


## PROCÉDURE DE DÉPÔT DE LA DEMANDE

 Seuls les chercheurs des institutions membres de l'IFQM peuvent déposer une demande.

Pour soumettre une demande, le demandeur québécois doit :

- 1) Remplir le formulaire de proposition de projet (Sections A à E)
- 2) Obtenir la signature de son institution (Section F du formulaire)
- 3) Joindre les documents annexes (CVs + lettre d'approbation de la démarche de cotutelle)

Le dossier complet en format PDF doit parvenir par courrier électronique à l'adresse [ifqm@uqar.ca](mailto:ifqm@uqar.ca) au plus tard le **18 décembre 2020** à 17 h HNE.

Afin de faciliter la transmission et le transfert des documents aux membres du comité d'évaluation, le demandeur principal ne doit transmettre qu'un seul courriel **inférieur à 9 Mo** avec l'ensemble des pièces requises.

La demande peut être rédigée en français ou en anglais. Toutefois, le titre et le résumé du projet doivent être rédigés en français.

Toute demande incomplète ou soumise en retard ne sera pas considérée. Aucun envoi postal ne sera accepté.

### PIÈCES REQUISES (FORMAT PDF) :

- Le **formulaire** de proposition de projet rempli et signé
- Une lettre d'approbation de la démarche de cotutelle de l'institution française signée (engagement de l'école doctorale)
- Document attestant du dépôt de demande de financement de contrepartie en France
- Les **CV** des codirecteurs de la thèse, en format PDF, qui résument dans cet ordre ([règle](#)) :
  - La formation académique ou professionnelle ;
  - Le cheminement scientifique ou professionnel ;
  - Les compétences et réalisations pertinentes en lien avec le projet.

Pour toute question relative à l'appel à projets de l'Institut France-Québec maritime, veuillez contacter :

#### **Sarah Granier**

Coordonnatrice de l'IFQM au Québec  
Tél. : 418-723-1986 poste 1045  
1 800 511-3382 poste 1045  
[sarah\\_granier@uqar.ca](mailto:sarah_granier@uqar.ca)

#### **Coralie Pauchet**

Coordonnatrice de l'IFQM en France  
Tél. : 02 98 01 68 04  
06 49 89 23 43  
[Coralie.Pauchet@univ-brest.fr](mailto:Coralie.Pauchet@univ-brest.fr)

Le formulaire de proposition de projet doit être rédigé en utilisant la police « Times New Roman » taille 12, simple interligne, avec un maximum de 6 lignes au pouce et des marges de 2 cm. Le nom et prénom du chercheur principal ainsi que son affiliation doivent être inscrits dans le pied de page et le formulaire doit être soumis en format PDF.

## PARTIE A – IDENTIFICATION

### A.1 – Codirecteur de thèse au Québec

Nom, prénom, titre	Tremblay, Réjean, Professeur
Institution	UQAR-ISMER
Adresse électronique	Rejean_Tremblay@uqar.ca

### A.2 – Codirecteur de thèse en France (titulaire d’une HDR)

Nom, prénom, titre	Chauvaud Laurent Directeur de Recherche
Institution	CNRS
Adresse électronique	Laurent-chauvaud@univ-brest.fr

### A.3 – Lieux d’accueil

Laboratoire/unité d’accueil au Québec et en France	ISMER/UQAR et UMR 6539 LEMAR/ IUEM
Université de rattachement au Québec et en France	UQAR et Université de Bretagne Occidentale
Écoles doctorales de rattachement au Québec et en France	Doctorat en Océanographie de l’ISMER et École doctorale Sciences de la Mer et du Littoral

### A.4 – Projet

Titre du sujet de thèse	Comportement des invertébrés marins exposés au trafic maritime
Résumé (500 mots)	Ce projet permettra d’étudier les comportements de différents invertébrés marins (gastéropodes et bivalves) soumis à des conditions sonores de trafic maritime simulés en milieu naturel à Saint-Pierre-et-Miquelon. Par des développements récents en valvométrie et accélérométrie à haute résolution, les mouvements de déplacement et d’alimentation d’invertébrés calcifiés pourront être suivis grâce à des micro-capteurs fixés à leur coquille. A la suite d’une phase de calibration en milieu contrôlée à la station aquicole de Pointe-aux-Pères, nous testerons en conditions naturelles l’hypothèse que le trafic maritime perturbe les comportements de déplacement et d’alimentation d’invertébrés marins. Par des marqueurs



# APPEL A SUBVENTIONS POUR LE FINANCEMENT DE THÈSES DOCTORALES RÉALISÉES EN COTUTELLE (Formulaire de proposition de projet)

Profil de candidature  
souhaité

biochimiques, l'état de stress, bioénergétique et les conditions alimentaires des individus suivis pourra être estimé.

Écologie et écophysiologie des organismes marins



# APPEL A SUBVENTIONS POUR LE FINANCEMENT DE THÈSES DOCTORALES RÉALISÉES EN COTUTELLE (Formulaire de proposition de projet)

## A.5 – Thématique de recherche de l'IFQM visée par le projet

Cocher la case correspondant à la thématique visée. Dans le cas où plusieurs thématiques sont concernées, indiquer quelle sera la thématique principale et le niveau de priorité des thématiques secondaires à l'aide d'un indice (1 – 2 – 3, etc.)

- Santé des écosystèmes
- Pêche et aquaculture
- Dynamique et adaptation des territoires côtiers
- Surveillance et sécurité maritime
- « Trans-port » maritime durable et intelligent
- Biotechnologies marines et technologies/ingénieries marines

## PARTIE B – PROGRAMME DE RECHERCHE DÉTAILLÉ

Présenter ici le contexte scientifique, les objectifs, les approches méthodologiques, les moyens mis à disposition, les résultats attendus, les collaborations, ainsi que les références du projet.

### B.1 – Projet de recherche (maximum 2 pages)

#### Contexte scientifique

Les invertébrés marins sont une ressource alimentaire pour les populations humaines du monde entier et les techniques pour les collecter ou pour les élever se sont développées constamment. Leurs pêches commerciales dans l'Atlantique canadien représentaient une valeur totale aux débarquements légèrement inférieure à trois milliards \$ CAN en 2016 (Statistique Canada 2017). Par exemple, les captures annuelles de pétoncle géant *Placopecten magellanicus* avoisinent autour de 200 000 tonnes par année et la culture des bivalves a augmenté de 25% entre 2000 et 2016, générant une industrie de plus d'un milliard de dollars canadiens annuellement (Statistique Canada 2015). Ces populations exploitées directement dans le milieu naturel par la pêche et l'aquaculture subissent les impacts anthropiques. Un facteur encore peu étudié chez les invertébrés est le son associé au trafic maritime. Au cours des 50 dernières années, les navires ont contribué à une multiplication de plus de 32 fois du bruit de basse fréquence (Malakoff 2010). Le bruit de navire est produit par le fonctionnement à haute énergie des hélices, engrenages et générateurs diesel et peut atteindre jusqu'à 190 dB re.1μPa@1m pour les grands navires (Chauvaud et al. 2018). Quelques études, dont les nôtres ont démontré que le son produit par les navires impacte le développement larvaire et l'établissement benthiques d'espèces d'invertébrés, comme les moules, les ascidies et les balanes (Wilkens et al. 2012, Mc Donald et Al. 2014, Jolivet et al. 2016). Toutefois, peu d'informations sont disponibles sur l'impact des sons de navires sur le comportement des invertébrés adultes. Le développement récent de sondes miniaturisées à haute fréquence permet de mesurer l'ouverture des valves chez les bivalves (valvométrie, Comeau et al. 2019) ainsi que les courts déplacements des gastéropodes et pectinidés (accélérométrie, Jolivet et al. 2015). Avec le développement de capteurs autonomes sans fils réalisé en 2020 grâce à la collaboration du LIA BeBEST avec l'entreprise Technosmart, il est maintenant possible de pouvoir estimer les mouvements/comportements de tous types d'invertébrés calcifiés. La surveillance à distance du comportement des animaux nous permettra de les localiser et les observer avec pratiquement aucune limitation en raison de la visibilité, du biais des observateurs ou de l'échelle géographique. Nous disposons d'une centaine de datalogger miniatures Technosmart incluant chacun un capteur à effet Hall (capteur de position), un accéléromètre, un thermomètre, un capteur de pression et un capteur de lumière. Nous cherchons à terme à estimer l'effet des stress anthropiques sur un invertébré benthique dont les mouvements et positions seront utilisés comme descripteur de son environnement. L'animal par son comportement est ici considéré, lui et son équipement embarqué, comme capteur eulérien des propriétés de l'environnement.

Un des verrous de l'utilisation de capteurs à haute fréquence est la quantité de données qu'ils produisent et la difficulté de les analyser. Nous nous appuyons sur la collaboration du GIPSA-Lab dans le cadre du programme MITI Traceable (2021-22) porté par le Pr/ Jérôme Mars avec BeBEST qui vise à développer des méthodes de traitement innovantes de signal. Un travail spécifique sur le vecteur apparent illustrant les mouvements perçus sera réalisé en tenant compte du fait que ces mouvements sont très variés (rotation, claquement, nage, écartement, et donc donnant un vecteur apparent de

# APPEL A SUBVENTIONS POUR LE FINANCEMENT DE THÈSES DOCTORALES RÉALISÉES EN COTUTELLE (Formulaire de proposition de projet)

dimension variable...). Nous posons le postulat que le « comportement » de la dynamique de ces enregistrements (Anomalie de position et de rythme dans le mouvement) sera évidemment très différents selon les effets de stress anthropique subis par l'animal et son seuil de susceptibilité variable selon les espèces. Il existe deux voies de travail, l'une sur la détection et la caractérisation des événements sur les séries temporelles ; l'autre sur l'analyse et la classification des états biologiques qui permettent à terme de détecter les événements de stress. Les outils méthodologiques développés s'appuient sur le fait que les signaux étudiés sont non-linéaires, mais possèdent des formes qui réapparaissent de manière récurrente au cours du temps. Une nouvelle méthode d'analyse des signaux non-linéaire appelée **Analyse par Récurrence des Phases (RPA)** a émergé de la communauté des physiciens au cours des dernières décennies, mais elle est encore naissante dans la communauté du traitement du signal et de la bioacoustique. En détection, les travaux à Gipsa-lab (Le bot et al, 2015a, 2015b) ont révélé le fort potentiel du RPA. Une fois les comportements identifiés, il est nécessaire de mettre en place un algorithme de classification des comportements fonctionnant en temps réels (Malfante et al. 2018).

## Objectifs

Utiliser la méthode RPA pour classifier le comportement des bivalves et gastropodes en fonction de leur état physiologique et du niveau d'exposition aux stress sonores liés au trafic maritime.

## Approches méthodologiques, moyens mis à disposition et résultats attendus

Dans une première étape, la calibration de ces capteurs, et la modélisation des mouvements, ainsi que la mise en place d'une méthodologie de traitement du signal seront conduites sur des buccins et des pétoncles géants à la station aquicole de Pointe-aux-Pères en conditions contrôlées et stables. L'outil développé sera donc un détecteur de transitoire utilisant le RPA combiné à du traitement statistique du signal comme outil de décision quant à la présence/absence de transitoires. Le RPA a la capacité d'indiquer les échantillons ou le groupe d'échantillon du signal acquit sur le capteur A qui ressemblent le plus aux échantillons du signal acquis sur le capteur B. L'utilisation de cette propriété permettra de détecter les comportements dynamiques sur des bivalves et des gastropodes. Grâce à ce développement et les installations de la station aquicole permettant de maintenir les animaux sous différentes conditions, des individus sous stress reproducteur, nutritionnel et anthropique sonore seront également instrumentés et leurs comportements mesurés afin de comparer les formes d'ondes permettant leur classification selon leur état physiologique et le niveau de stress sonore subit.

Dans un deuxième temps, ces résultats obtenus en conditions contrôlées seront validés en milieu naturel sur des buccins et des pétoncles géants avant la ponte (printemps), durant la ponte (été) et après celle-ci (début automne) sur un site vierge au niveau sonore (Miquelon soumis à peu de bruit sonore) et un autre site équivalent, mais dont un émetteur sous-marin émettra un son de trafic maritime selon une périodicité et un niveau sonore contrôlé. Des hydrophones seront mis à l'eau pour assurer l'absence de pollution sonore et estimer les niveaux réels.

Pour tous les animaux étudiés, leurs niveaux de stress durant les expériences seront validés par des indicateurs biochimiques basés sur des outils lipidomiques (classes de lipides et profils en acides gras des fractions neutre et polaire afin d'identifier leur teneur énergétique, la présence de potentielle carence en acides gras essentiels et leur source alimentaire), métagénomique (chaîne des eicosanoïdes comme mesure de la réponse à court terme, stress oxydant et protéines chaperonnes comme indicateur à moyen terme, bilan énergétique comme indicateur à long terme) et leur niveau gamétogénique (niveau et effort reproducteur). Ainsi, le comportement de chaque animal pourra être mis en relation avec son état physiologique globale permettant d'estimer son niveau de stress subit.

## Références

- Chauvaud, S., Chauvaud, L., & Jolivet, A. (2018). Impacts des sons anthropiques sur la faune marine. Éditions Quae.
- Comeau, L. A., J. M. F. Babarro, P. Riobó, M. Scarratt, M. Starr, and R. Tremblay. 2019. PSP-producing dinoflagellate *Alexandrium minutum* induces valve microclosures in the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Aquaculture* 500:407-413.
- Jolivet, A., Tremblay, R., Olivier, F., Gervaise, C., Sonier, R., Genard, B., & Chauvaud, L. (2016). Validation of trophic and anthropic underwater noise as settlement trigger in blue mussels. *Scientific reports*, 6(1), 1-8.
- Le Bot, O., J. I. Mars, C. Gervaise, and Y. Simard. 2015a. Cross recurrence plot analysis based method for tdoa estimation of underwater acoustic signals. Pages 1-4 in 2015 IEEE 6th International Workshop on Computational Advances in Multi-Sensor Adaptive Processing (CAMSAP). IEEE.
- Le Bot, O., C. Gervaise, J. Mars, and Y. Simard. 2015b. Time-delay estimation based on Cross Recurrence Plot and Joint Recurrence Plot for passive underwater acoustic source localization. in 6th International Recurrence Plot Symposium.
- Malakoff D. (2010) Keeping tabs on the sea. *Science* 328:1498–1499
- Malfante, M., Mars, J. I., Dalla Mura, M., & Gervaise, C. (2018). Automatic fish sounds classification. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 143(5), 2834-2846.
- McDonald JI, Wilkens SL, Stanley JA et Jeffs AG (2014) Vessel generator noise as a settlement cue for marine biofouling species. *Biofouling* 30: 741–749.
- Statistics-Canada. 2015. Canadian agriculture statistics - aquaculture statistiques 2015. Report No 23-222-X, 27p.
- Wilkens, S. L., J. A. Stanley, and A. G. Jeffs. 2012. Induction of settlement in mussel (*Perna canaliculus*) larvae by vessel noise. *Biofouling* 28:65-72.

## B.2 – Collaborations attendues

Le projet de cotutelle renforcera les collaborations scientifiques entre l'UQAR et l'UBO sur des champs disciplinaires transverses en fonction de l'écologie, l'aquaculture, les pêcheries et le génie du traitement de signaux (Gipsa-Lab).

Il offrira également un Appui au LIA BeBEST pour favoriser le passage vers un UMI.

Il permettra le développement de collaboration importante avec deux équipes de chercheurs du MPO travaillant en aquaculture et en pêcheries d'invertébrés marins, soit les Dr Luc Comeau (Centre du golfe à Moncton), spécialiste de la valvométrie et Chris McKindsey (IML), utilisant depuis quelques années les outils de tracking.

Ce projet permettra également le développement d'une nouvelle collaboration avec l'Université de Rennes 2 (A.-H. Olivier) et l'INRIA (Julien Pétré) pour le traitement des données de mouvement.

Ce projet offrira donc à l'étudiant un encadrement interinstitutionnel universitaire et gouvernemental très diversifié et multidisciplinaire avec des scientifiques reconnues comme expert mondial de leur domaine.



# APPEL A SUBVENTIONS POUR LE FINANCEMENT DE THÈSES DOCTORALES RÉALISÉES EN COTUTELLE (Formulaire de proposition de projet)

## PARTIE C – ÉCHÉANCIER

Décrivez la répartition du temps de l'étudiant(e) entre la France et le Québec durant les trois années de la thèse. La répartition devrait se faire par session ou trimestre universitaire. Pour rappel, dans le cadre d'une cotutelle, la durée du séjour en France doit être équivalente à la durée du séjour au Québec.

Mai 2021-Avril 2022 (3 semestres) : UQAR, préparation du projet, calibration des valvomètres et accéléromètres à l'ISMER

Mai 2022 – Septembre 2022 (1 semestre) : SPM associé à UBO, mesure à SPM sur des zones sans sons et des zones avec émission artificielle de son.

Septembre 2022 – Avril 2023 (2 semestres) : UQAR pour mesures biochimiques

Mai 2023 à Septembre 2024 (4 semestres) : UBO, finalisation du traitement de signaux et rédaction de la thèse.

La durée totale à l'UQAR sera de 5 sessions et celle au LEMAR de 5 sessions.





# APPEL A SUBVENTIONS POUR LE FINANCEMENT DE THÈSES DOCTORALES RÉALISÉES EN COTUTELLE (Formulaire de proposition de projet)

## PARTIE D – FINANCEMENT DE CONTREPARTIE

Veillez présenter les demandes de financement de contrepartie sollicitées via une école doctorale française ou tout autre financement français.

Cliquez ici pour entrer du texte.

## PARTIE E – ENCADREMENT DE LA DOCTORANTE OU DU DOCTORANT

### E.1 – Directeur(rice) de thèse au Québec

Nom, prénom	Tremblay, Réjean
Fonction et spécialité	Professeur, Aquaculture
Structure, laboratoire	ISMER
Adresse postale	310 allée des Ursulies
Adresse électronique	Rejean_tremblay@uqar.ca
Téléphone	418-723-1983 p1705
Nombre de thèses encadrées en cours	Six en cours de réalisation
Signature – directeur(rice) de thèse	

### E.2 – Directeur(rice) de thèse en France

Nom, prénom	Chauvaud, Laurent
Fonction et spécialité	Directeur de recherche
Structure, laboratoire	LEMAR-CNRS
Adresse postale	Rue Dumont d’Urville
Adresse électronique	laurent.chauvaud@univ-brest.fr
Téléphone	02 98 49 86 33
Nombre de thèses encadrées en cours	Cliquez ici pour entrer le texte
Signature – directeur(rice) de thèse	



# APPEL A SUBVENTIONS POUR LE FINANCEMENT DE THÈSES DOCTORALES RÉALISÉES EN COTUTELLE (Formulaire de proposition de projet)

## PARTIE F – ENGAGEMENT DE L’INSTITUTION QUÉBÉCOISE MEMBRE DE L’IFQM ET SIGNATURE

Les porteurs du projet de thèse effectuant la demande d’aide financière attestent que l’ensemble des renseignements fournis sont exacts et complets.

Ils s’engagent à respecter les règles et les principes énoncés dans les politiques des Fonds de la Recherche du Québec :

- [Règles générales communes 2019](#) ;
- [Politique sur la conduite responsable en recherche](#) ;
- [Politique d’éthique en recherche](#) ;
- [Plan d’action sur la gestion de la propriété intellectuelle](#) ;
- [Principe d’équité, de diversité et d’inclusion](#).

Les demandeurs acceptent que les renseignements paraissant dans leur demande de financement soient communiqués à des fins d’évaluation ou d’étude à la condition que les personnes qui y ont accès s’engagent à respecter les règles de confidentialité.

Les chercheurs s’engagent à remettre à l’IFQM, à la fin de chacune des trois années du projet, un court rapport présentant les principales réalisations effectuées dans le cadre du projet financé par l’IFQM.

---

Signature du représentant officiel

---

Date

---

Nom, Prénom

---

Titre



# APPEL A SUBVENTIONS POUR LE FINANCEMENT DE THÈSES DOCTORALES RÉALISÉES EN COTUTELLE (Formulaire de proposition de projet)

## PARTIE G – AUTRES DOCUMENTS À JOINDRE AU DOSSIER DE PROPOSITION DE PROJET

Merci de vous assurer de joindre les pièces supplémentaires suivantes :

- CV des codirecteurs de la thèse ;
- lettre d’approbation de la démarche de cotutelle de l’institution française signée (engagement de l’école doctorale) ;
- Document attestant du dépôt de demande de financement de contrepartie en France.