

Modélisation de la propagation basse fréquence par petits fonds : prise en compte de la réverbération et influence des ondes internes

Géraldine Bouchage

La propagation acoustique par petits fonds (typiquement sur les plateaux continentaux) est devenue depuis plusieurs décennies de première importance autant pour les applications civiles (concepts d'observatoires sous-marins pour le suivi de l'environnement et plus particulièrement de la pollution, l'estimation des migrations de poissons, ...) que militaires. Afin de pouvoir surveiller ces plateaux, il est nécessaire de faire appel à de la propagation grande distance (sur plusieurs dizaines voire centaines de kilomètres), c'est à dire d'utiliser des signaux basses fréquences dont la fréquence centrale est comprise entre 100 et 2000 Hz. Cependant, l'utilisation d'une telle gamme de fréquences a de fortes conséquences sur la propagation acoustique qui devient relativement complexe en raison entre autres des phénomènes de réverbération et de diffusion.

Ces phénomènes sont dus aux interactions des ondes acoustiques avec les inhomogénéités du milieu marin qui peuvent être soit les inhomogénéités présentes dans la colonne d'eau (présence de bulles, poissons,...) soit la rugosité des interfaces. Bien que les phénomènes de diffusion/réverbération sur les interfaces soient rarement les plus limitatifs pas grands fonds, ils deviennent fortement prépondérants par petits fonds, c'est à dire pour des environnements dont la hauteur d'eau est comprise entre 50 et 400 m. L'ampleur du phénomène est d'autant plus marqué que le nombre de réflexions intervenant à la fois sur la surface et le fond du milieu océanique est élevé. Ainsi, la complexité de ces phénomènes devient plus importante avec l'utilisation de sources acoustiques basses fréquences. Leur influence sur la propagation acoustique est telle qu'ils peuvent, par exemple, masquer les échos de cibles et entraîner un nombre élevé de fausses alarmes. Ils doivent donc être pris en compte systématiquement dans les modèles de propagation.

La propagation acoustique peut également être fortement influencée par un phénomène de nature océanographique : les ondes internes. Ces ondes constituent un des facteurs prépondérants dans la dynamique et la variabilité des océans. Elles sont une des principales causes des phénomènes de mélange en eaux profondes et contribuent fortement à la circulation océanique. Elles sont, de plus, à l'origine des mouvements de la thermocline. De telles fluctuations du profil de température sur différentes échelles de temps et d'espace induisent des variations du profil de vitesse du son dans la colonne d'eau. Les ondes internes ont donc un effet direct sur la réfraction du son c'est à dire sur la propagation acoustique. Elles peuvent ainsi jouer un rôle important pour les problèmes, entre autres, de communication, de détection et de tomographie. Il est donc nécessaire de disposer de modèles permettant de prédire l'évolution des champs d'ondes internes et les fluctuations que ces dernières induisent sur les profils de vitesse du son dans la colonne d'eau, afin d'intégrer en partie la complexité de l'environnement dans les modèles de propagation acoustique.

La présentation abordera la modélisation des phénomènes de réverbération et de diffusion ainsi que leur prise en compte dans les modèles de propagation. Un modèle numérique, REVPA, sera présenté avec divers résultats de simulations. La modélisation des ondes internes linéaires sera également abordée et leurs effets sur la propagation acoustique illustrés à travers différents exemples.