

ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT
D'ILE DE France N° 129
Proposition de sujet de thèse pour la rentrée 2020

Nom du Laboratoire d'accueil : LOCEAN

N° UMR : 7159

Nom du Directeur du laboratoire : Jean-Benoit Charrassin

Adresse complète du laboratoire :

LOCEAN

Sorbonne Université, Campus Pierre et Marie Curie

4 place Jussieu, Tour 45-55

75252 Paris cedex 05

Nom de l'Equipe d'accueil et adresse si différente de celle du laboratoire : VOG

Nom du Directeur de thèse **HDR** : Marie-Noelle Houssais

Téléphone : +33 1 44 27 61 02

Mail : mnh@locean-ipsl.upmc.fr

Nom du co-directeur de thèse **HDR** :

Téléphone :

Mail :

• **Titre de la thèse en Français** : Rôle de l'océan dans la variabilité de la banquise dans le secteur eurasien de l'Arctique

• **Titre de la thèse en Anglais** : Ocean role in the sea ice cover variability in the Eurasian sector of the Arctic Ocean

• **Résumé Sujet en Français (1 page maximum)** :

Contexte :

L'Arctique est l'une des régions du globe où les signes du changement climatique sont les plus visibles. On y observe notamment une *hausse de température de surface annuelle* qui est plus du double de celle observée en moyenne sur le globe sur les deux dernières décennies. Ce phénomène d'*amplification arctique* est pour partie attribué à des *rétroactions induites par la diminution du couvert de banquise*. Les anomalies du couvert de banquise sont par ailleurs suspectées d'exercer un *rôle majeur sur le climat européen*, via notamment l'effet des variations du couvert de banquise sur la circulation atmosphérique.

Les changements actuels de la banquise arctique, notamment *son caractère plus saisonnier*, s'accompagnent de changements environnementaux majeurs mais aussi de changements moins visibles mais tout aussi importants du milieu physique tels que le phénomène d'*Atlantification*. Des modifications de la structure verticale de l'océan dans le courant d'eau Atlantique qui circule sur le pourtour de l'océan Arctique contribueraient à accélérer *l'amincissement de la banquise*. Les eaux atlantiques relativement chaudes qui, en temps normal, sont isolées du couvert de glace par une couche froide d'eau polaire, atteignent en effet de plus en plus fréquemment la surface sous l'effet des vents qui échangent désormais de manière directe leur énergie avec l'océan libéré des glaces. Ce réservoir d'eau chaude subit de surcroît un réchauffement depuis le début des années 2000 qui pourrait contribuer à *augmenter le flux de chaleur océanique* vers la glace. L'enjeu est de déterminer dans quelles conditions et dans quelle proportion ce *réservoir de chaleur océanique* participe à la *fonte de glace* et quelle est la variabilité des mécanismes associés. Les réponses à ces questions sont essentielles dans une optique de caractériser les sources potentielles de prévisibilité du couvert de banquise associées à son interaction avec l'océan.

Le secteur eurasien de l'océan Arctique est une région clé pour la variabilité climatique en Arctique car on y observe une diminution particulièrement rapide du couvert de glace hivernal. A l'ouest du bassin, *l'archipel du Svalbard est le poste d'entrée des eaux Atlantiques en Arctique*. Celles-ci circulent sur les façades ouest et nord de l'archipel au niveau de la rupture du plateau. Le *monitoring de ces eaux* dans cette région est devenu

un enjeu de recherche prioritaire pour notamment pouvoir anticiper l'évolution du couvert de banquise en lien avec le transport de chaleur associé à la circulation océanique sous-jacente. La France, dont le LOCEAN, participe à l'effort d'observation européen dans cette région en maintenant notamment un *réseau de mouillages* en collaboration avec des partenaires norvégiens, polonais et allemands, ainsi que des *missions gliders (drones sous-marins)* récurrentes dans le courant d'eau Atlantique. Ces programmes d'observation viennent en soutien à la synergie entre modèles et observations sur laquelle repose la compréhension des processus et de leurs impacts, la validation des modèles d'océan et du climat dans cette région ainsi que l'interprétation des observations satellitaires, notamment celles relatives au couvert de banquise.

Objectif :

L'objectif de la thèse est la mise en évidence des signatures océaniques et glaciologiques des interactions océan-glace dans le bassin eurasien de l'Arctique en exploitant des observations originales recueillies sur des mouillages installés depuis 2017 dans l'ouest du bassin, sur le talus continental au nord du Svalbard, ainsi que sur des missions gliders réalisés en amont dans le détroit de Fram. Ces observations incluent des données hydrologiques concomitantes à des mesures de courant et des mesures du couvert de glace. On cherchera à caractériser les processus de variabilité de la circulation du courant de bord et des transports verticaux et horizontaux de propriétés associés ainsi que leur lien avec la variabilité du couvert de glace. On abordera les différentes échelles spatio-temporelles associés aux processus, depuis la mésoéchelle jusqu'à la circulation moyenne du bassin, des événements de quelques jours jusqu'à la variabilité saisonnière et interannuelle. La compréhension des processus et leur impact sur l'évolution à plus long terme s'appuiera sur l'exploitation de simulations océan-glace haute résolution réalisées par ailleurs.

Mise en œuvre :

Il s'agira de prendre en main un jeu de données hydrologiques et courantométriques recueilli sur trois mouillages déployés à l'entrée du bassin Eurasien, là où différentes branches du courant Atlantique se rassemblent avant d'entamer leur circumnavigation autour de l'océan Arctique. A partir de ces données, on cherchera à caractériser et comprendre la distribution verticale et cross-slope du courant et des propriétés hydrologiques et, à partir des contrastes observés, à documenter la dynamique du courant Atlantique, les flux verticaux de propriétés et les transports au-dessus du talus. On s'intéressera aux échelles spatiotemporelles associées à ces flux, notamment au rôle de la mésoéchelle et des échelles de temps subannuelles dans les échanges de chaleur entre le courant de bord et l'intérieur du bassin ou dans des événements de mélange vertical susceptibles d'avoir une influence sur les échanges avec la glace. On établira le rôle du forçage atmosphérique dans ces mécanismes.

De l'analyse précédente, on tirera des hypothèses quant aux processus impliqués dans la variabilité océanique de la région observée et on cherchera à comprendre leur impact sur la variabilité de la banquise en analysant conjointement des observations du couvert de glace, principalement de télédétection mais aussi in-situ plus locales. Puis on resituera les processus observés à l'échelle locale dans un contexte élargi, temporellement pour aborder la variabilité interannuelle et les tendances décennales, et spatialement en établissant des liens avec les transports grande échelle et les transports de propriétés associés en amont et en aval, ces derniers évalués à l'aide de jeux de données océanographiques complémentaires (mouillages et gliders). Des simulations numériques couvrant les dernières décennies permettront de valider les connexions spatio-temporelles ainsi mises en évidence.

Collaborations

Le candidat intégrera l'équipe VOG (« Variabilité Océan-Glace ») du LOCEAN dont un des sujets d'intérêt est la variabilité climatique en Arctique, abordée dans le cadre de projets européens (Blue-Action et INTAROS) qui impliquent des collaborations nationales et internationales, notamment avec des équipes norvégiennes et polonaises. Ces collaborations seront une opportunité de partage de données et d'expertise dans le cadre d'un effort conjoint d'observation et de compréhension de la variabilité océanique autour du Svalbard. Des séjours courts dans les laboratoires partenaires pourront être envisagés. Le candidat pourra également être amené à participer aux opérations de terrain que l'équipe mène en Arctique dans le cadre de ses projets : déploiement de gliders, campagnes hydrologiques, maintien de mouillages.

• Résumé Sujet en Anglais (1 page maximum) :

The Arctic region is among the most sensitive region with regards to climate change. The so-called Arctic amplification phenomena is responsible for more than twice as much air temperature increase over the Arctic as the rest of the globe over the last two decades. Reasons for this lie in the presence of feedbacks in which the declining sea ice cover is playing a major role. The Arctic sea ice cover is also suspected to be involved in the variability of the European climate.

Although many obvious environmental changes are widely visible in the Arctic there are changes, especially those concerning the water column, which are less easily detected. Among such ocean signals, the process of Atlantification which currently takes place in the Eurasian Arctic needs to be better understood. This process would be the result of profound modification of the upper Arctic Ocean structure leading to increased opportunity for the warm Atlantic layer to raise to the ocean surface and exert a significant influence on the sea ice cover. This effect would be the most efficient in winter, when the stratification weakens under the effect of atmospheric forcing, providing some explanation to the particularly large sea ice retreat observed in this season in the western Eurasian basin.

The objective of the proposed work is to identify typical signatures of interactions between the sea ice cover and the underlying ocean in the northern Svalbard shelf-slope region, which is the location where the Atlantic flow first encounters the sea ice at its entrance to the Arctic Ocean and which is therefore recognized as a key region for such interactions. The analysis will make use of an original set of ocean observations collected in the region through a mooring array and recurrent glider missions maintained by LOCEAN since 2017. The information inferred from these observations will be enlarged through analysis of complementary sets of data collected by partner teams in the context of ongoing European projects (Intaros and Blue Action).

More specifically, the goal of the research will be to characterize the spatial and temporal scales of the processes involved in the ocean variability and associated horizontal and vertical transports over the shelf-slope region. A focus will be put on the sub-annual scales of variability to understand the role of the ocean mesoscale and mixing events in the redistribution of properties, including their link to the atmospheric forcing. The identified ocean processes will be related to the sea ice variability, assessed mainly through analysis of remote sensing data (and possibly local in-situ measurements), and to the upstream and downstream ocean variability. The latter will be assessed through analysis of (i) concomitant observations collected in the Fram Strait and farther east on the Eurasian slope and (ii) available high-resolution ocean-sea ice simulations run over the last decades. The numerical simulations will also allow studying the time evolution of the sea-ice ocean system over a longer time span and to link the regional variability to the larger scale Arctic Ocean variability, thus putting the observations into the wider context of the current Arctic changes.

The PhD candidate will work within the VOG (« Variabilité Océan-Glace ») team at LOCEAN. One of the team main research interest is Arctic climate variability which is mainly addressed in the context of European projects (Blue-Action et INTAROS). Collaborations with Norwegian and Polish teams in this context may create opportunities for short stays abroad to share expertise and foster data comparison and sharing. The candidate may also participate in field work depending on opportunities of oceanic cruises on board our partner research vessels.

• **Type de financement autre que ED 129, précisez si envisageable ou acquis (CNES, CEA, ADEME etc...) :** Aucun

• **Encadrement :**

Le candidat sera encadré par M.-N. Houssais pour l'analyse des observations glace-océan. Il trouvera par ailleurs des expertises complémentaires au sein de l'équipe VOG ou du laboratoire pour l'analyse des simulations numériques ou l'interprétation des observations gliders, ou de laboratoires nationaux spécialisés dans l'étude de la cryosphère marine (LOPS, LEGOS).

. **Liste des autres doctorants que vous encadrez ou co-encadrez au 1^{er} janvier 2020 :**

(Nom, Université d'inscription, type de financement, date de soutenance envisagée) : aucun