

Proposition de stage M2/ingénieur au CEA

Vers une évaluation des modèles d'atmosphère par l'étude d'émissions acoustiques de la houle océanique

Contexte général : Le Département Analyse, Surveillance, Environnement (DASE) du CEA/DAM est spécialisé dans la mesure des phénomènes atmosphériques, le suivi d'événements sismiques, la détection de radionucléides, et la conception des capteurs et réseaux associés. Fort de cette expertise, le CEA/DAM participe à la lutte contre la prolifération nucléaire en mettant son expertise au service de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) et de l'Organisation du traité d'interdiction complète des essais nucléaires (OTICE). Dans ce contexte, le DASE exploite en routine les données infrason du Système de Surveillance International (SSI) mis en place dans le cadre de la vérification du TICE. L'expertise du DASE en la matière repose sur une connaissance fine de la moyenne atmosphère (MA) et de sa dynamique, les infrasons se propageant sur de longues distances dans des guides d'onde formés par la MA. Exploité dans un mode de fonctionnement continu, le réseau du SSI constitue un système particulièrement novateur pour la mesure de la dynamique de la MA.

Objectifs du stage : La houle océanique émet des infrasons (appelés microbaroms) avec des périodes de l'ordre de 5 s (0.2 Hz) qui sont détectés sur l'ensemble du réseau du SSI (Figure 1). La propagation des infrasons est fortement impactée par les états de la moyenne atmosphère. Ainsi, une bonne connaissance du terme source permet de déterminer la bonne représentation de ces états au sein des modèles atmosphériques utilisés dans les simulations de propagation infrason. Les microbaroms se présentent donc comme un moyen de sondage innovant de l'atmosphère et de diagnostic des modèles atmosphériques à l'échelle du globe. Un modèle de houle a récemment été développé au CEA¹ et un premier exercice de prise en main du terme source opérationnel et de confrontation aux observations a été mené. Sur la base de ce premiers travail, il est nécessaire de poursuivre des études de sensibilité pour évaluer la capacité du modèle de houle à nous renseigner sur certains paramètres atmosphériques permettant de caractériser la moyenne atmosphère (orientation des courants jets, intensité, hauteur du maximum de vitesse de vent).

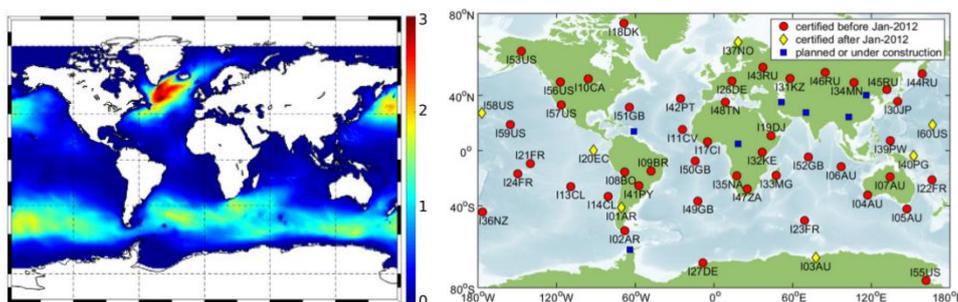


Figure 1 (Gauche) Carte d'émission de l'énergie acoustique (10^{-4} W.m^{-2}) par la houle pour des angles d'émission compris entre 80° et 85° (extrait de De Carlo et al. 2020) (Droite) réseau de stations infrason du SSI (extrait de De Carlo et al. 2021).

¹ De Carlo, M., Arduin, F., & Le Pichon, A. (2020). Atmospheric infrasound generation by ocean waves in finite depth: unified theory and application to radiation patterns. *Geophysical Journal International*, 221(1), 569-585.



L'objectif de ce stage est d'utiliser le modèle de source développée par De Carlo et al. (2020) afin de simuler des détections infrason en station pour les comparer aux observations du réseau du SSI et des réseaux nationaux. Il s'agit de démontrer la possibilité d'utiliser les écarts entre, d'un côté, les paramètres mesurés en station infrason et, de l'autre, leur simulation, pour diagnostiquer l'état de l'atmosphère. Pour ce faire, il est nécessaire d'étudier les biais induits par les choix de paramètres du modèle (sensibilité au modèle de source et de propagation) et de méthodes de traitement des observations (sensibilité à l'algorithme de détection/estimation choisi) utilisés. La problématique multi-source pour la houle océanique sera étudiée afin d'améliorer les méthodes de comparaison entre simulations et observations.

Des sorties de modèles d'atmosphère de différentes bases de données seront utilisées. Des cas d'études pourront être privilégiés comme par exemple ceux mettant en jeu des événements atmosphériques majeurs tels les réchauffements stratosphériques soudains. Les observables infrasons à simuler pourront être discutées (détection avérée ou non dans la direction attendue, distribution d'azimuts des détections, amplitude du signal en station, ...) afin de proposer une approche viable permettant d'évaluer la performance des modèles d'atmosphère.

Ce travail permettra d'alimenter une recherche au long cours visant à tendre vers l'assimilation de données infrasonores de la houle océanique dans les modèles météorologiques opérationnels et impliquant plusieurs partenaires nationaux et européens.

Compétences requises : Le candidat doit avoir un intérêt pour la géophysique et le travail à la frontière de plusieurs disciplines (physique de l'atmosphère, acoustique, mathématiques appliquées, traitement de données). Il doit être capable de se confronter à un large jeu de données à des fins de traitement et d'analyse. Il devra faire preuve de rigueur, être capable de proposer des pistes d'étude et d'interagir avec différents interlocuteurs. Expérience requise en programmation (Python, Matlab,...). Niveau d'anglais (lu/écrit) correct souhaité.

Mots-clefs : dynamique de l'atmosphère, propagation infrason, modèle atmosphérique, traitement de données, analyse de larges jeux de données, analyse statistique, traitement du signal

Poursuite en thèse : non

Lieu de travail : CEA, Département Analyse Surveillance Environnement, Bruyères-le-Châtel (91). Prévoir un délai d'un mois pour les procédures d'habilitation du CEA.

Contact : constantino.listowski@cea.fr