

DÉTECTION ADAPTATIVE DE CIBLES EN ENVIRONNEMENT HOSTILE

Algorithmes de détection radar pour des scénarios complexes :
zoom sur l'apport d'une large bande instantanée

Projet soutenu par la
DGA

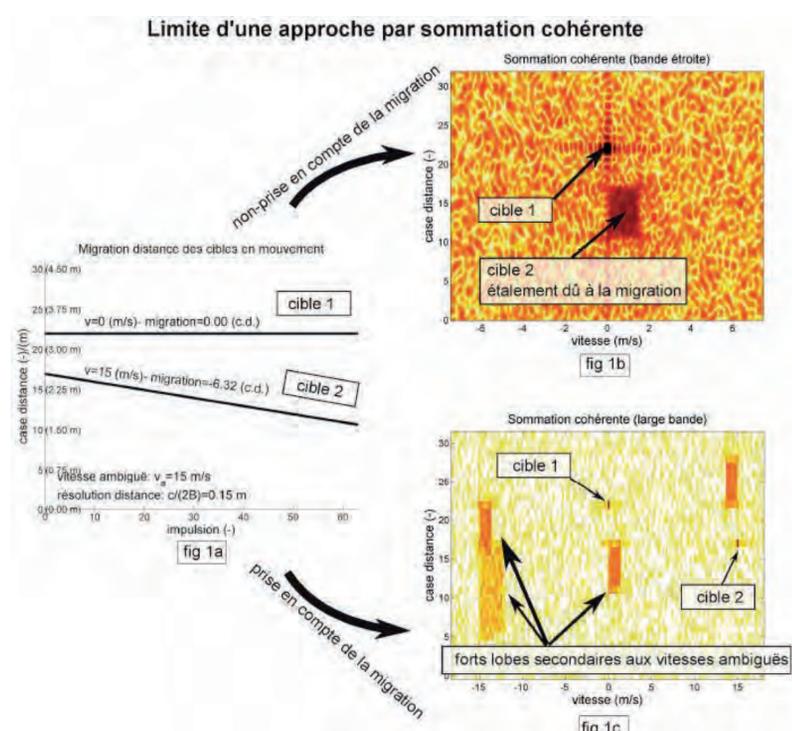


Fig. 1 Migration distance pour un radar en bande X avec une large bande instantanée (1GHz) et une basse fréquence de répétition (1kHz): (1a) phénomène de migration, (1b) traitement Doppler, (1c) sommation cohérente compensant l'effet de migration

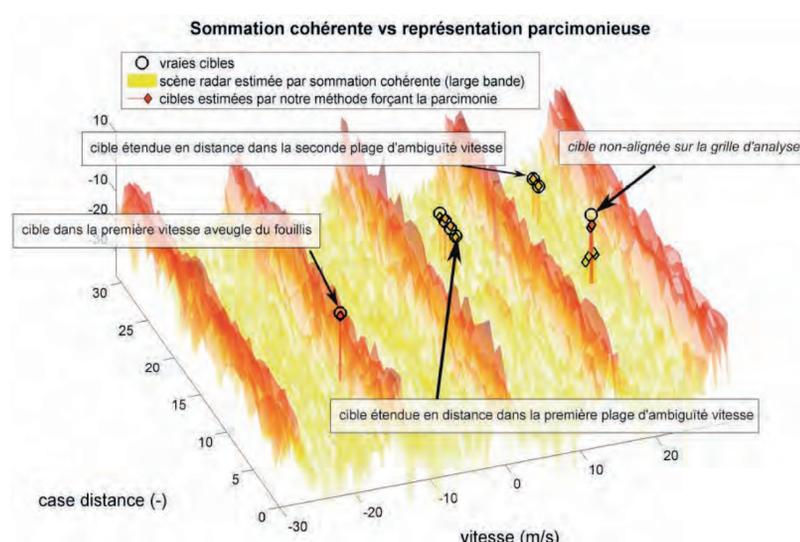


Fig. 2 Sortie du traitement proposé : représentation parcimonieuse des cibles migrantes et réjection du fouillis aux vitesses nulle et aveugles

OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DES TRAVAUX

Développement des algorithmes d'estimation et de détection de cibles pour un système radar en environnement difficile dans lequel les approches classiques sont mises en défaut. L'intérêt s'est porté, en grande partie, sur une application radar à large bande instantanée qui offre la possibilité de détecter des cibles de faible puissance. En effet, la cellule de résolution distance étant plus fine, le rapport signal à fouillis (échos de sol) peut être amélioré. En revanche, de nouveaux phénomènes apparaissent dont la migration en distance des cibles (fig. 1a). Estimer les cibles par une simple sommation cohérente, ignorant la migration (fig. 1b) ou la prenant en compte (fig. 1c), est non-satisfaisant. On s'attache à développer des méthodes d'estimation des cibles sans étalement de leur pic principal et sans forts lobes secondaires.

APPROCHE SCIENTIFIQUE

- Modélisation de la migration distance des cibles
- Développement d'algorithmes de représentation parcimonieuse des cibles migrant en distance ;
Cadre algorithmique Bayésien privilégié permettant :
 - Incorporation de connaissance a priori dans le schéma d'estimation ;
 - Calcul d'estimateurs optimaux (minimisation de l'erreur quadratique) ou sous-optimaux pour alléger la charge calculatoire.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS ET FAITS MARQUANTS

- Test concluant (fig. 2) de l'approche proposée sur des signaux synthétiques et réels fournis par l'université technique de Delft :
 - Représentation parcimonieuse des cibles sans lobes secondaires ;
 - Estimation des cibles dans leur vraie plage d'ambiguïté vitesse grâce à la migration distance ;
 - Estimation de cibles de forte amplitude aux vitesses aveugles du fouillis.

PERSPECTIVES ENVISAGÉES

- Rendre l'algorithme plus robuste aux erreurs de désalignement des cibles par rapport à la grille d'analyse distance-vitesse
- Effort à porter sur l'algorithme pour baisser son coût calculatoire.

CONTACT

ISAE - Département Electronique Optronique et Signal
Stéphanie BIDON - Olivier BESSON • Enseignant-chercheur en traitement du signal
prenom.nom@isae.fr • Tél. +33 (0)5 61 33 92 76, +33 (0)5 61 33 91 25

DURÉE DES TRAVAUX
3 × 12 mois (2012-2015)



ISAE

Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace

TRANSITION SURFACE SUPER-INDUCTIVE/SOL RÉEL POUR RADAR HF À ONDE DE SURFACE

Le radar HF, de l'antenne à la mer

Thèse

OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Bien que la portée des radars HF à ondes de surface soit d'environ 200 milles marins, une grande partie de la puissance est rayonnée vers le ciel et seulement une fraction de l'énergie se propage à l'interface air/mer. Les ondes de ciel sont réfléchies par l'ionosphère, ce qui accroît le niveau de fouillis. L'augmentation du rayonnement en ondes de surface constitue donc un objectif important pour améliorer le rendement du radar. Pour y répondre, une solution consiste à faire rayonner l'antenne d'émission du radar en présence d'un matériau à permittivité négative (métamatériau). On confine ainsi l'onde à l'interface air/sol.

Se pose alors la question du passage du métamatériau à la mer, pouvant être la cause de désadaptation ou de diffraction. On étudie dans ces travaux une telle transition.

APPROCHES SCIENTIFIQUES

Le dispositif antenne-métamatériau se situe au niveau du sol. Un fort confinement de l'onde de surface est constaté au-dessus du métamatériau. La transition doit permettre de conserver le fort confinement jusqu'à la mer dans un cas idéalisé ou, dans un cas réel d'implantation, jusqu'à un obstacle physique (dune, végétation, etc.). La transition à étudier se situe donc entre deux milieux de propagation : le métamatériau, de permittivité négative, et le sol (ou la mer) de permittivité positive.

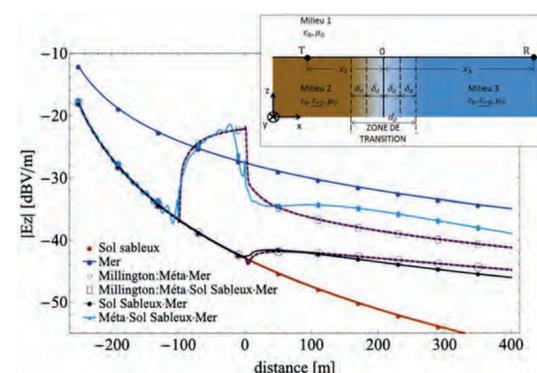
Pour l'étude de la transition graduelle, le premier point à traiter est la reformulation des équations avec une condition d'impédance du deuxième ordre, appropriée à des milieux de faible permittivité, variables dans l'espace et non plans. Le deuxième point porte sur une validation sur maquette.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS ET FAITS MARQUANTS

La validité de la condition d'impédance de Leontovitch, dans un cas où les permittivités sont faibles, doit être vérifiée. Une formulation avec une condition d'impédance du deuxième ordre a été menée rigoureusement. De plus, on a montré que pour simplifier les calculs en incidence rasante, le deuxième ordre pouvait être approximé par un calcul au premier ordre où la permittivité est modifiée.

Concernant la transition, on a montré formellement qu'à grande distance, l'augmentation de l'amplitude du champ, obtenue avec le métamatériau, est conservée tout au long de la propagation (1). Ainsi, aucune diffraction n'est à attendre ; la transition a un effet local.

En pratique la situation est plus complexe. La transition est réalisée avec des métamatériaux petits devant la longueur d'onde. Le comportement global du matériau est affecté par la transition (fréquence, bande passante, etc.).



(1) Comparaison des niveaux de champ électrique à travers une transition, méthode de Millington (pointillés violets), méthode proposée, deux milieux (noir) et trois milieux (bleu).

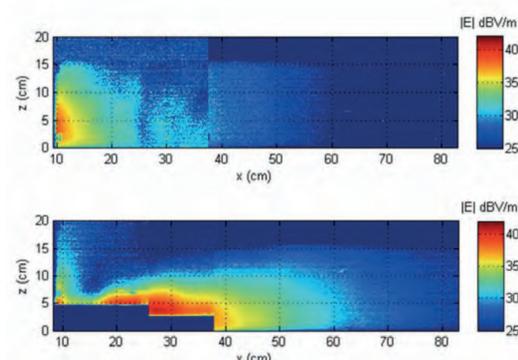
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Deux éléments clés ont été obtenus à l'issue de ce travail :

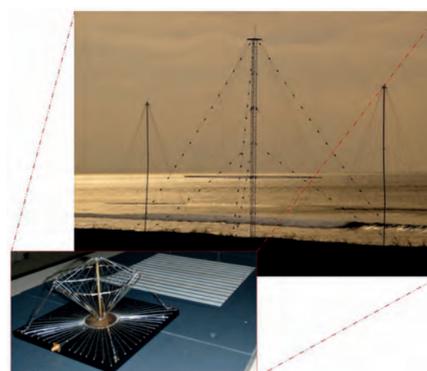
- à incidence rasante, les calculs de propagation en ondes de surface restent valables même avec des permittivités faibles ;
- il n'y a pas de diffraction à l'extrémité du métamatériau (2).

En revanche la transition permet clairement d'adapter la fréquence de fonctionnement, la bande passante et le confinement de l'onde de surface.

Le dispositif doit maintenant être testé à échelle 1 (3).



(2) Image du champ rayonné obtenue avec la méthode EMIR, antenne bicône sans métamatériau (haut) et antenne bicône en présence d'un métamatériau associé à une transition.



(3) L'objectif est maintenant de passer d'un dispositif à échelle 1/100^e (bas) à un dispositif de taille réelle (haut)

CONTACTS

DOCTORANT : Nicolas BOUREY • nicolas.bourey@gmail.com, futur docteur de l'Université Pierre et Marie Curie

Florent JANGAL : florent.jangal@onera.fr, co-encadrant à l'ONERA

Muriel DARCES : muriel.darces@upmc.fr, co-encadrante à l'Université Pierre et Marie Curie

Marc HÉLIER : marc.helier@upmc.fr, directeur de thèse à l'Université Pierre et Marie Curie

PARTENAIRES

ONERA-DEMR

et Sorbonne Universités,

UPMC Univ Paris 06

SAFAS – SURFACE AUTO-COMPLÉMENTAIRE À FAIBLE SIGNATURE

Antenne réseau à faible signature
et absorbant électromagnétique agile en fréquence

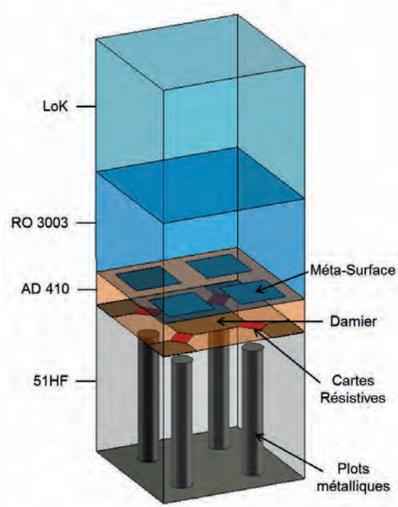


Fig. ① Composition d'une cellule élémentaire (type « Bed of Nails »).

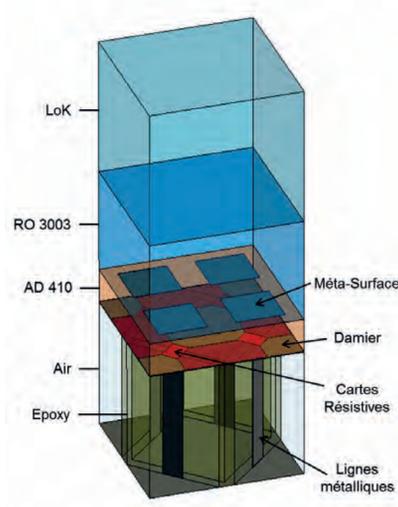


Fig. ② Composition d'une cellule élémentaire (type « Egg-Crate »).

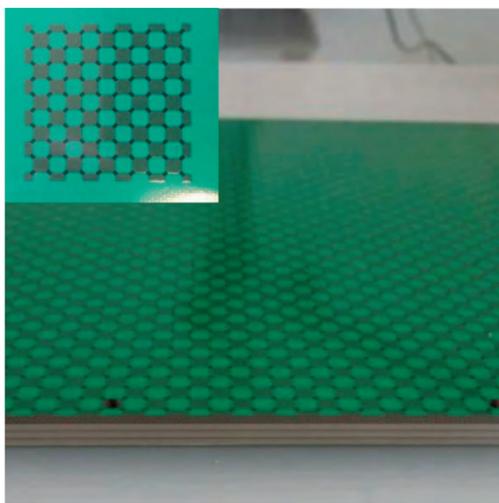


Fig. ③ Vue de profil de la partie supérieure de l'antenne. L'encadré représente un détail de la surface « rayonnante ».

Fig. ④ Vue de dessous du substrat (partie inférieure de l'antenne).



OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DES TRAVAUX

- Étudier et développer une structure planaire multicouche :
 - réseau d'antennes directif mince et léger dont la SER résiduelle (signature) est très faible ;
 - absorbant électromagnétique multicouche de faible épaisseur.
- Repousser les limites actuelles pour atteindre :
 - une largeur de bande la plus étendue possible (rapport de 6 :1 pour l'antenne et 4 :1 pour l'absorbant) ;
 - une excursion angulaire jusqu'à 60°.
- Étudier des solutions permettant de rendre la surface absorbante agile en fréquence.

APPROCHE SCIENTIFIQUE

- Concept de métamatériau pour atteindre les objectifs antagonistes de large bande et faible épaisseur.
- Dimensionnement : modèle analytique pertinent et calcul temps réel.
- Simulation électromagnétique globale (éléments finis haute performance (Méthode FETI)).
- Démonstrateur : validation des concepts par la mesure.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS ET FAITS MARQUANTS

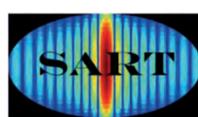
- Création d'un modèle analytique robuste et largement éprouvé permettant le dimensionnement instantané du réseau.
- Identification des verrous propres à la bande passante et à l'incidence.
- *Phase 1* : Antenne
 - Conception d'une surface à métamatériau d'épaisseur inférieure à $\lambda/4$ à la fréquence basse de fonctionnement et présentant :
 - un rapport de fréquences de 6 :1 jusqu'à 45° dans les deux polarisations principales ;
 - un rapport de fréquences de 5 :1 jusqu'à 60° dans les deux polarisations principales.
 - Fabrication de deux prototypes basés sur des approches technologiques différentes (CIRETEC).
- *Phase 2* : Absorbant, en cours d'étude

PERSPECTIVES ENVISAGÉES

- Extension des performances de l'ouverture en termes de reconfigurabilité par intégration d'un shutter actif.
- Intégration du dispositif d'alimentation de l'antenne.
- Prototype pré-industriel.

CONTACT

Télécom ParisTech • Xavier BEGAUD • xavier.begaud@telecom-paristech.fr



DURÉE DES TRAVAUX

30 mois

Avril 2013 à septembre 2015

PARTENAIRES

Télécom ParisTech, SART, ONERA

CONCEPTION DE SYSTÈMES ANTENNAIRES OMNIDIRECTIONNELS ET DIRECTIFS UTILISANT LES ONDES DE SURFACE COMME VECTEUR DE PROPAGATION DANS LES BANDES VLF/LF/HF

Antennes pour améliorer les transmissions ou les systèmes radars à très grande distance

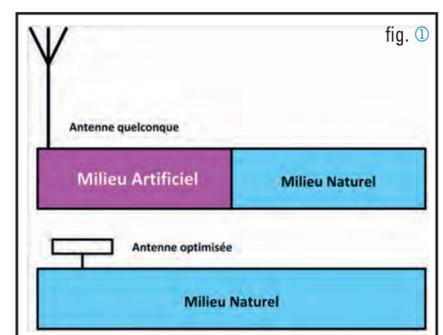
Thèse

OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Actuellement, des pylônes rayonnants de grandes dimensions sont utilisés pour émettre de fortes puissances dans les bandes hectométriques. Ces pylônes présentent l'inconvénient d'être coûteux, peu discrets et ne sont pas optimisés pour une diffusion essentiellement par ondes de surface. Les antennes privilégiant l'onde de surface comme vecteur de propagation sont très peu nombreuses. Pour preuve, les systèmes radar à ondes de surface actuels utilisent des antennes de type fouet ou biconique qui ne sont pas idéales pour l'application visée car le rayonnement ionosphérique est prépondérant. L'objectif des travaux est de contrôler le diagramme de rayonnement dans le plan vertical afin de supprimer le rayonnement ionosphérique avec un encombrement vertical de l'aérien limité.

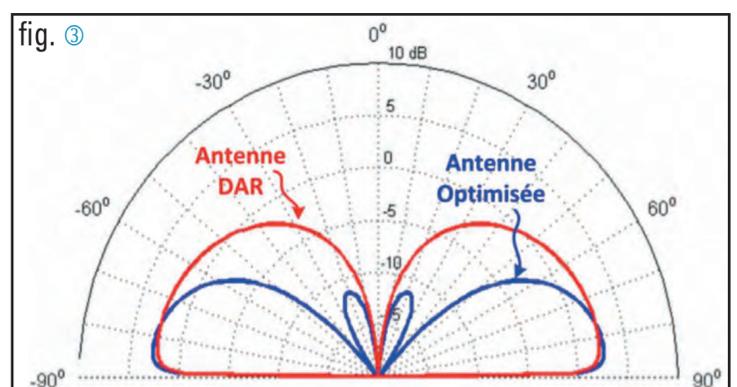
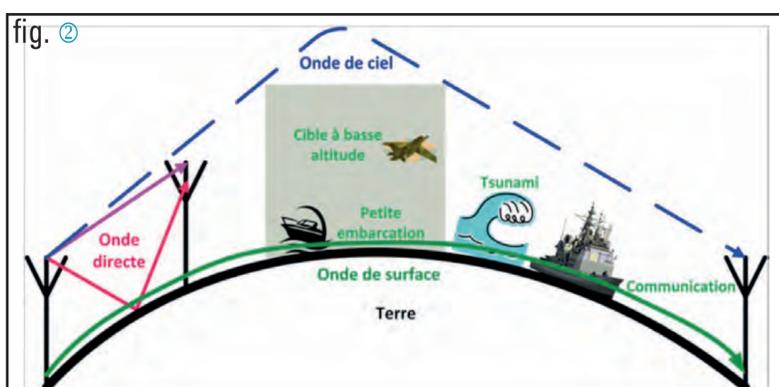
APPROCHES SCIENTIFIQUES

L'amélioration des performances de propagation par ondes de surface peut être réalisée de deux manières distinctes (fig. ①). La première consiste à considérer que les aériens conventionnels sont une source d'excitation primaire satisfaisante mais que la condition de propagation par ondes de surface est à optimiser en travaillant sur le développement d'un milieu de propagation artificiel. La seconde approche, étudiée au cours de la thèse, consiste à agir sur le design de l'aérien sans modifier son environnement proche.



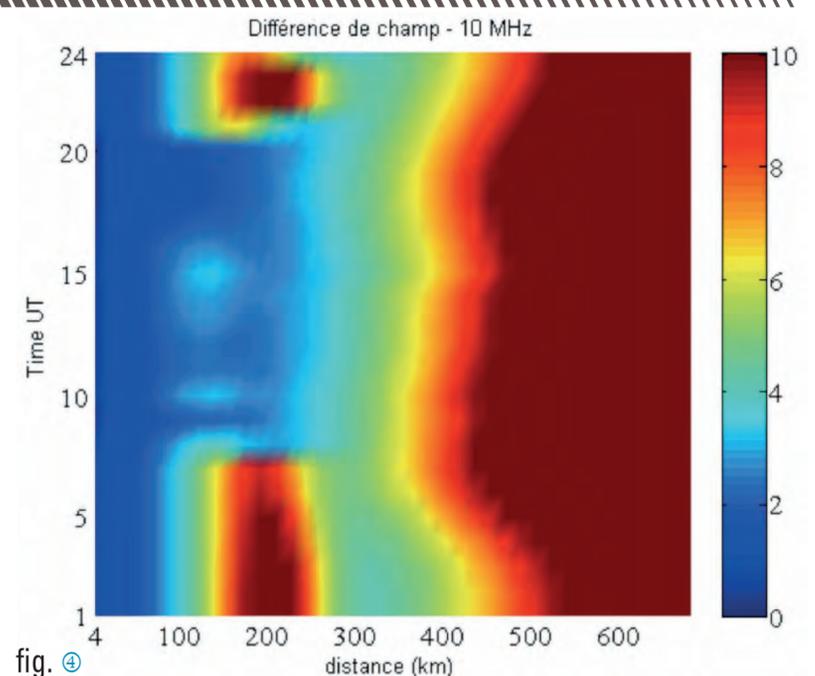
APPLICATIONS

Les applications possibles de ce type de technologie dans le domaine de la défense sont nombreuses (fig. ②). Tout d'abord, le domaine de la diffusion de données et des communications en bandes VLF, LF et HF par ondes de surface. Puis, les radars à ondes de surface en bande HF pouvant servir à surveiller les zones économiques exclusives contre diverses menaces sont également une possibilité d'application directe dans les domaines militaire et sécuritaire.



RÉSULTATS

L'antenne DAR de TDF est la référence pour quantifier les améliorations apportées par les aériens conçus durant la thèse. Le rayonnement par onde de ciel de l'antenne optimisée est réduit autour de $\pm 50^\circ$. La figure ④ présente la différence de champ reçu rayonné par onde de ciel entre l'antenne DAR de référence et l'antenne optimisée. Ainsi, on améliore la sensibilité du système au minimum de 10 dB à moyennes et grandes distances.



CONTACTS

DOCTORANTE : Mathilde BELLEC • mathilde.bellec@tdf.fr • Tél. +33 (0)6 50 12 59 42
 Directeur de thèse : Franck COLOMBEL - Maître de conférence, Université de Rennes 1
 Co-Encadrant : Stéphane AVRILLON - Maître de conférence, Université de Rennes 1
 Encadrant TDF : Pierre-Yves JEZEQUEL et Sébastien PALUD
 Encadrant DGA : Philippe POULIGUEN

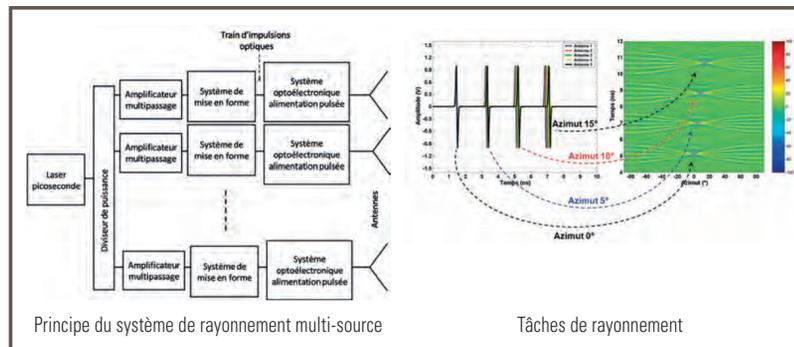
DURÉE DES TRAVAUX
 3 ans – 3^{ème} année de thèse en cours

PARTENAIRES
 École doctorale Matisse,
 Institut d'électronique
 des télécommunications de Rennes



BALADE - BALAYAGE AUTONOME POUR DÉTECTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Pour un nouveau système radar multisources de détection



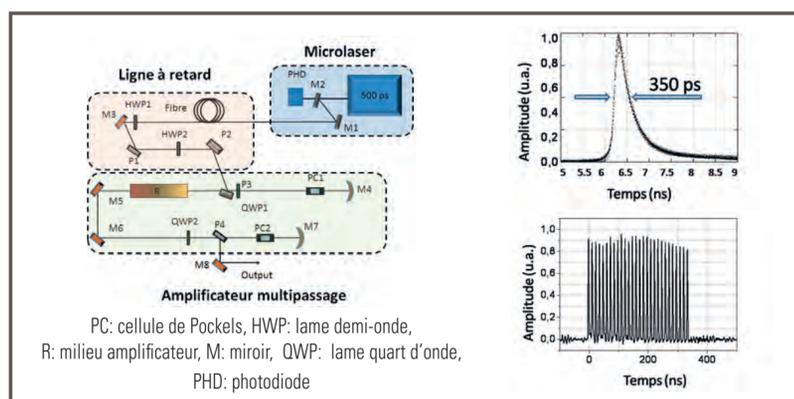
① Principe du balayage autonome

OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DES TRAVAUX

- Dimensionner un nouveau système radar optoélectronique multisources de détection, ultrarapide et discret à partir de la conception et la réalisation d'une source élémentaire ①.
- Tester une source de rayonnement élémentaire.

APPROCHE SCIENTIFIQUE

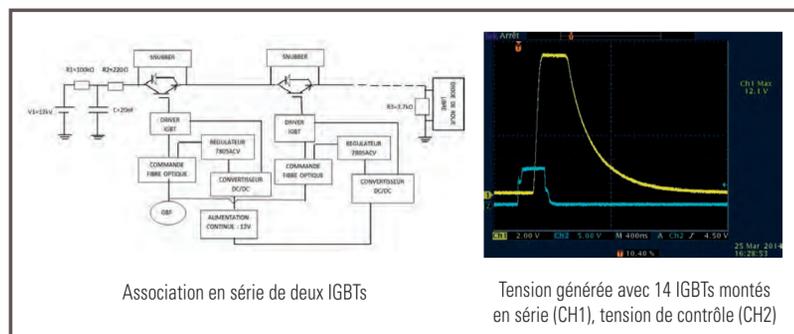
- Développement d'un dispositif de génération de trains d'impulsions subnanosecondes laser à fort taux de répétition.
- Développement d'un système de polarisation des photocommutateurs à haute tension pulsée.
- Intégration du photocommutateur dans l'antenne.
- Développement d'un algorithme d'imagerie spécifique.



② Commande optique

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

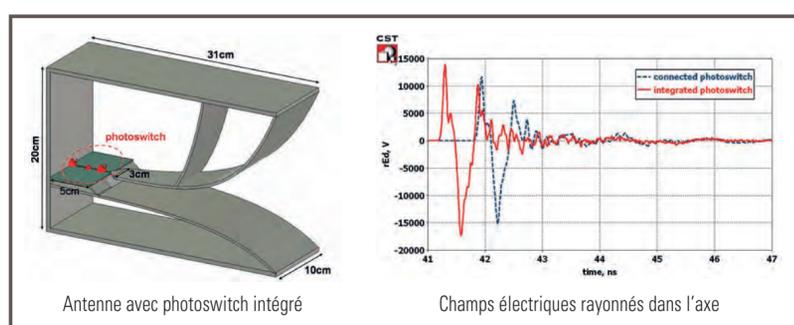
- Mise au point d'un dispositif de génération d'impulsions laser : 30 impulsions à un taux de répétition de 80MHz, énergie maximale par impulsion de 25µJ → limite le bon retour à l'état initial du semi-conducteur ②.
- Mise au point d'une source HT pulsée : $V_{\text{crête}} = 12\text{kV}$, durée d'impulsion de 700ns ③.
- Optimisation de l'intégration du photoswitch dans l'antenne par simulation EM : élimination de la connectique → amélioration du niveau de champ rayonné dans l'axe ④.
- Développement d'un algorithme d'imagerie spécifique exploitant le balayage → corrélation avec des signaux issus d'un apprentissage ⑤.



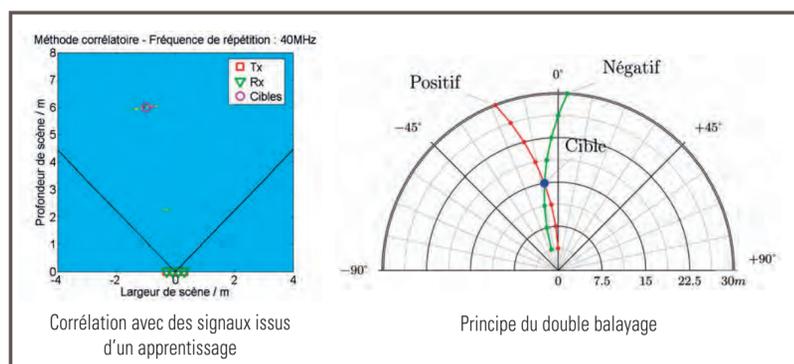
③ Système de polarisation Haute Tension pulsée

FUTURS TRAVAUX

- Tests d'une nouvelle source de génération d'impulsions laser à fréquence de récurrence plus faible : 35MHz.
- Tests de photocommutateurs avec la nouvelle commande optique et la source de polarisation HT pulsée.
- Tests de la source de rayonnement élémentaire.
- Finalisation de l'algorithme d'imagerie permettant de s'affranchir de la limitation imposée par la fréquence de répétition des signaux d'alimentation et tests de l'algorithme avec des conditions proches des conditions expérimentales.
- Dimensionnement du radar complet.



④ Intégration du photoswitch dans l'antenne (simulation)



⑤ Algorithme d'imagerie spécifique

CONTACT

Coordinateur XLIM/OSA • Michèle LALANDE • michele.lalande@xlim.fr

DURÉE DES TRAVAUX

36 mois – Fin février 2015

PARTENAIRES

XLIM/OSA et PHOTONIQUE (Université de Limoges),
Laboratoire SIAME (Université de Pau et des Pays de l'Adour),
Centre de Ressources Technologiques CISTEME



DÉCOHÉRENCE DES SIGNAUX ACOUSTIQUES EN MILIEU MARIN FLUCTUANT : ÉTUDE THÉORIQUE ET EXPÉRIMENTALE DES PHÉNOMÈNES PHYSIQUES ET RECHERCHE DE TRAITEMENTS CORRECTIFS

Comprendre les fluctuations océaniques pour améliorer la détection des antennes radar

Thèse

OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

But :

- Améliorer la connaissance de phénomènes complexes liés aux fluctuations spatio-temporelles de l'océan :
 - Perturbations dans la propagation d'ondes sonores en milieu sous-marin.
 - Difficile d'anticiper les résultats en utilisant les modèles déterministes existants.
 - Dégradations des performances des systèmes de détection mises en évidence.
- Concevoir des traitements sonar adaptés à l'environnement.

Comment ?

- Isoler ces phénomènes et étudier leur influence sur la propagation acoustique sous-marine de manière théorique et en milieu contrôlé.

Pourquoi ?

- Reproductibilité et maîtrise du protocole expérimental ;
- Recherche des techniques permettant de compenser les dégradations des systèmes de détection liées à ces fluctuations et les tester sur les signaux perturbés.

APPLICATIONS INTÉRÊT DÉFENSE

Applications/Intérêt Défense :

- Intérêt scientifique : améliorer la connaissance de l'influence des phénomènes physiques observables dans l'océan sur la propagation du son (exemple des ondes internes fig. ②).
 - Avantages de la méthode expérimentale à « échelle réduite » :
 - Reproduire certains de ces phénomènes de manière isolée (impossible lors de mesures en mer).
 - Être fidèle à la réalité physique (en comparaison à des simulations numériques).
 - Faible coût.

Intérêt Défense :

- Maîtrise des performances des systèmes opérationnels en milieu fluctuant.
- Amélioration des performances des futurs systèmes sonars en choisissant des techniques corrigeant les distorsions mesurées.
- Application d'un procédé ayant fait ses preuves en optique astronomique (séparation d'étoiles binaires : fig. ③) et en imagerie médicale ultrasonore.

RÉSULTATS

- Développement d'un outil fiable pour caractériser finement les signaux obtenus expérimentalement en « régimes de fluctuations ».
- Mise en place d'un protocole maîtrisé, reproductible et représentatif de la problématique étudiée (fig. ④).
- Comparaison, avec succès, des résultats de mesures en cuve avec des outils numériques.
- Élaboration d'une méthode permettant l'extension de la modélisation au milieu réel.
- Bonne représentativité des dégradations des performances obtenues en situations de milieu marin réel.

APPROCHES SCIENTIFIQUES

- Étude théorique des phénomènes mis en jeu dans les fluctuations océaniques (classification en « régimes de fluctuations »).
- Mise en place d'un protocole expérimental permettant de mesurer des signaux sujets à des variations dans un milieu maîtrisé : une cuve d'eau douce, équipée pour les mesures (déplacements fins d'émetteur/récepteur pilotés par ordinateur) (fig. ①).
- Mesure des dégradations des performances des systèmes de détection induites.
- Recherches de techniques correctives.

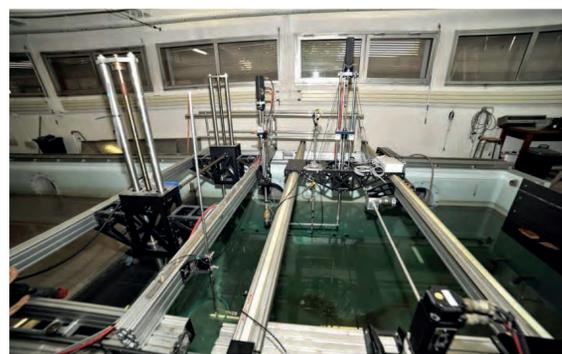


Fig. ① Cuve Acoustique Instrumentée (Moteurs Pilotés par Ordinateur). Dimensions 6m x 3m x 1.5m



Fig. ② Observation d'un champ d'ondes internes en présence d'un navire des gardes côtes (~30m)

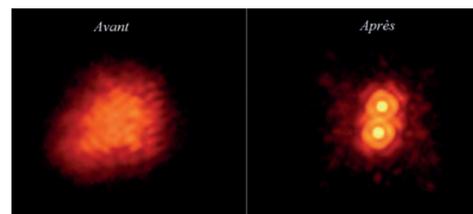


Fig. ③ Traitements adaptatifs en optique astronomique : correction des effets de la turbulence atmosphérique et séparation d'étoiles binaires

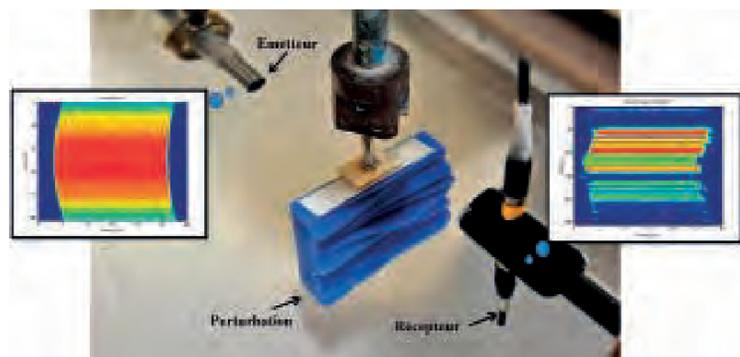


Fig. ④ Protocole expérimental à échelle réduite

CONTACTS

DOCTORANT : Gaultier REAL - real@lma.cnrs-mrs.fr

Directeur de thèse : Dominique HABAULT, Directeur de recherche CNRS



DURÉE DES TRAVAUX

Octobre 2012 à septembre 2015

PARTENAIRES

Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique (LMA CNRS UPR 7051)
Thales Underwater Systems SAS,
DGA Techniques navales

METACTIF - MÉTAMATÉRIAUX ACOUSTIQUES ACTIFS

Conception et élaboration d'un matériau ayant une masse et/ou une compressibilité négative(s)

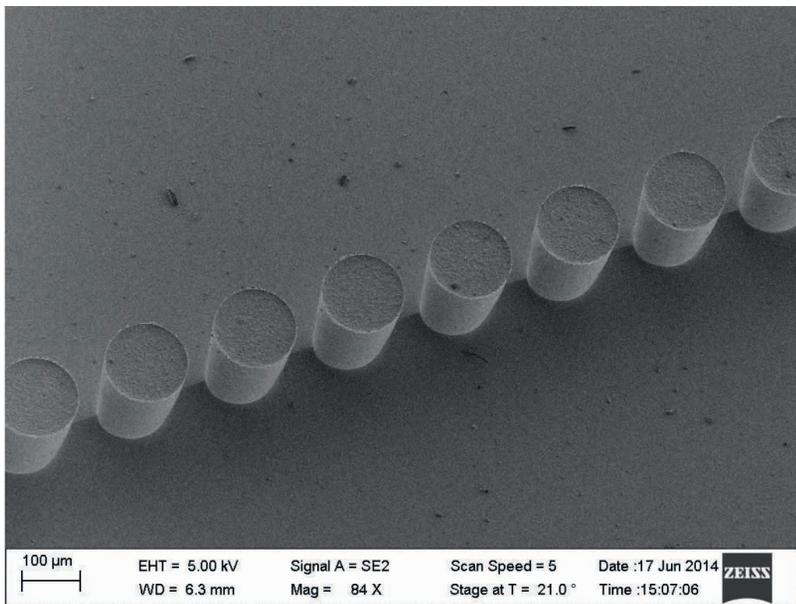


Fig. ① Piliers de silicium sur membrane de silicium. Les dimensions sont calculées pour que les modes de flexion et de compression soient dans la même bande fréquence ($\phi=96 \mu\text{m}$, $h=245 \mu\text{m}$, $e=145 \mu\text{m}$). La résonance intervient à 4,4 MHz.

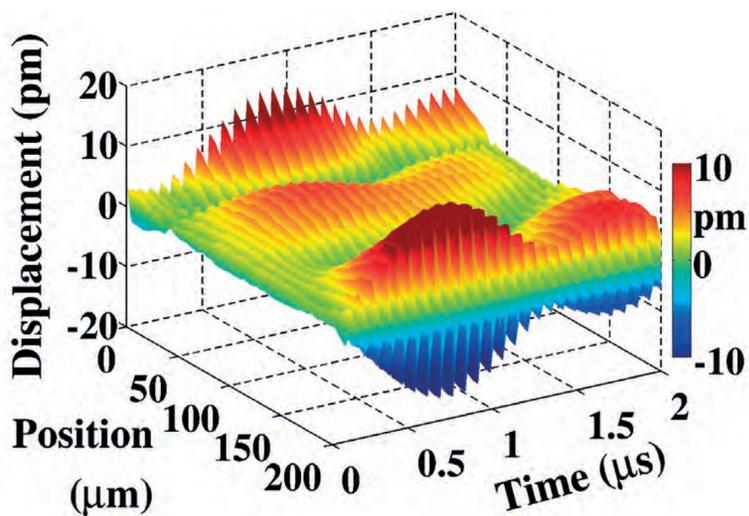


Fig. ② Déplacement hors plan en fonction du temps et de l'espace, d'un mode localisé dans un défaut planaire au sein d'un cristal phononique « honeycomb ». La mesure est faite le long d'une ligne passant par le centre du défaut.

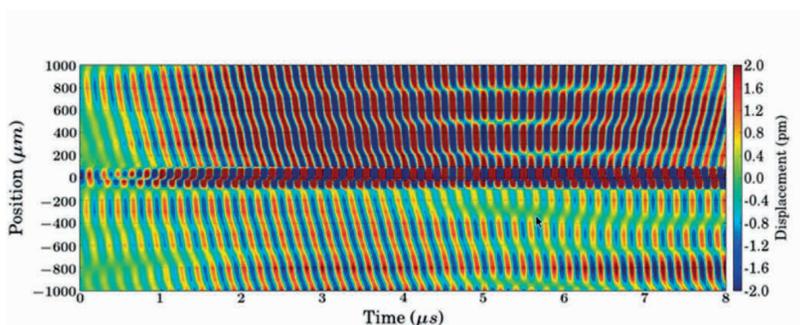


Fig. ③ Déplacement acoustique en fonction du temps, mesuré le long d'une ligne passant par le pilier central d'une ligne de piliers sur une membrane de silicium (voir Fig. ①).

OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DES TRAVAUX

- Calcul de la masse et de la compressibilité effectives d'un métamatériau acoustique 2D ayant des inclusions résonantes sur lesquelles s'applique une force oscillante.
- Mise en évidence expérimentale des propriétés doublement négatives de métamatériaux silicium/silicium.

APPROCHE SCIENTIFIQUE

- Identifier les structures de métamatériaux acoustiques à résonances locales pouvant avoir une masse et/ou une compressibilité négative dans certaines bandes de fréquence.
- Calcul des propriétés vibratoires et des courbes de dispersion des structures les plus prometteuses, compatibles avec les contraintes d'élaboration.
- Élaboration des échantillons en salle blanche (Fig. ①).
- Mesure sans contact du champ acoustique (amplitude et phase) diffusé par les résonateurs.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS ET FAITS MARQUANTS

- Détermination de la dynamique de localisation d'une onde élastique sur un défaut planaire au sein d'un cristal phononique (Fig. ②).
- Modélisation et mesure expérimentale de l'excitation d'un pilier sur une membrane et de la réémission d'un mode de Lamb.
- Mise en évidence de la ré-émission d'un mode de Lamb en opposition de phase par rapport à l'onde excitatrice, lorsque les piliers sont mis en résonance sur un mode propre monopolaire (compressibilité négative) ou dipolaire (masse négative).
- Mise en évidence de la masse et de la compressibilité effectives simultanément négatives lorsque les dimensions des résonateurs sont calculées pour que les modes propres de compression et de flexion soient dans la même bande de fréquence (Fig. ③).

PERSPECTIVES ENVISAGÉES

- Conception de métamatériaux acoustiques piézoélectriques accordables en vue de leur intégration sur puce silicium.
- Étude de métamatériaux incluant des piliers à structure multicouche.
- Contrôle de la propagation acoustique : invisibilité, furtivité, isolation acoustique.
- Super-résolution en imagerie acoustique.

CONTACT

Institut des NanoSciences de Paris – Université Pierre et Marie Curie, Paris
Bernard BONELLO • bernard.bonello@insp.jussieu.fr



DURÉE DES TRAVAUX

48 mois
De janvier 2012 à décembre 2015

PARTENAIRES

INSP (UMR CNRS 7588) – Université Pierre et Marie Curie
IEMN (UMR CNRS 8520) – Université Lille1

LOCALISATION DE SOURCES EN MILIEUX RÉVERBÉRANTS

Repérer une source acoustique en présence de nombreux échos.

Thèse

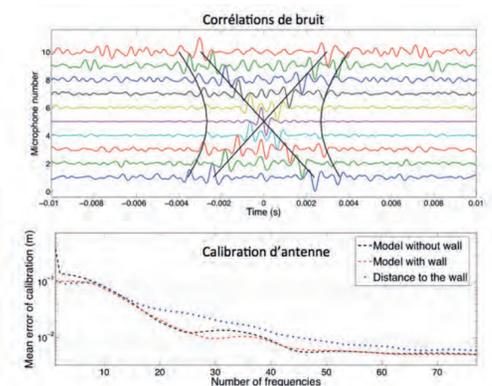
OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

La localisation de sources a des applications dans divers domaines, entraînant le développement de nombreuses techniques. Si les méthodes les plus classiques (formation de voies – beamforming, holographie...), donnent de bons résultats dans les environnements simples, leurs performances se dégradent dès que les milieux deviennent complexes. Ces travaux, placés dans le contexte de milieux réverbérants et/ou hétérogènes, ont pour but de proposer des approches originales de localisation basées sur des méthodes annihilant la contribution du champ réverbéré et des hétérogénéités afin de ramener à un problème de localisation simple. Ces approches montrent qu'un compromis est nécessaire entre le nombre de capteurs et les a priori du problème (connaissance du milieu de propagation, de sa géométrie...).

APPROCHES SCIENTIFIQUES

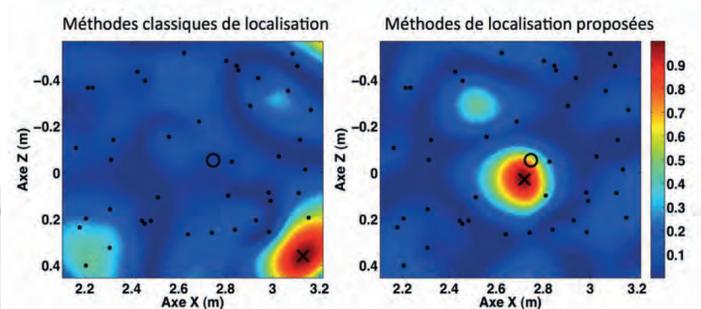
Le champ acoustique émis par une source peut être séparé en deux contributions : le signal direct et le champ réverbéré ou diffusé. La modélisation de ces deux quantités et l'utilisation de méthodes de régularisation de problèmes inverses fondées sur la parcimonie des signaux permet de localiser les sources. L'utilisation de réseaux composés d'un grand nombre de capteurs nécessite aussi le développement de méthodes d'auto-calibration (fig. ①).

→ Fig. ① Résultats expérimentaux de méthodes d'auto-calibration des positions de microphones.



APPLICATIONS

Ces travaux permettent de localiser des sources avec un faible nombre de capteurs et une connaissance partielle de l'environnement (forme d'une salle par exemple). Néanmoins, il existe des réseaux constitués de plusieurs milliers de microphones. Dans ce cas l'environnement peut-être très diffusant ou réverbérant. Les champs d'application des ces travaux sont larges. Ils permettront par exemple de localiser un locuteur dans des salles de conférences. Ils ont également un intérêt pour la sécurité civile avec la détection de personnes dans des environnements complexes et inconnus. D'un point de vue industriel, on peut imaginer des chambres anéchoïques virtuelles pour caractériser des sources de bruit dans des environnements non-contrôlés. Enfin une application pour la défense est la localisation et l'interception de sources sonores suspectes (fig. ②③).

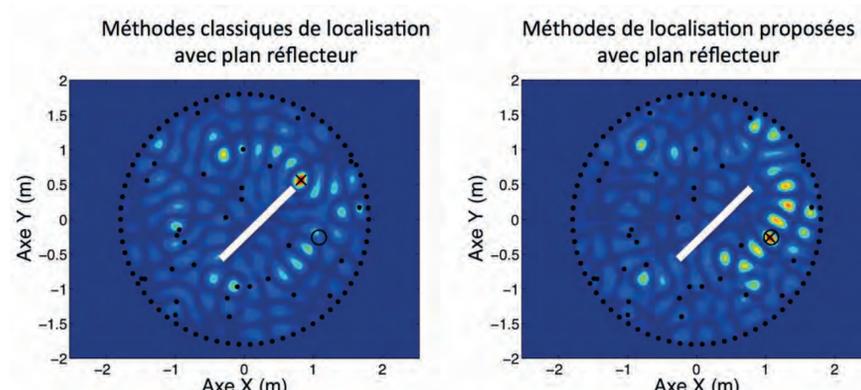


↑ Fig. ③ Expérience. Imagerie classique et méthodes proposées en milieu réverbérant (cercle : position de la source ; points : microphones ; croix : position estimée).

← Fig. ② Antenne expérimentale de 45 microphones dans une salle réverbérante.

RÉSULTATS

Deux résultats expérimentaux sont présentés. Dans une pièce entièrement carrelée, cette approche a permis de déréverbérer les signaux émis par une source au sein d'un réseau constitué de 45 microphones et ainsi de la localiser. Ce même réseau a pu être calibré par corrélations de bruit. Enfin, un exemple numérique montre l'intérêt des méthodes développées pour les milieux hétérogènes (ici, un obstacle réfléchissant l'onde sonore).(fig. ④).



↑ Fig. ④ Résultats numériques. Imagerie classique et méthodes proposées en milieu réverbérant hétérogène (cercle : position de la source ; points : microphones ; croix : position estimée).

CONTACTS

DOCTORANT : Thibault NOWAKOWSKI • thibault.nowakowski@espci.fr
Directeurs de thèse : Laurent DAUDET • laurent.daudet@espci.fr,
Julien DE ROSNY • julien.derosny@espci.fr

PARTENAIRES
Institut Langevin, ESPCI-Paristech, CNRS, PSL

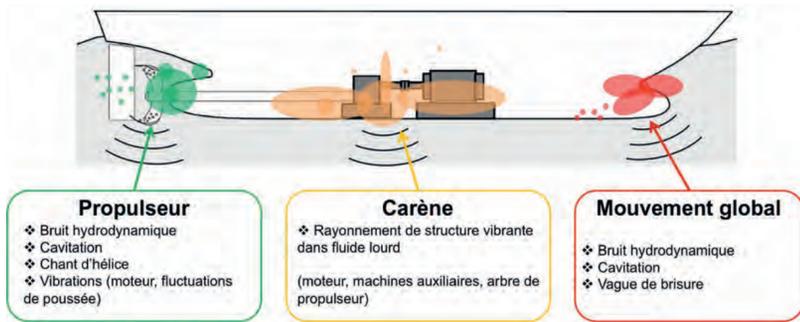


Institut Langevin
ONDES ET IMAGES

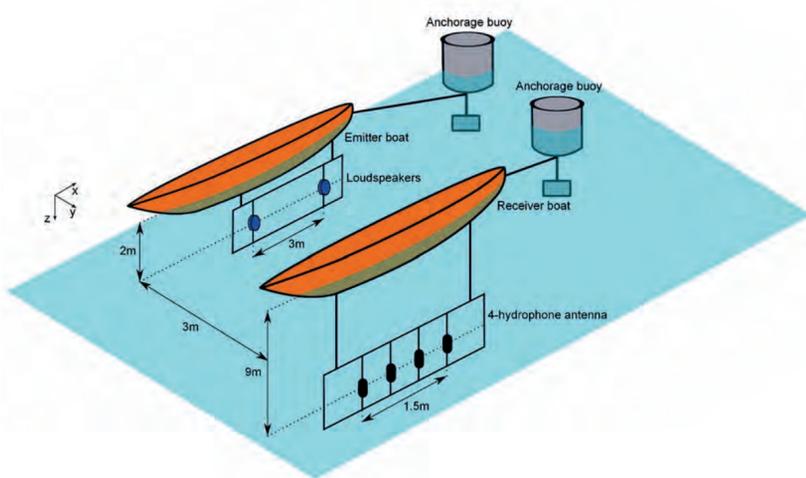


ARMADA

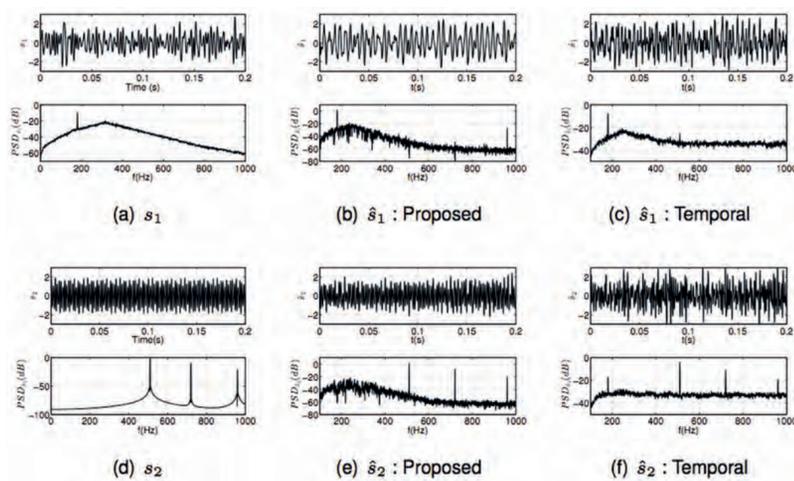
ANTENNE RÉDUITE ET MULTI-ANALYSE POUR LA DISCRÉTION ACOUSTIQUE



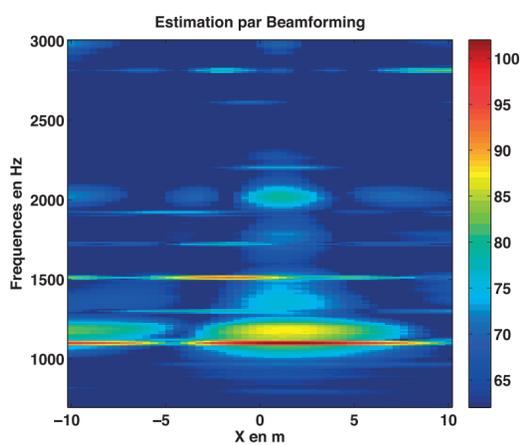
Sources acoustiques équivalentes pour un bâtiment de surface



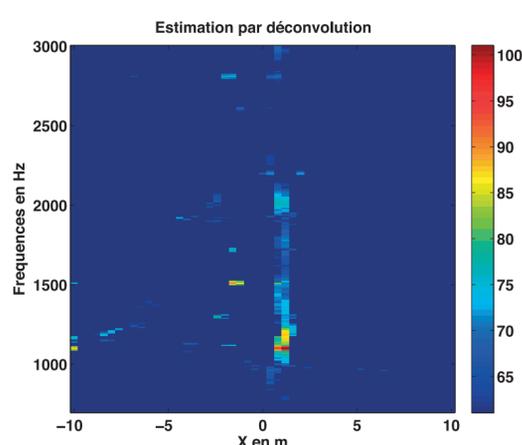
Configuration expérimentale de l'expérience au Lac de Laffrey



Résultats de séparation de sources obtenus par la méthode fréquentielle proposée et par une méthode temporelle, données simulées



Localisation par beamforming. Validations expérimentales au lac de Laffrey



Déconvolution des résultats du beamforming. Validations expérimentales au lac de Laffrey



Expérimentation préliminaire au Lac de Laffrey (octobre 2013 et mai 2014)

OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES DU PROJET

Le projet ARMADA a pour objectif la localisation des sources de bruits de bateaux en mouvement à partir d'un faible nombre de capteurs en couplant méthodes de séparation de sources dans les signaux bruts et localisation des sources dans l'espace. Des applications en air sont également envisagées.

- Proposer des méthodes de séparation de sources adaptées au modèle de propagation et aux sources mobiles.
- Proposer des méthodes de localisation de sources adaptées aux sources mobiles et au faible nombre de capteurs.
- Coupler les 2 méthodes dans un processus itératif pour améliorer les résultats.

INNOVATIONS ET RESULTATS OBTENUS, FAITS MARQUANTS

- Développement d'un simulateur de bruits de bateaux utilisé pour les validations théoriques
- Proposition d'une méthode de séparation aveugle de source basée sur une approche fréquentielle pour des sources fixes, validation sur expérience « test » réalisée en lac.
- Proposition d'une méthode conjointe de détection-localisation pour les sources fixes.
- Développement en cours d'une méthode de séparation de sources pour sources mobiles.
- Proposition d'une méthode de synthèse d'ouverture pour augmenter la taille d'antenne dans le cas de sources « fréquences pures ».

PERSPECTIVES ENVISAGÉES

- Réalisation d'une expérience à échelle réelle au lac de Castillon.
- Proposition d'une méthode de déconvolution du beamforming intégrant les erreurs de modèle et particulièrement les erreurs de trajectoires.

CONTACT

GIPSA-Lab • Barbara NICOLAS • barbara.nicolas@gipsa-lab.fr
MicrodB • Lucille LAMOTTE • lucille.lamotte@microdb.fr

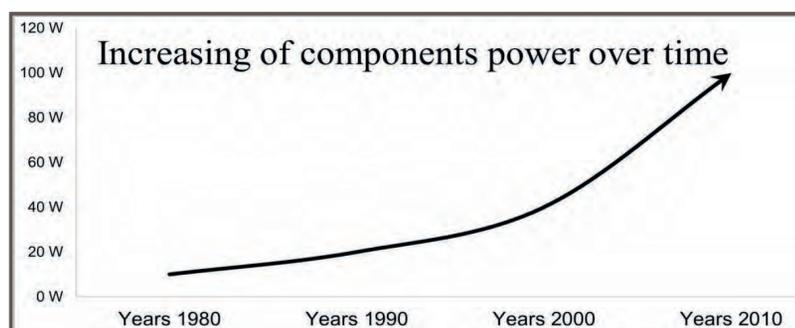


DURÉE DES TRAVAUX

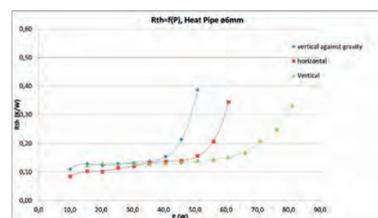
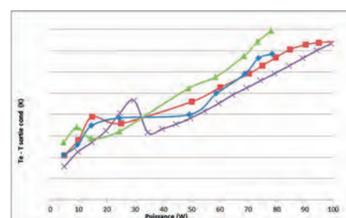
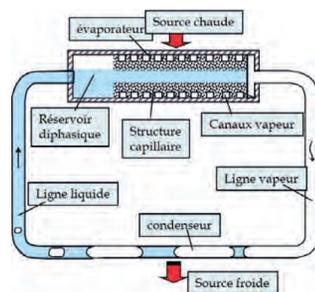
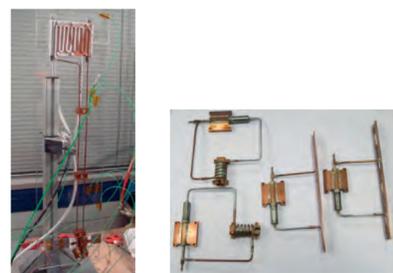
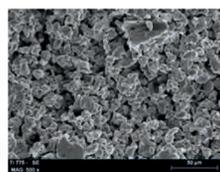
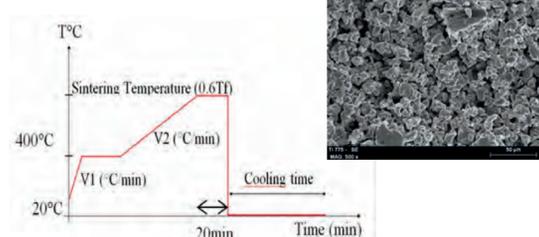
36 mois

PARTENAIRES

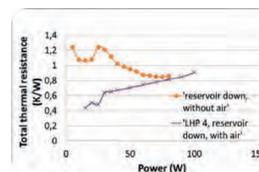
GIPSA-Lab, MicrodB



Augmentation des contraintes pour l'utilisation de l'électronique embarquée



Réalisation de poreux frittés et de boucles diphasiques, caractérisations



accélération	1G	2G	4G	6G
Pmax (W) / Rth (K/W)	100 / 0,75	100 / 0,75	80 / 0,99	50 / 1,69
Rth 1G	/	0,75	0,81	0,86
Degradation (%)	/	0	22	98

Applications

OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES DU PROJET

L'augmentation des densités de puissance dans le domaine électronique (loi de Moore) nécessite l'utilisation de solutions efficaces pour réduire l'élévation de température des composants embarqués (amélioration de la durée de vie). Les systèmes de refroidissement actuels atteignant leurs limites, la solution des boucles diphasiques est envisagée.

Le projet visait à :

- Développer des LHP compatibles des contraintes aéronautiques civiles et militaires et leur associer un connecteur thermique répondant aux contraintes de démontabilité/rackabilité
- Développer et renforcer les compétences, dans le domaine des LHP, d'une source nationale déjà impliquée dans le diphasique

INNOVATIONS ET RESULTATS OBTENUS, FAITS MARQUANTS

- Acquisition de technologie frittée nécessaire aux LHP
- Création modèle numérique pour dimensionner la structure interne des LHP
- Réalisation, caractérisation de poreux frittés Bronze, Cuivre, Nickel, Titane (porosité ≈55 à 70 %, ø de pores ≈ 4.5 à 8.5µm)
- Réalisation et amélioration successive de 3 générations de LHP
- Test des LHP et analyse/interprétation des résultats obtenus, corrélation avec les simulations
- Réalisation et test des performances des connecteurs thermiques
- Montage et tests en environnement aéronautique de démonstrateur LHP

PERSPECTIVES ENVISAGÉES

- Élargissement du secteur d'activité d'Atherm aux marchés de l'électronique aéronautique civile et militaire
- Application du frittage de poudre à la réalisation de caloducs frittés
- Plusieurs projets à l'étape de prototypes :
 - Implantation par différentes entités Thales de LHP et de caloducs frittés pour des applications militaires terrestres et embarquées ;
 - Implantation de LHP et caloducs par d'autres acteurs de l'aéronautique civile (Airbus, Zodiac) et militaire (Sagem).

CONTACT

ATHERM • Thomas ALBERTIN • t.albertin@atherm.net • Tél. +33 (0)4 76 77 23 24



DURÉE DES TRAVAUX

36 +12 mois

PARTENAIRES

Atherm, Thale Avionics Valence, Cethyl-Insa Lyon