 2016 pour une période d'un an. Le détail des dates d'intervention demandées sur les différents sites est présenté dans le présent document. Le choix des jours d'intervention sur le terrain se fera en concertation avec le maître d'ouvrage et le chargé de mission du projet.

### 9.4 Moyens nautiques

Les interventions sur le terrain seront réalisées dans la mesure du possible au moyen de navires de pêche professionnels armés spécialement dans le cadre de cette étude, par le maître d'ouvrage et à ses frais. Il est demandé au prestataire de ne pas inclure dans son offre de frais liés à la mobilisation de moyens nautiques. Les caractéristiques des navires de pêche seront adaptées au type d'activité à réaliser (prélèvements, plongée sous-marine). En cas d'impossibilité de mobiliser un navire de pêche professionnel pour la réalisation d'une partie de l'étude, un navire spécifique sera mobilisé aux frais du maître d'ouvrage.

### 9.5 Détail des prestations

Le détail des prestations présenté ci-après reprend la totalité des données à acquérir au cours de l'étude. Les méthodes d'acquisition et de traitement des échantillons et observations sont détaillées dans ce document.

#### 9.5.1 Acquisition des données

La finalité des prospections réalisées en rade de Brest est de disposer d'un jeu de données suffisamment conséquent (prélèvements et observations) pour évaluer les différences d'impacts environnementaux de cinq différentes dragues. Le rapport d'étude s'attachera, sur la base des analyses réalisées sur ce jeu de données, à conclure quant aux effets des différentes dragues sur le milieu.

##### 9.5.1.1 Prospections préliminaires

Préalablement à la réalisation des investigations et des prélèvements, le site d'étude déterminé par le maître d'ouvrage devra faire l'objet d'une reconnaissance préalable. Cette prospection préliminaire aura pour objet de confirmer la pertinence du site pour la réalisation des études. Des images (photos et vidéos) seront réalisées à cette occasion. Une description de la nature du banc de maërl sera réalisée sur la base de ces observations.

**Une journée de prospections préliminaires en plongée sous-marine sera réalisée.**

##### 9.5.1.2 Prélèvements à la benne

Les prélèvements seront réalisés au moyen d'une benne adaptée aux zones de maërl (de type Smith ou Day) d'une surface de 0,1m<sup>2</sup>. Les prélèvements devront être conformes aux normes en vigueur et notamment la norme ISO 16665 établissant les lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles.

A chaque station d'échantillonnage, 5 répliqués seront prélevés et conditionnés séparément dont :

- 3 répliqués pour la détermination de la macrofaune benthique ;
- 1 répliqué pour les analyses granulométriques et la mesure de la taille des thalles ;
- 1 répliqué pour la détermination du pourcentage de maërl vivant.

Pour chaque prélèvement, les métadonnées seront consignées (localisation des échantillons, dates, engins, surfaces prélevées, nombre de répliqués, navires, météo...). Chaque échantillon brut sera photographié et référencé directement après sa sortie de l'eau. Les échantillons dédiés à la détermination de la macrofaune benthique seront fixés au formaldéhyde dilué en eau de mer et tamponné. Les échantillons dédiés à la détermination du pourcentage de maërl vivant seront disposés dans des récipients rigides et seront congelés. Ceux dédiés à la granulométrie et à la détermination de la taille moyenne des thalles seront disposés dans des récipients rigides adéquats et ne seront pas congelés. *N.B. un sous-échantillonnage dans un cadre de 15 cm de côté (225 cm<sup>2</sup>) pourra être réalisé sur l'échantillon dédié à la détermination du pourcentage de maërl vivant. Il sera réalisé directement dans le regard de la benne (trappe).*

Les prélèvements seront réalisés au sein d'unités d'échantillonnage pour lesquelles différents traitements seront appliqués (contrôle, impact drague). L'effort d'échantillonnage au sein de chaque unité sera identique et composé de 3 stations (5 réplicats). Pour chaque station, les réplicats devront être réalisés dans un rayon de 5 mètres autour du point théorique. Le positionnement des différentes unités d'échantillonnage sera établi avec le chargé de mission du projet. Au sein de chaque unité d'échantillonnage, les stations seront réparties de manière aléatoire (au moyen d'une extension de logiciel de SIG type *Hawths tools* par exemple). Cette répartition aléatoire au sein des unités d'échantillonnage sera proposée au chargé de mission du projet avant les prospections sur le terrain.

*N.B : les points de contrôles seront triplés et répartis sur l'ensemble du site pour intégrer la variabilité spatiale. 9 stations de contrôle seront réalisées à chaque période d'échantillonnage.*

Il est demandé un effort d'échantillonnage réparti comme suit :

- Etat initial (mars 2016) : 24 stations
- T0 (mars 2016) : 24 stations
- T0+1 mois (avril 2016) : 24 stations
- T0+3 mois (juillet 2016) : 24 stations
- T0+12 mois (mars 2017) : 24 stations

**Un total de 120 stations (à 5 réplicats) sera échantillonné sur la période d'étude.**

#### *9.5.1.3 Prospections en plongée sous-marine*

Des prospections en plongée sous-marine seront effectuées sur différentes unités d'échantillonnage et ont pour objet :

- La réalisation de quadrats photographiques aléatoires pour appréhender la mégafaune benthique (épifaune) ;
- En option, la réalisation de transects vidéos pour disposer d'images sous-marines aux différentes périodes de l'étude, sur les différentes unités d'échantillonnage.

Dans un souci d'efficacité des prospections, il est demandé au prestataire de proposer une équipe de 4 plongeurs professionnels pouvant, par groupe de 2 plongeurs, assurer alternativement les fonctions d'opérateurs et de sécurité de surface/COH.

#### Quadrats photographiques :

Dans chaque site, une série de quadrats photographiques (surface normée de 0,1m<sup>2</sup>) sera réalisée en plongée sous-marine. Les prises de vues devront être réalisées avec un équipement photographique haute définition et d'un système d'éclairage permettant de réaliser des clichés du substrat de suffisamment bonne qualité pour permettre la détermination des espèces benthiques.

*N.B : les points de contrôles seront triplés et répartis sur l'ensemble du site pour intégrer la variabilité spatiale. 9 stations de contrôle seront réalisées à chaque période d'échantillonnage.*

Un effort d'échantillonnage de 10 quadrats aléatoires sera réalisé sur chacune des unités d'échantillonnage, soit un total de 80 quadrats par période d'étude.

Il est demandé un effort d'échantillonnage réparti comme suit :

- Etat initial (mars 2016) : 80 quadrats
- T0 (mars 2016) : 80 quadrats
- T0+1 mois (avril 2016) : 80 quadrats
- T0+3 mois (juillet 2016) : 80 quadrats
- T0+12 mois (mars 2017) : 80 quadrats

**Un total de 400 quadrats sera réalisé sur la période d'étude.**

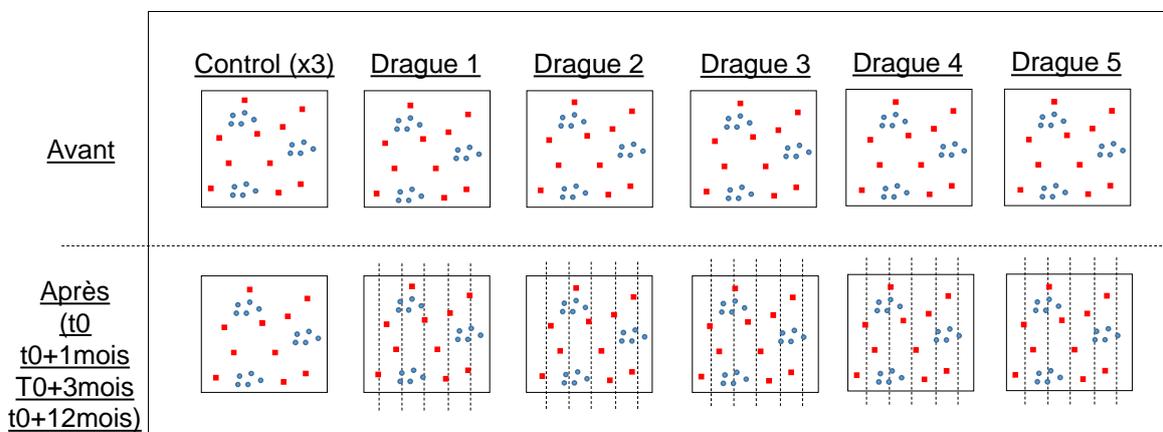
### Option - Transects vidéos :

Les transects vidéos seront réalisés sur des distances fixes de 20 mètres. Ils seront réalisés le long de transects matérialisés sur le fond et d'une pige (1 mètre) pour permettre le dénombrement de la mégafaune observée. Au sein de chaque unité d'échantillonnage, 3 transects aléatoires de 20 mètres seront réalisés.

Il est demandé un effort d'échantillonnage réparti comme suit :

- Etat initial (mars 2016) : 24 transects
- T0 (mars 2016) : 24 transects
- T0+1 mois (avril 2016) : 24 transects
- T0+3 mois (juillet 2016) : 24 transects
- T0+12 mois (mars 2017) : 24 transects

**Un total de 120 transects vidéos (de 20 mètres linéaires) sera réalisé sur la période d'étude. L'évaluation financière de la réalisation des transects vidéos et de leur traitement sera chiffrée en option.**



Schématisation du plan d'échantillonnage (en bleu : prélèvements à la benne ; en rouge : quadrats photographiques)

## 9.5.2 Traitement des échantillons et observations

### 9.5.2.1 Macrofaune benthique

Compte tenu de la particularité du maërl, il est recommandé que chaque échantillon soit bien contrôlé visuellement en termes de volume de sédiment prélevé et de profondeur de sédiment pénétré. Chaque échantillon (3) sera tamisé sur un tamis de maille 1mm et fixé au formaldéhyde dilué en eau de mer et tamponné.

La macrofaune sera isolée du sédiment et déterminée, autant que faire se peut, au niveau de l'espèce. Tous les individus seront dénombrés.

Le référentiel taxonomique à utiliser est celui du WORMS (WOrlrd Register of Marine Species). Chaque espèce se verra attribuer le numéro du groupe écologique associé ainsi que le régime alimentaire.

### 9.5.2.2 Analyses granulométriques

La mesure de la granulométrie sera effectuée sur colonne de tamis selon les normes AFNOR en vigueur (dont NF P18-560). Les données seront présentées sous forme de profils granulométriques (histogrammes et courbes cumulatives).

L'échantillon sera prélevé est décongelé, rincé à l'eau douce avant d'être séché en étuve, entre 40 et 60 °C, pendant 24 heures. Une fraction de l'échantillon (environ 300 g) sera lavée sur un tamis de 50 µm pour mesurer la fraction en pélites lorsque celle-ci semble importante dans la composition. Une fois l'échantillon sec, la fraction grossière sera tamisée pendant 15 minutes sur une colonne vibrante de 13 tamis de taille de maille décroissante (cf. norme

Afnor). Chaque refus de tamis sera pesé, transcrit en pourcentage du poids total de l'échantillon et reporté sur une courbe granulométrique semi-logarithmique. La maille des tamis (en  $\mu\text{m}$ ) est la suivante : 25000, 12500, 8000, 4000, 1600, 1250, 400, 315, 160, 125, 100, 80, 50.

#### *9.5.2.3 Taille des thalles*

La mesure de la taille des thalles sera réalisée après le passage sur la colonne de tamis. La finalité est de déterminer la longueur maximale moyenne des brins de maërl. La mise en œuvre précise de ce protocole sera détaillée lors de la session de formation organisée à l'IUEM préalablement à la conduite des investigations sur le terrain (voir section 12.6).

#### *9.5.2.4 Taux de recouvrement de maërl vivant*

Les échantillons dédiés à l'évaluation du taux de recouvrement en maërl vivant seront conservés au congélateur avant analyse et dans des conditionnements rigides permettant de prévenir la dégradation des échantillons.

Pour déterminer ce taux, les brins vivants de l'échantillon à traiter, préalablement décongelé et rincé à l'eau douce, seront étalés en une couche régulière sur une plaque en PVC dont la surface carroyée en unités est identique à celle du prélèvement effectué dans la benne (225 cm<sup>2</sup>). Le taux de recouvrement est alors obtenu par lecture directe du pourcentage de la plaque occupée par le maërl vivant. Ce taux peut éventuellement dépasser 100 % lorsque l'épaisseur du maërl vivant en place forme plusieurs couches. Quelques brins de maërl vivant, représentatifs de l'échantillon, feront également l'objet d'une photographie macroscopique pour illustrer le morphotype.

#### *9.5.2.5 Analyse des quadrats photographiques*

La macrofaune et la macroflore seront analysées sur chaque quadrat. Les individus seront identifiés au niveau taxonomique le plus bas possible. Les individus seront dénombrés et/ou les surfaces de recouvrement évaluées. Pour chaque quadrat, une liste spécifique (et les abondances associées) sera établie.

#### *9.5.2.6 Analyse des transects vidéos*

La macrofaune et la macroflore seront analysées sur chaque transect. Les individus seront identifiés au niveau taxonomique le plus bas possible. Les individus seront dénombrés et/ou les surfaces de recouvrement évaluées. Pour chaque transect, une liste spécifique (et les abondances associées) sera établie.

## 10 Délais de réalisation – calendrier

Le prestataire fournira dans son offre un calendrier détaillé de la réalisation de l'étude complète. Les échéances suivantes devront être respectées :

- Les prélèvements et observations de l'état initial et du suivi après impact (t0) devront être réalisés en mars 2016 ;
- Les prélèvements et observations du suivi après impact (t0+1 mois) devront être réalisés en avril 2016 ;
- Les prélèvements et observations du suivi après impact (t0+3 mois) devront être réalisés en juillet 2016 ;
- Les prélèvements et observations du suivi après impact (t0+12 mois) devront être réalisés en mars 2017.

Les dates de rendu des différents livrables devront être respectées. Elles sont présentées dans la section suivante.

## 11 Descriptif des livrables

Différents livrables sont demandés en cours d'étude.

### Rapports d'intervention :

A l'issue de chaque campagne sur le terrain, un rapport succinct d'intervention sera demandé au prestataire. Il reprendra les éléments relatifs à la mission et notamment :

- Les dates et heures d'intervention ;
- La composition de l'équipe mobilisée ;
- Les conditions de déroulement des interventions (conditions météorologiques, de marée, etc.) ;

- Le détail des prestations réalisées au cours de l'intervention ;
- Les éventuelles difficultés rencontrées ou problèmes survenus au cours de l'intervention ;
- Tout autre élément et commentaire nécessaires à l'exploitation des données et des résultats.

Le rapport d'intervention est à remettre dans la semaine suivant la réalisation de chaque campagne sur le terrain.

#### Rapports d'études :

Un rapport d'étude sera remis pour chaque période d'étude. Il comprendra tous les éléments nécessaires à l'interprétation des données et notamment :

- Les méthodologies détaillées d'acquisition et de traitement des données ;
- Les listes faunistiques complètes sur chaque station de prélèvement ;
- Le détail des analyses et des profils granulométriques ;
- La présentation des données relatives à l'état de vitalité du maërl ;
- Toutes les analyses statistiques (descriptives et multivariées) nécessaires à l'interprétation des données ;
- Une note d'interprétation détaillée présentant les résultats obtenus et conclusifs quant aux effets des dragues sur les zones de maërl étudiées. Cette note sera appuyée par des éléments issus de la bibliographie (comparaison avec d'autres sur le sujet) ;
- Un résumé non technique succinct, reprenant pour chaque site les principaux résultats.

Un premier rapport d'étude intermédiaire sera fourni au plus tard pour le 30 juin 2016. Il comprendra tous les résultats et analyses de l'état initial et du suivi immédiat après impact (t0).

Un second rapport d'étude intermédiaire sera fourni au plus tard pour le 31 octobre 2016. Il comprendra tous les résultats et analyses de l'état initial et des suivis après impact (de t0 à t0 + 3 mois).

Un rapport final sera fourni au plus tard pour le 15 mai 2017. Il comprendra tous les résultats et analyses de l'état initial et des suivis après impact (de t0 à t0 + 12 mois).

#### Base de données :

Une base de données compilant les informations récoltées sera fournie par le prestataire. Elle devra comporter :

- Les listes faunistiques complètes sur chaque station de prélèvement ;
- Les données granulométriques ;
- Les données relatives aux paramètres du maërl (% maërl vivant, taille des thalles) ;
- Les données relatives à la macrofaune épigée.

Les images des différentes observations réalisées au cours de l'étude devront être géoréférencées. Elles seront livrées dans des dossiers identifiés comportant toutes les métadonnées nécessaires à leur exploitation ultérieure (date, heure, coordonnées géographiques ou numéro de l'unité d'échantillonnage, auteur, etc.).

#### Formats des livrables :

Les différents livrables seront fournis selon les formats suivants :

Type de fichier	Extension	Format
Document texte	. doc ou .docx	MS Office 2007
Feuilles de calcul	.xls ou .xlsx	MS Office 2007
Documents de présentation	.ppt ou .pptx	MS Office 2007
Fichiers PDF	.pdf	Adobe Acrobat Reader 9
Fichiers images	.jpeg ou .tiff (min. 300 dpi)	TIFF ou JPEG
Documents vidéo	.mov ou .mpeg (min. HD ou full HD)	MOV ou MPEG
Dossiers compressés	.zip	Winzip
Données cartographiques	. mxd / .shp	ESRI
Base de données	.accdb	MS Office 2007

- Les données numériques brutes (macrofaune benthique, analyses granulométriques, paramètres du maërl, etc.) seront fournis sur feuilles de calcul ;
- Les rapports d'études et rapports de mission seront fournis au format PDF et word ;
- Les données géomatiques seront fournies au format projet en .mxd. Les couches de données au format Shape (ESRI) ;
- Photographies et vidéos seront fournies dans les formats précisés précédemment et dans les définitions les meilleures (min. 300 dpi pour les photographies et min. HD pour les vidéos).

Tous les livrables seront envoyés en version provisoire au maître d'ouvrage pour validation avant la production d'une version définitive incluant d'éventuelles remarques ou commentaires.

Les versions provisoires des livrables pourront être envoyées au format numérique uniquement. Les versions définitives des rapports seront également envoyées en format papier (5 exemplaires). L'intégralité des données produites dans le cadre de l'étude (données brutes, analyses, rapports, images) sera fournie au format numérique sur DVD ou disque dur.

## 12 Conditions particulières

### 12.1 Réunions

Des réunions seront organisées avec le prestataire pour le lancement de l'étude et pour la validation finale. Ces réunions auront lieu à Rennes ou Lorient.

**Le prestataire devra prévoir dans sa proposition la tenue de deux réunions sur la période d'étude.**

### 12.2 Propriété des données

L'ensemble des mesures, données, base de données, images et vidéo acquises dans le cadre de cette prestation sont la propriété de l'AGLIA. Aucune donnée acquise dans le cadre de ce projet ne pourra être utilisée par le prestataire sans l'accord préalable de l'AGLIA et suite à une demande motivée de sa part.

### 12.3 Sécurité

Le prestataire s'engage à travailler selon les normes de sécurité en vigueur dans son domaine d'activité et notamment pour ce qui concerne les interventions à la mer.

La proposition technique remise par le prestataire devra présenter les dispositions retenues vis-à-vis des risques relatifs aux différentes interventions réalisées au cours de l'étude (terrain, déplacements, laboratoire) dans un document de type « Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé » (PPSPS). Ce document comportera également les procédures et conduites à tenir en cas d'incident ou d'accident ainsi que les éléments relatifs à la prévention des risques (consignés dans un tableau d'analyse des risques). Le document présentera également les qualifications des différents intervenants.

#### Concernant les interventions en plongée sous-marine :

Les interventions en plongée sous-marine seront réalisées par des plongeurs professionnels, présentant la qualification minimale de Classe 1 mention B, dans le respect de la réglementation en vigueur et s'engage à appliquer les dispositions du décret n°2011-45 du 11 janvier 2011 relatif à la protection des travailleurs intervenant en milieu hyperbare et de l'arrêté du 30 octobre 2012 définissant les procédures d'organisation du travail en milieu hyperbare dans le cadre de la mention B. Les plongeurs devront être à jour de leur visite médicale annuelle et le prestataire devra disposer de toutes les assurances nécessaires. Ces documents devront être présentés dans l'offre technique.

### 12.4 Conservation des échantillons

L'intégralité des échantillons prélevés dans le cadre de l'étude devront être conservés par le prestataire, dans des conditions appropriées assurant leur bon état de conservation, pendant une durée de 6 mois après le rendu final de l'étude.

## 12.5 Autorisations administratives

Toutes les démarches administratives relatives à la réalisation de l'étude (pêches scientifiques, embarquements, etc.) seront réalisées par le maître d'ouvrage. Le prestataire s'engage à fournir au maître d'ouvrage dans les meilleurs délais les pièces pouvant lui être demandées pour la réalisation de ces démarches.

## 12.6 Validation scientifique

L'IUEM est partenaire du projet et veillera, compte tenu de son expertise, à la validité scientifique du projet et notamment lors des phases d'acquisition et de traitement des données biologiques.

Les différentes méthodologies de traitement des données spécifiques au maërl feront l'objet d'une formation dédiée de l'équipe du prestataire par le référent scientifique de l'IUEM. Cette formation a pour but d'accorder l'équipe du prestataire sur les protocoles à mettre en œuvre et assurer la cohérence des données produites avec les autres programmes d'acquisition de connaissances sur le maërl en cours ou passés. Les coûts de cette journée de formation seront pris en charge par le maître d'ouvrage. Le prestataire aura à sa charge les frais de déplacement (IUEM Plouzané) et la mobilisation de son équipe (1 journée). La date de cette formation sera définie lors de la réunion de lancement de l'étude entre le partenaire scientifique, le maître d'ouvrage et le prestataire. Elle devra être réalisée avant le début des investigations (fin février/début mars).

En cours d'étude, certains échantillons de macrofaune benthique, dont la détermination des espèces aura été réalisée par le prestataire, seront confiés au RESOMAR (différentes stations marines partenaires du projet) pour un rétrocontrôle permettant d'apprécier la justesse des déterminations taxinomiques et des dénombrements. Ces échantillons, *a minima* au nombre de 5, seront récupérés aléatoirement et ce pour chaque période d'échantillonnage après tirage aléatoire.

Il sera également mis en place avec le prestataire un système d'échanges des spécimens de macrofaune benthique les plus difficiles à déterminer, ce qui permettra d'assurer la qualité de la donnée acquise sur les espèces jugées très difficiles.

## Annexe 1 - bordereau des prix

L'offre déposée sera une offre forfaitaire globale. La décomposition des prix sera indiquée dans le tableau ci-dessous selon les différents postes mentionnés.

Désignation	Unité	PU (€HT)	Nombre	Total (€HT)
<b>Tranche ferme</b>				
Tenue des réunions et journée de formation à Brest	Jour			
Réalisation des prélèvements à la benne	Jour			
Réalisation des investigations en plongée sous-marine	Jour			
Traitement et analyse des prélèvements	Nombre		120	
Traitement et analyse des quadrats photographiques	Nombre		400	
Analyse des résultats et rédaction des rapports d'étude	Jour			
	<b>Tranche ferme Total €HT</b>			
	TVA (20%)			
	<b>Tranche ferme Total €TTC</b>			
<b>Tranche optionnelle</b>				
Réalisation des transects vidéos	Jour			
Traitements et analyse des transects vidéos	Nombre		120	
Intégration des résultats aux rapports d'étude	Jour			
	<b>Tranche optionnelle Total €HT</b>			
	TVA (20%)			
	<b>Tranche optionnelle Total €TTC</b>			