

**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2017**

- **Date de la demande** (20/01/2018) :

**1- Identification du projet (en langue française)**

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

- **Intitulé du projet** (en langue française) : ACCLImatation des Récifs COralliens aux changements globaux : utilisation des SIGNatures isotopiques pour mieux comprendre la plasticité du mécanisme de calcification des coraux.

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

- **Cocher le DIS prioritaire** au sein duquel le projet de thèse s'intègre. Vous pouvez mentionner un DIS secondaire (choix à indiquer et argumenter au point 5-Présentation du projet, paragraphe 6). 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 écosystèmes 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](http://www.bretagne.fr/internet/upload/docs/application/pdf/2013-11/sresr_version_finale.pdf)

Allocations de recherche doctorale (ARED)

Fiche projet 2017

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

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

*NB : C'est-à-dire l'établissement bénéficiaire de l'aide régionale. Un seul établissement peut être indiqué.*

Université de Bretagne Occidentale

- **Ecole Doctorale :**

Ecole Doctorale des Sciences de la Mer

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

- **Nom et prénom :** THOUZEAU Gérard, directeur de recherche CNRS

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

- **e-mail :** [gerard.thouzeau@univ-brest.fr](mailto:gerard.thouzeau@univ-brest.fr)

- **Téléphone :** 02 98 49 86 39 / 06 86 88 38 44

- **Nom du laboratoire :** Laboratoire des sciences de l'environnement marin

- **Code du laboratoire (U/UMR/USR/EA/JE/...) :** LEMAR - UMR 6539

- **Nom de l'équipe de recherche :** DISCOVERY

- **Nombre HDR dans le laboratoire :** 39

- **Nombre de thèses en cours :** 49

- **Nombre de post-docs en cours :** 18

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

**77 publications / Nombre total de citations : 1463 / H index : 26** (*ISI Web of Science, 29/11/17*)

ORCID : 0000-0001-5103-8840 / ResearcherID : J-9034-2017 / SCOPUS : 56000045100 / DINA: 107873

**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2017**

Aguirre-Velarde\* A., Jean F., **Thouzeau** G., Flye Sainte-Marie J, 2016. Effects of progressive hypoxia on oxygen uptake in juveniles of the Peruvian scallop, *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). *Aquaculture* **451**, 20 January 2016, p. 385-389.

Aschenbroich\* A., Michaud E., Stieglitz T., Fromard F., Gardel A., Tavares M., **Thouzeau** G., 2016. Brachyuran crab community structure and associated sediment reworking activities in pioneer and young mangroves of French Guiana, South America. *Estuarine Coastal and Shelf Science* **182**, p. 60-71

Aschenbroich\* A., Michaud E., Gilbert F., Fromard F., Alt A., Le Garrec V., Bihannic I., De Coninck A., **Thouzeau** G., 2017. Bioturbation functional roles according to mangrove development in French Guiana, South America. *Hydrobiologia* **794** (1), p. 179-202

Avendaño M., Cantillán M., **Thouzeau** G., 2017. Evidence of clandestine harvest and failure of conservation policies for *Argopecten purpuratus* in the Rinconada marine reserve (Chile). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **27**, Issue 3, p. 588-603.

Aguirre-Velarde\* A., Jean F., **Thouzeau** G., Flye Sainte-Marie J., 2018. Feeding behaviour and growth of the Peruvian scallop (*Argopecten purpuratus*) under daily cyclic hypoxia conditions. *Journal of Sea Research* 131 (2018), p. 85-94.

Ray\* R., Michaud E., Vantrepotte V., Aller R. C., Gleixner G., Walcker R., Dévesa J., Le Goff M., Morvan S., **Thouzeau** G., 2018. The sources and distribution of carbon (DOC, POC, DIC) in a mangrove dominated estuary (French Guiana, South America). *Biogeochemistry* (accepté après révision).

\* Noms des doctorants ou post-doctorant encadrés soulignés.

- **Co-encadrants de thèse** : THÉBAULT Julien, maître de conférences UBO ; RODOLFO-METALPA Riccardo, CR IRD UMR ENTROPIE, Nouméa.

- **Laboratoire de recherche co-encadrant** (nom + code U/UMR/USR/EA/JE/...) :

LEMAR - UMR 6539 (Plouzané)

ENTROPIE (Écologie marine tropicale des océans Pacifique et Indien) – UMR, UR IRD 250 (Nouméa)

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

**- Résumé du projet (15 lignes) :**

Les écosystèmes coralliens, présents généralement dans les eaux chaudes du globe à faible profondeur, font l'objet d'une inquiétude grandissante quant à leur devenir. Ces écosystèmes aquatiques, parmi les plus diversifiés et les plus étendus de la planète, sont particulièrement impactés par l'anthropisation croissante depuis deux siècles. Les conséquences écologiques traduisent la dégradation de leur état de santé avec le blanchiment des coraux dû aux températures en hausse, et la régression de la croissance voire l'atrophie du squelette carbonaté des coraux, ce phénomène étant quant à lui directement lié à l'acidification des océans (important stockage de CO<sub>2</sub> anthropique dans l'océan). Bien que la majorité des études réalisées sur ce sujet montre le dérèglement du système des carbonates, certains coraux seraient capables de s'acclimater à l'acidification des océans. C'est dans ce contexte que l'objectif premier du projet ACCLICOSITOP est d'identifier les mécanismes physiologiques mis en œuvre par les coraux pour faire face au changement global. A cet égard, des études récentes (ANR CARIOCA) ont permis de découvrir trois sites naturels en Papouasie-Nouvelle-Guinée et Nouvelle-Calédonie présentant des conditions extrêmes de pH/CO<sub>2</sub> (proches des valeurs prédites par les scénarios d'évolution des modèles de l'IPCC à l'horizon 2100) et hébergeant des récifs coralliens. Ces sites sont donc d'un intérêt majeur pour étudier l'acclimatation éventuelle des coraux aux forçages anthropiques. Cette dernière sera étudiée par une approche géochimique utilisant les signatures isotopiques du fluide interne de calcification afin de tracer les différents mécanismes physiologiques régulant le taux de biominéralisation des coraux et de mieux prédire le futur.

**- Présentation détaillée du projet :**

*1-Contexte scientifique et socio-économique du projet :*

Ce projet s'inscrit dans un contexte scientifique et socio-économique riche. Sur le plan scientifique, le devenir des récifs coralliens est une préoccupation majeure pour la communauté scientifique à plus d'un titre. Les récifs coralliens sont des structures naturelles qui abritent une biodiversité d'exception et jouent un rôle fondamental dans la préservation de ces écosystèmes marins complexes. Généralement à faible profondeur, ils procurent des niches écologiques à de nombreux animaux qui y trouvent nourriture, refuge et protection. Certaines espèces de coraux existent en eaux froides et en profondeur mais l'immense majorité des récifs se répartit dans les 20 premiers mètres des eaux tropicales. Les trois plus grands récifs coralliens du monde sont situés en Australie, à Belize et en Nouvelle-Calédonie. Ce dernier récif est le deuxième plus grand au monde et représente une zone de plus de 23000 km<sup>2</sup> ; sa biodiversité marine exceptionnelle (9372 espèces identifiées), est inscrite au Patrimoine Mondial de l'UNESCO.

Depuis la révolution industrielle, l'augmentation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère a entraîné une hausse du niveau de la mer et de la température moyenne des océans (+0,7°C). Les niveaux de CO<sub>2</sub> atmosphérique ont désormais doublé (NOAA, IPCC 2015) et induisent un changement dans la chimie des océans. En effet, le stockage de près de 30% du CO<sub>2</sub> atmosphérique par les océans dérègle le système des carbonates et entraîne l'augmentation croissante de l'acidité dans les océans. L'acidité des océans régule la présence de l'espèce dominante de carbone inorganique dissous (CID) nécessaire à la construction du squelette calcaire des coraux (Ries *et al.* 2009, Allemand *et al.* 2011, Kroeker *et al.* 2010). La convention historique des Nations Unies sur le changement climatique lors des accords de Paris (COP21) souligne l'importance de l'impact du changement climatique sur la chimie des océans et sur les cycles de recyclage naturel de la planète par les écosystèmes, notamment marins. Bien que la majorité des études réalisées sur ce sujet montre le dérèglement du système des carbonates, certains coraux seraient capables de s'acclimater à l'acidification des océans (Paganini *et al.* 2015, EPOCA WHOI, 2010). En particulier, des études récentes (ANR CARIOCA) ont permis de découvrir trois sites naturels en Papouasie-Nouvelle-Guinée et Nouvelle-Calédonie présentant des conditions extrêmes de pH/CO<sub>2</sub> et hébergeant des récifs coralliens en bonne santé apparente. De manière générale, l'acclimatation à

**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2017**

l'acidification des océans et au changement climatique reste encore peu étudiée. Par conséquent, les projections modernes ne prennent pas en compte la capacité des espèces à s'acclimater (Godbold & Calosi 2013, Munday *et al.* 2013, Sunday *et al.* 2014). Aujourd'hui, malgré toutes les connaissances acquises sur la biologie et l'écologie des récifs coralliens, il reste à mettre en place un modèle d'étude et les outils analytiques permettant de mieux comprendre la dynamique de cette acclimatation. A cet égard, les trois sites naturels à récifs coralliens précités (zones de résurgences naturelles de CO<sub>2</sub>) présentent les conditions environnementales prédites par les scénarios d'évolution des modèles de l'IPCC à l'horizon 2100. L'enjeu de ce projet de thèse est donc de pouvoir approfondir les connaissances actuelles sur la stratégie d'adaptation/acclimatation des coraux qui y vivent.

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

Certaines espèces calcifiantes connaissent des réponses divergentes en termes d'évolution du taux de calcification en fonction de l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique (Ries *et al.* 2009). La biominéralisation utilise les formes de carbone inorganique dissous de façon interne et/ou externe à l'organisme (Simkiss *et al.* 1989). Les coraux, de par leur symbiose autotrophe/hétérotrophe, ont une biominéralisation externe (CID de l'environnement) et interne (respiration autotrophe). Il semble qu'il existe une régulation de l'activité enzymatique permettant la biominéralisation via l'anhydrase carbonique (Ventura *et al.* 2016). De plus, un autre phénomène permettant la régulation du taux de biominéralisation a été mis en évidence : la « pompe à protons », qui permet la régulation du pH dans le fluide de calcification (Ries *et al.* 2009, Ries *et al.* 2011, McCulloch *et al.* 2012). L'étude de la physiologie des coraux est donc un élément essentiel à la compréhension de leur acclimatation au changement global (Gates *et al.* 1999).

L'hypothèse principale est que certaines espèces de coraux sensibles à l'acidification des océans présenteraient la capacité de s'adapter/s'acclimater aux augmentations de la concentration en CO<sub>2</sub> atmosphérique prévues par les scénarios du GIEC (IPCC 2015). L'aspect novateur de ce projet réside dans la mise en place d'une comparaison des paramètres biochimiques entre trois sites naturels où se développent plus de 20 espèces de coraux dans des conditions de pH/CO<sub>2</sub> extrêmes (proches des prédictions du GIEC à l'horizon 2100). Les coraux qui y vivent constituent ainsi des modèles biologiques d'intérêt puisqu'ils sont acclimatés à ces conditions extrêmes depuis des décennies. La comparaison avec des coraux présents dans des sites de référence situés à proximité et présentant des valeurs actuelles (non acidifiées) de pH/CO<sub>2</sub> permettra de déterminer les changements physiologiques mis en place par ces espèces pour s'acclimater aux conditions extrêmes. L'objectif général de ce projet est d'améliorer nos connaissances sur la dynamique d'adaptation des récifs coralliens en utilisant des proxies isotopiques ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^{11}\text{B}$ ) du fluide interne de calcification des coraux. Ces techniques géochimiques ont été récemment utilisées par plusieurs laboratoires internationaux (UWA, CSM, LSCE) dans le but de mieux évaluer la capacité des récifs coralliens à calcifier dans un environnement à pCO<sub>2</sub> élevée. Dans le cadre de cette thèse, nous allons utiliser des coraux qui se sont développés toute leur vie dans des sites naturels exposés à des valeurs faibles de pH et donc qui se sont potentiellement adaptés aux conditions environnementales prévues pour la fin du 21<sup>ème</sup> siècle. Un calibrage précis des proxies isotopiques sera aussi réalisé en aquariums (facilités de l'Aquarium de Nouméa) sur des coraux acclimatés et maintenus sur le long-terme à différents niveaux de pH. Cela nous permettra ensuite de déterminer leur stratégie de régulation physiologique face aux forçages anthropiques (température, acidification). La portée des résultats obtenus dépendra de notre capacité à (i) caractériser la régulation du pH du fluide interne de calcification, (ii) mesurer l'activité enzymatique lors de la biominéralisation, et (iii) identifier les différents facteurs abiotiques et biotiques régulant cette activité.

*3-Approche méthodologique et techniques envisagées :*

Notre ambition est de combiner l'analyse et l'interprétation de plusieurs signaux isotopiques détectables au sein du mécanisme de biominéralisation des coraux. Ainsi, la signature isotopique du Carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ ) permettra d'identifier les sources de CID utilisées par les organismes lors de leur biominéralisation (autotrophie/hétérotrophie, respiration, effets

**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2017**

vitaux ; McConnaughey *et al.* 1989). Afin de caractériser l'activité métabolique (calcification) et sa régulation (pompe à protons) face à l'acidification des océans, nous utiliserons le  $\delta^{11}\text{B}$  en tant que proxy du pH du fluide de calcification interne (Sutton *et al.* 2017). Afin de compléter l'aspect novateur de ce projet, nous envisageons de mettre en place une méthodologie d'extraction du fluide interne de calcification. Cette extraction permettrait l'utilisation du  $\delta^{11}\text{B}$  au sein du fluide en évitant de passer par un modèle de correction du  $\delta^{11}\text{B}$  du squelette.

Le déroulement du projet se décline donc en 3 thèmes :

- Comparer les paramètres biochimiques entre les trois sites naturels où se développent plus de 20 espèces de coraux dans des conditions de pH/CO<sub>2</sub> extrêmes, et étudier le contrôle du métabolisme permettant d'adapter la chimie du CID au sein du fluide de calcification. L'utilisation du  $\delta^{13}\text{C}$  va nous permettre de tracer les sources de CID utilisées lors du(des) mécanisme(s) de contrôle par les coraux. La calibration des proxys isotopiques sera réalisée en aquariums (facilités de l'Aquarium de Nouméa) sur des coraux acclimatés et maintenus sur le long-terme à différents niveaux de pH, en parallèle des prélèvements sur les sites témoins ;
- Caractériser l'activité métabolique de calcification et sa régulation face à l'acidification des océans. La régulation métabolique se traduit par un mécanisme de contrôle du pH du fluide interne de calcification. Le système bore-borate étant directement lié au pH, l'utilisation du  $\delta^{11}\text{B}$  du squelette calcaire en tant que proxy du pH nous permettra de caractériser cette régulation métabolique. Le deuxième point essentiel de ce thème dans la compréhension de la dynamique d'acclimatation des coraux est la mise en place d'une méthodologie d'extraction du fluide interne de calcification afin d'extraire le  $\delta^{11}\text{B}$  directement dans le fluide interne ;
- Mesurer l'activité enzymatique de l'anhydrase carbonique et les facteurs régulant cette activité telle que la température. Nous utiliserons le  $\delta^{18}\text{O}$  en tant que proxy de la température au sein du fluide de calcification.

Ce projet se déroulera à Brest au sein du LEMAR (IUEM) et à Nouméa au sein de l'UMR Entropie de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD). L'IRD de Nouméa est proche de trois sites naturels où se développent des espèces de coraux dans des conditions extrêmes de concentrations en CO<sub>2</sub>, proches des prédictions futures de l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2015). Dans le cadre du projet ANR CARIOCA qui a pour objectif de déterminer la réponse physiologique de ces coraux face à ces conditions, deux de ces sites ont été découverts en Papouasie-Nouvelle-Guinée (Ambitle Island et Normanby Island). Ils présentent des sources de résurgence régulière de CO<sub>2</sub> et, pour l'un d'eux (Ambitle), un réchauffement de la température. Ces sites uniques permettent une étude poussée des mécanismes physiologiques mis en œuvre chez les coraux afin de s'acclimater et potentiellement s'adapter face au changement climatique. Le troisième site naturel d'étude, découvert récemment (Camp *et al.* 2017), se situe dans la mangrove de Bouraké proche de Nouméa en Nouvelle-Calédonie. Dans ce site, la diversité et l'abondance relative des coraux se maintiennent malgré des valeurs basses de pH et de  $p\text{O}_2$  et des températures élevées. Ces paramètres environnementaux présentent des fluctuations périodiques de 24h liées à l'impact du cycle de marées sur l'eau du lagon qui baigne la mangrove. Une partie de l'échantillonnage de ces sites a déjà été effectuée ; une deuxième partie est prévue en Papouasie sur le navire Alis de l'IRD début 2019 (demande en cours), avant l'échantillonnage de la mangrove de Bouraké. En parallèle, une mise en place de cultures contrôlées en aquarium (Aquarium des lagons) sera réalisée.

Les analyses géochimiques seront quant à elles effectuées au Pôle de Spectrométrie Océan (PSO) :

- sur la plateforme de spectrométrie de l'Institut Universitaire Européen de la Mer : composition isotopique sur un IRMS MAT253 couplé à un Kiel IV device (carbone, oxygène), et composition élémentaire sur un HR-ICP-MS Thermo Element2 couplé à un système d'ablation laser (Mg, Ca, Mn, Li).
- sur la plateforme de spectrométrie de l'Ifremer Brest : extraction et analyse isotopique du Bore sur un MC-ICP-MS Thermo Neptune.



**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2017**

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

Le candidat devra être titulaire d'un Master 2 obtenu dans une université française ou d'un diplôme équivalent (e.g. Master of Science) obtenu à l'étranger. Il pourra s'agir d'un Master en chimie marine ou en géosciences. Le candidat devra posséder des compétences en analyse des proxies isotopiques (carbone, oxygène) sur des espèces calcifiantes (coraux/mollusques bivalves). Il devra également posséder des connaissances sur la relation entre océan et climat, ainsi que sur l'impact qui en résulte sur le système des carbonates. Il devra montrer des capacités (1) à échantillonner sur le terrain dans des conditions parfois difficiles, ainsi que sur des navires océanographiques, et (2) à travailler avec minutie et propreté dans un laboratoire isotopique. Une attention particulière sera portée sur la mobilité géographique du candidat (stages et/ou travail à l'étranger, année de césure, etc.). Il devra faire preuve d'une maturité et d'un recul suffisant avant de choisir de s'investir dans ce projet de doctorat.

*5-Positionnement et environnement scientifique dans le contexte régional, et le cas échéant, national et international :*

Ce positionnement apparaît à travers le réseau de collaborations mis en œuvre dans le cadre de ce projet :

- LEMAR - Equipe Discovery : [G Thouzeau](#), [J Thébaud](#), [A Lorrain](#) : Direction et co-encadrement de la thèse - Impact des perturbations anthropique sur les écosystèmes marins - Interprétation géochimique des signaux isotopiques (Isotopes stables, éléments traces) - Echantillonnage *in situ* et expérimentations en mésocosmes/aquariums (A. Lorrain ; cf. ci-dessous).
- LEMAR - Equipe Chibido : [J Sutton](#) : analyses isotopiques du  $\delta^{11}\text{B}$  ; interprétation des signaux isotopiques ; développement de la méthode d'analyse du  $\delta^{11}\text{B}$  dans le fluide interne de calcification.
- ENTROPIE : [R Rodolfo-Metalpa](#) : co-encadrement de la thèse - Echantillonnage et suivi *in situ* des sites en Papouasie-Nouvelle-Guinée et en Nouvelle-Calédonie - Expérimentations en mésocosmes/ aquariums - Physiologie des coraux.
- LSCE (Paris) : [Eric Douville](#) : Interprétation des proxys isotopiques - Mécanismes de biominéralisation.
- University of Western Australia (UWA, Crawley) : [Steeve Comeau](#), [Malcom McCulloch](#) : Méthode d'extraction du fluide interne de calcification - Interprétation du proxy  $\delta^{11}\text{B}$  dans le fluide de calcification - Mécanismes de régulation et de biominéralisation des coraux
- Centre Scientifique de Monaco (CSM) : [Alexander Venn](#) : Méthode d'extraction du fluide interne de calcification - Interprétation du proxy  $\delta^{11}\text{B}$  dans le fluide de calcification - Mécanismes de régulation et de biominéralisation des coraux.
- ISMAR-CNR (Venise, Italie) : [Paolo Montagna](#) : Interprétation des proxys isotopiques - Mécanismes de biominéralisation.

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

Le Domaine d'Innovation Stratégique n°7 a pour objectif premier d'apporter des réponses à des enjeux environnementaux de premier plan tels que la préservation des milieux naturels, et ce tout en assurant un développement et une valorisation durable et responsable du continuum terre-mer. Ce DIS incite la communauté scientifique à développer des outils d'analyse permettant l'observation et la surveillance des écosystèmes, notamment côtiers. En proposant l'utilisation de proxies isotopiques pour retracer le mécanisme d'acclimatation des espèces calcifiantes (récifs coralliens fortement anthropisés) face à l'acidification des océans, le projet d'observation et d'étude d'acclimatation/plasticité ACCLICOSITOP est entièrement en phase avec l'objectif principal du DIS7. Il permettra en effet de fournir des outils de compréhension de l'évolution d'écosystèmes aquatiques de première importance en termes

**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2017**

de biodiversité, les récifs coralliens, en lien avec des impacts variés des activités humaines (anthropisation croissante : réchauffement, acidification).

7-*Autres informations utiles (projet relevant des Objets d'excellence -OBEX-, ou des « Projets émergents de recherche » régionaux...)* :

**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) :

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

(Rémunération du doctorant par l'établissement implanté sur le territoire régional (18 mois sur 36 mois), et l'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-)

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

**7- Financement du projet de thèse**

- **Part de l'enveloppe financière régionale affectée au projet** :

Financement Région 100 %

Financement Région 50 % (préconisé)

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

- **Si oui, préciser la nature du cofinancement** (ANR, partenaire privé, Ademe, etc.) : Demi-bourse de l'Université de Bretagne Occidentale.

- **Si le cofinancement n'est pas encore confirmé, date prévue de réponse du cofinancier** : février 2018



**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2017**

**- En cas de non-obtention du cofinancement demandé, une autre source de cofinancement est-elle identifiée (oui/non) :** oui : demi-bourse de la Fondation Total.

*NB : attestation d'obtention d'un cofinancement ou à défaut, de la demande effectuée, à joindre au dépôt de cette fiche-projet.*