

Allocations de recherche doctorale (ARED)

Fiche projet 2015

- **Date de la demande** (10/03/2015) :

1- Identification du projet (en langue française)

- **Acronyme du projet** (8 caractères maximum) : **HABREST**

- **Intitulé du projet** (en langue française) : Modélisation des efflorescences d'algues toxiques (*Alexandrium minutum* et *Pseudo-nitzschia*) en compétition interspécifique en Rade de Brest.

2- Domaine d'innovation stratégique (DIS) du projet

- **Cocher le DIS prioritaire** au sein duquel le projet de thèse s'intègre. Vous pouvez cocher un DIS secondaire (à préciser en ce cas, point 6 de la présentation du projet). Si aucun DIS ne correspond, cocher « Projet Blanc ».

DIS 1 : Innovations sociales et citoyennes pour une société ouverte et créative

DIS 2 : Chaîne alimentaire durable pour des aliments de qualité

DIS 3 : Activités maritimes pour une croissance bleue

DIS 4 : Technologies pour la société numérique

DIS 5 : Santé et bien-être pour une meilleure qualité de vie

DIS 6 : Technologies de pointe pour les applications industrielles

DIS 7 : Observation et ingénieries écologique et énergétique au service de l'environnement

« Projet Blanc »

- **Préciser le sous-domaine correspondant :**

7A- Observation, surveillance et gestion de l'environnement et des éco-systèmes et de leurs interactions

Pour une plus ample présentation des DIS et des sous-domaines, merci de vous référer au Schéma régional de l'enseignement supérieur et de la recherche disponible à l'adresse suivante : http://www.bretagne.fr/internet/upload/docs/application/pdf/2013-11/sresr_version_finale.pdf

3- Présentation de l'établissement porteur (bénéficiaire de l'aide régionale)

- **Établissement porteur du projet** (implantation obligatoire sur le territoire régional)

Ifremer

BP 70

29280 PLOUZANE – France

- **Ecole Doctorale**

EDSM, Ecole doctorale des Sciences de la Mer

Institut Universitaire Européen de la Mer

Place Nicolas Copernic – Technopole Brest-Iroise – 29280 PLOUZANE – France

4- Identification du/de la responsable du projet (futur-e directeur-trice de thèse)

- **Nom et prénom** : Marc Sourisseau et Annie Chapelle

- **Genre du/de la responsable du projet (F/H)** : H, F

- **e-mail** : marc.sourisseau@ifremer.fr ; annie.chapelle@ifremer.fr

- **Téléphone** : 02 98 22 43 61 ; 02 98 22 43 56

- **Equipe de recherche encadrante (JE/EA/...)** : Ifremer/Dyneco/Pelagos

- **Unité (U/UMR/USR /...)** :

Allocations de recherche doctorale (ARED)

Fiche projet 2015

- **Nombre HDR dans l'équipe d'accueil** : 2

- **Nombre de thèses en cours** : 3

- **Nombre de post-docs en cours** : 2

- **Publications récentes du directeur-trice de thèse** (nb total et 5 références max au cours des 5 dernières années) :

Marc Sourisseau : 9 publications au cours des 5 dernières années.

Diaz Patricio A., Reguera Beatriz, Ruiz-Villarreal Manuel, Pazos Yolanda, Velo-Suarez Lourdes, Berger Henrick, **Sourisseau Marc** (2013). Climate Variability and Oceanographic Settings Associated with Interannual Variability in the Initiation of *Dinophysis acuminata* Blooms. *Marine Drugs*, 11(8), 2964-2981.

Chapelle A., Labry C., **Sourisseau M.**, Le breton C., Youenou A., Crassous M.P. 2010. *Alexandrium minutum* growth controlled by phosphorus. An applied model. *J. Mar. Res.*, 2010. IF. 1

Arancio M., **Sourisseau M.**, Souissi S. (2014). Processes leading to the coexistence of a host and its parasitoid in homogeneous environments: The role of an infected dormant stage. *Ecological Modelling*, 279, 78-88.

Lunven M., Landeira Jose Maria, Lehaitre Michel, Siano R., Podeur C., Danielou M.M., Le Gall E., Gentien P., **Sourisseau M.** (2012). In situ video and fluorescence analysis (VFA) of marine particles: applications to phytoplankton ecological studies. *Limnology and Oceanography-Methods*, 10, 807-823.

Landeira Jose Maria, Ferron Bruno, Lunven Michel, Morin Pascal, Marie Louis, **Sourisseau Marc** (2014). Biophysical Interactions Control the Size and Abundance of Large Phytoplankton Chains at the Ushant Tidal Front. *Plos One*, 9(2).

Annie Chapelle

B. Husson, T. Hernández-Fariñas, R. Le Gendre, M. Schapira, **A. Chapelle**. Soumis à Harmful algae. Two decades of *Pseudo-nitzschia* spp. blooms and their links with king scallops (*Pecten maximus*) contamination by domoic acid along the English Channel and Atlantic French coast: seasonal dynamics, spatial heterogeneity and interannual variability.

Curd A, **Chapelle A.**, Siano R. 2014. Phenomenon: better knowledge of HAB with the help of citizen observations", 2014. Harmful algal news, 48, 16 – 17.

Chapelle A., Labry C., Sourisseau M., Lebreton C., Youéno A., Crassous M-P. *Alexandrium minutum* growth controlled by phosphorus An applied model. 2010. Journal of Marine Systems, 83, 181-191,

Davidson, K.; Touzet, N.; McCoy, G., **Chapelle, A.**; Pete, R.; McNeill, S. Raine, R. 2010. "Spatial and temporal distribution of *Alexandrium tamarense* in Shetland waters", proceedings of ICMSS09, Nantes, June 2009.

Touzet N., Davidson K., Pete R., Flanagan K., McCoy G.R., Amzil Z., Maher M., **Chapelle A.**, Raine R., 2010. Co-Occurrence of the West European (Gr.III) and North American (Gr.I) Ribotypes of *Alexandrium tamarense* (Dinophyceae) in Shetland, Scotland. *Protist*, 161(3), 370-384.

- **Co-directeur-trice de thèse (éventuellement)** : **Martin Plus**

14 publications en tout.

Kombiadou K., Ganthly F., Verney R., **Plus M.**, Sottolichio A. (2014). Modelling the effects of *Zostera noltei* meadows on sediment dynamics: application to the Arcachon lagoon. *Ocean Dynamics*, Volume 64, Issue 10, Page 1499-1516.

Binias C., Tu Do V., Jude-Lemeilleur F., **Plus M.**, Froidefond J.-M., de Montaudouin X. (2014). Environmental factors contributing to the development of brown muscle disease and perkinsosis in Manila clams (*Ruditapes philippinarum*) and trematodiasis in cockles (*Cerastoderma edule*) of Arcachon Bay. *Marine Ecology*, 35: 67-77. DOI: 10.1111/maec.12087.

Dubois S., Savoye N., Grémare A., **Plus M.**, Charlier K., Beltoise A., Blanchet H. (2012). Origin and composition of sediment organic matter in a coastal semi-enclosed ecosystem: An elemental and isotopic study at the ecosystem space scale. *Journal of Marine Systems*, 94, 64-73.

Plus M., Dalloyau S., Trut G., Aubry I., de Montaudouin X., Emery E., Noël C., Viala C., (2010). Long-term evolution (1988-2008) of *Zostera* spp. meadows in Arcachon Bay (Bay of Biscay). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 87, 357-366.

Allocations de recherche doctorale (ARED)

Fiche projet 2015

- **Equipe de recherche co-encadrante (JE/EA/...)** :

5- Présentation du projet (en langue française, 2 à 3 pages)

- **Résumé du projet (15 lignes)** :

Les proliférations récurrentes des microalgues toxiques *Alexandrium minutum* et *Pseudo-nitzschia* en zone côtière posent un problème sanitaire et sociétal important. Elles sont aussi l'enjeu d'une question de recherche qui peut aussi se décliner pour d'autres espèces : pourquoi une espèce devient dominante à un moment et à un endroit donné ? Quels sont les contrôles de la phénologie de cette espèce (contrôle biotique, abiotiques, interne) ? Durant cette thèse, les espèces *A. minutum* et *Pseudo-nitzschia* seront deux espèces cible utilisées pour aborder ces questions, une dinoflagellé et une diatomée. La zone d'étude sera la Rade de Brest en utilisant une modélisation avec des propriétés émergentes et basée sur la paramétrisation de traits physiologiques. Ce modèle sera étudié de manière théorique puis couplé à un modèle hydrodynamique et de réseau trophique. Il s'agira de paramétrer les différents traits du cycle de vie de l'espèce *A. minutum* et d'une espèce du genre *Pseudo-nitzschia* (*P. australis* en priorité) mais aussi des autres groupes fonctionnels phytoplanctoniques, y compris le pico et nano plancton, jusque-là rarement représentés en milieu côtier. Pour cela cette thèse bénéficiera des autres études en cours sur la diversité phytoplanctonique en rade de Brest (diversité génétique, cytométrie et diversité pigmentaire). Cette modélisation aura aussi pour objectif de hiérarchiser les contrôles sur la phénologie d'*A. minutum*, et de *Pseudo-nitzschia* afin de simuler les habitats potentiels de chacune de ces espèces.

- **Présentation détaillée du projet** :

1-Contexte scientifique et socio-économique du projet :

Les efflorescences de microalgues toxiques créent depuis plusieurs dizaines d'années sur les côtes françaises des crises écologiques, sanitaires et économiques. Parmi les algues concernées, *Alexandrium minutum*, dinoflagellé, est responsable du syndrome paralytique ou PSP (Paralytic Shellfish poisoning) pouvant être mortel. Cette micro-algue, apparue en fin des années 80 en Bretagne Nord a proliféré pendant plus de 20 ans dans la baie de Morlaix et l'estuaire de Penzé (Nézan et Ledoux 1989, Erard-le Denn 1997) ainsi que dans les Abers, puis en Rance (1996), entraînant de nombreuses fermetures des parcs conchylicoles. En 2012, phénomène nouveau, une efflorescence de grande ampleur a touché la rade de Brest et a entraîné une forte toxicité des coquillages. Cet événement est devenu récurrent depuis, créant des épisodes toxiques en 2013 et 2014. Il s'agit à chaque fois de blooms très localisés et dont la période à risque se situe en fin de printemps ou début d'été (Chapelle et al, 2008). Pendant cette période, *A. minutum* croît par multiplication asexuée et peut atteindre parfois plus de 40 M cell.L⁻¹ (rade de Brest, juillet 2012, estuaire de Penzé, juin 1997). Le reste de son cycle de vie se passe sous forme de kystes enfouis dans les sédiments avec une phase de germination contrôlée par des facteurs environnementaux.

Les efflorescences de la diatomée *Pseudo-nitzschia* sont largement répandues sur les côtes Manche-Atlantique depuis une trentaine d'années (source RePHY). Ce genre comporte de nombreuses espèces, dont quelques-unes produisent des phycotoxines appartenant à la famille des toxines amnésiantes, neurotoxines responsables chez les êtres humains du syndrome ASP (Amnesic Shellfish Poisoning), pouvant également conduire au décès. Depuis les années 2000 les blooms de *Pseudo-nitzschia* sont parfois associées des événements toxiques ASP qui perturbent grandement les pêcheries de coquillages et notamment celles de coquilles Saint Jacques. La rade de Brest a connu 6 épisodes de fermetures liées à la toxicité ASP, en 2004, 2005, 2007, 2008, 2009 et 2014 (Husson et al, soumis)

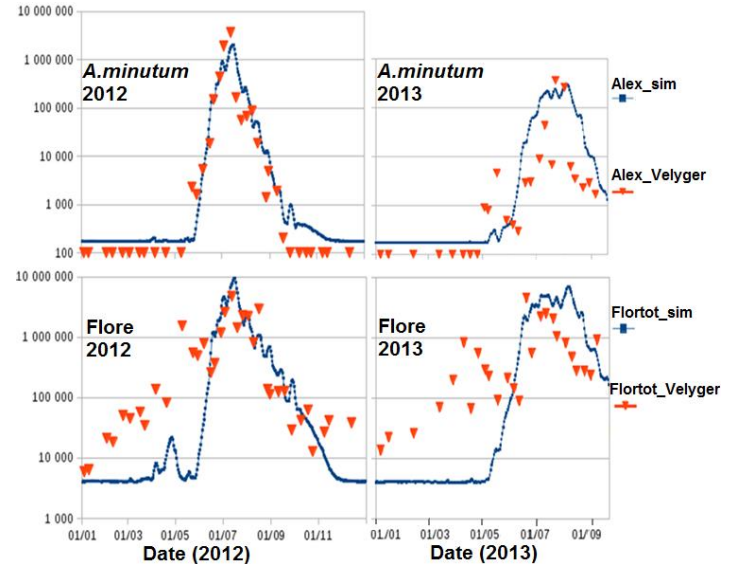
2-Hypothèse et questions posées, identification des points de blocages scientifiques que le travail de thèse se propose de lever :

Une des questions majeures reste la compréhension de l'ensemble des processus qui (i) permettent à chaque espèce de dominer de manière récurrente la communauté phytoplanctonique côtière et (ii) contrôlent la phénologie des groupes fonctionnels et des espèces. La niche potentielle de chaque espèce pouvant être large, les compétitions interspécifiques et la spécificité des contrôles abiotiques et biotiques (pathogènes par exemple) jouent ainsi un rôle clef dans la définition des niches réalisées.

Allocations de recherche doctorale (ARED)
Fiche projet 2015

En 2014, un premier modèle numérique a été développé, pour évaluer la capacité d'*A. minutum* à croître en fonction des paramètres environnementaux (lumière, température, sels nutritifs, dilution) et en prenant en compte une compétition interspécifique (Le Gland, 2014). Ce modèle se base sur un modèle écophysio-écologique développé pour *A. minutum* prenant en compte des quotas cellulaires en azote et phosphore (Chapelle et al., 2010). Un des aspects nouveaux est qu'il met *A. minutum* en compétition avec une cinquantaine d'espèces phytoplanctoniques. Le modèle intègre une diversité fonctionnelle mais aussi une diversité intra-groupes (traits-based models, Dutkiewicz et Follows, 2009 ; Barton et al., 2010). La taille des cellules à la température optimale et les capacités d'absorption de nutriments sont des paramètres tirés de manière aléatoire dans les gammes observées pour chaque groupe. L'application du modèle en baie de Daoulas (rade de Brest) (oD) pour les années 2012 et 2013 a permis de reproduire à la fois la phénologie et l'ordre de grandeur des efflorescences observées en (Figure 1, Le Gland et al., 2014).

Figure 1. Comparaisons simulations (en bleu)/observations (en rouge, données Vélyger) du modèle oD pour les années 2012 et 2013 (Le Gland et al., 2013). Le modèle contient 51 espèces de phytoplancton et permet de simuler *A. minutum* (graphes du haut) en compétition avec 50 autres espèces (graphes du bas).



Plusieurs interrogations sont alors apparues :

i) Est ce que les dynamiques de chaque groupe fonctionnel de producteurs primaires sont bien représentés ? Actuellement seulement les données du microphytoplancton sont disponibles. On propose donc dans cette thèse d'utiliser des données moléculaires, pigmentaires et cytométriques pour couvrir un plus grand spectre de taille de cellules phytoplanctoniques (le pico-nanoplancton en particulier) et valider cette approche biogéochimique en zone côtière.

ii) Est-ce que son application en 3D dans la Rade de Brest permettrait de simuler la dynamique des habitats potentiels d'*Alexandrium minutum*? De nombreux travaux ont montrés l'impact de la variabilité des processus forçages (dilution et enrichissement) sur les mécanismes de compétition exclusive et de coexistence (Barton et al., 2010b ; Huisman et al., 2001; Huisman and Weissing, 2002, 2000, 2000; Scheffer et al., 2003) en fonction des échelle de temps observées (Göthlich and Oschlies, 2015). L'application en 3D du modèle permettrait donc de vérifier l'impact de la variabilité spatiale et temporelle des forçages sur la coexistence et la dominance potentielle d'*A. minutum* (structuration spatiale des habitats et effet positif ou négatif) mais aussi de vérifier comment certaines propriétés du cycle de vie des espèces côtières (exp : la formation potentiel de kystes pour les dinoflagellés qui est une fonction non introduite dans les concepts globaux, c.f. Prowe et al., 2014) vont modifier le « fitness » de ces espèces et leur capacité de survie selon les échelles de temps simulées.

iii) Est-il possible de modéliser une deuxième espèce d'intérêt au sein de la diversité phytoplanctonique, une diatomée toxique du genre *Pseudo-nitzschia*.

3-Approche méthodologique et technique envisagée :

Cette thèse est un enjeu nouveau de modélisation qui associe, à la fois une nouvelle technique de modélisation (auto-émergente) à la modélisation de groupes fonctionnels prenant en compte la diversité fonctionnelle du phytoplancton.

Le travail débutera par la mise en place du modèle oD sur la base du travail déjà réalisé pour *A. minutum* (Le Gland et al, 2014) et à adapter pour *Pseudo-nitzschia* (Ménesguen, previmer.org) ainsi que sur la base de recherches bibliographiques et des résultats de cultures au laboratoire (Le Gac) pour *Pseudo-nitzschia*. Pour *Pseudo-nitzschia* il s'agira de choisir l'espèce présentant le plus grand intérêt (vraisemblablement *P. australis*, espèce toxique). L'étudiant devra intégrer le cycle de vie des organismes ayant la capacité de produire des kystes. L'étudiant envisagera également la mise

Allocations de recherche doctorale (ARED)

Fiche projet 2015

en place d'un quota variable C/Chl et vérifiera la nécessité d'introduire de prédateurs supérieurs qui contrôlent alors fortement les dynamiques simulées (Prowe et al., 2012).

Autre caractéristique innovante de ce projet, la spatialisation du modèle 0D et son couplage à la physique 3D (un modèle à 50m de résolution est actuellement utilisé sur la Rade de Brest). Du fait du nombre important de variables biologiques simulées (compétition multi-spécifique) et de l'intégration de traits fonctionnels au modèle écologique, cette spatialisation représente un challenge en termes de temps de calcul. Afin de réduire ce risque, la spatialisation en 3D à la même résolution que la physique, le développement d'une configuration physique à résolution inférieure, ou le développement de différentes boîtes de résolution inférieure pour la biologie (coarsening, modèle en boîtes) seront testés. Le travail continuera ensuite avec la mise en place des conditions aux frontières. Deux solutions sont envisagées : gradients nuls ou en utilisant les données de la station SOMLIT de Sainte Anne.

La dernière tâche sera l'application 3D du modèle de compétition. Le principal résultat sera de vérifier la structure spatio-temporelle des habitats potentiels d'*A. minutum* et de *Pseudo-nitzschia* en Rade de Brest.

Les mesures disponibles en Rade de Brest pour la validation sont :

- suivi RePHY rade de Brest (*A. minutum*, *Pseudo-nitzschia*, diversité microphytoplancton, hydrologie)
- suivi Velyger Pointe du Château (microphytoplancton)
- suivi Somlît à la station Ste-Anne (microphytoplancton + cytométrie en flux)
- 3 ans de mesures fines (2013, 2014, 2015) mesure de la diversité phytoplanctonique par ADN/ARN et cytométrie en flux (projet Daoulex).
- Paramètres environnementaux (Daoulex, RePHY, Velyger, Banque Hydro, données BMO)
- Répartition des kystes en rade de Brest (2013, 2014).

4-Profil du candidat (compétences scientifiques et techniques requises) :

Master 2 en modélisation appliquée à l'écologie marine
Connaissance du fonctionnement des écosystèmes marins côtiers.
Aisance à la programmation numérique.

5-Positionnement et environnement scientifique dans le contexte régional, et le cas échéant, national et international :
Cette thèse se déroulera au sein d'un groupe de recherche Ifremer travaillant sur les problématiques *Alexandrium* et *Pseudo-nitzschia*, réunissant de nombreuses techniques : modélisation numérique et statistique, diversité génétique et expression des gènes, étude des kystes, hydrologie. Le/la doctorant(e) bénéficiera aussi des collaborations avec les équipes Ifremer de Nantes (base de données, toxicité), de Concarneau (surveillance RePHY, taxinomie) et d'Argenton (impact sur les huîtres, suivi velyger) ainsi que le Lemar (impact sur les coquillage et modélisation écologique).

Dans le contexte régional, ce projet s'inscrit en lien avec d'autres projets de recherche passés, en cours ou acceptés :

- Daoulex : Région Bretagne 2013 – 2014. Etude des proliférations d'*Alexandrium minutum* en rade de Brest dans le cadre du développement du port de Brest
- PnDivTox : Région Bretagne SAD, 2014. Divergence fonctionnelle et production de Toxines au sein du genre *Pseudo-nitzschia*
- CPER Roc : Réseau d'Observation en Ecologie Côtière 2015 – 2020. Les données du volet « observations du phytoplancton » seront disponibles pour la thèse.
- PhytoRisk : AELB, 2014-2015. Effet des changements environnementaux sur les communautés phytoplanctoniques et évaluation des risques d'efflorescences d'algues toxiques
- Zone Atelier Brest Iroise : Ce projet s'inscrit aussi dans la démarche de recherche de la ZABRI labélisée par le département INEE du CNRS.
- M2BIPAT : Marine Microbial Biodiversity PATterns ; LabexMer Axes 2 (Complexité et efficacité de la pompe biologique de carbone, action 4) et 6 (Evolution des habitats marins et adaptation des populations): Suite de la thèse de Mathilde Cadier (2011-2015) en collaboration avec le LEMAR.

Dans le contexte national

- Paralex : ANR et EC2CO : Rôle des pathogènes dans la résilience des écosystèmes côtiers confinés et contaminés par une algue toxique invasive (The Sixth extinction »). 2010-2013
- Liteau Flam, *Efflorescences Alagales en Manche*, 2013 – 2015 Modélisation de *Pseudo-nitzschia* en Baie de Seine
- Le projet s'inscrit dans le cadre du Groupement De Recherche national Phycotox regroupant les équipes de

Allocations de recherche doctorale (ARED)

Fiche projet 2015

recherche travaillant sur les différentes problématiques relatives aux micro-algues toxiques et nuisibles et aux phycotoxines

Dans le contexte international

- Interreg IIBNWE Final 2007 – 2010 Forecasting the Initiation of toxic algal blooms. Modélisation des blooms d'*Alexandrium minutum* en estuaire de Penzé.
- ASIMUTH : Applied simulations and Integrated modeling for the understanding of toxic and harmful algal blooms, FP7-SPACE-2010-1 project, num 261860 , 2010-2013.

6-Pertinence du projet au regard du DIS de rattachement (et/ou du DIS secondaire). Si « projet blanc », préciser les raisons de ce choix :

Ce projet de recherche est au carrefour de plusieurs Domaines d'Innovations Stratégiques de la Région Bretagne (DIS).

Le rattachement prioritaire correspond au D7A : Observation, surveillance et gestion de l'environnement et des écosystèmes et de leurs interactions. En effet, ce projet de thèse s'inscrit dans la compréhension des interactions entre différents maillons du réseau trophique côtier, principalement le phytoplancton et ses contrôles environnementaux biotiques et abiotiques. Il met en place pour cela une technique de modélisation numérique qui s'appuie sur des mesures in situ et au laboratoire. L'objectif de cette thèse est d'arriver à cerner la niche écologique de deux espèces de microalgues toxiques, en vue d'une aide à la surveillance comme à la prédiction des risques sanitaires.

Il s'inscrit aussi de manière secondaire au DIS 3D : Nouveaux modèles d'exploitation des ressources vivantes aquatiques (pêche et aquacultures). Les deux espèces de microalgues retenues principalement dans cette thèse sont 2 microalgues toxiques générant des fermetures de pêche (coquilles Saint Jacques principalement) et d'exploitation conchylicole (huîtres, moules.). Cerner la dynamique de ces espèces toxiques, leurs périodes de développement et les facteurs qui contrôlent ces développements pourront apporter des informations d'aide à la gestion des activités de pêche et conchyliculture en rade de Brest.

Par ailleurs, *A. minutum* et *Pseudo-nitzschia* sont des espèces synthétisant des toxines qui, en s'accumulant dans les coquillages, peuvent entraîner chez les consommateurs de coquillages contaminés, différents troubles pouvant conduire à la mort. Ces espèces posent donc de graves problèmes de santé publique. Ce projet entre donc également dans le DIS D2A : Qualité et sécurité sanitaire des aliments.

Enfin, la technique nouvelle de modélisation de l'écosystème qui est envisagée dans cette thèse, en privilégiant la modélisation de la biodiversité par des modèles selfs-émergents, répond également au DIS 4D : Modélisation numérique.

7-Autres informations utiles (projet relevant des Objets d'excellence -OBEX-, projet inscrit dans le cadre des « Projets réservés » régionaux, dont « Projets émergents de recherche »...) :

L'unité de Recherche Dyneco est partenaire du Labex Mer qui focalise ses activités de recherche sur la compréhension du fonctionnement de l'océan dans le contexte particulier du changement climatique. Ce travail est intégré dans deux actions de deux axes bien identifiables : l'action 4 de l'axe 2 « Distribution des habitats pélagiques et de la biodiversité » et l'action 3 de l'axe « Modélisation des habitats ». Le travail de compréhension des facteurs de contrôle de niches des organismes pélagiques qui est planifié au sein de cette thèse aura donc aussi des apports scientifiques fondamentaux plus globaux que la compréhension de la dynamique des efflorescences d'*Alexandrium* en Rade de Brest.

6- Projet de thèse en cotutelle internationale

- **S'agit-il d'un projet de thèse en cotutelle internationale (oui/non) :** Non

- **Si oui, préciser l'établissement pressenti (et le pays de rattachement) :**

- **En cas de projet en cotutelle internationale, préciser -si vous en avez connaissance- l'organisation du calendrier des périodes de séjour :**

NB : Est entendue comme « thèse en cotutelle internationale », la situation où le doctorant partage son temps de thèse de manière égale, entre un établissement breton bénéficiaire, qui le rémunère pendant les périodes de thèse effectuées sur le territoire régional

Allocations de recherche doctorale (ARED)

Fiche projet 2015

(18 mois sur 36 mois), et un établissement étranger, qui s'engage également à rémunérer le doctorant dans le cadre de son séjour à l'étranger, soit durant 18 mois -a minima-. (Voir article 6.4 du Dispositif ARED 2015).

7- Financement du projet de thèse

- Part de l'enveloppe financière régionale affectée au projet (part exprimée en ETP) :
50%

- En cas de financement à 50 %, le cofinancement est-il déjà identifié (oui/non) : en cours

- Si oui, préciser la nature du cofinancement (ANR, Partenaire privé, Ademe, etc.) :

Demande de co-financement BMO en cours

- ⑨ Ce document est à renvoyer pour le **23 mars au plus tard** à votre référente au service SDENSU de la Région Bretagne :
caroline.mevel@region-bretagne.fr