

INTRODUCTION

Les océans recouvrent 70 % de la surface terrestre. Ils jouent un rôle majeur pour l'humanité puisqu'ils régulent les climats, sont des réservoirs de biodiversité, de ressources naturelles (premiers gisements de protéines animales pour l'alimentation humaine), d'énergies renouvelables (vent, courant, houle...) et fossiles. Leurs surfaces accueillent une large gamme d'activités humaines en constante évolution. Ainsi la décennie à venir sera celle de la production d'énergies marines renouvelables et de l'essor du transport de marchandises par voie maritime. Les océans risquent de subir des changements globaux (climatiques, pressions anthropiques) et la question de leur résilience se pose naturellement. D'une profondeur moyenne de 3 800 mètres, les océans restent des environnements extrêmes, difficilement accessibles notamment par les moyens d'observation satellitaire par exemple. Les développements méthodologiques pour l'observation du milieu océanique sont un véritable challenge au XXI^e siècle et constituent un domaine de recherche multidisciplinaire très actif. L'intérieur des océans reste à ce jour l'un des lieux d'évolution discret et revêt un intérêt stratégique particulier. La directive cadre sur la stratégie du milieu marin de l'Union européenne illustre bien cette prise de conscience récente et il est nécessaire dès aujourd'hui de développer et de proposer des outils de caractérisation performants pour comprendre, évaluer et réagir.

Faisant suite à une première édition d'un numéro spécial de la revue *Traitement du Signal* « Caractérisation du milieu marin » (volume 25, n° 1-2, 2008) ayant rassemblé 12 contributions, le présent numéro « Traitement de l'information pour la caractérisation du milieu marin » propose de faire écho des recherches les plus récentes développées dans cette thématique. A partir d'une sélection des présentations faites lors de la 2^e édition du Workshop SERENADE (Surveillance, Etude et Reconnaissance de l'Environnement mariN par Acoustique Discrète) qui s'est déroulé le 4 et 5 avril 2012 au GIPSA-Lab à Grenoble, ce numéro aborde l'observation des environnements marins en utilisant l'acoustique d'une façon novatrice. Une large place est faite à la thématique SIAR (signal, image, automatique et robotique) pour créer des systèmes autonomes (drones de surface, sous-marins autonomes, profileurs et planeurs sous-marins) et exploiter les informations recueillies par une large gamme de capteurs (sonars actifs et passifs, capteurs optiques, capteurs électromagnétiques aéroportés, satellitaires...). Les thématiques traitées recouvrent les recherches et études liées au traitement et l'interprétation des signaux actifs, discrets ou passifs, en particulier en réponse à des demandes environnementales civiles ou de défense.

Les articles présentés ici utilisent des vecteurs d'information liés soit à la propagation acoustique sous-marine petits fonds pour différents contextes fréquentiels et différentes modalités (passive et active), soit à la propagation électromagnétique pour des applications liées à la caractérisation des surfaces marines. Ces travaux présentés couvrent un large spectre de thématiques dans les domaines du signal et de l'image. Ainsi, on retrouvera des articles méthodologiques autour de la séparation de source et du débruitage, autour des concepts temps-fréquence (filtrage, caractérisation des structures temps-fréquence), du codage parcimonieux, de l'inversion. Les aspects segmentation sont également exposés ainsi que des articles faisant une part belle à la physique, liés à des nouvelles modalités et lois applicables dans un contexte de propagation électromagnétique.

Ce numéro débute par une contribution de Ahmed Nait-Chabane *et al.* dans le domaine de la segmentation des images sonar latéral. En effet la *segmentation des images sonar* latéral brutes présente souvent une dépendance des statistiques à l'angle de rasance. Pour s'affranchir de ce problème, les auteurs proposent une approche basée sur le découpage des images sonar brutes en bandes de pixels segmentées par un algorithme adapté des cartes auto-organisées de Kohonen. Ils montrent efficacement que l'on peut obtenir une segmentation indépendante de la rasance, avec une homogénéité de segmentation supérieure aux approches classiques.

Ce numéro se poursuit avec un article de Yann Le Gall et Julien Bonnel sur le *débruitage et séparation dans le plan temps-fréquence* des contributions sonores de navires en mouvement. Plus précisément, ils proposent une méthode de filtrage adaptée à l'écoute passive mono-capteur du bruit rayonné par des navires en mouvement dans un environnement océanique petits fonds. Permettant d'améliorer le rapport signal à bruit et de séparer les contributions de deux navires dans le plan temps-fréquence, cette méthode exploite le principe de l'invariant océanique pour réaliser le filtrage en y incorporant une non-linéarité pour prendre en compte la nature du bruit.

Les trois articles suivants concernent des travaux appliqués aux sons émis par les mammifères marins et utilisant la propagation acoustique sous-marine comme vecteur d'information. Les approches présentées sont diversifiées et montrent la richesse et l'intérêt d'utiliser et de comprendre ces sources d'opportunité soit pour tomographier (imager) le milieu (Barazzutti *et al.*), soit pour proposer des outils performants pour l'extraction et la compréhension de ces sons (Le Bot *et al.*), soit pour analyser et comprendre les vocalises des mammifères marins (Doh *et al.*). Ainsi, Barazzutti et ses co-auteurs présentent un procédé *d'inversion géoacoustique passif* utilisant des vocalises de mammifères marins et un unique hydrophone dans un contexte petits fonds. Ils montrent qu'à partir d'outils temps-fréquence, on peut estimer le couple (rasance, coefficient de réflexion) de chaque vocalise localisée. Associée à une étude des performances théoriques, la validité est démontrée à partir de signaux réels. Olivier Le Bot *et al.* proposent d'étudier non plus les vocalises mais les impulsions émises (clics SONAR) par certains mammifères marins lors d'une activité de localisation, de chasse ou de communication. Ces impulsions sont

le plus souvent émises en trains rythmés et donc mélangées lorsque l'on est en présence d'un groupe d'individu. Le suivi de ces trains de clics entrelacés est un véritable challenge méthodologique. *Pour détramer et caractériser finement* ces trains de clics, les auteurs s'appuient sur un algorithme d'autocorrélation à valeur complexe pour 1) caractériser les ICI fondamentaux des trains entrelacés, et 2) supprimer les harmoniques. Associé à une fonction de seuillage supprimant le bruit de fond généré par les interférences mutuelles entre les différents trains entrelacés, ce nouvel outil temps-fréquence est validé par une application sur une séquence réelle. Dans le dernier papier de ce groupe, Doh *et al.* s'intéressent aux unités sonores, aux vocalises qui composent les chants des baleines à bosses mâles, à leurs récurrences, et à leurs structurations. Ils proposent *un codage parcimonieux des chants* afin de déterminer leurs composantes stables et celles qui varient, pour différentes échelles de temps. Une définition de la complexité du code est proposée afin de séparer les composantes du chant du bruit mer. Les résultats sont donnés pour le classement d'unités sonores et aussi de sous-unités sonores.

Les deux articles qui concluent le numéro sont relatifs à l'interaction entre ondes électromagnétiques et surfaces marines. Ils concernent, entre autres, la caractérisation de la diffusion électromagnétique d'une surface marine et l'analyse du fouillis de mer. A partir d'une approche physique rigoureuse, leur originalité est basée sur l'introduction de nouvelles lois permettant de caractériser les signatures EM. Ainsi Anthony Fiche *et al.*, abordant la problématique de la surveillance maritime, utilisent une *approche statistique pour caractériser le fouillis de mer*. Pour la première fois, une loi alpha-stable est utilisée pour analyser la distribution des coefficients de diffusion électromagnétique. Une comparaison avec les distributions statistiques généralement utilisées (Weibull, loi K etc.) permet d'affirmer que le modèle alpha-stable proposé est le plus adapté pour analyser certains paramètres comme : la polarisation, la vitesse et la direction du vent. Ensuite, Slah-Edine Ben Khadra et Ali Khenchaf étudient l'effet hydrodynamique non linéaire produit par les vagues déferlantes côtières, par analyse des coefficients de diffusion EM dans la bande X. Calculés à partir d'une *configuration bi-statique*, les coefficients de diffusion d'une série de profils de surface océanique illustrant les différentes phases de construction d'une vague déferlante sont proposés. Une étude complète théorique appuyée par des simulations et des validations par mesures radar réalisées en chambre anéchoïque en font un article de référence dans le domaine.

Nous remercions chaleureusement tous les auteurs pour leurs contributions qui constituent la matière première de ce numéro spécial. Nous remercions également les relecteurs pour la qualité de leur travail et de leurs commentaires.

CÉDRIC GERVAISE
Chaire Chorus, Fondation Grenoble-INP

JÉRÔME I. MARS
GISPA-Lab, Grenoble-INP

