

Ecole Doctorale

Sciences de la Mer et du Littoral

Laboratoire Géosciences Océan

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le mercredi 12 mai 2021 à 14h

à l'Institut Universitaire Européen de la Mer, Amphithéâtre "A", Technopôle Brest-Iroise, Plouzané.

Madame FLAMME JUDITH

soutiendra une thèse de doctorat sur le sujet suivant :

" Nouvelle approche de l'étude du sous-sol marin : application conjointe de l'électromagnétisme, de la sismique multitrace et de la géotechnique ".

Le jury sera ainsi composé :

- **MME BAZIN SARAH, Physienne-adjointe**
Univ. de Bretagne Occidentale - PLOUZANE
- **M. KER STEPHAN, Chercheur**
IFREMER - Centre Bretagne - PLOUZANE
- **MME ROCIO ISORNA, Chercheure détachée**
- BREST
- **M. TARITS PASCAL, Professeur des universités**
Univ. de Bretagne Occidentale - PLOUZANE
- **M. THOREL LUC, Directeur de recherche**
Université Gustave Eiffel - BOUGUENNAIS
- **M. VENNESTE MAARTEN, Senior researcher**
Norwegian Geotechnical Institute - N-0806 OSLO - NORVEGE

invité(e) :

- **M. DENOIS THIERRY, Spécialiste**
EDF - Civil Engineering Dpt - COURBEVOIE
- **M. D'EU JEAN-FRANCOIS, Président**
Mappem Geophysics - SAINT-RENAN

A BREST, le 04 mai 2021

Le Président de l'Université de
Bretagne Occidentale,



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'JALLOU'.

M. GALLOU

Titre : Nouvelle approche de l'étude du sous-sol marin : application conjointe de l'électromagnétisme, de la sismique multitrace et de la géotechnique

Mots clés : Approche multidisciplinaire ; Investigation du sous-sol marin ; Tomographie de Résistivité Electrique ; Sismique multitrace ; Géotechnique

Résumé : L'étude de la géologie du sous-sol marin est une phase fondamentale dès que l'on a besoin de connaître les propriétés physiques ou mécaniques du sous-sol. Les méthodes géophysiques réalisent d'abord des mesures à distance avec des systèmes tractés derrière le navire, et se caractérisent par une couverture rapide et peu coûteuse du site étudié, et des données fournies au mieux à l'échelle métrique. Les essais géotechniques donnent ensuite des mesures ponctuelles à l'échelle centimétrique, directement sur le sous-sol marin, *in situ* ou en laboratoire sur échantillons. Ces approches sont complémentaires mais différentes et leur utilisation conjointe est donc complexe. Nous cherchons à améliorer la mise en commun de ces données de nature et d'échelle différentes afin d'optimiser l'information géologique finale. Cette thèse utilise deux méthodes d'imagerie géophysique : la sismique multitrace très haute résolution, mesurant l'amplitude

acoustique et la vitesse des ondes P ; et la tomographie marine de résistivité électrique (MERT). Un traitement optimisé leur est appliqué pour améliorer la résolution et la qualité des modèles. Une approche conjointe est développée entre la sismique et la MERT via l'inversion contrainte 1D. Les modèles géophysiques sont ensuite confrontés aux données géotechniques disponibles en utilisant le proxy de la porosité. La méthodologie est testée en Baie de Concarneau, site comportant du gaz dans les sédiments, et au large de Saint-Nazaire, sur un plateau rocheux karstique. Elle a montré son efficacité en apportant une information supplémentaire sur la géologie (e.g., caractéristiques pétrophysiques du sédiment gazeux, niveau d'hétérogénéité du calcaire) tout en contournant les limites physiques intrinsèques aux techniques considérées individuellement.

Title: A New Approach in the Study of the Marine Sub-surface: joint Use of Electromagnetism, multichannel Seismics and Geotechnics

Keywords: Multidisciplinary approach; Marine sub-surface; Electrical Resistivity Tomography; Multichannel Seismics; Geotechnics

Abstract: The study of the marine sub-surface is a critical phase as soon as we need to know the physical and mechanical properties of the soil. First, geophysical methods provide remote measurements with systems towed behind a vessel. These data are characterized by a rapid and inexpensive coverage of the study area to give geological information at a meter scale at best. Second, geotechnical tests provide punctual but very high resolution (every centimeter) data, taken directly in the subsurface, *in situ* or in a laboratory on extracted samples. These approaches are complementary but different which makes their joint use complex. We try to improve the integration of these data sets to improve the final geological information. This thesis uses two geophysical methods: ultra-high resolution multichannel seismic imaging, giving the acoustic amplitude and the P-wave velocity in the medium; and the marine electrical resistivity tomography (MERT) giving the distribution of

the electrical resistivity in the sub-surface. An optimized processing workflow is applied to each data set to improve the precision and the quality of the models. We developed a joint approach between seismic imaging and MERT using 1D constrained inversion of the resistivity. The geophysical models are then compared to the available geotechnical data using the porosity as linking parameter. The method is tested in the Bay of Concarneau (France), a site characterized by gas in the sediments, and off the Saint-Nazaire harbour (France), on a calcareous plateau showing karstification. The method worked successfully by adding new geological information on both sites (e.g., petrophysical behaviour of the gassy sediment, heterogeneity level of the calcarenite) while circumventing individual limitations of each technique.