

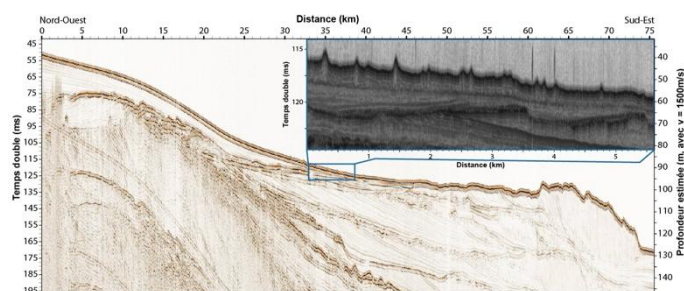
Système d'Exploration Automatisée des Micro-reliefs, protubérances et émissions gazeuses en milieu MARin

Description

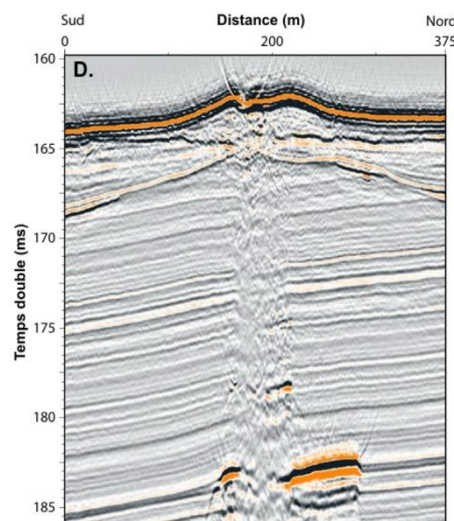
L'exploration du fond marin méditerranéen est un enjeu majeur pour la caractérisation des processus géologiques et biogéochimiques, notamment par l'analyse combinée des données acoustiques et géophysiques disponibles. Le laboratoire CEFREM exploite des jeux de données géophysiques marine de surface et de subsurface. Ces bases de données comprennent notamment des modèles numériques de terrain (bathymétrie, élévation résiduelle, rétrodiffusion) et des profils sismiques haute résolution (sparker, chirp et sondeur de sédiments).

Parmi ce vaste ensemble de données, les campagnes de reconnaissance réalisées dans le cadre de l'implantation des fermes éoliennes dans le golfe du Lion offrent un jeu de données particulièrement intéressant, caractérisé par une très haute résolution spatiale couvrant de larges surfaces. À partir de ces données, de nombreuses protubérances ont été découvertes sur le fond marin et cartographiées par le CEFREM, notamment à partir de l'analyse de la bathymétrie résiduelle. L'étude de ces protubérances est importante car elles sont susceptibles d'être causées par des fluides (gaz ou liquides), dont il convient de connaître la nature et la quantité.

Le projet vise à étudier ces protubérances à partir d'un autre type de données : des données de géophysique de subsurface (sismique marine) permettant d'accéder aux archives et enregistrements sédimentaires et donc potentiellement à des structures équivalentes s'étant mise en place dans le passé (voir figures ci-dessous).



Figures : exemple de profil sismique (haut) et zoom sur une protubérance et la cheminée sous-jacente (droite).



À partir de ce type d'images, l'objectif est la détection automatique des protubérances, pockmarks, ainsi que des éventuelles cheminées sous-jacentes, en appliquant des méthodes avancées de traitement du signal et d'apprentissage automatique, complétées par des

techniques classiques. Cette combinaison méthodologique vise à maximiser la fiabilité de la détection tout en réduisant les faux positifs, en tirant pleinement parti des capacités prédictives et adaptatives des algorithmes récents.

Ainsi, le projet se donne pour objectif le développement et la mise en œuvre d'un protocole automatisé de traitement et d'analyse des données de sismique haute résolution, visant :

- la détection et la classification morphologique des protubérances et pockmarks sur le fond de mer, puis la comparaison des résultats avec ceux de la cartographie de surface,
- la détection et la classification des protubérances et pockmarks en subsurface,
- l'identification structurée d'anomalies pouvant signaler la présence d'accumulation ou de migration de gaz.

Travail à réaliser

Le stage s'articule autour de quatre volets complémentaires :

1. Pré-traitement et harmonisation des données

- Analyser les jeux de données fournis par le CEFREM afin de concevoir une chaîne de traitement automatisée.
- Effectuer le nettoyage, la labellisation, la normalisation et, éventuellement l'intégration de données multi-sources.
- Mettre en place des procédures assurant la cohérence spatiale et temporelle entre les différents jeux de données.

2. Détection automatique des structures

- Identifier et comparer différentes méthodes de segmentation supervisée pour isoler les protubérances et pockmarks à l'échelle fine.
- Tester plusieurs méthodes (au moins 2) et sélectionner celui répondant le mieux aux exigences du cahier des charges (précision, robustesse, temps de calcul).
- Evaluer les performances de la méthode retenue à l'aide d'indicateurs pertinents (matrice de confusion, précision, rappel, F1-score, etc.).

3. Classification morphologique

- Identifier et tester des approches de classification afin d'établir une typologie des structures détectées (protubérance simple, protubérance à creux associé, pockmark, etc.).
- Valider la classification par comparaison avec les résultats de la cartographie de surface.

4. Identification de l'ancrage des structures détectées en subsurface

- Réaliser une analyse morphologique croisée entre les structures détectées en surface et les anomalies observées en subsurface.

- Identifier des signatures sismiques ou acoustiques anormales susceptibles de révéler la présence de cheminées de migration de gaz ou de fluides.
- Interpréter les résultats en lien avec les données sismiques afin de réduire les faux positifs et d'améliorer la fiabilité des détections.

Pré-requis : Le stage requiert de bonnes connaissances en analyse de données, traitement du signal et apprentissage automatique, ainsi qu'une maîtrise de Python ou Matlab pour le traitement et la visualisation des données. Des notions en géophysique ou en imagerie scientifique sont un atout. Rigueur, autonomie et curiosité scientifique sont essentielles.

Nombre de personnes maximum : 1

Lieu où se déroule le stage : Laboratoire PROMES-CNRS / Laboratoire CEFREM

Formation : Master 2^{ème} année, école d'ingénieur 5^{ème} année

Domaine : EEA, intelligence artificielle

Durée du stage : 6 mois

Période souhaitée : 1er semestre 2026

Rémunération : Gratification mensuelle forfaitaire en vigueur sur la base de 35 h/semaine (~ 634 € en 2026)

Encadrants :

LION André, doctorant, andre.lion@univ-perp.fr, CEFREM

JATIAULT Romain, MCF, romain.jatiault@univ-perp.fr, CEFREM

BRESSAN Michael, MCF, michael.bressan@univ-perp.fr, PROMES-CNRS

THIL Stéphane, MCF, stephane.thil@univ-perp.fr, PROMES-CNRS **Mails de contacts :**

Envoyez CV et lettre de motivation à michael.bressan@univ-perp.fr et stephane.thil@univ-perp.fr.