

Résumés des JAAN2023 Bordeaux

Modélisation vibroacoustique soustractive pour la prédiction du rayonnement d'une coque cylindrique dans un guide d'ondes, Florent Dumortier [et al.]	3
Effets de la pression sur l'atténuation résonante de matériaux inclusionnaires contenant des billes poreuses pour l'acoustique sous-marine, Thomas Brunet [et al.] .	4
Modélisation du comportement vibratoire de structures métalliques remplies de matériau viscoélastique, Matthieu Marion [et al.]	5
Modélisation du comportement vibro-acoustique des coques de véhicules sous-marins dans les moyennes fréquences, Laurent Maxit	6
Traitement d'un panneau pour l'isolation sub-longueur d'onde de sources acoustiques, Torea Blanchard [et al.]	7
Comparaison et analyse du bruit sous-marin rayonné par des navires vraquiers équipés de systèmes de propulsion diesel versus diesel-électrique, Paul Camerin [et al.]	8
Matériaux acoustiques pour applications navales : Discrétion et furtivité des systèmes sous-marins (par Naval Group) & Revêtements acoustiques optimisés pour les antennes sous-marines (par THALES), Laetitia Roux et Jean Dassé [et al.] . .	9
Fusion de données acoustiques pour la segmentation sémantique du fond marin, Lionel Pibre [et al.]	10
Les défis de la modélisation full-wave HPC en environnement marin – Exemple de la propagation sismo-acoustique générée par l'explosion d'engins explosifs historiques à forte charge en eau peu profonde, Nathalie Favretto-Cristini [et al.] . .	11
SEASOUNDS – Un Doctoral Network ciblé autour de la pollution sonore sous-marine d'origine anthropique et de son impact sur l'écosystème marin, Nathalie Favretto Cristini	12
Modélisation et observation de la propagation d'ondes sismo-acoustiques dans un guide d'onde fluide solide, Jean Lecoulant [et al.]	13

Modèle de propagation asymptotique en acoustique sous-marine 3D par reconstruction de fronts d'onde, Thierry George	14
Métaréseaux pour le contrôle asymétrique de fronts d'ondes acoustiques dans l'eau, Simon Bernard [et al.]	17
Utilisation de réseau de neurones pour l'approximation rapide de la propagation modale dans un guide d'onde océanique, Arthur Varon [et al.]	18
La fibre optique au service des communications acoustiques sous-marines, Philippe Courmontagne [et al.]	19
Impacts des micro-complexités de l'environnement océanique sur la modélisation de la propagation acoustique sous-marine, Nathan Ivkovic [et al.]	20
Communications acoustiques sous-marines furtives, Aurélien Bonvard [et al.] . . .	21
Caractérisation expérimentale de la diffusion acoustique par une coque cylindrique au voisinage d'une surface libre, Anaïs Perin [et al.]	22
De l'utilisation de fonctions de Green adaptées à un couplage fluide-fluide pour le calcul de la pression diffractée par une ou plusieurs bulles d'air dans de l'eau., Louise Pacaut [et al.]	23
Prédiction du spectre de pression pariétale sur une structure courbée excitée par une couche limite turbulente non homogène, en eau., Nicolas Trafny [et al.] . . .	24
Analyse de l'origine hydrodynamique de son tonal émis par un hydrofoil par Décomposition Modale Dynamique de données TR-PIV et l'analogie de Lighthill, Samuel Pinson [et al.]	25
Prédiction du comportement vibro-acoustique d'une hélice à échelle réduite soumise à une excitation par couche limite turbulente., Jean-Baptiste Chassang [et al.] . .	26
Analyse et modélisation de la pression dynamique dans un circuit hydraulique, Fabien Chevillotte [et al.]	27
Modélisation de l'impact des sondeurs de la Flotte Océanographique Française sur les mammifères marins, Marie Ponchart	28
Pollution sonore: what kind of a noise annoys an oyster?, Jean-Charles Massabuau	29
Effets sismo-acoustiques en présence de bassins sédimentaires : impact sur le bruit généré par le battage de pieux et modélisation pseudo-3D de l'interaction de deux opérations de battage, Paul Cristini [et al.]	30

Modélisation vibroacoustique soustractive pour la prédiction du rayonnement d'une coque cylindrique dans un guide d'ondes

Florent Dumortier * ^{1,2}, Jamie Kha ³, Laurent Maxit ⁴, Mahmoud Karimi ³,
Valentin Meyer ⁵

¹ Laboratoire Vibrations Acoustique (LVA) – Institut National des Sciences Appliquées de Lyon,
Université de Lyon – France

² Naval Group – Naval Group – France

³ University of Technology Sydney (UTS) – Australie

⁴ Laboratoire Vibrations Acoustique (LVA) – Institut National des Sciences Appliquées de Lyon,
Université de Lyon – France

⁵ Naval Group – Naval Group – France

Les méthodes numériques pour la prédiction du bruit rayonné par des structures immergées sont d'une importance primordiale afin de s'assurer de la haute performance des systèmes utilisés pour des applications navales. Lorsque l'on s'intéresse au bruit rayonné par une structure élastique par petit fond, l'influence de la surface libre ainsi que du fond marin ne peut être négligée car le couplage fluide-structure est fort. Pour le cas d'une coque cylindrique dans un guide d'onde, la présence des limites du domaine acoustique rompt l'axisymétrie du système par rapport au cas de la coque cylindrique dans un milieu fluide infini. Ceci conduit à un couplage des modes circonférentiels de la coque, ce qui alourdit considérablement les calculs. Dans cette étude, on se propose d'utiliser le principe de la modélisation vibroacoustique soustractive pour contourner cet obstacle. Celle-ci est basée sur les méthodes CTF (Condensed Transfer Function) et rCTF (reverse Condensed Transfer Function). Ces méthodes permettent la prédiction du comportement vibroacoustique d'un système via la combinaison de fonctions de transfert condensées des sous-systèmes couplés et découplés dont le système d'intérêt est composé. Partant de ce principe, le rayonnement de la coque cylindrique dans le guide d'onde peut être déduit du calcul des fonctions de transfert condensées du guide d'onde seul, du volume d'eau occupé par la coque cylindrique, et de la coque cylindrique seule. Les résultats de cette approche seront comparés à des résultats obtenus via une approche analytique récemment développée pour les différents types de fonctions de condensation utilisés.

Mots-Clés: Vibroacoustique, modélisation soustractive, rayonnement acoustique, guide d'ondes, modélisation

*Intervenant

Effets de la pression sur l'atténuation résonante de matériaux inclusionnaires contenant des billes poreuses pour l'acoustique sous-marine

Thomas Lacour ¹, Romain Poupart ², Olivier Mondain-Monval ²,
Christophe Aristégui ¹, Olivier Poncelet ¹, Thomas Brunet ^{* 1}

¹ Institut de Mécanique et d'Ingénierie (I2M) – Université de Bordeaux, Institut polytechnique de Bordeaux, Centre National de la Recherche Scientifique, Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement, Arts et Métiers Sciences et Technologies – France

² Centre de Recherche Paul Pascal (CRPP) – Université de Bordeaux, Institut de Chimie du CNRS, Centre National de la Recherche Scientifique – France

Les matériaux de revêtement dédiés à l'anéchoïsme et à la furtivité en acoustique sous-marine doivent présenter une grande fiabilité quant à leur résistance mécanique à la pression hydrostatique. Une nouvelle classe de matériaux inclusionnaires contenant des billes poreuses au sein d'une matrice de polyuréthane a été proposée récemment comme dispositif isolant acoustique. Dans cet exposé, nous nous pencherons sur l'efficacité en termes d'absorption de ces matériaux exposés à des charges uniaxiales imitant les pressions hydrostatiques rencontrées en acoustique sous-marine. Nous comparerons ensuite les performances de ces matériaux localement résonants à la technologie de revêtement classique contenant des micro-ballons. Nous verrons que l'atténuation (résonante) de notre matériau reste supérieure à celle du matériau à base de micro-ballons jusqu'à plusieurs bars. Au-dessus d'une certaine valeur critique proche de la dizaine de bars, la contrainte mécanique endommage de manière irréversible les billes poreuses présentes dans nos matériaux et amoindrit fortement son pouvoir absorbant.

Mots-Clés: Métamatériaux, ultrasons, absorption, matériaux inclusionnaires, résonances locales

*Intervenant

Modélisation du comportement vibratoire de structures métalliques remplies de matériau viscoélastique

Matthieu Marion ^{*† 1,2}, Lucie Rouleau ¹, Boris Lossouarn ¹, Cédric Leblond ², Arthur Voisin ², Jean-Francois Deü ¹

¹ Laboratoire de Mécanique des Structures et des Systèmes Couplés (LMSSC) – Conservatoire National des Arts et Métiers [CNAM] – France

² CESMAN – Naval Group – France

La signature acoustique des navires et des sous-marins provient, pour une large part, des vibrations structurelles induites par les équipements internes ou l'écoulement. L'optimisation acoustique des structures navales repose donc principalement sur la réduction des vibrations. D'autre part, des contraintes d'architecture plus globales incitent à une réduction de masse. Une des solutions envisagées pour atteindre ce double objectif consiste à éviter les structures et à les remplir d'un matériau moins dense et présentant des propriétés amortissantes. Dans une perspective d'optimisation du comportement vibra-acoustique, il devient nécessaire d'évaluer quantitativement le gain de performance apporté par certains matériaux de remplissage.

Une solution pour quantifier l'impact d'un matériau de remplissage sur l'amortissement vibratoire est d'étudier les caractéristiques modales de la structure remplie. Cependant le comportement viscoélastique des matériaux utilisés induit une dépendance en fréquence qui complexifie la résolution du problème aux valeurs propres. De plus, la méthode MSE (Modal Strain Energy) est rendue inefficace par la forte densité de modes internes liés à la géométrie utilisée.

Trois méthodes numériques sont proposées et comparées. La résolution directe du problème, utilisée comme solution de référence, ainsi que la méthode dite de Base Réduite permettent de tracer des fonctions de réponses en fréquences à partir desquelles il est possible de déterminer les caractéristiques modales de la structure. La troisième méthode est un modèle à variables internes utilisé pour calculer directement les modes complexes de la structure. Les caractéristiques modales issues des calculs sont comparées à des résultats expérimentaux afin de valider la modélisation du matériau de remplissage. Les modèles pourront ensuite être utilisés pour mettre en place des méthodes d'identification inverse ou de d'optimisation des propriétés matériaux.

Mots-Clés: Analyse modale, Structures creuses, Viscoélasticité

*Intervenant

†Auteur correspondant: matthieu.marion@lecnam.net

Modélisation du comportement vibro-acoustique des coques de véhicules sous-marins dans les moyennes fréquences

Laurent Maxit * ¹

¹ Laboratoire Vibrations Acoustique (LVA) – Institut National des Sciences Appliquées (INSA) - Lyon,
Institut National des Sciences Appliquées [INSA] - Lyon – Bâtiment St. Exupéry, INSA Lyon, 25 bis,
avenue Jean Capelle 69621 VILLEURBANNE CEDEX, France

Pour les industriels du secteur naval de défense, il est important de maîtriser le comportement vibroacoustique des coques résistantes des véhicules sous-marins qu'ils conçoivent. Ce comportement peut en effet influencer les performances opérationnelles du navire, que ce soit en termes de discrétion acoustique (rayonnement en champ lointain), de furtivité par rapport à la menace des Sonars actifs (index de cible) ou encore du bruit propre sur ses antennes Sonar (rayonnement en champ proche). Pour appréhender ce comportement vibroacoustique dès les phases d'avant-projet, il est nécessaire de s'appuyer sur les simulations numériques (en support à l'expertise des ingénieurs et à l'analyse du retour d'expériences). Cependant, le problème à modéliser présente quelques spécificités qui le rendent complexe à résoudre par des méthodes de discrétisation classiques : la coque épaisse peut être de grande taille, les structures internes (raidisseurs, cloisons, carlingages, etc) et les sources d'excitation sont nombreuses et complexes, le domaine de fréquence d'intérêt est large (quelques centaines de Hz à plusieurs kHz), l'interaction entre la coque et l'eau est forte. Après avoir présenté les spécificités du problème, nous verrons comment une approche inspirée des LEGO - l'approche des fonctions de transfert condensées - a été développée pour traiter la problématique. On discutera ensuite de quelques résultats pour illustrer différents comportements de ces coques résistantes et on tentera de dresser quelques perspectives pour ce type de modélisation.

Mots-Clés: vibroacoustique, bruit rayonné

*Intervenant

Traitement d'un panneau pour l'isolation sub-longueur d'onde de sources acoustiques

Torea Blanchard * ¹, Damien Lecoq * ^{† 1}, Clément Lagarrigue * ^{‡ 1}

¹ Metacoustic, 57 BD Demorieux, 72000 Le Mans – Metacoustic – France

Metacoustic développe son expertise dans les métamatériaux et les traitements acoustiques innovants. Parmi ses solutions, celle présentée dans cette étude se base sur le traitement d'un panneau particulièrement léger et mince pour atténuer les basses fréquences. Ce panneau est composé d'un matériau souple dans lequel sont incorporées des inclusions solides placées de façon périodique. La présence des inclusions permet, lorsque le panneau est soumis à une excitation acoustique, d'introduire des phénomènes de résonances et d'antirésonances dans le domaine des sub-longueurs d'onde (avec une épaisseur de plaque 30 fois plus petite que la longueur d'onde équivalente dans l'air), conduisant à une bande interdite élastique et une interférence destructive de modes. Ces phénomènes permettent d'augmenter fortement les pertes par transmission du panneau pouvant dépasser la loi de masse de près de 15 dB. Cette étude se propose d'explorer numériquement le comportement isolant de ce panneau pour des applications navales, notamment par le biais d'un nouvel outil de lecture, à savoir le diagramme de bande vibro-acoustique. Cet outil permet de mutualiser à la fois les informations vibratoires (modes élastiques) du panneau et celles du coefficient par pertes de transmission, favorisant ainsi une analyse virbo-acoustique.

Mots-Clés: Vibroacoustique, Acoustique, Navale, Metamatériaux

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: damien.lecoq@metacaoustic.com

[‡]Auteur correspondant: clement.lagarrigue@metacoustic.com

Comparaison et analyse du bruit sous-marin rayonné par des navires vraquiers équipés de systèmes de propulsion diesel versus diesel-électrique

Paul Camerin * ¹, Kamal Kesour ¹, Jean-Christophe Marquis Gauthier ¹,
Cédric Gervaise ², Pierre Mercure-Boissonnault ³

¹ Innovation Maritime (IMAR) – Canada

² CHORUS – Institut Polytechnique de Grenoble - Grenoble Institute of Technology – France

³ Institut des Sciences de la MER de Rimouski (ISMER) – Canada

Le secteur maritime joue un rôle significatif dans l'augmentation du bruit anthropique en milieu marin. Fort de ce constat, le projet MARS (Marine Acoustic Research Station) cherche à comprendre et mesurer le bruit sous-marin rayonné par les navires dans le fleuve Saint-Laurent. Le projet s'applique à réaliser les signatures acoustiques des navires passant dans la station de mesure qui est conforme à la norme ANSI/ASA S12.64 2009. De plus, des diagnostics vibratoires sont également effectués pour identifier les sources responsables de bruit sous-marin à bord des navires et recommander des mesures de mitigation ciblées. Il est largement admis que le moteur principal et l'hélice sont les principales sources du bruit sous-marin émis par les navires qui peut varier selon plusieurs paramètres (caractéristiques des navires, conditions de navigation). La présente étude compare et analyse les signatures acoustiques de trois navires de même classe (vraquier) munis de différents systèmes de propulsion. Deux navires jumeaux sont équipés d'un système de propulsion classique, dits 'diesel', composé d'un moteur diesel 2-temps et d'une seule hélice. Le système de propulsion du troisième navire, dite 'diesel-électrique', composé de moteurs électriques et deux hélices. À des vitesses similaires, la comparaison montre que le navire diesel-électrique est beaucoup moins bruyant que les autres navires diesel de même classe.

Mots-Clés: Bruit rayonné, Système de propulsion

*Intervenant

Matériaux acoustiques pour applications navales : Discrétion et furtivité des systèmes sous-marins (par Naval Group) & Revêtements acoustiques optimisés pour les antennes sous-marines (par THALES)

Laetitia Roux ^{*†} ¹, Jean Dassé ^{* ‡} ²

¹ Naval Group – Naval Group – France

² Thales – THALES – France

Les matériaux à fonction acoustique jouent un rôle clé pour la maîtrise et l'amélioration des performances acoustiques de systèmes navals. De tels matériaux sont principalement utilisés en tant que revêtements acoustiques externes d'une coque pour améliorer la discrétion et furtivité de systèmes sous-marins (sous-marin, drone, ...) ou installés en environnement d'antennes SONAR pour améliorer leur performance en détection. Dans cette plénière, Naval Group se focalisera sur les notions de discrétion et furtivité acoustique de systèmes sous-marins face aux menaces adverses, ainsi que les différentes technologies de revêtements existantes pour améliorer ses performances acoustiques. THALES présentera ensuite les revêtements spécifiques optimisés pour les performances acoustiques des antennes SONAR, par exemple en diminuant le niveau de bruit propre transmis vers l'antenne ou en limitant l'impact des réflexions parasites sur les superstructures environnantes. Avec l'évolution des menaces actuelles et la multiplication d'acteurs sous-marins (tels que les drones), de nouveaux défis émergent dans le domaine des matériaux acoustiques, résultant en une nécessité de faire évoluer les outils de prédiction des performances acoustiques, l'amélioration et la fiabilisation des moyens de caractérisation et de concevoir des solutions innovantes et souveraines face à ces menaces qui couvrent une gamme de fréquences de plus en plus large. **Mots-Clés:** Discrétion, Furtivité, Matériaux acoustiques, Antennes sous-marines

*Intervenant

†Auteur correspondant: laetitia.roux@naval-group.com

‡Auteur correspondant: jean.dasse@fr.thalesgroup.com

Fusion de données acoustiques pour la segmentation sémantique du fond marin

Lionel Pibre *^{1,2}, Jérôme Pasquet^{1,2}, Vincent Douzal¹, Claire Noël³,
Simon Marchetti³, Jean Marc Temmos³

¹ Territoires, Environnement, Télédétection et Information Spatiale (UMR TETIS) – Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, AgroParisTech, Centre National de la Recherche Scientifique, Institut National de Recherche pour l’Agriculture, l’Alimentation et l’Environnement – France

² Université Paul-Valéry Montpellier 3 - Faculté Éducation et sciences pour les LLASHS (UPVM UM3 UFR6) – Université Paul-Valéry - Montpellier 3 – France

³ SEMANTIC TS – SEMANTIC TS. 1142 Chemin de St Roch, 83110 SANARY s/Mer. France – France

Le projet ADELE, réalisé avec le concours financier de la DGA (RAPID), ambitionne de fournir de nouvelles technologies permettant grâce à une meilleure segmentation des fonds marins d’optimiser la détection d’objets immergés. Ces problématiques majeures sont communes à de nombreux domaines de la recherche civile et militaire. L’objectif du projet est de proposer de nouveaux systèmes de détection de changement de l’environnement marin littoral petits fonds, tant pour les applications civiles de suivi de l’écosystème marin, que pour les applications militaires. Ces dernières trouvent un intérêt dans le contexte de la guerre des mines, mais aussi de la connaissance de la topographie des très petits fonds marins pour les opérations de débarquement. D’autre part, les technologies testées visant à être embarquées sur drone sous-marin, opérant à une altitude proche du fond, pourront servir les besoins de connaissance par grands fonds.

Le projet ADELE cherche à rendre ces avancées possibles via le développement de méthodes d’apprentissage profond (Deep Learning). Il exploite les jeux de données acoustiques brutes issues d’un sondeur multi-faisceaux de nouvelle génération (bathymétrie, snippets, truePix) associées aux vérités terrain recueillies par SEMANTIC TS au travers de campagnes saisonnières et dédiées de mesures des fonds marins (avec présence/absence d’objets de type mine). Ces données acoustiques sont labellisées et exploitées en collaboration avec les chercheurs de l’UMR TETIS spécialisés dans le développement de modèles à base de Deep Learning.

Une nouvelle méthode de fusion basée sur un réseau de neurones pour la segmentation des fonds marins est présentée. Cette approche s’applique aux données brutes et de dimensions variables : pour chaque fauchée la bathymétrie possède un nombre de points fixe, quand les snippets et le truePix comportent un nombre variable de points. Pour parvenir à cette fusion, plusieurs processus sont mis en œuvre afin de combiner ces trois ensembles de données et attribuer à chaque point correspondant aux fonds marins une des neuf catégories distinctes considérées. Une analyse approfondie de ces différentes méthodes de fusion révèle que notre proposition est capable d’intégrer efficacement ces trois ensembles de données de dimensions différentes. L’analyse des performances des résultats du réseau de neurones développé est présentée en termes d’accuracy, ainsi que dans l’espace géographique sous forme de cartographies comparatives des résultats de l’IA et des labels.

Mots-Clés: Apprentissage profond, fusion multimodale, données sonar, biologie du fond marin

*Intervenant

Les défis de la modélisation full-wave HPC en environnement marin – Exemple de la propagation sismo-acoustique générée par l’explosion d’engins explosifs historiques à forte charge en eau peu profonde

Vadim Monteiller ¹, Nathalie Favretto-Cristini * ¹, Paul Cristini ¹

¹ Laboratoire de Mécanique et d’Acoustique – Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, LMA, Marseille, France, Aix-Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, LMA, Marseille, France – France

Unexploded historical ordnance (UXO) from World War II must be destroyed quickly after discovery to ensure the safety of divers and ships. The favored destruction method is countermining, *i.e.* the use of a high-order detonation conducted by exploding an additional donor charge placed adjacent to the UXO. In contrast to the risks for people in charge of the UXO countermining, that are well known by the Mine Warfare experts, the possible consequences of underwater explosions on the marine environment and biodiversity and on the buildings located on the shore are more difficult to evaluate. However, a decision support tool for the risk assessment that would rely on reliable wave propagation modeling would be useful.

3D numerical modeling of seismo-acoustic wave propagation in coastal environments with variable geometrical and physical properties induces significant challenges in terms of meshing and computational resources. We discuss here these challenges for the case of wave simulation in the Bay of Hyères (Mediterranean Sea, France) conducted using a 3D spectral-element method. The 3D mesh of the Bay accounts for the variable topography and bathymetry, as well as the sedimentary layers that can be as thin as one meter. The simulations were performed up to 30 Hz on a GPU supercomputer. The limit of 30 Hz is conditioned by both the small thickness of sedimentary layers and the weak shear-wave velocities of unconsolidated sediments (200 m/s). This requires refining the sedimentary elements and results in meshes containing hundreds of millions of elements. This work is a first step towards our objective to generate meshes with a billion elements on the future pre-exascale infrastructures that will allow to simulate propagation beyond 100 Hz.

This work was part of the ChEESE project funded by the EU’s Horizon 2020 research and innovation program under the Grant Agreement 823844.

*Intervenant

SEASOUNDS – Un Doctoral Network ciblé autour de la pollution sonore sous-marine d’origine anthropique et de son impact sur l’écosystème marin

Nathalie Favretto Cristini * ¹

¹ Laboratoire de Mécanique et d’Acoustique – Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, LMA, Marseille, France, Aix-Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, LMA, Marseille, France – France

SEASOUNDS aims to better characterize and predict marine soundscapes, in order to provide recommendations for appropriate and proportionate underwater noise mitigation solutions, for improved know-how, decision-making and standards setting for a sustainable Blue Growth limiting the impact on marine wildlife. SEASOUNDS will address important knowledge gaps related to understanding, characterization and modeling of the entire noise transfer chain, from the noise source (e.g. offshore foundation installation, UXO disposal, shipping) to the receiver (whether a technological tool or an animal). SEASOUNDS’ methodological approach is built around the idea that, to address effectively these complex scientific questions, we need to go beyond the underwater acoustics-related approaches. Thus, SEASOUNDS will incorporate concepts, models, and tools from seismology and mechanics to (i) develop innovative solutions to monitor marine mammals and provide information on seabed properties; (ii) characterize the soundscape of eco-regions where noise pollution is poorly known and hence insufficiently regulated; (iii) investigate methodology biases on noise assessment; (iv) develop efficient physics-driven modeling of noise generation and propagation in shallow waters; (v) study the impact of noise and vibrations on marine invertebrates and plants; (vi) understand the link between exposures of individual animals and the overall quality of the habitat that the animals live in. SEASOUNDS will train the next generation of professionals with high multidisciplinary, inter-sectoral, and transverse skills, who will comprehend noise pollution issues in a holistic way, and hence be highly valuable for public organizations, policy makers, and stakeholders who have to take science-based decisions. SEASOUNDS is a MSCA Doctoral network project funded by the EU’s Horizon Europe research and innovation program under the Grant Agreement 101119769.

*Intervenant

Modélisation et observation de la propagation d'ondes sismo-acoustiques dans un guide d'onde fluide solide

Jean Lecoulant ^{*† 1}, Claude Guennou ², Laurent Guillon ³, Jean-Yves Royer ⁴

¹ Institut de Recherche de l'Ecole Navale (IRENAV) – IRENav – France

² Geo-Ocean (GEO-OCEAN) – Université Brest, CNRS, Ifremer, UMR6538 Geo-Ocean, 9280 PLOUZANÉ, France – France

³ Institut de Recherche de l'Ecole Navale (IRENAV) – IRENav – France

⁴ Geo-Ocean (GEO-OCEAN) – Centre National de la Recherche Scientifique, Université Brest, CNRS, Ifremer, UMR6538 Geo-Ocean, 9280 PLOUZANÉ, France – France

L'activité sismique et volcanique sous-marine génère dans l'océan des ondes sismo-acoustiques basses-fréquences (< 100 Hz). Dans un océan homogène de profondeur finie reposant sur une croûte solide semi-infinie, l'équation acoustique prédit une propagation modale. Les ondes qui se propagent à la vitesse du son dans l'eau (ondes T) sont précédées d'ondes ultra-basses-fréquences (< 4 Hz), sous la phase d'Airy. Les vitesses de groupe de ces ondes sont influencées par les paramètres environnementaux et, en particulier, par les vitesses des ondes de compression et de cisaillement dans la croûte. Nous utilisons le code aux éléments finis spectraux SPEC-FEM2D pour modéliser les ondes générées dans une configuration simplifiée, avec une source sismique à l'aplomb d'un mont sous-marin de forme gaussienne, entouré d'un océan dont le fond est plat. Cette simulation confirme que les ondes T et leurs précurseurs suivent les courbes de dispersion théoriques. Dans une configuration plus réaliste, avec un milieu solide composé de couches de vitesses croissantes et avec un profil de vitesse du son dans l'océan, les ondes simulées suivent toujours des courbes de dispersion semblables à celles attendues dans le cas d'une croûte homogène. Une méthode empirique donne les vitesses équivalentes des ondes de compression et de cisaillement qui permettent d'approximer la croûte stratifiée par un solide homogène. Des données acquises dans l'Océan Indien par le réseau de sismomètres de fond de mer RHUM-RUM montrent des ondes T précédées par des ondes ultra-basses-fréquences, dont les courbes de dispersion sont semblables aux modes théoriques. Une fois obtenues les vitesses équivalentes pour les ondes de cisaillement et de compression dans la croûte, le mode 1 semble en bon accord avec le mode théorique, tandis qu'un décalage dans la fréquence du mode 0 doit encore être expliqué.

Mots-Clés: ondes sismo, acoustique, propagation, modes, ultra, basses, fréquences

*Intervenant

†Auteur correspondant: jean.lecoulant@ecole-navale.fr

Modèle de propagation asymptotique en acoustique sous-marine 3D par reconstruction de fronts d'onde

Thierry George * ¹

¹ George – Celum sarl – France

La méthode de reconstruction de front d'onde est classique en sismique, utilisée pour calculer les fonctions de Green asymptotiques 3D de l'imagerie de Kirchhoff. Dans le cadre de la sismique le milieu de propagation est élastique, lisse C^2 , isotrope ou anisotrope.

En acoustique sous-marine les propagations sont typiquement beaucoup plus longues et les réflexions sur le fond de mer et la surface doivent être prises en compte à un certain ordre. Nous présentons un modèle qui présente ces caractéristiques.

La célérité est échantillonnée sur une grille parallélépipédique. Le fond de mer est échantillonné sur une grille rectangulaire du type $z_{nm} = f(x_n, y_m)$. Les données physiques sont issues des bases EDMODnet et WOA13 afin de proposer des configurations opérationnelles. Nous illustrons notre propos avec des cartes de pertes incohérentes présentées dans le fichier joint.

Mots-Clés: simulation 3D, propagation acoustique asymptotique en fréquence, rayons, optique géométrique, réflexions multiples

*Intervenant



Simulation en acoustique sous-marine 3D par reconstruction de fronts d'onde avec prise en compte des réflexions multiples

Thierry George

thierry.george@celum.fr

La méthode de reconstruction de front d'onde est classique en sismique, utilisée pour calculer les fonctions de Green asymptotiques 3D de l'imagerie de Kirchhoff. Dans le cadre de la sismique le milieu de propagation est élastique, lisse C^2 , isotrope ou anisotrope. Il s'agit de trouver les rayons qui joignent un émetteur ponctuel à un grand nombre de récepteurs qui correspondent aux pixels d'une image 3D. L'algorithme est relativement simple : deux fronts maillés consécutifs, séparés par un pas de calcul des rayons parcourent le milieu de propagation. Les segments de rayon qui joignent les sommets des facettes des deux fronts d'onde définissent des cellules polyédriques utilisées pour « capturer » les récepteurs. Les rayons propres sont calculés par interpolation barycentrique et paraxiale à partir des sommets de la cellule de capture. Il existe un contrôle du maillage du front avec un critère de précision de temps de parcours et un découpage des facettes avec insertion d'un nouveau rayon quand le critère n'est pas vérifié. La mise en œuvre reste néanmoins assez délicate [1].

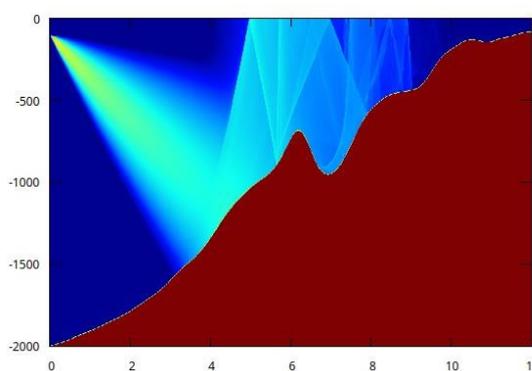
En acoustique sous-marine les propagations sont typiquement beaucoup plus longues et les réflexions sur le fond de mer et la surface doivent être prises en compte à un certain ordre. Les cellules de front d'onde qui atteignent une interface génèrent des cellules réfléchies en partie virtuelles. Quand l'incidence de ces cellules sur l'interface est faible, des difficultés algorithmiques apparaissent pour définir les cellules réfléchies. Une particularité du modèle présenté ici est la transformation du front d'onde réfléchi sur les interfaces qui dépend des courbures du fond de mer [2] : une réflexion sur une partie convexe génère une concentration de l'amplitude et une réflexion sur une partie concave génère une divergence.

La célérité est échantillonnée sur une grille parallélépipédique. Le fond de mer est échantillonné sur une grille rectangulaire du type $z_{nm} = f(x_n, y_m)$. Les données physiques sont issues des bases EDMODnet et WOA13 afin de proposer des configurations opérationnelles. Nous illustrons notre propos avec des cartes de pertes incohérentes présentées ci-après. Elles sont calculées à l'ouest de la Corse à 1 kHz et prennent en compte des réflexions multiples jusqu'à l'ordre 4.

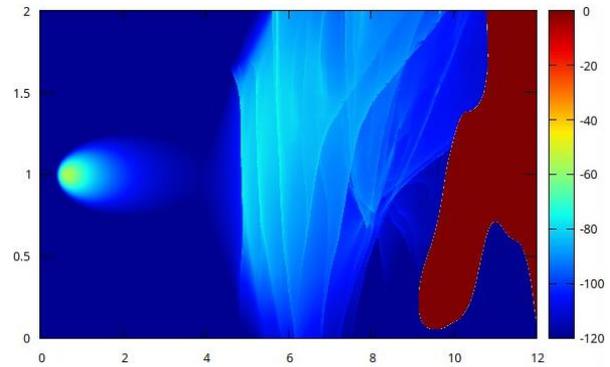
Celum

451 619 472 R.C.S. Versailles

99 Boulevard la Reine – 78,000 Versailles



Carte verticale de pertes incohérentes.
Le 0 dB représente le sous-sol



Carte horizontale de pertes incohérentes.
Profondeur de 250 m. Le 0 dB représente le sous-sol

Références

- [1] « **Simulateurs 2D et 3D de fonctions de Green asymptotiques pour des arrivées multiples par tracé de rais dynamiques** », Lucio Sérgio ,Thèse de l'Institut de Physique du Globe de Paris, 25 Octobre 1996.
- [2] « **Sensitivity of qP-wave travel times and polarization vectors to heterogeneity, anisotropy and interfaces**», Farra Véronique, le Bégat Soazig, Geophys. J. Int. (121) 1995

Métaréseaux pour le contrôle asymétrique de fronts d'ondes acoustiques dans l'eau

Hasna Kourchi* ¹, Simon Bernard ^{†‡} ¹, Farid Chati ¹, Fernand Léon ¹

¹ LOMC CNRS UMR6294 – Laboratoire LOMC, CNRS UMR 6294, Université Le Havre Normandie, 76058 Le Havre, France – France

Un métaréseau est un assemblage périodique de diffuseurs, conçu pour réfléchir ou réfracter une onde vers une direction anormale, non prévue par les lois de Snell-Descartes. Dans ce travail, nous avons conçu, fabriqué et caractérisé expérimentalement de tels métaréseaux pour le contrôle d'ondes ultrasonores dans l'eau, à partir de simples tubes et cylindres de laiton et de supports plastiques imprimés en 3D. Ces réseaux permettent de rediriger un front d'onde incident dans une direction arbitraire souhaitée, avec une grande efficacité (proche de 100 %), en réflexion sur une surface (par exemple l'interface eau / air) mais aussi en transmission.

De plus, l'utilisation de plusieurs éléments par cellule périodique du réseau, selon un motif asymétrique, permet d'obtenir un comportement différent pour deux directions d'incidence symétriques. En transmission, cela permet de fabriquer un miroir acoustique asymétrique : une onde incidente d'un côté du réseau est intégralement transmise, tandis que la même onde incidente de l'autre côté est totalement réfléchi.

Ce travail combine analyse théorique de la diffusion par des réseaux, modélisation par éléments finis, et expérimentation en cuve. Ce type de structure pourrait trouver des applications variées en acoustique sous-marine, par exemple pour la communication, la télémétrie, la réduction du bruit sous-marin, ou encore la discrétion et la furtivité.

Mots-Clés: Metamatériaux, diffusion, réfraction anormale, acoustique sous-marine

*Auteur correspondant: hasna.kourchi@univ-lehavre.fr

†Intervenant

‡Auteur correspondant: simon.bernard@univ-lehavre.fr

Utilisation de réseau de neurones pour l'approximation rapide de la propagation modale dans un guide d'onde océanique

Arthur Varon ^{*† 1}, Jérôme Mars ¹, Julien Bonnel ²

¹ GIPSA - Signal Images Physique (GIPSA-SIGMAPHY) – GIPSA Pôle Sciences des Données – France

² Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI) – États-Unis

Modéliser la propagation acoustique sous-marine est un problème complexe. Pour effectuer une simulation de propagation acoustique en basse fréquence et en milieux peu profond, des modèles numériques basées sur la théorie des modes sont généralement employées (Kraken, Orca, ...). Ces modèles permettent de récupérer les paramètres modaux comme les nombres d'ondes, les vitesses de groupes ou encore les fonctions modales qui sont utilisés pour simuler la propagation. Cependant, ces modèles de propagation sont numériquement coûteux, en particulier pour des applications larges bande. Pour accélérer la résolution des calculs, un réseau de neurones densément relié est entraîné à approximer les nombres d'ondes et les vitesses de groupes sur de nombreux environnements en utilisant les sorties du modèle Kraken. Une fois entraîné, les nombres d'ondes prédit par le réseau sont utilisés pour récupérer les fonctions modales associées à l'aide de la méthode d'itération inverse. La propagation peut ensuite être calculée pour une multitude d'environnements. Cette approche permet de diviser le temps de calcul par 30 tout en maintenant un niveau élevé de précision. Nous avons démontré l'efficacité de notre méthode en l'appliquant au calcul des pertes de transmission et à un scénario simulé d'inversion géoacoustique.

Mots-Clés: apprentissage profond, propagation modale, basse fréquence

*Intervenant

†Auteur correspondant: arthur.varon@gipsa-lab.grenoble-inp.fr

La fibre optique au service des communications acoustiques sous-marines

Philippe Courmontagne ^{*†} ¹, Alexis Constantinou ^{* ‡} ²

¹ Naval Group (CEMIS) – Ollioules – France

² FOSINA – NANTERRE – France

Depuis quelques années maintenant, la fibre optique est en passe de révolutionner la façon de percevoir les signaux acoustiques sous-marins, grâce aux mesures acoustiques distribuées, ou Distributed Acoustic Sensing (DAS). Cette approche instrumentale issue de la photonique permet de convertir cette même fibre en un réseau très dense de capteurs de déformation. Le mode DAS (Distributed Acoustic Sensor) du DxS de FOSINA a la particularité de pouvoir couvrir différents paramètres de traitement des données en temps réel ou post-acquisition.

Cette approche permet d'optimiser les paramètres de chaque signal au sein d'un ensemble de données, par exemple pour des ondes arrivant de différentes directions ou de différentes vitesses.

Dans l'ensemble, cela se traduit par une amélioration significative des performances de détection.

L'objet de cette présentation est de faire un tour d'horizon de l'approche développée par la société FOSINA et de présenter les perspectives que cela ouvre dans le monde naval de défense en faisant en particulier un focus sur les communications sous-marines. Des résultats issus d'une première campagne de mesure en cuve et en mer seront présentés.

Mots-Clés: DAS, communications acoustiques, détection, fibre optique

*Intervenant

†Auteur correspondant: philippe.courmontagne@naval-group.com

‡Auteur correspondant: aconstantinou@fosina.fr

Impacts des micro-complexités de l'environnement océanique sur la modélisation de la propagation acoustique sous-marine

Nathan Ivkovic ^{*† 1}, Xavier Cristol^{‡ 1}, Bruno Chalindar ¹, Antoine Blachet[§]
¹, Dominique Fattaccioli ²

¹ THALES DMS – aucune, société privée – France

² DGA Techniques Navales – Direction générale de l'Armement (DGA) – France

Les inhomogénéités de grande envergure de l'environnement océanique sont prises en compte de façon usuelle dans les modèles numériques de propagation acoustique sous-marine (réfraction par les profils de célérité du son, réflexion spéculaire sur la topographie du fond, multi-trajets). En revanche les phénomènes de petite dimension tels que les vagues ou la rugosité du fond sont rarement traités autrement que par un simple coefficient de perte par réflexion et d'indice de réverbération. Pourtant leur impact est beaucoup plus complexe et se manifeste par du fading (fluctuation temporelle aléatoire de la réponse impulsionnelle comme fonction du temps d'émission), par la génération d'un réverbéré aléatoire, etc. le tout fonction de la fréquence et compliqué encore plus par les mouvements des sources et des récepteurs. Ces micro-complexités océaniques trop souvent négligées sont prises en compte dans l'ensemble logiciel Thales ARENA (Acoustic Response from Environment for Naval Application), dont les applications sont : l'évaluation des performances des SONAR ou des systèmes de communication et de leur optimisation; la production de bases de données de signaux réalistes pour apprentissage par IA ; les simulateurs temps-réel pour formation de sonariste. En tant que concepteur de SONAR et de systèmes de communication sous-marine Thales DMS est directement concerné par le développement et la validation d'un tel outil. Les capacités d'ARENA pour ces différents domaines d'application ainsi que les méthodes numériques employées seront présentées et confrontées à des données expérimentales ou théoriques.

Mots-Clés: Propagation aléatoire, Fading, Réverbération, Rugosité, Doppler, Communication, Simulation

*Intervenant

†Auteur correspondant: nathan.ivkovic@thalesgroup.com

‡Auteur correspondant: Xavier.Cristol@fr.thalesgroup.com

§Auteur correspondant: antoine.blachet@fr.thalesgroup.com

Communications acoustiques sous-marines furtives

Aurélien Bonvard * ¹, François-Xavier Socheleau ², Sébastien Houcke ²,
Philippe Courmontagne ³

¹ IMT Atlantique (Dpt. MEE) (IMT Atlantique) – Lab-STICC UMR CNRS 6285, Brest – France

² IMT Atlantique (Dpt. MEE) (IMT Atlantique) – Lab-STICC UMR CNRS 6285, Brest – France

³ Naval Group – Naval Group Research – France

Lors de cette présentation, nous nous intéresserons aux communications acoustiques sous-marines furtives. L'objectif est de transmettre discrètement des données entre deux agents en mouvement relatif sous l'eau. Toutefois, l'utilisation d'ondes acoustiques souffre d'une incompatibilité naturelle avec la discrétion. Cette indiscretion acoustique peut être réduite afin de garantir la sécurité des agents communicants ou de limiter la pollution acoustique. Ainsi, des techniques dites LPI/LPD (Low Probability of Interception / Low Probability of Detection) ont été développées ces dernières années. L'ensemble de ces méthodes peut être divisé en deux grandes familles : les méthodes de communication à faible rapport signal/bruit et les méthodes basées sur la stéganographie. La première consiste à communiquer sous le niveau de bruit ambiant pour rendre la communication invisible du point de vue d'une oreille indiscrete (1) ou pour éviter toute perturbation pour les mammifères communiquant à proximité, par exemple. Dans la seconde famille, l'objectif est de rendre le signal anodin dans l'environnement du point de vue d'un observateur illégitime. Dans ce cas, l'information est transmise dans des signaux imitant des animaux (2), (3), et des bruits géologiques ou anthropiques. Dans ce cadre, nous nous intéresserons à quelques critères de discrétion acoustique, et donnerons les avantages et inconvénients inhérents à chacune de ces familles. Enfin, nous présenterons des observations issus d'essais en mer. (1) Geert Leus and Paul A Van Walree. Multiband ofdm for covert acoustic communications. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 26(9):1662–1673, 2008. (2) Songzuo Liu, Gang Qiao, and Asim Ismail. Covert underwater acoustic communication using dolphin sounds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 133(4):EL300–EL306, 2013. (3) Jiang Jia-jia, Wang Xian-quan, Duan Fa-jie, Fu Xiao, Yan Han, and Hua Bo. Bio-inspired steganography for secure underwater acoustic communications. *IEEE Communications Magazine*, 56(10):156–162, 2018.

Mots-Clés: Communications furtives, Acoustique sous-marine

*Intervenant

Caractérisation expérimentale de la diffusion acoustique par une coque cylindrique au voisinage d'une surface libre

Anaïs Perin * ¹, Fernand Léon ¹, Farid Chati ¹, Laurent Maxit ², Patrick Dutto ³, Valentin Meyer ³

¹ Laboratoire Ondes et Milieux Complexes (LOMC) – Université Le Havre Normandie, Centre National de la Recherche Scientifique – France

² Laboratoire Vibrations Acoustique (LVA) – Institut National des Sciences Appliquées de Lyon – France

³ Naval Group – Naval Group Research – France

L'augmentation des activités anthropiques en zones maritimes par petits fonds nécessite de caractériser le comportement des structures immergées lorsqu'elles sont proches des interfaces (surface ou fond). Dans ce contexte, nous nous intéressons plus particulièrement au problème de la diffusion acoustique d'un objet proche de la surface, comme par exemple un véhicule sous-marin ou un objet dérivant à faible immersion. La présente étude porte sur la caractérisation expérimentale en cuve de la diffusion d'une onde plane par un tube cylindrique proche d'une surface libre. L'objet considéré est une coque mince en acier inoxydable ayant un rapport entre les rayons interne et externe de 0,97. L'étude expérimentale est basée sur une méthode de mesure impulsionnelle en configuration monostatique où émetteur et récepteur sont colocalisés. Dans notre cas, il s'agit d'un seul transducteur fonctionnant alternativement en émission puis en réception. L'émission d'impulsions brèves et périodiques en direction de l'objet permet la séparation des échos liés à la réponse acoustique de ceux liés à la limitation de la cuve. C'est-à-dire que nous identifions les échos correspondant à la signature acoustique du cylindre ainsi que les échos liés aux rebonds sur la surface libre, et, éliminons les échos dus aux parois et au fond. La bande de fréquence explorée est de 100 kHz à 300 kHz, soit une fréquence réduite ka de 4 à 13. La diffusion de tubes cylindriques en milieu infini est bien connue. Le caractère novateur réside ici dans la prise en compte de l'effet de la surface et de son évolution en fonction de la profondeur d'immersion du cylindre. Le dispositif expérimental ainsi que les premiers résultats sont présentés. Le contenu spectral de l'onde acoustique rétrodiffusée est obtenu. La présence d'échos se réfléchissant sur la surface modifie le spectre par rapport à celui d'une coque cylindrique en milieu infini. Nous observons en particulier l'apparition d'oscillations sur le spectre dont la période varie en fonction de la profondeur.

Mots-Clés: surface libre, milieu semi infini, coque cylindrique, diffusion acoustique, expérimentation, profondeur d'immersion

*Intervenant

De l'utilisation de fonctions de Green adaptées à un couplage fluide-fluide pour le calcul de la pression diffractée par une ou plusieurs bulles d'air dans de l'eau.

Louise Pacaut * ^{1,2}, Jean-François Mercier ², Stéphanie Chaillat ², Gilles Serre ¹

¹ Naval Group – Naval Group – France

² Propagation des Ondes : Étude Mathématique et Simulation (POEMS) – Inria Saclay - Ile de France, Unité de Mathématiques Appliquées, Centre National de la Recherche Scientifique – France

En environnement marin, il est fréquent de rencontrer des milieux diphasiques, comme des rideaux de bulles ainsi que des bulles dues à de la cavitation ou à un sillage par exemple. Pour modéliser le comportement acoustique de ce type de problème, on se propose de mettre en place un couplage Elements de frontière/ Elements de frontière avec l'introduction d'une fonction de Green adaptée à un couplage fluide-fluide. Ce type de fonction de Green offre deux principaux avantages : (i) elle permet de réduire le modèle numérique, en contenant toutes les informations sur le couplage (en particulier les conditions de transmission et les résonances) et (ii) son calcul ne dépend pas du type de source considéré. Des tests numériques à basse et moyennes fréquences ont été conduits pour évaluer le rayonnement d'une et plusieurs bulles d'air dans de l'eau, excitées par une onde plane incidente. Les résultats numériques sont comparés à des études analytiques ainsi qu'à des mesures expérimentales trouvées dans la littérature.

Mots-Clés: fonctions de Green adaptées, BEM, interfaces diphasiques

*Intervenant

Prédiction du spectre de pression pariétale sur une structure courbée excitée par une couche limite turbulente non homogène, en eau.

Nicolas Trafny * ¹, Gilles Serre ²

¹ Naval Group – Naval Group Research – France

² Naval Group – Naval Group Research – France

L'interaction entre un écoulement turbulent et un obstacle solide produit un rayonnement acoustique large-bande qui peut être une source d'indiscrétion pour les applications du naval de défense. Afin de pouvoir prédire ce rayonnement, il est important de disposer de modèles de prédictions pour le spectre de pression pariétale qui caractérise le chargement stochastique de la structure. Dans le cas où l'obstacle solide est de forme complexe, le modèle développé devrait être exprimé dans l'espace physique. L'objectif de cette étude est d'introduire une approche volumique basée sur l'équation de Poisson et résolue grâce à une fonction de Green adaptée et un modèle semi-analytique pour l'interspectre des fluctuations turbulentes de vitesse. Ce modèle peut être construit à partir d'une simulation de l'écoulement moyen ou d'une estimation des paramètres de couche limite. Les prédictions pour la densité spectrale de puissance pour les fluctuations de pression pariétales sont comparées à des données expérimentales obtenues dans un tunnel à cavitation pour différentes configurations. Deux géométries sont considérées. Tout d'abord, un profil NACA 0012 de corde constante est utilisé pour valider les prédictions à différentes vitesses d'écoulement et différents angles d'attaque. Puis, un profil NACA 0009 dont la corde varie selon l'envergure est utilisé pour étudier les effets tri-dimensionnels.

Mots-Clés: Pression pariétale, Fonction de Green, Equation de Poisson, Couche limite turbulente, CFD, Données expérimentales, Mesures

*Intervenant

Analyse de l'origine hydrodynamique de son tonal émis par un hydrofoil par Décomposition Modale Dynamique de données TR-PIV et l'analogie de Lighthill

Samuel Pinson ^{*† 1}, Paul François ^{* ‡ 1}, Jacques André Astolfi ¹

¹ Institut de Recherche de l'École Navale (IRENav) – IRENav – France

Le son généré par les hydrofoils peut avoir plusieurs impacts: gêne du personnel navigant, discrétion acoustique, écosystèmes marins, vibrations affectant la structure. Le phénomène a récemment rencontré un regain d'intérêt dans le domaine naval du fait des nouvelles applications marines, en particulier les navires sur hydrofoils à haute vitesse. Des études en aérodynamique ont permis de déterminer son origine dans la couche limite au voisinage du bord de fuite où des ondes de Tollmien-Schlichting apparaissent pour des nombres de Reynolds de transition. Le phénomène a été reconsidéré récemment pour des applications navales par des mesures effectuées dans le tunnel hydrodynamique de l'institut de recherche de l'école navale (IRENav). La mesure de l'écoulement autour de l'hydrofoil a été effectuée avec de la PIV résolue en temps (TR-PIV pour time-resolved particule image velocimetry) couplée à des mesures vibratoires par vibrométrie laser. Une décomposition modale dynamique (DMD) sur les données PIV à haute fréquence a clairement fait apparaître un échappement tourbillonnaire de von Karman à la fréquence propre correspondant au son tonal perçu, et également couplé à un mode de vibration de bord de fuite de l'hydrofoil (François et al. 2023). Afin d'investiguer la potentielle origine hydrodynamique du son perçu, les champs de vitesses modaux issus de la TR-PIV ont été implémentés dans l'équation de Lighthill pour en déduire le champ acoustique. Le résultat montre que le champ de pression acoustique issu des turbulences est très faible et indistinguable de celui obtenu par le bruit de mesure de la TR-PIV.

Mots-Clés: Hydrofoil, Turbulences, Time, resolved PIV, Décomposition modale dynamique, Équation de Lighthill

*Intervenant

†Auteur correspondant: samuel.pinson@ecole-navale.fr

‡Auteur correspondant: paul.francois@ecole-navale.fr

Prédiction du comportement vibro-acoustique d'une hélice à échelle réduite soumise à une excitation par couche limite turbulente.

Jean-Baptiste Chassang ^{*† 1}, Frédérique Chevalier ², Cédric Leblond ²,
Gilles Serre ³

¹ Naval Group, Place Bruat, 50100 Cherbourg-en-Cotentin (France) (NAVAL GROUP) – Naval Group
– France

² Naval Group, Place Bruat, 50100 Cherbourg-en-Cotentin (France) (NAVAL GROUP) – Naval Group
– France

³ ecnopôle de la Mer 199 avenue Pierre Gilles de Gennes 83190 Ollioules (NAVAL GROUP) – Naval
Group Research – France

La présentation proposée par Naval Group a pour objectif d'étudier deux approches numériques pour la prédiction de la réponse vibro-acoustique d'une structure élastique soumise à une excitation stochastique et de les confronter à des mesures expérimentales. Le cas d'essai est celui d'une hélice à échelle réduite placée dans une veine hydrodynamique en condition non-cavitante. Les données d'entrée sont obtenues à partir de simulations CFD en utilisant une modélisation RANS instationnaire et le modèle de turbulence $k-\omega$ SST. Les paramètres de couche limite (e.g. épaisseur de couche limite, épaisseur de déplacement, ...) sont calculés à partir des résultats CFD. Une première approche de détermination de l'excitation consiste à exprimer les propriétés de la couche limite turbulente dans le domaine physique en exploitant l'auto-spectre de la pression pariétale. Une seconde approche passe par le domaine des nombres d'onde en considérant le spectre de pression de paroi turbulente par un vecteur d'onde-fréquence avec une fonction de sensibilité du problème vibro-acoustique. Une pression acoustique rayonnée est ensuite calculée par méthode de résolution directe de manière à comparer les deux approches aux résultats expérimentaux obtenus par hydrophone dans la veine hydrodynamique.

Mots-Clés: Hélice, Expérimentation, Basses fréquences, Moyennes/hautes fréquences, Eléments finis, approche nombre d'onde, approche domaine physique, CFD, réponse vibro, acoustique, couche limite turbulente

*Intervenant

†Auteur correspondant: jean-baptiste.chassang@naval-group.com

Analyse et modélisation de la pression dynamique dans un circuit hydraulique

Fabien Chevillotte *¹, Goran Pavic², Laurent Brun³, Guy Carpi³,
Patrick-Michel Blanc³, Thomas Antoni³

¹ Matelys-Research Lab – Matelys - Research Lab – France

² Laboratoire Vibrations Acoustique (LVA) – Institut National des Sciences Appliquées de Lyon –
France

³ Technicatome – Technicatome – France

La pression dynamique varie fortement dans un circuit hydraulique dépendamment de la source (généralement une pompe) et des différents organes du circuit (type et longueur des tronçons, ramifications, vannes, soupapes de sécurité, ...). Le conduit étant saturé par un fluide lourd, de l'eau le cas de cette étude, les couplages forts doivent être considérés. Les pulsations de pressions peuvent générer du bruit, de la fatigue et des instabilités de soupape. L'analyse et la modélisation de ces pulsations de pression permet de comprendre les différents couplages et d'identifier les leviers pour les contrôler. Cette étude présente à la fois des mesures et des simulations sur des circuits hydrauliques simples.

Mots-Clés: pulsations, pression dynamique, couplage fluide, structure

*Intervenant

Modélisation de l'impact des sondeurs de la Flotte Océanographique Française sur les mammifères marins

Marie Ponchart * ¹

¹ Ifremer – Direction de la Flotte Océanographique – France

De nombreux équipements acoustiques sont mis en œuvre par la Flotte Océanographique Française (FOF) lors de ses campagnes scientifiques : sondeurs colonne d'eau et de bathymétrie, courantomètres Doppler ou encore sondeurs de sédiments.

Soucieuse des enjeux environnementaux et consciente du caractère sensible de certaines émissions sonores sur la faune marine, la Direction de la Flotte Océanographique de l'Ifremer, dans le cadre de ses études en acoustique environnementale, a estimé la dangerosité potentielle de l'ensemble de ces sondeurs sur les mammifères marins.

Basées sur la configuration des campagnes, sur les caractéristiques acoustiques des différents équipements, ainsi que sur le choix de seuils d'impact appropriés, des modélisations ont permis de définir des zones d'impact potentiel autour des sources acoustiques. La méthode utilisée est détaillée, permettant ainsi de démontrer l'impact limité des sondeurs sur les mammifères marins, dans le cas des campagnes océanographiques de la FOF.

Mots-Clés: sondeurs, mammifères marins, risques sonores, campagnes océanographiques, impact acoustique

*Intervenant

Pollution sonore: what kind of a noise annoys an oyster?

Jean-Charles Massabuau * ¹, Mohcine Charifi † ¹

¹ molluSCAN-eye SAS – CNRS – France

Jean-Charles Massabuau et Mohcine Charifi (molluscan-eye.com, Technoport, Grand Port Maritime de Bordeaux ; ADERA) La pollution sonore dans les milieux aquatiques est reconnue comme un fait majeur bien que ce soit toujours les mammifères marins qui fassent la une des préoccupations dans la société. Or ils ne sont que la partie immergée de l'iceberg. Le bruit généré par nos activités pourrait bien altérer l'ensemble de la vie sous-marine. Les invertébrés marins (céphalopodes, mollusques bivalves, méduses, crustacés, coraux...) n'ont pas d'oreilles mais sont sensibles aux vibrations sonores. Il y a aussi des arguments chez les végétaux, les posidonies... Nous présenterons des résultats obtenus chez des huitres car les mollusques, le groupe animal le plus important en mer, sont un très bon exemple de la biodiversité marine. Qu'est-ce qu'elles entendent ? Peut-on vraiment parler d'audition ? Par quels mécanismes peuvent-elles entendre ? Quel est le rôle de l'audition chez elles ? Quel peut être l'impact des bruits d'origine anthropique et quelles conséquences envisager ? Le titre improbable de notre présentation est inspiré d'une chanson des années 30 qu'on vous invite à écouter puisque la question posée est devenue réalité : <https://www.youtube.com/watch?v=oM67zj-IKOk>

Mots-Clés: Impact acoustique sur la faune sous-marine

*Intervenant

†Intervenant

Effets sismo-acoustiques en présence de bassins sédimentaires : impact sur le bruit généré par le battage de pieux et modélisation pseudo-3D de l'interaction de deux opérations de battage

Paul Cristini * ¹, Louise Pacaut[†] ², Nathalie Favretto Cristini[‡] ²

¹ Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique [Marseille] (LMA) – Aix Marseille Université : UPR7051, Ecole Centrale de Marseille : UPR7051, Centre National de la Recherche Scientifique : UPR7051 – CNRS - UPR 70514 impasse Nikola Tesla13453 Marseille Cedex 13, France

² Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique [Marseille] (LMA) – Aix Marseille Université, Ecole Centrale de Marseille, Centre National de la Recherche Scientifique – France

Le battage de pieux est une source majeure de bruit généré par les activités humaines dans l'océan. Le champ d'ondes complexe généré par cette activité dépend non seulement des caractéristiques de la colonne d'eau, mais aussi de la structure des couches sédimentaires sous-jacentes d'un point de vue rhéologique et géométrique. La structure sédimentaire est généralement considérée comme un milieu stratifié horizontalement avec un gradient de propriétés mécaniques. Dans cette présentation, nous proposons d'étudier une configuration sédimentaire avec une structure hétérogène qui comprend deux bassins sédimentaires. Pour cela, nous avons réalisé plusieurs simulations numériques en utilisant une méthode d'éléments finis spectraux 2D dans le domaine temporel qui permet de traiter avec précision les caractéristiques du milieu marin complexe (bathymétrie complexe et sédiments élastiques). Nous mettons en évidence la présence d'ondes d'interface de type Stoneley-Scholte. De plus, nous proposons une méthode pour générer des cartes SEL pseudo-3D de l'interaction de deux opérations de battage de pieux distantes à l'aide d'une seule simulation 2D. Nos résultats montrent l'importance de prendre en compte la phase des signaux pour évaluer correctement l'interférence entre les deux opérations.

Mots-Clés: Battage de pieux, Propagation sous-marine

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: louise.pacaut@ensta-paris.fr

[‡]Auteur correspondant: favretto@lma.cnrs-mrs.fr

Liste des auteurs

Antoni, Thomas, 27
Aristégui, Christophe, 4
Astolfi, Jacques André, 25

Bernard, Simon, 17
Blachet, Antoine, 20
Blanc, Patrick-michel, 27
Blanchard, Torea, 7
Bonnell, Julien, 18
Bonvard, Aurélien, 21
Brun, Laurent, 27
Brunet, Thomas, 4

Camerin, Paul, 8
Carpi, Guy, 27
Chaillat, Stéphanie, 23
Chalindar, Bruno, 20
Charifi, Mohcine, 29
Chassang, Jean-Baptiste, 26
Chati, Farid, 17, 22
Chevalier, Frédérique, 26
Chevillotte, Fabien, 27
Constantinou, Alexis, 19
Courmontagne, Philippe, 19, 21
Cristini, Paul, 11, 30
Cristol, Xavier, 20

Dassé, Jean, 9
Deü, Jean-François, 5
Douzal, Vincent, 10
Dumortier, Florent, 3
Dutto, Patrick, 22

Fattaccioli, Dominique, 20
Favretto Cristini, Nathalie, 11, 12, 30
François, Paul, 25

George, Thierry, 14
Gervaise, Cédric, 8
Guennou, Claude, 13
Guillon, Laurent, 13

Houcke, Sébastien, 21

Ivkovic, Nathan, 20

Karimi, Mahmoud, 3

Kesour, Kamal, 8
Kha, Jamie, 3
Kourchi, Hasna, 17

Lacour, Thomas, 4
Lagarrigue, Clément, 7
Leblond, Cédric, 5, 26
Lecoq, Damien, 7
Lecoulant, Jean, 13
Lossouarn, Boris, 5
Léon, Fernand, 17, 22

Marchetti, Simon, 10
Marion, Matthieu, 5
Marquis Gauthier, Jean-Christophe, 8
Mars, Jérôme, 18
Massabuau, Jean-Charles, 29
Maxit, Laurent, 3, 6, 22
Mercier, Jean-François, 23
Mercure-Boissonnault, Pierre, 8
Meyer, Valentin, 3, 22
Mondain-Monval, Olivier, 4
Monteiller, Vadim, 11

Noël, Claire, 10

Pacaut, Louise, 23, 30
Pasquet, Jérôme, 10
Pavic, Goran, 27
Perin, Anaïs, 22
Pibre, Lionel, 10
Pinson, Samuel, 25
Poncelet, Olivier, 4
Ponchart, Marie, 28
Poupart, Romain, 4

Rouleau, Lucie, 5
Roux, Laetitia, 9
Royer, Jean-Yves, 13

Serre, Gilles, 23, 24, 26
Socheleau, François-Xavier, 21

Temmos, Jean Marc, 10
Trafny, Nicolas, 24

Varon, Arthur, 18
Voisin, Arthur, 5