

## **Courantologie de surface : un radio-phare sur la côte Sud de l'île de Porquerolles**

**Yves BARBIN, Lucio BELLOMO, Philippe FORGET\*,  
Didier MALLARINO, Céline QUENTIN**

*Mediterranean Institute of Oceanography (MIO), La Garde, France.*

*AMU-UM110 & CNRS-UMR7294.*

*Université de Toulon, Aix Marseille Université, CNRS, IRD.*

*\*Contact : [philippe.forget@univ-tln.fr](mailto:philippe.forget@univ-tln.fr)*

Grâce au soutien du Parc national de Port-Cros, un radio-phare, en fait un petit émetteur d'ondes radioélectriques décamétriques dites « HF », fonctionne depuis le mois de mai 2012 sur la côte Sud de l'île de Porquerolles.

Il fait partie d'un dispositif régional installé par l'Institut Méditerranéen d'Océanographie, le « MIO », unité mixte de recherche (UMR7294) de l'Université de Toulon, de Aix-Marseille Université, du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), et par la Division Technique de l'Institut National des Sciences de l'Univers du CNRS (DT/INSU), site de la Seyne sur Mer. Ce système instrumental sert à mesurer et étudier les courants marins de surface au large des Iles d'Or, jusqu'à une soixantaine de kilomètres des côtes.

### **Originalité instrumentale de la configuration mise en place**

Classiquement, en radio-courantologie, on extrait les informations de courant à partir des échos enregistrés par deux stations radar HF côtiers indépendantes, situées à une quarantaine de kilomètres l'une de l'autre. Chaque station émet et reçoit, et on obtient pour chaque site une projection 1D (sur un axe) du vecteur courant de surface. On combine géométriquement les projections fournies par les deux radars pour déterminer le vecteur 2D (les deux composantes horizontales) du courant de surface. Une carte vectorielle du courant de surface est ainsi produite, sur une aire de, typiquement, 50 x 50 km<sup>2</sup>.

Dans notre région, la recherche de sites adaptés pour la mesure des courants a été compliquée, d'une part, par la présence des Iles

d'Or (qui atténuent fortement le signal radar), et d'autre part par les problèmes d'encombrement et d'alimentation électrique des systèmes radar. Ainsi, un système radar complet (émission et réception) n'a pas pu être installé sur l'île de Porquerolles, naturellement très bien située, et il a fallu se contenter d'une balise d'émission, moins exigeante en terme d'espace, d'énergie et de télécommunication. La station de réception correspondante est déportée sur le site de l'ancien Sémaphore de Cap Bénat à quelques 17 km de là.

Les cycles de l'émetteur de Porquerolles sont synchronisés par les signaux des satellites de localisation GPS, tout comme le sont les deux autres stations : la station de réception de Cap Bénat, ou la station radar complète de Cap Sicié. Chaque station de réception peut recevoir et analyser les ondes provenant de la diffusion par la mer des ondes incidentes, émises depuis la balise de Porquerolles. Une telle configuration est dite bi- voire multi-statique. Cette configuration est une première européenne en Radio-Océanographie.

Il faut noter que les ondes HF sont utilisées de par le monde pour bien d'autres services, comme les communications à grande distance. Certaines autres émissions utilisent les mêmes fréquences que nos radars mais beaucoup sont plus puissantes et elles produisent des interférences qui perturbent souvent nos mesures et donc les résultats de nos calculs. Ces émissions réduisent la couverture des radars, ou produisent des artefacts.

### **Qualité géographique du site de Porquerolles**

Le site de la balise d'émission, sur la côte Sud de Porquerolles, près du phare de Porquerolles, est certainement le meilleur site possible de la région pour l'installation d'un tel dispositif. C'est l'avancée dans la mer la plus au sud de toute la région, ce qui favorise l'ouverture angulaire d'exploitation possible la plus large, et aussi le niveau le plus élevé et le plus homogène d'« illumination » de la mer par les ondes, ce qui garantit un bon rapport signal sur bruit (ce qui est crucial vis-à-vis des interférences citées plus haut), et donc une bonne portée.

Le site a été mis en service en mai 2012, et il fonctionne 24 heures sur 24, dans la bande de fréquence dédiée depuis 2012 à ces radars, entre 16,1 MHz et 16,2 MHz. La consommation électrique de l'équipement est sobre, de l'ordre de 150 W. La faible puissance radio rayonnée (15 W) garantit une immunité totale du voisinage, que ce soit sur le plan des niveaux d'exposition aux ondes radio, ou pour la non perturbation des autres équipements radioélectriques susceptibles de fonctionner à proximité.

## **Respect de la réglementation concernant les rayonnements non ionisants**

La réglementation applicable précise que pour une exposition permanente du public, le champ électrique ne doit pas dépasser 28 V/m à notre fréquence, et ne doit pas dépasser 61 V/m pour l'exposition permanente (par période de six minutes) des professionnels avertis. Ces valeurs d'exposition humaine sont généralement étendues pour le vivant.

Les mesures de champ montrent un niveau inférieur à 1,20 V/m pour les endroits accessibles autour du bâtiment, sur les terrasses, ou du côté des portes. A l'entrée du local technique ou dans le local technique, le champ est inférieur à 4 V/m. Sur le toit, où sont installés les panneaux solaires, le champ est inférieur à 4 V/m, et il est inférieur à 10 V/m au sommet de l'escalier d'accès. Au pied de l'antenne à 20 cm des fils de l'antenne, le champ culmine à 40 V/m à l'intérieur d'un petit volume, qui ne permet pas à quelqu'un de s'y installer. Ces mesures sont vérifiées et rapportées régulièrement.

## **Monitorer la courantologie régionale et sa variabilité**

La courantologie locale est dominée par la présence du Courant Liguro-Provençal, dit « Courant Nord », qui suit les côtes de Nord Est en Sud Ouest depuis le Golfe Ligure (Taupier-Letage *et al.*, 2013). Mais arrivé au Sud de Toulon, le courant Nord devient bien moins régulier, il peut bifurquer, tourbillonner, et peut même totalement se perdre, du moins en surface. La topographie des côtes et des fonds, et surtout l'interaction avec les forts épisodes de Mistral, sont parmi les causes principales de la diversité des « patterns » de courant et de leurs dérives à la surface de la mer dans la région.

## **Domaines d'Applications et de Pertinence des mesures**

En plus des implications environnementales, la mesure des courants réels par radar permet d'améliorer la compréhension des mécanismes physiques et permet de corriger ou du moins de guider, par exemple par les techniques dites d'assimilation, les modèles physiques avancés de circulation océanique en 3D. Ceci conduit ainsi à améliorer d'autres prévisions basées en grande partie sur ces modèles (Breivik and Sætra, 2001, Marmain *et al.*, 2014).

Ces mesures de courant de surface et les prévisions sur les dérives qu'elles permettent de calculer sont estimées de première importance en cas d'accidents (pétrole, homme à la mer). Le projet européen TOSCA qui s'est déroulé de 2011 à mi-2013 avait justement

pour but d'étudier l'utilisation intégrée d'informations fournies entre autres par les radars en cas de situation de crise ([fr.tosca-med.eu](http://fr.tosca-med.eu)). Ce projet avait deux acteurs locaux importants : le MIO et la Préfecture Maritime de Méditerranée. Les signaux obtenus grâce au radio-phare de Porquerolles ont particulièrement été mis en œuvre avec succès pour la deuxième période de démonstration de TOSCA (août 2012).

### Des données maintenant accessibles en quasi temps réel

Les informations extraites des signaux reçus par la station du Cap Bénat, et de ceux reçus par le radar complet du Cap Sicié sont transmises régulièrement par liaison numérique vers le site de La Garde de l'Institut MIO, où elles sont filtrées et combinées pour former des cartes de courants de surface. Ces cartes sont généralement reproduites avec un délai de quelques heures sur le site :

[http : //hfradar.univ-tln.fr/HFRADAR/squel.php? content=accueil](http://hfradar.univ-tln.fr/HFRADAR/squel.php?content=accueil).

Ce site Web permet également de mieux connaître le contexte de ces activités, et l'intérêt de mesures continues sur des périodes de plusieurs années, et de la disponibilité des données en quasi temps réel.

**Remerciements.** Nous tenons ici à remercier le Parc national de Port-Cros pour son aide et sa collaboration dans la réalisation de ce projet.

Les auteurs de l'article remercient également leur collègues Pascal Guterman et Karim Bernardet de la Division Technique de l'Institut National des Sciences de l'Univers (DT-INSU-CNRS) pour leur aide initiale, et ceux de l'équipe «Océanographie Physique Littorale et Côtière» (OPLC) du MIO pour leur soutien et pour la valorisation des résultats des mesures : Philippe Fraunié, Charles-Antoine Guérin, Julien Marmain, Anne Molcard, Yann Ourmières, et Bruno Zakardjian, chef de l'équipe OPLC.

### Références

- BREIVIK O., SAETRA O., 2001. - Real time assimilation of HF radar currents into a coastal ocean model. *J. Mar. Syst.*, 28, 161-182.
- MARMAIN J., MOLCARD A., FORGET P., BARTH A., OURMIERES Y., 2014. - Assimilation of HF radar surface currents to optimize forcing in the North Western Mediterranean sea, *Nonlin. Processes Geophys.*, 21, 659-675.
- TAUPIER-LETAGE I., PIAZZOLA J., ZAKARDJIAN B., 2013. - Les îles d'Hyères dans le système de circulation marine et atmosphérique de la Méditerranée. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 27 : 29-52.