**PROPOSITION DE SUJET DE THESE**

**Formulaire demande de financement : ARED - ISblue – Etablissement(s) - …**

***pour dépôt sur le serveur*** [**SML — TEBL (doctorat-bretagneloire.fr)**](https://theses.doctorat-bretagneloire.fr/sml) ***au format PDF***

***NB : ce dossier ne vous dispense pas de déposer en parallèle votre dossier sur l’extranet de la Région***

|  |
| --- |
| **Acronyme :** TUTODYCO |

**Présentation de l’établissement porteur (bénéficiaire de l’aide régionale)**

**Établissement porteur du projet : UBO** [x]

**Ecole Doctorale : EDSML 󠅓**[x]

 **pour les projets ISblue 󠅓**[x]

# Identification du projet

|  |  |
| --- | --- |
| Intitulé du projet  |  TUTODYCO (Turbulence Topographie Dynamique Côtière) |
| Nom  |  CARTON |
| Prénom  |  XAVIER |
|  |  |

# Demande d’ARED

***Se reporter à la notice ARED Région Bretagne et préciser :***

|  |  |
| --- | --- |
| Priorité régionale  |  ÉCONOMIE MARITIME POUR UNE CROISSANCE BLEUE |
| DIS  |  1 |
| Levier thématique  |  Environnement, santé des océans et gestion du littoral |
| DIS secondaire  |  (1) |
| Levier thématique secondaire  |  Sécurité maritime |
| Axe transversal  |  LES TRANSITIONS ENVIRONNEMENTALE ET ÉCOLOGIQUE |

# Organisme de tutelle : encadrement et unité de recherche

**Porteur du projet HDR**

|  |  |
| --- | --- |
| Date obtention de l’HDR | 1999 (UBO) |
| Nom  |  CARTON |
| Prénom  |  XAVIER |
| Adresse électronique  |  xcarton@univ-brest.fr |
| Tel  |  0290915509 |
| Expérience d’encadrement | Mathieu Morvan. Thèse UBO, 19 octobre 2020, Ingénieur de recherche permanent au SHOMAdam Ayouche, thèse UBO, 8 juillet 2021 (co-direction avec Guillaume Charria et Nadia Ayoub). Assistant de recherche Université de Hong KongCharly De Marez, thèse UBO, 3 Septembre 2021 (co-direction with Thomas Meunier), assistant post-doctoral au CalTech, USA [Prix de thèse de l’Académie de Marine, Prix de thèse du CNFGG/IUGG, Prix de thèse de la Fondation UBO] |

## **Unité de recherche**

|  |  |
| --- | --- |
| Nom de l’unité  |  Laboratoire d’Océanographie Physique et Spatiale (LOPS) |
| Acronyme de l’Unité (umr xx, ….) | UMR 6523 |
| Nom et prénom du responsable  |  Jérôme Paillet |
| Le cas échéant, nom de l’équipe de recherche  | Interactions d’Échelles Océaniques (OSI) |
| Le cas échéant, nom du responsable de l’équipe de recherche  |  Claire Menesguen (IFREMER) |

# Co-directeur de thèse – si nécessaire

|  |  |
| --- | --- |
| Nom  |  GULA |
| Prénom  |  JONATHAN |
| Unité de recherche  |  LOPS / UMR 6523 |
| Établissement de tutelle  |  UBO |
| Expérience d’encadrement | T. Picard, 2021 - 2024 (co-direction 20%, with L. Memery and R. Fablet) :Data-driven MOdeling and sampling to MOnitor PARticle origins in deep sediment traps (Biological Carbon Pump)N. Schifano, 2021 - 2024 (co-direction 50%, with C. Vic) :Tracer transport and mixing in the bottom mixed-layerG. Zerbini, 2021 - 2024 (co-direction 50%, with C. Vic) :MIxing and RestrAtification in the Bottom mixed-layEr : impActs of sUbmesoscale instabilitiesC. Lemaréchal, 2020 - 2023 (co-direction 20%, with G. Roullet) :Deep Hydrodynamic Processes near Hydrothermal ventsA. Vic, 2020 - 2023 (co-direction 20%, with X. Carton) :The dynamics of oceanic VOrtices Coupled with the Atmosphere at the Mesoscale and submesoscaleA. Chouksey, 2019 - 2022 (co-direction 50%, with X. Carton) :Submesoscale coherent vortices in the Atlantic and their impact on the large scale circulationL. Wang, 2019 - 2022 (co-direction 50%, with L. Memery) :Impact of the meso and submesoscale dynamics on the fate of exported particles in the deep oceanP. Tedesco, 2017 - 2021 (co-direction 50%, with P. Penven and C. Menesguen), defended March 2021. Mesoscale eddy energy dissipationM. Le Corre, 2016 - 2020 (co-direction 90%, with A.-M. Tréguier), defended June 2020. Impact of the topography and mesoscale turbulence activity on the dynamics of the North-Atlantic subpolar gyre.  |

# Co-encadrant (s) de thèse – si nécessaire

|  |  |
| --- | --- |
| Nom Prénom  | Rémy Baraille, Stéphanie Correard et StéphanieLouazel |
|  |   |
| Unité de recherche  |  Département Recherche Développement |
| Etablissement de tutelle  |  SHOM |
| Expérience d’encadrement | Co-encadrement des études sur la mer d’Arabie avec X Carton (dans le cadre des thèses de P L’Hegaret, M Morvan) |

accord demande

|  |  |
| --- | --- |
| Nom  | McWilliams |
| Prénom  | James C. |
| Unité de recherche  | Department of Atmospheric and Oceanic SciencesInstitute of Geophysics and Planetary Physics |
| Etablissement de tutelle  |  UCLA, Los Angeles, USA |
| Expérience d’encadrement | ([Caldeira, Rui](https://www.mathgenealogy.org/id.php?id=140460) UCLA 2002 [Carton, Xavier](https://www.mathgenealogy.org/id.php?id=101266) UPMC 1988 [Gallego, Blanca](https://www.mathgenealogy.org/id.php?id=140459) UCLA 2002 [Graves, Lee](https://www.mathgenealogy.org/id.php?id=140458) UCLA 2005 [Liang, Junhong](https://www.mathgenealogy.org/id.php?id=173298) UCLA 2011 [Lovenduski, Nicole](https://www.mathgenealogy.org/id.php?id=140457) UCLA 2007 [Wang, Peng](https://www.mathgenealogy.org/id.php?id=173297) UCLA 2012)Co-direction de la thèse d’Armand Vic avec X Carton et J Gula |

# Description du projet : complément

Lieu principal de déroulement du projet en Bretagne : LOPS UMR 6523 IUEM

|  |
| --- |
| **Libellé (attention veiller à respecter le nombre de caractères imposés par le serveur de la Région)** |
| Résumé synthétique du projet (2 000 caractères maximum) La mer d’Arabie est un domaine très riche pour la dynamique océanique ainsi que pour la biologie et la biogéochimie marines. Dans cette thèse, nous proposons d’une part d’étudier le couplage entre la circulation côtière (l’upwelling intense de sud Oman, c’est à dire une remontée d’eau profonde associée à un front thermohalin) et la circulation océanique du large (interactions de domaines).D’autre part, nous étudierons les interactions entre les tourbillons, les ondes océaniques, le forçage atmosphérique, et la topographie régionale (interactions de processus physiques).Cette thèse s’appuiera sur la modélisation numérique et sur une analyse de données. Les données in-situ ont été acquises lors de la campagne PHYSINDIEN 2019. L’analyse de ces données in-situ (appuyées par des données satellite) précédera la modélisation numérique de la région. La modélisation idéalisée, et la modélisation réaliste (avec la configuration Indien Nord-Ouest Hycom) seront appliquées aux questions mentionnées ci-dessus. L’analyse des données permettra de valider les résultats du modèle. Cette étude sera générique et aura des applications pour les impacts acoustiques et biologiques.Cette thèse sera menée en coopération avec les États Unis (WHOI et UCLA).1081 caractères |
| Hypothèses, questions posées, points de blocage, approche méthodologique, technique (4 000 caractères maximum) La Mer d’Arabie est le site d’une riche dynamique marine avec de nombreux processus physiques et biologiques [1,2]. Ces processus sont les tourbillons, les upwellings (remontées côtières d’eau froide profonde, riche en nutriments), les filaments, les courants côtiers, les ondes côtières et topographiques, l’influence du vent sur les courants et tourbillons, les échanges d’eau entre la cote et le large. Cette dynamique est dominée par le forçage du vent de mousson, et par une forte évaporation. Les mers marginales (Golfe Persique, Mer Rouge) déversent aussi en mer d’Arabie des eaux très salées qui se stabilisent en profondeur pour y former des courants profonds, le long de la côte omanaise [3]. Le long des côtes, les vents sont aussi responsables des upwellings, qui sont séparés des eaux du large par un front thermique ; ce front peut être instable et déferler en tourbillons et en filaments. Les variations de densité ainsi créées génèrent des ondes d’ajustement (ondes de Kelvin) le long des côtes ; des ondes de Rossby partent du bord est du domaine (Inde) vers l’ouest (Oman et Somalie). Enfin, la topographie de la région est complexe, marquée par des rides, des fissures profondes et des dépressions.**Les questions scientifiques abordées par cette thèse seront****:**- Comment les courants côtiers générés par le vent, et le champ de tourbillons qui les accompagne, interagissent-ils avec l’upwelling de Sud Oman pendant plusieurs mois ?- Quelle est l’activité turbulente de sous méso échelle et le champ d’ondes qui accompagne ces interactions ?- Comment les ondes créées hors de l’upwelling (ondes de Rossby du bord Est, ondes inertielles créées par le vent, ondes de Kelvin internes générées par le sous courant d’eau Persique) interagissent elles avec les structures bathymétriques puis avec l’upwelling ?Ces questions sont essentielles pour déterminer la transformation des masses d’eau dans la région et pour connaître l’activité biologique intense (en lien avec les pêcheries) au voisinage de l’upwelling. Cette transformation des masses d’eau est-elle même modulée par la variation climatique du forçage atmosphérique.**L’aspect novateur de cette étude réside dans l’approche mixte analytique et synthétique des processus océaniques majeurs de cette région :**- analytique car les phénomènes individuels pourront être quantifiés par la théorie et les modèles de processus- synthétique car la disponibilité d’un large jeu de données régionales (campagne PHYSINDIEN 2019 et données satellite) et d’un modèle numérique régional à très haute résolution (configuration Indien Nord-Ouest HYCOM du Shom complété par un zoom du modèle CROCO) permettra l’étude de l’interaction des processus et des dynamiques.**et par la généralité des processus ainsi étudiés.**L’impact sur les masses d’eau et les courants ouvrira à l’application des résultats à l’acoustique sous-marine et à la modélisation de l’activité biologique.Méthodologiquement, nous proposons d’aborder cette étude :1) par une implémentation locale et idéalisée à très haute résolution du modèle CROCO pour étudier l’interaction d’un upwelling avec un champ turbulent extérieur, puis avec un dipôle près d’un cap, ainsi que pour analyser les ondes et échanges côte-large en résultant.2) par des modèles numériques réalistes régionaux avec un zoom à très haute résolution (500 m) localement, permettant l’étude de la sous méso-échelle régionale, des interactions entre processus, des réponses océaniques aux forçages atmosphériques ainsi que de la variabilité interannuelle.L’impact sur les masses d’eau sera analysé dans ce cadre.3) par l’analyse des données de PHYSINDIEN 2019 (et la comparaison avec JGOFS 1996 et avec les données satellite).Références[1] De Marez C., P. L’Hegaret, M. Morvan, X. Carton, 2019: On the 3D structure of eddies in the Arabian Sea. Deep Sea Res. I, 150 103057.[2] Piontkovski S.A.and B. Queste, 2016: Decadal changes of the Western Arabian sea ecosystem. International Aquatic Research 8, 49–64.[3] Pous, S., Carton, X., and Lazure, P: 2004 Hydrology and circulation in the Strait of Hormuz and the Gulf of Oman–Results from the GOGP99 Experiment: 2. Gulf of Oman, J. Geophys. Res., 109, C12038.3555 caractères |
| Environnement scientifique, positionnement dans contexte régional/national/international (2 000 caractères maximum) Cette thèse a une double portée :- d’une part, la mer d’Arabie est un site de grande richesse scientifique pour la physique océanique (mais aussi pour la biologie marine). De nombreux processus physiques y coexistent et interagissent, nourrissant ainsi une variabilité à toutes les échelles de temps et à de nombreuses échelles spatiales. Cette mer joue ainsi le rôle d’un laboratoire naturel pour les interactions non linéaires d’échelles, pour les flux océan-atmosphère, pour les interactions côte-large, pour les interactions des dynamiques équatoriale et subtropicale. Si un certain nombre de ces processus individuels sont connus par les études antérieures, leurs interactions sont très peu documentées.Ces processus physiques impactent notablement l’activité biologique (via les flux physiques et biogéochimiques), ainsi que la structure et l’évolution des masses d’eau.- d’autre part, cette région est d’importance géopolitique et militaire reconnue en raison des ressources naturelles régionales (gaz et pétrole), du trafic maritime, mais aussi de l’instabilité des pays riverains. La sécurité de ce trafic maritime est assurée par des marines de différents pays dont la France, qui y mènent des activités coordonnées. La sécurité des approvisionnements occidentaux (en hydrocarbures notamment) doit y être préservée. En lien avec le Shom, une maquette de modèle opérationnel de prévision de l’océan Indien Nord-Ouest (HYCOM) sera validée par la campagne océanographique PHYSINDIEN 2019.Ce domaine océanique est aussi le centre d’intérêt scientifique de nombreux instituts océanographiques étrangers, dont le Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI). Au WHOI, le Dr Amy Bower est une spécialiste reconnue de la physique de la mer d’Arabie. De plus, X Carton a un partenariat avec Adnan Al-Azri de Sultan Qaboos University (Mascate) pour l’échange d’informations scientifiques.1701 caractères |
| Collaborations scientifiques (nature/partenariat/pays) et partenariat socio-économique envisagé Collaborations : - UCLA (University of California Los Angeles) : pour les études de processus et la modélisation régionale, Jonathan Gula collabore avec le Pr James C McWilliams, en particulier pour la modélisation aux équations primitives à très haute résolution et pour l’étude de la sous méso échelle océanique ; cette collaboration sera mise à profit dans cette thèse.- WHOI (Woods Hole Oceanographic institution) : pour l’étude des données in situ de la campagne PHYSINDIEN 2019, de la modélisation de l’upwelling sud Oman et de la comparaison modèle-données. X Carton a un partenariat scientifique avec le Dr Thomas Meunier et le Dr Amy Bower (directrice du département d’océanographie physique) de WHOI.- Université Sultan Qaboos de Mascate : le Dr Adnan Al Azri de l’USQ étudie la biologie marine autour du sultanat ; le Dr Al Azri a reçu de X Carton les données de la campagne PHYSINDIEN 2019 pour une approche interdisciplinaire de la variabilité sud Oman.Partenariat socio-économique :Cette thèse est en partenariat avec le SHOM pour la validation d’un modèle de prévision des courants et de l’environnement marin en mer d’Arabie, nécessaire à la sécurité de la navigation et des transports maritimes dans cette région. |

**Pour les demandes Région Bretagne**

|  |
| --- |
| Adéquation du projet avec le DIS de RattachementPour les demandes Région Bretagne (3 000 caractères maximum) D’une part, cette thèse contribue à une meilleure connaissance de l’environnement océanique dans une région ayant un impact climatique important (zone de mousson) et un lien fort entre physique et biologie/ biogéochimie marines (zone de pêche artisanale importante). Cette thèse propose d’étudier le couplage des zones côtières et hauturières, en termes de phénomènes océaniques dominants en énergie et en impact sur les masses d’eau. Ce couplage est universel dans les océans ; les conclusions du travail ne seront donc pas uniquement locales. Le couplage est réalisé par des processus associés à de fortes vitesses verticales (filaments, fronts). Ceci implique une activité planctonique intense à leur voisinage. Cette activité est à la base de la chaîne alimentaire justifiant l’activité de pêche. Le changement climatique menace la pérennité de cette activité via en particulier la prolifération de méduses (diminution concomitante des prises d’anchois et de sardines avec l’augmentation de la biomasse des cnidaires). D’autre part, cette thèse contribue à une meilleure connaissance de l’environnement océanique dans une région essentielle pour le transport maritime et la sécurité de la navigation. La mer d’Arabie est connue pour la piraterie maritime et l’instabilité de pays riverains (Yemen, Somalie) ou la menace que certains pays (Iran) font peser sur la régularité des échanges commerciaux par la mer. La sécurité des transports de produits pétroliers à partir de la péninsule arabique, et des transports de biens manufacturés, passant par le canal de Suez, est assurée par une task force des marines concernées. Les outils de prévision océanique développés par le SHOM œuvrent aux opérations de sécurité maritime régionale.1478 caracteres |
| Si priorité régionale, préciser (200 caractères maximum)  |

# Demande de (co)financement ISblue

**Vous sollicitez un financement ISblue,**

**Précisez le lien du sujet avec les thèmes ISblue**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Thème ISblue** | **Thème principal** | **Thème secondaire(si nécessaire)** | **Autre** **(si nécessaire)** |
| la régulation du climat par l'océan | X |  |  |
| les interactions entre la Terre et l'océan |  |  |  |
| la durabilité des systèmes côtiers |  |  |  |
| l'océan vivant et les services écosystémiques |  |  |  |
| les systèmes d'observation à long terme |  |  |  |

**Expliquez/précisez en quelques lignes dans quelle mesure votre demande correspond à l’un ou plusieurs des critères ISblue ci-dessous :**

1. **Originalité, impact potentiel du projet** (4 lignes maxi)

Cette thèse aborde l’interaction entre processus océaniques de différentes échelles, de la cote au large, et avec l’atmosphère, par la modélisation de processus, la modélisation réaliste et avec un jeu exceptionnel de données in situ (Campagne océanographique dédiée). Ces interactions multiples n’ont pas été étudiées simultanément auparavant.
2. **Positionnement international du sujet, cotutelle ou co-encadrement international** (4 lignes maxi)

 Collaboration UCLA pour la modélisation régionale et l’étude des processus de sous meso echelle ; Collaboration WHOI pour l’étude des données de l’upwelling Sud Oman ;

1. **Effet intégrateur entre unités de recherche et / ou interdisciplinarités** (4 lignes maxi)

 Cette thèse se positionne dans le cadre de la participation de X Carton et de J Gula à l’équipe inter-instituts ODYSSEY (modélisation de l’océan à très haute résolution et étude des processus de fine échelle) et dans l’accord cadre UBO-SHOM sur l’océanographie.

**4- Potentiel d'insertion à un haut niveau dans la communauté académique ou non académique du docteur** (4 lignes maxi)

La formation de haut niveau proposée (avec une collaboration internationale) permettra au docteur une intégration dans la communauté de recherche océanographique ; la coopération avec le SHOM facilitera une intégration dans une structure de recherche applicative.

**Financement du projet de thèse**

**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.*) :

SHOM

**Si le cofinancement n'est pas encore confirmé, date prévue de réponse du cofinanceur : juin 2023**

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

**Si oui, laquelle : UBO**

**Sollicitez-vous un co-financement Is-Blue** *(oui/non)***? 1/2 bourse IS Blue**

**Important : Veillez à bien compléter les différents co financements sollicités sur le serveur Thèses en Bretagne Loire lors du dépôt de votre dossier.**

**Projet de thèse en cotutelle internationale**

**S’agit-il d’un projet de thèse en cotutelle internationale dans le cadre d’une convention***(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 :**

Préciser quel est le stade du projet international (joindre une lettre d’engagement du partenaire)

**Vous sollicitez un financement UBO EDSML qui sera porté à la décision du Conseil de l’ED**

**Indiquez le ici, oui** [x]  **non** [x]  **et sur le serveur TEBL (indispensable)**

**Le candidat**

**Profil souhaité du candidat (spécialité/discipline principale, compétences scientifiques et techniques requises) :**

Master en physique des océans et de l’atmosphère ;

Compétences en modélisation numérique (fortran et python) ;

Intérêt pour l’étude des processus dynamiques de l’océan

Implication et capacité de travail en groupe

**ATTENTION : Tout dossier non déposé sur le serveur dans les délais indiqués, ne pourra être pris en compte notamment par les instances ISblue, conseil de l'EDSML.**

**Veillez à enregistrer votre document au format NOM du porteur /Acronyme labo.pdf**