

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Formulaire demande de financement : ARED - ISblue - ETABLISSEMENTS - ...
pour dépôt sur le serveur <https://theses.u-bretagne.fr/sml> au format PDF

Identification du projet

Acronyme du projet (8 caractères *maximum*) : **PABLO**

Intitulé du projet en langue française : **Propagation Acoustique Basse-fréquence et Longue distance dans l'Océan**

Intitulé du projet en langue anglaise : **Low-frequency and long-distance acoustic propagation in the ocean**

Domaine d'innovation stratégique (DIS) du projet

Cocher le DIS prioritaire au sein duquel le projet de thèse s'intègre.

- 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

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

Si aucun DIS ne correspond, cocher « Projet Blanc ».

« Projet Blanc »

Préciser le sous-domaine correspondant : **7A Observation, surveillance et gestion de l'environnement**

DIS secondaire si nécessaire :

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

Établissement porteur du projet : **Université de Brest**

Ecole Doctorale : **Sciences de la Mer et du Littoral (EDSML)**

Identification du responsable du projet (futur directeur de thèse)

Nom du laboratoire d'accueil : **Laboratoire Géosciences Océan**

Code du laboratoire : **UMR6538**

Directeur du Laboratoire : **Marc-André Gutscher**

Nom de l'équipe de recherche : **Dorsales, Marges & Rifts**

Nombre HDR dans le laboratoire : **26**

Nombre de thèses en cours : **28**

Nombre de post-docs en cours : **10**

Nom et prénom du directeur de thèse (HDR), porteur du projet : **Jean-Yves Royer**

- e-mail : jean-yves.royer@univ-brest.fr

- Téléphone : 02 98 49 87 67

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

67 publications dans revues à comité de lecture, Research ID: <http://www.researcherid.com/rid/B-4312-2010>

Leroy, E.C., Samaran, F., Stafford, K.M., Bonnel, J. & **Royer, J.-Y.**, 2018. Broad-scale study of the seasonal and geographic occurrence of blue and fin whales in the Southern Indian Ocean, *Endangered Species Research*, 37, 289-300, 10.3354/esr00927.

Leroy, E.C., **Royer, J.-Y.**, Bonnel, J. & Samaran, F., 2018. Long-term and seasonal changes of large whale call frequency in the southern Indian Ocean, *J. Geophys. Res.*, 123, 8568-8580, 10.1029/2018JC014352R.

Tsang-Hin-Sun, E., **Royer, J.-Y.** & Perrot, J., 2016. Seismicity and active accretion processes at the ultraslow-spreading Southwest and intermediate-spreading Southeast Indian ridges from hydroacoustic data, *Geophys. J. Int.*, 206, 1232-1245, 10.1093/gji/ggw201.

Leroy, E.C., Samaran, F., Bonnel, J. & **Royer, J.-Y.**, 2016. Seasonal and diel vocalization patterns of Antarctic blue whale (*balaenoptera musculus intermedia*) in the Southern Indian Ocean: a multi-year and multi-site study, *PLOS ONE*, 11, e0163587, 10.1371/journal.pone.0163587.

Tsang-Hin-Sun, E., **Royer, J.-Y.** & **Leroy, E.C.**, 2015. Low-frequency sound level in the Southern Indian Ocean, *J. Acoust. Soc. Am.*, 138, 1-8, 10.1121/1.4936855.

Royer, J.-Y., **Chateau, R.**, Dziak, R.P. & Bohnenstiehl, D.R., 2015. Seafloor seismicity, Antarctic ice-sounds, cetacean vocalizations and long-term ambient sound in the Indian Ocean basin, *Geophys. J. Int.*, 202, 748-762, 10.1093/gji/ggv178.

- **Expériences d'encadrement et co-encadrement de doctorants (passées et en cours)**

(doctorats dirigés, en cours et sur les 6 années passées : sujet, financement, date de soutenance, et situation professionnelle actuelle si connue)

Torterotot, M., Oct. 2017-2020. Traitement et analyse de signaux bioacoustiques dans l'océan Indien, Univ. Brest.

Thèse en cours - Allocation 100% UBO (allocation du Président) - Co-direction : Flore Samaran (ENSTA-Bretagne)

Lecoulant, J., Oct. 2016-2019. Modélisation 3D des ondes-T, Univ. Brest.

Thèse en cours - Allocation 50% DGA + 50% UBO - Co-direction : Claude Guennou (LGO), Laurent Guillon (IRENAV)

Leroy, E.C. Surveillance acoustique des baleines bleues Antarctique dans l'océan Indien austral : traitement, analyse et interprétation.

Soutenu le 25 septembre 2017 - Allocation 50% ARED Labex + 50% UBO - Co-direction : Julien Bonnel (ENSTA-Bretagne)

Post-doc Université de Sydney

Tsang-Hin-Sun, E. Dynamique spatiale et temporelle de dorsales à taux d'expansion contrastés dans l'océan Indien par une approche hydroacoustique.

Soutenu le 14 mars 2016 - Allocation 50% ARED + 50% UBO

ATER Univ. La Rochelle, puis Post-doc Ifremer Brest

Jamet, G. Modélisation d'ondes sismo-acoustiques par la méthode des éléments spectraux : application à un séisme en Atlantique nord.

Soutenu le 2 juillet 2014 - Allocation 50% DGA + 50% UBO - Co-direction : Claude Guennou (LGO), Laurent Guillon (IRENAV)

Situation inconnue

Co-directeur-trice de thèse et co-encadrant scientifique : **Claude Guennou (MCF)**

- Laboratoire de recherche :

Laboratoire Géosciences Océan, UMR6538

- e-mail :

claude.guennou@univ-brest.fr

- Téléphone :

02 98 49 87 09

- **Expériences d'encadrement et co-encadrement de doctorants (passées et en cours)**

(doctorats dirigés, en cours et sur les 6 années passées : sujet, financement, date de soutenance, et situation professionnelle actuelle si connue)

Lecoulant, J., Oct. 2016-2019. Modélisation 3D des ondes-T, Univ. Brest.

Thèse en cours - Allocation 50% DGA + 50% UBO - Co-direction : Jean-Yves Royer (LGO), Laurent Guillon (IRENAV)

Giusti, M., Oct. 2015-2019. Sismicité et processus d'accrétion de la dorsale médio-atlantique, Univ. Brest.

Thèse en cours - Allocation 50% Labex Mer + 50 % ARED - Co-direction : Julie Perrot (LGO), Marcia Maia (LGO)

Jamet, G., Modélisation d'ondes sismo-acoustiques par la méthode des éléments spectraux : application à un séisme en Atlantique nord.

Soutenu le 2 juillet 2014 - Allocation 50% DGA + 50% UBO - Co-direction : Jean-Yves Royer (LGO), Laurent Guillon (IRENAV)

Situation inconnue

- **Le cas échéant, autres collaborations (co-encadrant et laboratoire concerné)**

Laurent Guillon (HDR), Maître de conférence à l'Ecole Navale, chercheur à l'IRENAV - laurent.guillon@ecole-navale.fr

Présentation du projet (en langue française ou anglaise, 2 à 3 pages)

Résumé du projet (4000 caractères maxi espaces compris) :

Les séismes sous-marins génèrent des ondes sismiques qui se transforment en ondes acoustiques lorsqu'elles atteignent le fond de la mer. En raison des excellentes propriétés acoustiques de l'océan, ces ondes acoustiques à basse fréquence, appelées ondes T, peuvent se propager sur de très longues distances dans la colonne d'eau (plus de 1000 km). L'enregistrement des ondes T à l'aide de réseaux d'hydrophones dans la colonne d'eau s'avère un moyen très efficace de surveiller la sismicité sous-marine (p. ex. Fox et al., 2001), particulièrement la sismicité de faible amplitude qui n'est pas captée par les réseaux sismologiques terrestres. La surveillance acoustique à long terme à l'aide de réseaux d'hydrophones fournit ainsi une information unique sur la distribution spatiale et temporelle de cette sismicité de bas niveau, qui traduit l'activité tectonique et magmatique le long des frontières de plaques sous-marines telles les dorsales médio-océaniques ou les failles transformantes.

Cependant, au-delà de la localisation et du niveau acoustique des événements sismiques, peu d'informations sont actuellement extraites des ondes T. En effet, les ondes T provenant d'un événement sismique diffèrent considérablement d'un hydrophone à l'autre, lesquels sont généralement très espacés (p. ex. entre 500 et 1500 km). Ces différences sont probablement dues à la conversion sismique/acoustique près de la source, au diagramme de rayonnement de la source et/ou à la propagation à longue distance dans l'océan. Une meilleure compréhension de la génération des ondes T et de leur propagation pourrait apporter plus d'information sur le mécanisme focal d'un événement et/ou les propriétés de l'océan le long de leur trajet.

Une thèse récente, axée sur la conversion sismique/acoustique, a mis en évidence des effets 3D dus à la topographie près de la source sismique. L'énergie acoustique rayonnée par le fond marin varie en fonction des pentes et de l'orientation de la topographie par rapport à la source sismique et par rapport aux hydrophones. Cette étude a également montré les interactions des ondes acoustiques dans la colonne d'eau avec le fond marin (ondes d'interface). Dans sa suite, ce projet propose d'étudier les effets à longue distance de la propagation des ondes acoustiques à basse fréquence dans la colonne d'eau. Ces effets peuvent résulter soit d'interactions avec la topographie du fond marin, soit de changements dans les propriétés acoustiques de la colonne d'eau (ex. hétérogénéités à longue distance de la vitesse du son). L'objectif est de pouvoir comparer les enregistrements réels des ondes T de nos réseaux d'hydrophones avec des données modélisées, voire, au-delà, de remonter à la forme d'onde à proximité de la conversion sismique/acoustique.

Ces questions seront abordées par une modélisation directe par éléments finis spectraux, tant en 3D qu'en 2D. Cette approche a déjà été appliquée avec succès et s'est avérée très efficace pour modéliser conjointement les ondes sismiques dans le milieu solide élastique (la croûte terrestre) et les ondes acoustiques dans le milieu fluide (l'océan). Les travaux proposés s'appuieront sur cette expérience et combineront la modélisation 3D près de la source sismique et la modélisation 2D à distance de la source. Les modèles partiront de configurations simples pour évoluer vers des modèles plus complexes et plus réalistes, basés sur la topographie réelle du fond marin, les propriétés physiques des milieux et les mécanismes focaux des séismes.

Mots-clés : acoustique sous-marine basse-fréquence, modélisation numérique, ondes T, sismicité

Présentation détaillée du projet :

1 - Hypothèse et questions posées, identification des points de blocages scientifiques

Les enregistrements acoustiques d'un même événement sismique par plusieurs hydrophones distants les uns des autres (500 à 1500 km) montrent des signatures différentes, tant en amplitude qu'en contenu fréquentiel. Ces différences sont vraisemblablement dues à la conjugaison de plusieurs phénomènes : la conversion sismique/acoustique près de la source, le diagramme de rayonnement de la source (mécanisme au foyer du séisme) et la propagation à longue distance dans l'océan. Les travaux de J. Lecoulant (en dernière année de thèse) ont montré les effets 3D dus à la topographie près de la source sismique. L'énergie acoustique rayonnée par le fond marin varie en fonction des pentes et de l'orientation de la topographie par rapport à la source sismique et par rapport aux hydrophones. Ces effets expliquent sans doute en partie l'énergie variable des signaux enregistrés, selon la direction de l'hydrophone par rapport aux reliefs autour de l'épicentre du séisme. Il reste à explorer les effets de la propagation longue distance, notamment dans la dispersion des modes acoustiques. L'approche idéale serait de traiter ce problème en 3D à l'aide d'une méthode par éléments spectraux, qui s'avère très adaptée et performante. Toutefois, pour les distances et fréquences considérées (1000 km et jusqu'à 40 Hz, resp.), cette approche demanderait des moyens de calcul considérables. Pour lever ce verrou, nous faisons l'hypothèse qu'au-delà de ~200km, la propagation dans l'océan est un problème 2D. L'idée est donc de traiter les effets à proximité de la source en 3D (< 200 km), et d'utiliser les sorties du modèle comme entrées du modèle de 2D qui propagera les signaux à longue distance (> 200 km). On prendrait ainsi en compte les effets de la topographie et les effets du diagramme de rayonnement de la source au droit de la zone de conversion sismique/acoustique. Pour tester cette approche, nous disposons de nombreux enregistrements acoustiques de séismes de taille moyenne le long de dorsales médio-océaniques, dont nous connaissons la magnitude et les mécanismes focaux grâce aux réseaux sismologiques terrestres, et pour lesquelles des cartes bathymétriques détaillées sont disponibles.

2 - Approche méthodologique et techniques envisagées :

Pour répondre à ces questions, la modélisation par éléments finis spectraux s'est avérée une approche tout-à-fait appropriée

puisqu'elle permet de modéliser conjointement les ondes sismiques dans le milieu solide élastique (la croûte terrestre) et les ondes acoustiques dans le milieu fluide (l'océan). Les éléments finis sont également très adaptés pour modéliser une interface solide/liquide arbitraire (topographie des fonds marins) et des ondes acoustiques basse fréquence. Toutefois, en raison de limitations de calcul, la taille d'un modèle 3D et la fréquence de la source sont limitées à ~200km et quelques Hz, respectivement. En effet, la taille d'une cellule de maillage, inférieure à une fraction de la longueur d'onde du signal source, conduit à des maillages très importants, difficiles à gérer pour de longues distances (1000 km) ou des sources à fréquence élevée (jusqu'à 30-40 Hz). Pour contourner ces limitations, nous proposons de modéliser les effets proches de la source avec un modèle 3D et d'étudier les effets à longue distance avec un modèle 2D, en utilisant les sorties du modèle 3D comme entrées aux modèles 2D. Dans la colonne d'eau, le champ de pression peut être extrait dans n'importe quelle cellule du maillage, comme le tenseur des contraintes dans n'importe quelle cellule du milieu solide. Cependant, à l'exception des très grands séismes, l'énergie sismique est très rapidement atténuée dans la croûte terrestre et, au-delà d'une certaine distance (~200km), les ondes portées par le milieu solide peuvent être négligées. Ainsi, en première approximation, la propagation à longue distance peut être considérée comme un problème 2D dans la colonne d'eau, des limites du modèle 3D (~200km) à l'hydrophone d'enregistrement.

L'approche sera d'abord testée sur des modèles synthétiques simples, puis appliquée à des configurations plus réalistes : topographie synthétique puis réelle du fond marin, milieux homogènes et à vitesse constante puis stratifiés en vitesse et densité, sources basse fréquence puis plus haute fréquence, explosion isotrope puis mécanismes focaux réels (tenseurs de moments).

Les codes d'éléments spectraux SPECFEM-2D et -3D sont installés et opérationnels sur le calculateur parallèle DATARMOR disponible pour cette thèse. Du temps de calcul sur des moyens nationaux (GENCI) pourra également être demandé.

3 - Positionnement et environnement scientifique dans le contexte régional, national et international :

Au plan international et académique, le LGO à Brest est le seul laboratoire, avec le Pacific Marine Environment Laboratory de la NOAA, à déployer des réseaux d'hydrophones en domaine hauturier pour surveiller la sismicité océanique, notamment de faible magnitude, qui n'est pas détectée par les réseaux sismologiques terrestres. Dans ce contexte, le LGO a développé un programme de recherche pour mieux comprendre la conversion sismique/acoustique et la propagation longue-distance des ondes acoustiques basse-fréquence (< 50 Hz). Dans cet effort, il s'appuie sur des compétences nationales en modélisation, notamment au Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique de Marseille, qui développe les codes aux éléments spectraux SPECFEM 2D et 3D.

Au plan international, nos résultats intéressent l'Organisation du Traité d'Interdiction Complète des Essais nucléaires, basée à Vienne en Autriche (OTICE ou CTBTO en anglais), qui maintient des stations hydroacoustiques temps-réels dans différentes parties de l'océan mondial. L'objectif du CTBTO est de détecter en temps réel et à grandes distances des explosions suspectes dans la colonne d'eau.

Au plan national, la propagation « ultra » basse-fréquence (< 100Hz) dans l'océan est un des thèmes d'intérêt de la Délégation Générale à l'Armement (DGA), qui a déjà soutenu 2 thèses au laboratoire (G. Jamet 2014 ; J. Lecoulant, 2016-2019, en cours).

Au plan régional, ce projet participe aux travaux du groupe formé à Brest en acoustique sous-marine autour de l'interprétation et la modélisation des ondes acoustiques basse-fréquence. Ce groupe réunit des chercheurs de l'IMT Atlantique, de l'ENSTA Bretagne, de l'IRENAV, du SHOM et de laboratoires de l'IUEM (LOPS et LGO). Ses travaux s'intéressent au traitement et à l'interprétation de bruits aussi bien d'origine biologique (grandes baleines), géologique (séismes, éruptions), cryogénique (icebergs), océanique (état de mer), et anthropique (navires). Ils comportent aussi un volet méthodologique important sur la détection et classification automatique des sons, la modélisation de la propagation des ondes acoustiques ou la génération des bruits observés. Dans ce cadre, les séries temporelles acoustiques de longue durée acquises par le LGO dans l'océan hauturier constituent un jeu de données uniques pour aborder ces problématiques.

Le – la candidat.e

Profil souhaité du candidat (compétences scientifiques et techniques requises) :

Le - la candidat.e recherché.e devra avoir une solide formation en physique (propagation des ondes) et des compétences en programmation.

Contexte régional & local

4 - Pour la région Bretagne : adéquation du projet au regard du DIS de rattachement (et/ou du DIS secondaire).

Dans le cadre de contrats de projets Etat-Région (CPER), la Région Bretagne a soutenu le développement et l'acquisition de réseau d'hydrophones hauturiers pour la surveillance acoustique de l'océan, en particulier dans les CPER de l'OSU-IUEM « Observation de l'Océan » (ODO : 2007-2015) et « Observation 3D de l'Océan » (O3DO : 2016-2021).

Outre l'activité sismique, ces réseaux d'hydrophones permettent de surveiller l'activité acoustique de plus de 5 espèces de grandes baleines, considérées en danger et pour lesquelles on dispose d'informations très limitées quant à l'état des populations, leur répartition et migrations saisonnières. Leurs enregistrements apportent aussi des informations inédites sur le bruit

environnemental (ex. dislocation d'icebergs) et l'évolution du bruit océanique en général, auquel l'activité humaine contribue fortement. Les séries temporelles acquises par les réseaux d'hydrophones du LGO depuis 2010 et les outils analytiques développés (détection et classification automatique, modélisation) offrent des clés pour mieux cerner l'évolution de cet environnement et les interactions potentielles entre les sources sonores identifiées. Dans cette démarche, la compréhension des signaux par la modélisation est un complément indispensable.

Ce projet et les investissements de la Région Bretagne dans ce domaine s'inscrivent donc pleinement dans le Domaine d'innovation stratégique (DIS) 7 « Observation et ingénierie écologique et énergétique au service de l'environnement », notamment dans le sous-domaine 7A relatif à l'observation et la surveillance de l'environnement, et font du LGO et de l'IUEM un centre d'expertise unique en Europe en matière de surveillance acoustique hauturière.

5 - Si « projet blanc » (hors DIS), préciser les raisons de ce choix :

Sans objet.

6 - Si lien avec projet ERC, préciser lequel :

Sans objet.

7 - Autres informations utiles (CPER, FEDER, concernant la politique régionale) :

Comme mentionné dans le point 4, ce projet de thèse concerne l'exploitation de données acquises par des équipements financés par la Région Bretagne, des fonds FEDER et l'Etat, dans le cadre de programmes CPER d'observation de l'océan.

Par ailleurs, ce projet de modélisation n'est envisageable que grâce aux moyens de calcul intensif « DATARMOR » développés dans le cadre du CPER et installés au centre Ifremer de Brest.

8 - Le cas échéant, précisez le lien du sujet avec les thèmes ISblue

- la régulation du climat par l'océan
- les interactions entre la Terre et l'océan
- la durabilité des systèmes côtiers
- l'océan vivant et les services écosystémiques

X les systèmes d'observation à long terme

L'objectif des réseaux d'hydrophones déployés par le LGO est d'acquérir des séries temporelles sur l'activité acoustique des grandes baleines, l'activité sismique de faible magnitude océanique, et le bruit environnemental océanique en général. L'intérêt d'acquérir des séries long-terme continues est de pouvoir suivre l'évolution de ces sources sonores et d'analyser leurs interactions éventuelles, par exemple, entre activité bioacoustique et bruit ambiant (Leroy et al., 2018), ou la représentativité temporelle ou spatiale des phénomènes biologiques ou géophysiques observés.

Ce projet de thèse participe à la compréhension des signaux enregistrés, puisque les sources basse-fréquence (0-100 Hz) peuvent aussi bien être des séismes, des craquements d'icebergs, des vocalisations de grandes baleines, ou du bruit de l'état de mer (bruit microsismique).

Le cas échéant (si financement ISblue demandé) : en regard de la formation par la recherche du futur docteur, perspectives d'insertion professionnelle dans le milieu académique et non académique

Ce sujet de thèse donnera une solide formation au futur docteur en acoustique sous-marine et en modélisation numérique.

Pour une insertion professionnelle en milieu académique, l'impétrant pourra faire valoir ses compétences en recherche fondamentale dans le domaine de l'acoustique (basse fréquence) et de la propagation d'ondes en milieu marin.

Pour une insertion professionnelle en milieu non académique, l'impétrant pourra faire valoir ses compétences en calcul scientifique, ayant notamment recours à des calculateurs parallèles, et ses compétences dans le domaine de la surveillance acoustique, par exemple dans le cadre de l'application de la Directive cadre stratégique relative au milieu marin (DCSMM).

9 - Contexte scientifique et partenarial : éléments généraux

Comme souligné précédemment, ce projet s'inscrit dans les travaux du groupe brestois en acoustique marine, réunissant l'IMT Atlantique, l'ENSTA Bretagne, l'IRENAV, le SHOM et deux laboratoires de l'IUEM (LOPS et LGO). Certains s'intéressent au traitement et à l'analyse des bruits océaniques d'origine biologique, géologique, cryogénique, océanique ou anthropique ; d'autres, à la reconnaissance et classification automatique des sons, à la modélisation de la propagation ou à la génération de ces bruits basse-fréquence. Autant de tâches qui contribuent à la compréhension de l'environnement acoustique dans l'océan hauturier, au suivi de son évolution et à la caractérisation des interactions potentielles entre ces sources de bruit (DIS 7A).

Ce sujet de thèse, comme 2 autres avant lui, sera réalisé en collaboration étroite avec l'équipe acoustique de l'IRENAV (co-encadrement de la thèse par Laurent Guillon, chercheur à l'IRENAV), et également avec le Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique de Marseille, qui développe les codes aux éléments spectraux SPECFEM 2D et 3D.

Il utilisera les moyens de calcul parallèle DATARMOR installés au centre Ifremer de Brest et accessible à la communauté académique brestoise, et si insuffisants, aura recours aux moyens de calcul intensif nationaux (GENCI).

10 - Si projet en cotutelle internationale, précisez le pays et l'établissement

Sans objet.

11 - Financements Région Bretagne acquis par le porteur au cours des 3 dernières années (titre, montant)

Allocation Région Bretagne (ARED 50%) 2014-2017, 3 ans, sujet TASBIO (E. Leroy).

Allocation Région Bretagne (ARED 50%) 2012-2015, 3 ans, sujet OHASIS3D (E. Tsang-Hin-Sun).

12 - Si projet cofinancé, nom du cofinancier (sollicité et ou acquis)

Allocation de la Délégation Générale à l'Armement (DGA, 50%), sollicitée

13 - Si cofinancement refusé, autres sources de cofinancement identifiées

Allocation UBO (50%)

Projet de thèse en cotutelle internationale

S'agit-il d'un projet de thèse en cotutelle internationale : **NON**

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

Ce projet de thèse fera-t-il l'objet d'un cofinancement international (oui/non) : **NON**

En cas de cofinancement international, préciser -si vous en avez connaissance- l'organisation du calendrier des périodes de séjour :

Financement du projet de thèse

Part de l'enveloppe financière régionale affectée au projet :

Financement Région 100 % **X Financement Région 50 % (préconisé)**

En cas de financement à 50 %, le cofinancement est-il déjà identifié : **OUI**

Si oui, préciser la nature du cofinancement : **DGA, demandé**

Si cofinancement pas encore confirmé, date prévue de réponse du cofinancier : **mai 2019**

En cas de non-obtention du cofinancement demandé, une autre source de cofinancement est-elle identifiée : **OUI, UBO**

Annexe : Domaines et sous-domaines d'innovation stratégique

Domaines d'innovation stratégique

- 1/ Innovations sociales et citoyennes pour une société ouverte et créative
- 2/ Chaîne alimentaire durable pour des aliments de qualité
- 3/ Activités maritimes pour une croissance bleue
- 4/ Technologies pour la société numérique
- 5/ Santé et bien-être pour une meilleure qualité de vie
- 6/ Technologies de pointe pour les applications industrielles
- 7/ Observation et ingénieries écologique et énergétique au service de l'environnement

Ventilation en sous-domaines

D1 – Innovations sociales et citoyennes pour une société ouverte et créative

- 1A- Démarches d'innovation sociale et citoyenne
- 1B- E-éducation et e-learning
- 1C- Patrimoine et tourisme durable
- 1D- Industries créatives et culturelles
- 1E- Transitions et mutations des modèles économiques des filières et des entreprises

D2- Chaîne alimentaire durable pour des aliments de qualité

- 2A- Qualité et sécurité sanitaire des aliments
- 2B- Nouveaux modèles de production agricole
- 2C- Usine agro-alimentaire du futur

D3- Activités maritimes pour une croissance bleue

- 3A- Energies marines renouvelables
- 3B- Valorisation de la biomasse marine et biotechnologies (pour toutes les applications)
- 3C- Valorisation des ressources minières marines
- 3D- Nouveaux modèles d'exploitation des ressources vivantes aquatiques (pêche et aquacultures)
- 3E- Navire du futur
- 3F- Sécurité et sûreté maritime

D4- Technologies pour la société numérique

- 4A- Internet du futur : objets communicants, cloud computing et big data
- 4B- Images et contenus
- 4C- Conception logiciels
- 4D- Modélisation numérique
- 4E- Réseaux convergents, fixes mobile broadcast
- 4F- Cybersécurité

D5- Santé et bien-être pour une meilleure qualité de vie

- 5A- Prévention – santé – bien-être
- 5B- Nouvelles approches thérapeutiques alliant génétique, bio-marqueurs et biomolécules
- 5C- Technologies médicales, diagnostiques et thérapeutiques et e-santé

D6- Technologies de pointe pour les applications industrielles

- 6A- Photonique et matériaux pour l'optique
- 6B- Matériaux multi-fonctionnels
- 6C- Technologies en environnements sévères
- 6D- Electronique, robotique et cobotique pour l'ingénierie industrielle
- 6E- Systèmes de production avancés de petites et moyennes séries (usine du futur)

D7- Observation et Ingénieries écologique et énergétique au service de l'environnement

- 7A- Observation, surveillance et gestion de l'environnement et des éco-systèmes et de leurs inter-actions
- 7B- Réseaux énergétiques intelligents
- 7C- Système constructif performant et durable (éco-construction et éco-rénovation, TIC et bâtiment)
- 7D- Véhicules et mobilités serviciels durables
- 7E- Eco-procédés, éco-produits et matériaux bio-sourcés.