

Allocations de recherche doctorale (ARED)

Fiche projet 2016

- Date de la demande (.../.../...) : 07/01/2016

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

- Acronyme du projet (8 caractères maximum) : PHÉNOVAG

- Intitulé du projet (en langue française) : Comportement hydrodynamique des structures flottantes soumises aux phénomènes d'entrée et sortie d'eau

**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 :

3A- Energies marines renouvelables

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)

**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.

IFREMER - Centre de Bretagne

- Ecole Doctorale : Ecole Doctorale des Sciences de la Mer (EDSM) - UBO

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

- Nom et prénom : JACQUES, Nicolas

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

- e-mail : nicolas.jacques@ensta-bretagne.fr

- Téléphone : 02 98 34 89 36

- Nom du laboratoire : Institut de Recherche Dupuy de Lôme (ex-LBMS, création au 01/01/2016)

- Code du laboratoire (U/UMR/USR/EA/JE/...) : FRE (pas encore de numéro)

- Nom de l'équipe de recherche : Couplages multi-Physiques

- Nombre HDR dans le laboratoire : 41

- Nombre de thèses en cours : 110

- Nombre de post-docs en cours : 12

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

12 publications dans des revues à comité de lecture de rang A sur la période 2010-2015

A. Molinari, N. Jacques, S. Mercier, J.-B. Leblond, A.A. Benzerga. *A micromechanical model for the dynamic behaviour of porous media in the void coalescence stage*. International Journal of Solids and Structures 77, 1-18, 2015.

H. Grandjean, N. Jacques, S. Zaleski. *Shock propagation in liquids containing bubbly clusters: a continuum approach*. Journal of Fluid Mechanics 701, 304-332, 2012.

A. El Malki Alaoui, A. Nême, A. Tassin, N. Jacques. *Experimental study of coefficients during vertical water entry of axisymmetric rigid shapes at constant speeds*. Applied Ocean Research 37, 183-197, 2012.

A. Tassin, N. Jacques, A. El Malki Alaoui, A. Nême, B. Leblé. *Hydrodynamic loads during water impact of three-dimensional solids: Modelling and experiments*. Journal of Fluids and Structures 28(1), 211-231, 2012.

A. Contantinescu, A. El Malki Alaoui, A. Nême, N. Jacques, P. Rigo. *Numerical and experimental studies of simple geometries in slamming*. International Journal of Offshore and Polar Engineering 21(3), 216-224, 2011.

**- Co-directeur-trice de thèse (éventuellement) : Alan Tassin (co-encadrant)**

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

Unité Recherche et Développement Technologique - Laboratoire Comportement des Structures en Mer - IFREMER centre de Bretagne

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

**- Résumé du projet (15 lignes) :**

Les mouvements de grande amplitude des corps flottants peuvent engendrer des chargements hydrodynamiques importants que l'on associe généralement au phénomène de tassage (slamming). S'il existe différents modèles semi-analytiques d'impact hydrodynamique applicables à des configurations "idéales" (surface libre initialement plane, nombre de Froude infini, faible angle de relèvement), il est nécessaire de poursuivre le développement des modèles afin de pouvoir traiter des configurations plus réalistes : entrée dans l'eau d'un corps partiellement immergé, impacts de vagues, oscillations autour de la surface libre, enchaînement d'une phase d'entrée avec une phase de sortie d'eau. La compréhension du phénomène de sortie d'eau, peu étudié jusqu'ici, reste un verrou scientifique important afin de pouvoir correctement modéliser le comportement d'un corps flottant soumis à des mouvements et/ou des vagues de grandes amplitudes. Les objectifs principaux de la thèse sont :

- mener des essais à échelle réduite en mouvements forcés et sur houle durant lesquels la surface de contact entre le corps et l'eau varie significativement
- développer des modèles analytiques d'entrée et de sortie d'eau, valider les outils de simulation numérique (CFD) disponibles et analyser le domaine de validité des différents modèles (en fonction du nombre de Froude)

**- Présentation détaillée du projet :**

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

La simulation des mouvements de grande amplitude des corps flottants nécessite de bien comprendre les phénomènes hydrodynamiques survenant lorsque la surface mouillée du corps subit de fortes variations par rapport à la surface initiale (définie par la position d'équilibre du corps par rapport à la surface libre au repos). On peut ainsi trouver dans la littérature différentes approches de couplage entre les modèles d'impact hydrodynamique et des outils standards de simulation pour la tenue à la mer des structures flottantes (voir [1] et [2]). Elles consistent en général à ajouter des efforts d'impact hydrodynamique aux efforts d'excitation des vagues dans les simulations temporelles des mouvements de la structure (considérée comme déformable ou rigide). Ces approches se limitent bien souvent à un calcul par tranche (bidimensionnel) des efforts de slamming avec une représentation très simplifiée de la configuration réelle. La

**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2016**

surface libre est supposée plane, le champ de vitesse incident, induit par la houle, est réduit à une vitesse d'impact "équivalente" et la phase de sortie d'eau est ignorée. Cela s'explique par la difficulté de modéliser correctement les impacts sur houle et le phénomène de sortie d'eau, comme en témoignent les travaux menés récemment sur ces sujets (voir [3], [4] et [5]).

D'un point de vue socio-économique, il est attendu que ce projet bénéficie à l'ensemble des acteurs du secteur maritime. Le phénomène que l'on se propose d'étudier concerne historiquement l'industrie offshore et navale, mais c'est aussi un sujet émergent dans le domaine des énergies marines renouvelables. Le développement d'une nouvelle expertise dans ce domaine permettra d'accroître l'attractivité des infrastructures de recherche en hydrodynamique et de dynamiser le développement régional dans le domaine des énergies marines renouvelables et le secteur maritime.

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

Afin de progresser dans ces domaines, il apparaît nécessaire d'adopter une démarche expérimentale. Différentes questions se posent notamment sur le phénomène de sortie d'eau ([4] et [5]) : Comment évolue la surface de contact durant la phase de sortie d'eau ? Quelles sont les distributions de pression et de vitesse au voisinage de la ligne de contact qui délimite la surface du corps en contact avec l'eau ?

*3-Approche méthodologique et technique envisagée :*

Le doctorant participera au développement d'un dispositif expérimental permettant de mener des essais de sortie d'eau à l'aide d'une plateforme motorisée (hexapode). Des maquettes de géométrie simple (disque plan, sphère, cône) seront conçues en s'appuyant sur les modèles et outils de simulation existants. Un effort particulier sera attaché à l'instrumentation, avec la mise en place de mesures d'effort, de pression et de vitesse, et d'un suivi de l'évolution de la surface mouillée. Ces mesures seront comparées à des résultats de calculs analytiques et numériques. Elles permettront de valider ou d'améliorer les approches théoriques existantes. Concernant le suivi de la surface mouillée, nous travaillerons sur un dispositif utilisant une caméra aérienne située au-dessus d'une maquette réalisée en matériau transparent (ex: plexiglas). L'évolution de la ligne de contact durant la phase de sortie est une variable fondamentale des modèles analytiques (voir [4] et [5]). Les mesures de pression et de vitesse au voisinage de la ligne de contact permettront de valider les approches théoriques et d'évaluer le rôle joué par les non-linéarités dans les modèles analytiques durant la phase de sortie et dans le phénomène de séparation.

On s'attachera ensuite à l'application de ces modèles pour des structures sujettes à des interactions vagues/structures fortement instationnaires : mouvements de grande amplitude d'une structure flottante, impacts de vagues sur une plateforme horizontale ou sur un colis proche de la surface. Au delà des applications, ce deuxième volet comportera un travail important sur l'analyse des domaines de validation des modèles d'impact hydrodynamique (en fonction du nombre de Froude), le couplage avec des modèles de tenue à la mer, les impacts sur vagues ainsi que les impacts et sorties d'eau de structures partiellement immergées.

*4-Profil du candidat (compétences scientifiques et techniques requises) :*  
Master 2 recherche/professionnel ou diplôme d'ingénieur en mécanique des fluides

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

Ce projet en collaboration entre l'ENSTA Bretagne et l'IFREMER permettra d'accroître la visibilité de cette thématique dans un contexte national et international où nous pouvons nous situer au meilleur niveau. C'est en effet une thématique de recherche développée à la fois à l'ENSTA Bretagne et à l'IFREMER. La complémentarité des compétences et des moyens disponibles (notamment expérimentaux) représente un atout important pour remplir ces objectifs.

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

La modélisation du comportement des structures flottantes soumises aux phénomènes d'entrée et sortie d'eau représente un enjeu important pour le domaine des activités maritimes pour une croissance bleue. Dans le DIS

**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2016**

secondaire des énergies marines renouvelables (EMR), il s'agit de pouvoir modéliser le comportement de structures flottantes soumises à des mouvements de grande amplitude pouvant entraîner des phénomènes d'entrée et sortie d'eau. Pour les systèmes houlomoteurs dont on cherche à amplifier les mouvements, c'est une question de productible, mais également un problème de dimensionnement aux chargements hydrodynamiques critiques. Les contraintes d'optimisation des coûts des flotteurs de systèmes EMR (houlomoteur, éolien flottant et hydrolien flottant) conduisent à des mouvements de plus grande amplitude que ceux des plateformes offshore conventionnelles. Il est donc nécessaire d'améliorer la compréhension ces phénomènes et d'apporter de nouveaux modèles plus précis afin de garantir un bon dimensionnement de ces structures.

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

Références:

- [1] Tuitman, Johannes Tewes. Hydro-elastic response of ship structures to slamming induced whipping. Thèse de doctorat, Delft University of Technology, 2010
- [2] Lee, Yongwon, et al., Comparison of Springing and Whipping Responses of Model Tests with Predicted Nonlinear Hydroelastic Analyses. International Journal of Offshore and Polar Engineering 22.3, pp.209-216, 2012
- [3] Scolan, Y.-M., Hydrodynamic impact of an elliptic paraboloid on cylindrical waves. Journal of Fluids and Structures 48 pp.470-486, 2014
- [4] A. Tassin, D. Piro, A. Korobkin, K. Maki, M.J. Cooker, Two-dimensional water entry and exit of a body whose shape varies in time, Journal of Fluids and Structures, Volume 40, pp. 317-336, 2013
- [5] Korobkin, A.A. A linearized model of water exit. Journal of Fluid Mechanics, 737, pp.368-386, 2013
- [6] Reis, P. M., Jung, S., Aristoff, J. M., & Stocker, R.. How cats lap: water uptake by Felis catus. Science, 330(6008), pp.1231-1234, 2010
- [7] Baarholm, R., Faltinsen, O.M., Wave impact underneath horizontal decks. Journal of marine science and technology, 9(1), pp.1-13, 2004
- [8] Bensch, L., Shigunov, V., Beuck, G., Söding, H., Planned ditching simulation of a transport airplane. In: Krash Users Seminar, 7-10 January 2001, Tempe, AZ.
- [9] Truscott, T., Beal, D., Techet, A., 2009. Shallow angle water entry of ballistic projectiles. In: 7th International Symposium on Cavitation—CAV2009, 17-22 August 2009, Ann Arbor, MI, USA.

**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.) : IFREMER**

- **Si le cofinancement n'est pas encore confirmé, date prévue de réponse du cofinancier : 26/02/2016**

- **En cas de non-obtention du cofinancement demandé, une autre source de cofinancement est-elle identifiée (oui/non) : non**

|  |                          |
|--|--------------------------|
| <b>Allocations de recherche doctorale (ARED)</b> | <b>Fiche projet 2016</b> |
|--|--------------------------|

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