

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

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

pour dépôt sur le serveur [SML — TEBL \(doctorat-bretagne.oreil.fr\)](http://SML — TEBL (doctorat-bretagne.oreil.fr)) au format PDF

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

Acronyme : **ADEMAR**

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

Établissement porteur du projet : Ecole navale UBO UBS Institut Agro Rennes

IMTA ENSTA ENIB

Ecole Doctorale : EDSML

SPI BZH SPIN MATHSTIC Bretagne Océane pour les projets ISblue

Identification du projet

Intitulé du projet	AIDE A LA DECISION POUR UNE MEILLEURE EFFICIENCE ENERGETIQUE ET ENVIRONNEMENTALE DES ROUTES MARITIMES
Nom	
Prénom	

Demande d'ARED

Se reporter à la notice ARED Région Bretagne et préciser :

Priorité régionale	S3
DIS	Economie maritime pour une croissance bleue
Levier thématique	Navires du futur, Ports, logistique & transports maritimes
DIS secondaire	Economie de l'industrie pour une production intelligente
Levier thématique secondaire	Industries des mobilités
Axe transversal	Transitions environnementale et écologique

Organisme de tutelle : encadrement et unité de recherche

Porteur du projet HDR

Date obtention de l'HDR	Juin 2001
-------------------------	-----------

Nom	Claramunt
Prénom	Christophe
Adresse électronique	Christophe.claramunt@ecole-navale.fr
Tel	02 98 23 38 69
Expérience d'encadrement	>40 doctorants encadrés

Unité de recherche

Nom de l'unité	Institut de Recherche de l'Ecole navale
Acronyme de l'Unité (umr xx, ...)	IRENav
Nom et prénom du responsable	Astolfi Jacques-André
Le cas échéant, nom de l'équipe de recherche	M2EN
Le cas échéant, nom du responsable de l'équipe de recherche	Jean-Frédéric Charpentier

Co-directeur de thèse – si nécessaire

Nom	Charpentier
Prénom	Jean-Frédéric
Unité de recherche	IRENav
Etablissement de tutelle	Ecole navale
Expérience d'encadrement	17 doctorants encadrés

Co-encadrant (s) de thèse – si nécessaire

Nom	Bailly
Prénom	Denis
Unité de recherche	IUEM/AMURE
Etablissement de tutelle	UBO
Expérience d'encadrement	>20 doctorants encadrés

Nom	
Prénom	
Unité de recherche	
Etablissement de tutelle	
Expérience d'encadrement	

Description du projet : complément

Lieu principal de déroulement du projet en Bretagne : IRENav

Lieu principal de déroulement du projet si hors Bretagne :

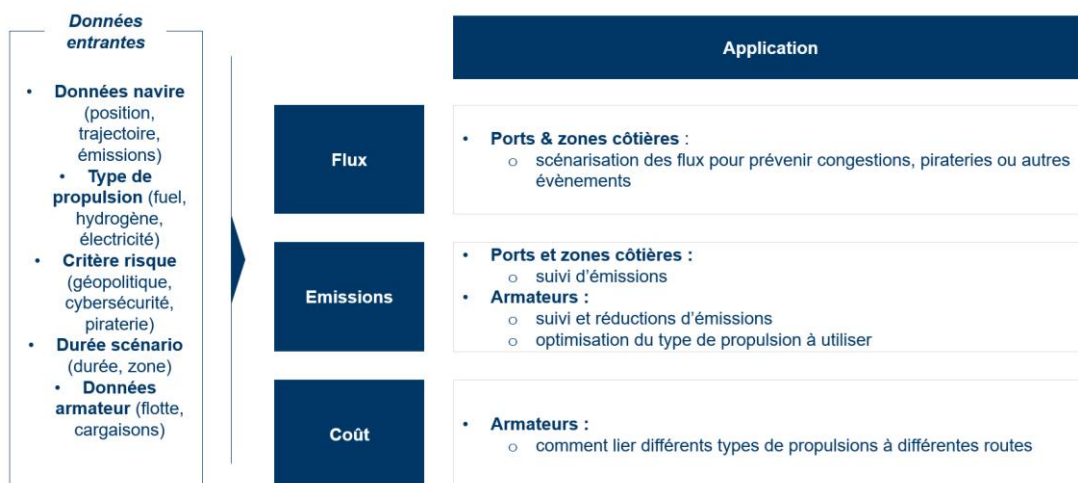
Libellé (attention veiller à respecter le nombre de caractères imposés par le serveur de la Région)
<p>Résumé synthétique du projet (2 000 caractères maximum)</p> <p>Le positionnement de cette thèse s'inscrit dans une dynamique d'économie et de transport maritime durable et de développer un modèle multicritère d'analyse et d'outil d'aide à la décision qui serve de levier aux industriels et acteurs du maritime pour atteindre la supériorité énergétique en minimisant les coûts environnementaux de flux maritimes sous contraintes économiques. Il s'appuiera sur la mise en œuvre de techniques issues du 'big data' et d'approches émergentes d'analyses de données comme une solution pour le développement de nouvelles technologies à faible émissions carbone. La recherche prendra notamment en compte différents scénarios et problématiques sous la forme de critères à définir, et ce pour intégrer les différents angles d'intérêts des acteurs maritimes (ex : armateurs, ports, zones côtières). L'objectif étant d'aider à trouver des solutions pertinentes pour les routes et les technologies maritimes (navires, ports, stratégies de pilotage, etc.). Du point de vue méthodologique, les possibilités de représentation et de traitement de données de flux maritimes s'appuieront sur les systèmes d'informations géographiques (SIG) et les approches d'analyse multicritères.</p>
<p>Hypothèses, questions posées, points de blocage, approche méthodologique, technique (4 000 caractères maximum)</p> <p>Nous proposons une approche en 3 phases successives. Dans un premier temps seront abordées les problématiques suivantes afin d'identifier et de poser la problématique (Phase 1) :</p> <ul style="list-style-type: none">- Tour d'horizon des approches déployées dans des secteurs connexes et/ou à des objectifs voisins dans le domaine de la décarbonation et en particulier maritime- Analyse des problématiques visées et traduction en termes d'indicateurs mathématiques concrets permettant de caractériser les émissions de carbone et impacts environnementaux de flux maritimes ainsi que les coûts économiques de ces flux.- Analyse des aspects réglementaires, économiques, et des contraintes spécifiques liées au transport maritime. <p>A partir de de ces constats une méthodologie de construction et de développement de la recherche sera réalisée (Phase 2):</p> <ul style="list-style-type: none">- Construction d'un modèle de données spatio-temporel et sémantique qui prenne en compte les aspects technologiques du navire (types de propulsions, ressources énergétiques, autonomie), des informations liées à la logistique (comme par exemple les capacités des ports en termes d'approvisionnement des navires en carburants non conventionnels) et de trajectoires maritimes modélisées à l'aide de SIG. Ce modèle pourra également intégrer des critères de risques contextuels (géopolitiques, environnementaux)- Développement d'un outil d'analyse multicritère d'aide à la décision à partir du modèle de donnée produit précédemment, et dont la fonction objectif devra permettre de résoudre la problématique définie en phase 1 (i.e., minimiser les impacts environnementaux à différent niveaux de résolution : navire, route maritime, port) en permettant de développer et tester différents scénarios pour différents cahiers des charges. Ce modèle intégrera également les contraintes identifiées en phase 1 et 2. <p>Une mise en œuvre pré-opérationnelle sera réalisée dans une dernière étape (Phase 3)</p> <ul style="list-style-type: none">- Déploiement de l'outil informatif interactif et démonstratif à des cas d'étude régionaux et/ou nationaux et d'intérêt industriel- Analyse d'impact et retour d'expérience

Environnement scientifique, positionnement dans contexte régional/national/international (2 000 caractères maximum)

Pour répondre à ces problématiques, de nombreux efforts de Recherche et Développement ont ainsi pour objectifs une transition vers un transport maritime à faibles émissions de carbone et de polluants. Ces efforts sont notamment basés sur l'utilisation de nouvelles technologies en termes d'énergie propulsion et sur des stratégies de gestion optimisées de ces systèmes [e2,e3,e4,e5]. Néanmoins il paraît évident que la problématique visant à développer un transport maritime durable et sûr ne peut se limiter aux aspects technologiques mais doit intégrer également les aspects liés à l'usage et aux choix des routes des navires et prendre en compte différents aspects comme ceux liés à la logistique, aux ports, l'économie et aux risques encourus.

En particulier, la mise en oeuvre d'aspects réglementaires de plus en plus contraignants de la part des organisations internationales (IMO par exemple par le biais de la convention MARPOL, annexe IV, chapitre 4) [e1] et des réglementations locales des pays concernés. Ces réglementations concernent principalement les développements technologiques visant à limiter les émissions des navires par le biais de contraintes réglementaires sur l'indice de conception de l'efficacité énergétique (EEDI), pour les navires neufs, et sur les plans de gestion de l'efficacité énergétique des navires (SEEMP), pour tous les navires. Elles définissent également des zones où les émissions d'oxydes de soufre et d'azote doivent être drastiquement réduites notamment au niveau des espaces côtiers de l'Europe et de l'Amérique du Nord.

Synthèse synoptique des applications potentielles :



Références récentes de l'équipe d'encadrement en rapport avec le sujet

[i1] N. Bennabi, H. Menana, **J-F. Charpentier**, J.-Y. Billard, and B. Nottelet. 2021. "Design and Comparative Study of Hybrid Propulsions for a River Ferry Operating on Short Cycles with High Power Demands" *Journal of Marine Science and Engineering* 9, no. 6: 631.

<https://doi.org/10.3390/jmse9060631>

[i2] O. B. Inal, **J.-F. Charpentier**, C. Deniz, "Hybrid power and propulsion systems for ships: Current status and future challenges", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 156, 2022, 111965, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111965>.

[i3] J. Han, **J-F. Charpentier** and T. Tang "An Energy Management System of a Fuel Cell/Battery Hybrid Boat" *Energies* 2014, 7(5), pp 2799-2820; doi:10.3390/en7052799

[i4] N. Benyahia, **J-F. Charpentier**, F. Becker, F. Sculler "Performance Analysis of a Hardware In the Loop based Emulation of a Naval Propulsion System associated with Supercapacitor Energy Storage System" in *Electrimacs proceedings*, Nancy France 2022 6pp

[i5] Del Mondo, G., Peng, P., Gensel, J., **Claramunt, C** Lu, F., 2021, Leveraging Spatio-Temporal Graphs and Knowledge Graphs: Perspectives in the Field of Maritime Transportation, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10 (8), 541.

- [i6] Suo, Y., Sun, Z., **Claramunt, C.**, Yang, S. and Zhang Z., 2021, A dynamic risk appraisal model and its application in VTS based on a cellular automata simulation prediction, *Sensors*, MDPI, 21(14), 4741.
- [i7] Tang, G., Zughe, Y., **Claramunt, C.** and Men, S., 2021, N-YOLO: A SAR Ship Detection Using Noise Classifying and Complete-Target Extraction, *Remote Sensing*, MDPI, 13(5), 871.
- [i8] Y. Suo, W. Chen, **C. Claramunt** and S. Yang, 2020, A ship trajectory prediction framework based on a recurrent neural network, *Sensors* 20 (18), 5133.
- [i9] Virto, Laura & Dumez, Hervé & Romero, Carlos & **Denis, Bailly.** (2022). How can ports act to reduce underwater noise from shipping? Identifying effective management frameworks. *Marine Pollution Bulletin*. 174. 113136. 10.1016/j.marpolbul.2021.113136.
- [i10] Friedrich, Laura & Glegg, Gillian & Fletcher, Stephen & Dodds, Wendy & Philippe, Manuelle & **Denis, Bailly.** (2020). Using ecosystem service assessments to support participatory marine spatial planning. *Ocean & Coastal Management*. 188. 105121.

Références externes

- [e1] International Maritime Organisation Website. Available online: <https://www.imo.org> (accessed on nov 14th 2021)
- [e2] N. Gray, S. McDonagh, R. O'Shea, B. Smyth, and J. D. Murphy, "Decarbonising ships, planes and trucks: An analysis of suitable low-carbon fuels for the maritime, aviation and haulage sectors," *Adv. Appl. Energy*, vol. 1, p. 100008, Feb. 2021, doi: 10.1016/J.ADAPEN.2021.100008.
- [e3] P. Balcombe et al., "How to decarbonise international shipping: Options for fuels, technologies and policies," *Energy Convers. Manag.*, vol. 182, no. October 2018, pp. 72–88, 2019,
- [e4] E. A. Bouman, E. Lindstad, A. I. Riialand, and A. H. Strømman, "State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping – A review," *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, vol. 52, pp. 408–421, 2017, doi: 10.1016/j.trd.2017.03.022.
- [e5] Eleftherios K. Dedes, Dominic A. Hudson and Stephen R. Turnock Ebehard, "Assessing the potential of hybrid energy technology to reduce exhaust emissions from global shipping", *Energy Police*, January 2012, Pages 204-218.

Collaborations scientifiques (nature/partenariat/pays) et partenariat socio-économique envisagé

Dans sa phase 3 de mise en œuvre expérimentale un partenariat socio-économique est envisagé avec le cabinet de conseil IAC Partners dont les activités recouvrent le domaine de l'énergie avec des partenariats industriels (Safran, Thalès, Veolia, BioMerieux, Alstom, General Electric...). Une interaction sera réalisée avec une structure de valorisation pour le déploiement des solutions proposées auprès notamment des armateurs et des autorités portuaires. Des collaborations avec des armateurs comme CMA-CGM ou Bourbon sont envisagées.

Pour les demandes Région Bretagne

Adéquation du projet avec le DIS de Rattachement
Pour les demandes Région Bretagne (3 000 caractères maximum)

Le rapport de « l'économie de la mer en 2030 » de l'OCDE présente la mer comme une nouvelle frontière économique par son fort potentiel pour la croissance, l'emploi et l'innovation. Par nature, elle se trouve exposée à de nombreux défis et tensions résultant de la surexploitation de ses ressources, de la pollution, du recul de la biodiversité et du changement climatique. Par conséquent, le développement économique maritime est double : il doit être responsable et durable. Cela passe par la décarbonation du transport, l'utilisation des énergies renouvelables, un niveau de pollution nul, la séquestration carbone, la pêche durable ou l'éco-tourisme. Dans le rapport Girardin, le ministère de la mer montre son engagement pour ces sujets en détaillant les feuilles de route technologiques des objets de l'économie bleue dont :

- La décarbonation des navires : développer les trajectoires de transition vers des technologies bas carbone à horizon 2030 et vers des technologies zéro carbone au-delà de 2030

- Le verdissement des ports qui se présente sous deux enjeux : (1) Enjeu écologique : les ports français représentent jusqu'à 9% des émissions nationales de CO2 (2) Enjeu économique : devenir des Hubs énergétiques et numériques pour devenir plus compétitifs et attractifs, et potentiellement accueillir des centres de décision. Le plan de relance prévoit € 200M pour une transformation durable des ports. La stratégie se positionne à court terme sur l'électrification des quais accompagné du développement des parcs éoliens offshore et du développement de projets GNL. A long terme, des unités de production d'hydrogène pour chacun des 3 grands ports français (Marseille, le Havre et Dunkerque) et un possible développement de plateformes offshore multi-usages.

Si priorité régionale, préciser (200 caractères maximum)

Ce projet de recherche s'inscrit dans plusieurs priorités régionales, de la participation et au développement d'une économie maritime favorisant une économie bleue intégrant pleinement la dimension de développement durable, au déploiement de solutions de transport maritime innovantes et performantes sur le plan environnemental. Au vu des enjeux liés au développement de solution de transport maritime vert, il s'inscrit clairement dans une contribution aux transitions environnementales vertueuses.

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			
les interactions entre la Terre et l'océan			
la durabilité des systèmes côtiers		2	
l'océan vivant et les services écosystémiques			
les systèmes d'observation à long terme	1		

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)

Ce projet à vocation pluridisciplinaire associe des compétences complémentaires dans les domaines énergétiques et du traitement de l'information. Il devrait permettre de développer un véritable outil multicritère d'analyse et de proposition de solutions de transport maritime favorisant la mise en œuvre de

routes maritimes plus vertueuses.

2- Positionnement international du sujet, cotutelle ou co-encadrement international (4 lignes maxi)

Des collaborations sont en cours sur des sujets connexes (décarbonation des navires) entre l'équipe d'encadrement et l'Istanbul Technical University, le NTUA et l'Université de Thrace autour de systèmes de propulsion hybride. D'autres collaborations avec l'Hellenic Foundation for Research and Innovation dans le développement de navires électriques apporteront une composante utile à ce projet.

2- Effet intégrateur entre unités de recherche et / ou interdisciplinarités (4 lignes maxi)

Le projet est interdisciplinaire et intégrateur, il associe les sciences associées à la conception des systèmes navals (énergies propulsion) et les sciences de l'information. Le caractère multi-critère du projet proposé et l'inclusion de critères non techniques impliquera également de pouvoir s'appuyer sur des expertises de plusieurs laboratoires ISBlue (IRENav et AMURE).

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

La décarbonation du transport maritime est un défi majeur pour les activités maritimes et l'industrie navale. Le doctorant devrait pouvoir ainsi se positionner dans des emplois de R&D industrielle (armateurs ou chantiers navals). Il présente également un intérêt académique indéniable qui offrira au doctorant des possibilités d'emploi pérenne dans le monde académique en France ou à l'étranger.

Financement du projet de thèse

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

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

Le cofinancement prévu est 50% ARED (région) + 50% ISBlue

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

En cas de non-obtention du cofinancement demandé, une autre source de cofinancement est-elle identifiée (oui/non) : Possiblement ADEME (50%)

Si oui, laquelle :

Sollicitez-vous un co-financement Is-Blue (oui/non) ? Oui

Important : Veuillez 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 non **et sur le serveur TEBL (indispensable)**

Le candidat

Profil souhaité du candidat (spécialité/discipline principale, compétences scientifiques et techniques requises) : M2 ou ingénieur dans le domaine de l'informatique avec un intérêt pour l'ingénierie navale la conversion d'énergie et les problématiques environnementales.

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