

## Le réseau de capteurs et de radars océanographiques du MIO Toulon détecte une onde de tempête associée à l'événement méditerranéen des 19 et 20 septembre 2020

Baptiste Domsps<sup>1,2</sup>, Caroline Paugam<sup>1</sup>, Julien Marmain<sup>2</sup>, Vincent Rey<sup>1</sup>, Charles-Antoine Guérin<sup>1</sup>

1- Institut Méditerranéen d'Océanologie, Aix-Marseille Univ., CNRS, Université de Toulon, IRD, MIO, Toulon, France

2- Degreane Horizon, Cuers, France ([baptiste.domsps@degreane-horizon.fr](mailto:baptiste.domsps@degreane-horizon.fr))

Le week-end des 19 et 20 septembre 2020 a été marqué par le premier épisode méditerranéen de l'automne. À Toulon, le passage d'un front atmosphérique particulièrement intense s'est accompagné d'une forte activité électrique ainsi que de vents violents pouvant atteindre 150 km/h. En particulier, 4 trombes marines ont été rapportées au Pradet, à Hyères, Sanary et Toulon, où l'une d'elles s'est développée au large du Mourillon et a causé de sérieux dégâts à plusieurs restaurants des plages.

Devant l'intensité des événements, les données de deux réseaux d'observation marine de l'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO, UMR 7294 Aix-Marseille Université, CNRS, Université de Toulon, IRD) ont été comparées. Il s'agit d'une part des courants de surface, mesurés par un [réseau de radars côtiers](#) et d'autre part des niveaux d'eau fournis par le [réseau de capteurs HTM-NET](#).

Initialement implanté dans le Var en 2013, le réseau d'instrumentation HTM-NET comporte désormais 16 stations allant des îles d'Hyères au Cap Couronne à l'Ouest de Marseille. Ces stations permettent l'acquisition de données de température et des niveaux d'eau sur le long terme [1]. Le réseau de radars côtiers est lui déployé depuis 2012 sur 3 sites de l'agglomération toulonnaise (Cap Sicié, Cap Bénat et Porquerolles) et cartographie en temps réel le champ de courant jusqu'à 80 km au large de Toulon [2].

Les observations de la station HTM-NET située dans le port de Brégaillon (La Seyne-sur-Mer, Figure 1) mettent en évidence une surcote du niveau de la mer. En effet, le niveau observé (courbe bleue) dans la nuit du 19 au 20 septembre est plus élevé que le niveau prédit par les modèles de marée (courbe rouge). Cet événement est associé à une diminution de la pression atmosphérique, responsable d'une augmentation du niveau de la mer par effet baromètre inverse. À cela s'ajoute une augmentation de la vitesse du vent provenant du Sud-Est et favorisant la génération de vagues de submersion dans la rade de Toulon. Il s'agit d'une onde de tempête qui s'est produite le 19 septembre à 23 h 40 (heure locale) lors de la marée haute.

1 Rey, V., Dufresne, C., Fuda, J.-L., Mallarino, D., Missamou, T., Paugam, C., Rougier, G., et Taupier-Letage, I. *On the use of long term observation of water level and temperature along the shore for a better understanding of the dynamics: Example of Toulon area, France*. Ocean Dynamics 70, 913–933 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10236-020-01363-7>

2 Dumas, D., Gramoullé, A., Guérin, C.-A., Molcard, A., Ourmières, Y. et Zakardjian, B. *Multistatic estimation of high-frequency radar surface currents in the region of Toulon*. Ocean Dynamics (2020), <https://doi.org/10.1007/s10236-020-01406-z>

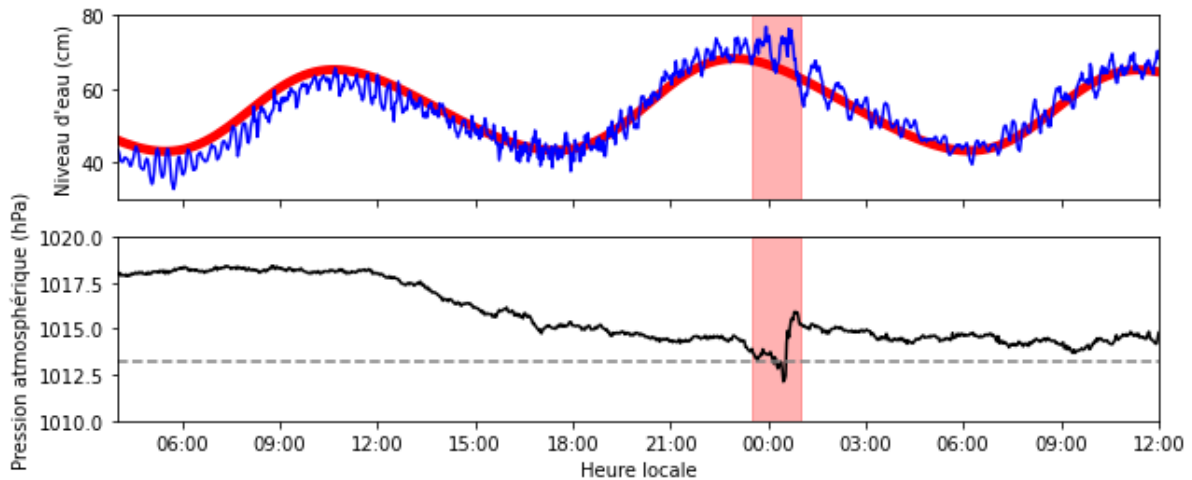


Figure 1 : niveaux d'eau (haut) et pression atmosphérique (bas) relevés par la station HTM-NET du port de Brégaillon les 19 et 20 septembre 2020. La période concernant les événements d'intensité exceptionnelle (courants océaniques intenses, onde de tempête et trombe marine) est surlignée.

Le réseau de radars océanographiques a fourni de son côté des observations de l'onde de tempête à travers de forts courants marins de surface se propageant dans une direction inhabituelle, vers la côte toulonnaise (Figure 2). L'évolution de la vitesse et de la direction du courant au cours du temps en quelques points de mesure est montrée sur la Figure 3. Elle indique clairement une intensification du courant entre 22 h 00 et 00 h 00 le 19 septembre (heure locale) au moment de l'arrivée de la tempête, les points les plus éloignés de la côte étant touchés de manière plus précoce. On y constate également un relâchement brutal des courants, corrélé à la brusque remontée de pression atmosphérique observée vers minuit (Figure 1). Une deuxième période de courants forts est observée entre 12 h 00 et 16 h 00 le 20 septembre, correspondant à un nouvel épisode dépressionnaire également observé sur les stations HTM-NET. Toutefois, il n'a pas donné lieu à une onde de tempête, s'agissant de vent d'Est parallèle à la côte varoise.

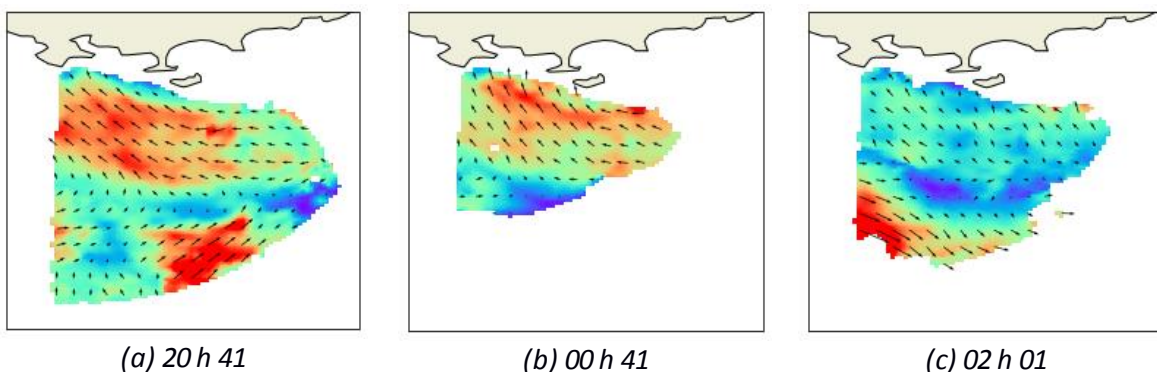


Figure 2 : cartes de courants mesurées les 19 et 20 septembre 2020 par les radars océanographiques du laboratoire MIO (<http://hfradar.univ-tln.fr>). Sur la carte (b) de 00 h 41, des courants forts (environ 50cm/s) se forment au large et obliquent de manière inhabituelle vers le Nord pour atteindre la côte Varoise. Sur la carte (c) de 02 h 01, les courants côtiers diminuent.

La prévision des ondes de tempête fait partie de nos objectifs de recherche. Elle permet de prévoir et d'anticiper les effets de ces phénomènes potentiellement dangereux, en particulier quand il s'agit de submersions. Le changement climatique et l'élévation du niveau de la mer rend plus probable la survenue de tels événements. L'utilisation combinée d'un réseau de capteurs côtiers et d'un réseau de radars est une première pierre vers de meilleures observations et prévisions de ces phénomènes.

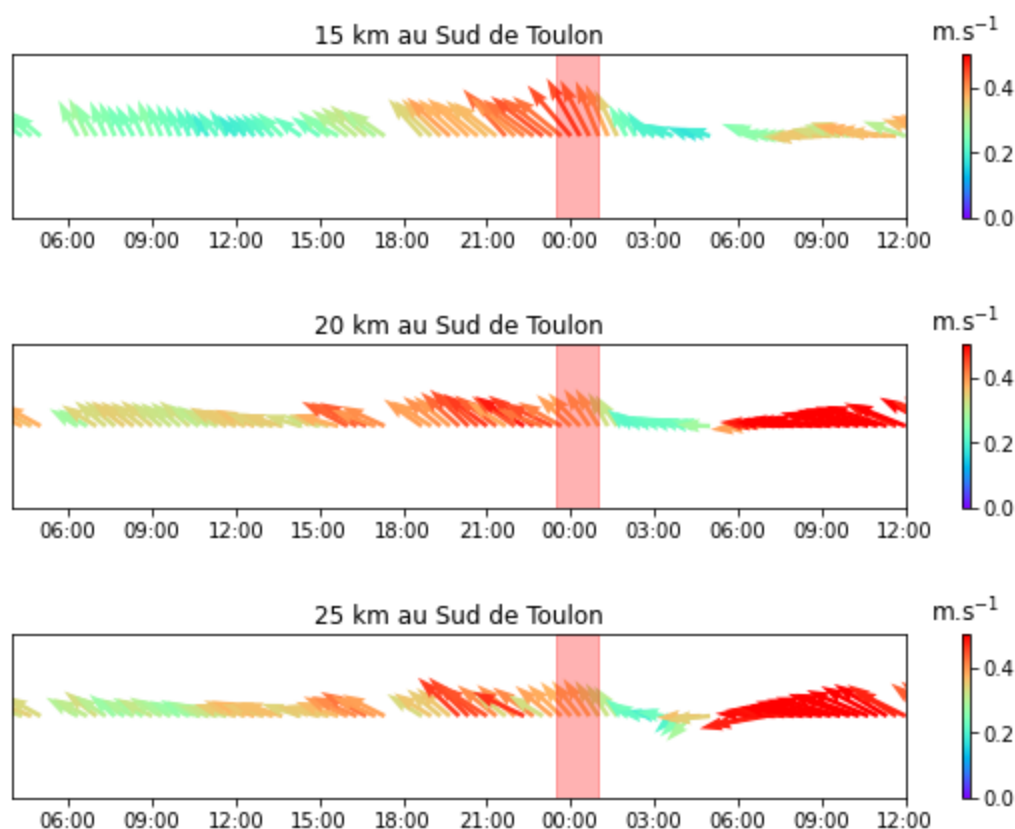


Figure 3 : évolution de la direction (flèche) et de l'intensité (couleur) du courant de surface, mesuré par le réseau de radars à 15, 20 et 25 km au Sud de Toulon les 19 et 20 septembre 2020. La période concernant les événements d'intensité exceptionnelle (courants océaniques intenses, onde de tempête et trombe marine) est surlignée en rouge.

### Remerciements

L'entretien et la rénovation du réseau radar depuis 2018 ont été majoritairement financés par le programme européen Interreg Marittimo [SICOMAR-PLUS](#). Nous remercions le [Parc National de Port-Cros](#) (PNPC), l'Association Syndicale des Propriétaires du Cap Bénat (ASPCB), le Group Military Conservation (GMC), la Marine nationale pour l'hébergement des radars et le [SNO MOOSE](#). La maintenance est assurée par l'entreprise Degreane Horizon. L'installation et la maintenance du réseau HTM-NET sont assurées par J.-L. Fuda et T. Missamou du MIO et bénéficient de financements [CNRS/INSU](#), [ILICO-DYNALIT](#) et de la communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée (TPM). Celles des sites web des réseaux radar et [HTM-NET](#) sont assurées par D. Mallarino, de l'OSU Pytheas.