

**OCÉANS : acoustique, imagerie  
et communications sous-marines**

**Les 28 et 29 octobre 2019  
IMT Atlantique, campus de BREST –**

Effectif : 25 + 5 étudiants

Auteur du CR : David Sevrain

**/ Présentation**

Le stage proposé par l'IMT Atlantique s'est déroulé sur trois demi-journées, et a regroupé 25 participants plus 5 étudiants. Le lundi 28 octobre (après-midi) a permis de présenter les éléments théoriques propres à la propagation des ondes sonores en milieu marin (équation du sonar). Le mardi 29 octobre (matin) était consacré à l'analyse d'images de sonar sous forme d'un TP afin d'aborder les traitements numériques à effectuer pour obtenir une image exploitable. Enfin, l'après-midi était réservé à la communication sous-marine (cours magistral) et visite du laboratoire de Communications Numériques de l'IMT.

**Ordre du jour :**

- Équation de propagation des ondes sonores en milieu marin (équation du sonar) ;
- Analyse des termes de l'équation (réflexion, transmission, absorption, diffusion...) ;
- Systèmes sonar ;
- Applications (imagerie : bathymétrie, localisation...) ; traitement des images ;
- Communication sous-marine : avantages, limites et traitement numériques ;
- Visite de laboratoire.

**/ Lundi 28 octobre (14h-17h)**

Après un rapide tour de table pour connaître les participants au stage et leurs motivations, Frédéric MAUSSANG, chercheur au département Image et Traitement de l'Information, a présenté les problématiques relatives à l'imagerie sonar sous forme d'un diaporama (diapositives imprimées et distribuées aux participants). Le contenu, très riche, permet d'aborder les avantages et limites de l'utilisation des ondes sonores pour des applications aussi diverses que la détection, volontaire ou non, de structures sous-marines (bâtiments, mines, bancs de poissons...) ; la mesure du niveau du plancher océanique, et sa composition de surface ; l'analyse du contenu des sédiments (à des fins de prospection pétrolière, par exemple). L'équation du sonar, à la base de l'imagerie sonar, a été donnée et ses différents termes analysés pendant la séance : rétrodiffusion des ondes sonores incidentes, pertes par propagation, origine du bruit acoustique et influence sur les mesures, prise en compte de l'hétérogénéité du milieu sous-marin (variation de la célérité des ondes avec la profondeur, réverbérations de surface et de volume).

**/ Mardi 29 octobre**

**A. Matinée (9h-12h)**

- Cours sur les différentes technologies sonar.
- Travaux pratiques portant sur le traitement d'images sonar sous Matlab. Les programmes sont fournis, l'objectif étant de se les approprier et d'étudier l'influence de certains paramètres sur la qualité du traitement (filtre par moyenne, par médiane, filtre de Lee, taille du masque).

## **B. Après-midi (13h30-17h)**

Christophe LAOT, chercheur au département Signal et Communications de l'IMT Atlantique, nous a initié aux principes de la communication acoustique sous-marine, d'abord d'un point de vue général puis plus particulièrement les avantages et inconvénients de la numérisation pour la communication sous-marine. Cette présentation était d'une très grande qualité, tant dans la forme que dans le fond. Elle nous a permis de discuter de l'influence de l'échantillonnage d'un signal sonore sur la bande passante du système et l'amélioration de celle-ci par une modulation de phase du signal. La prise en compte des trajets multiples entre l'émetteur et le récepteur (réverbérations, diffusion...), de l'effet Doppler et du bruit ambiant a montré la complexité de la communication en milieu marin et des compromis à réaliser lors de la conception d'un système de communication.

Nous avons clos cette journée par la visite du laboratoire de Communications Numériques de l'IMT, où nous avons pu observer le fonctionnement de transducteurs réels et le matériel périphérique nécessaire pour réaliser des mesures convenables (amplificateurs de puissance, filtres, programmes développés au sein du laboratoire etc.)

## **/ Remerciements**

Nous tenons à remercier très chaleureusement les organisateurs et les conférenciers qui ont permis à ces trois demi-journées d'être enrichissantes, tant d'un point de vue intellectuel qu'humain. L'accueil de l'IMT Atlantique a été particulièrement apprécié ; nous tenons à souligner que les frais d'hébergement et les repas ont été intégralement pris en charge par l'école pour celles et ceux qui en ont fait la demande. Ce geste prouve l'importance que l'IMT Atlantique accorde aux échanges avec les enseignants de CPGE.

*David Sevrain*