



# Utiliser l'altimétrie pour identifier les régions d'intensification des cyclones

G. Goni<sup>(1)</sup>, P. Black<sup>(1)</sup>, J. Trinanes<sup>(2)</sup>  
(1) Noaa/AOML, USA (2) Cimas/University of Miami, USA  
Gustavo J. Goni - E-mail : Gustavo.goni@noaa.gov



Le rôle de l'océan dans la formation des cyclones est bien connu. Une relation a été établie entre la formation des cyclones et la température de surface des océans (SST). Celle-ci doit être supérieure à 26°C environ pour qu'il y ait cyclogenèse. Toutefois, si cette condition est nécessaire elle n'est pas suffisante. L'intensification du cyclone fait également intervenir une combinaison de différents paramètres atmosphériques favorables, tels que interactions et cisaillement vertical. Ce modèle n'attribue qu'un rôle mineur à la structure thermique de la couche superficielle de l'océan dans l'intensification du cyclone. Or, après une série d'évènements où l'intensification soudaine des cyclones a été observée après leur passage au-dessus de structures océaniques chaudes, on suppose maintenant que la couche supérieure de l'océan joue un rôle important dans ce processus.

La présence d'un tourbillon chaud a été associée à l'intensification du cyclone Opal dans le golfe du Mexique en octobre 1995 [Shay et al., 2000]. L'imagerie AVHRR (résultats non présentés ici) montre que la température de surface était homogène dans l'ensemble de la région durant cette période. En revanche, le champ de hauteur de mer déterminé par altimétrie satellitaire révèle que le courant du Mexique (Loop Current) et un tourbillon chaud se situaient juste sous la trajectoire de la tempête quand celle-ci s'est brusquement intensifiée. Une étude

détaillée des conditions océaniques et atmosphériques montre que la température intégrée verticalement dans la zone sous la trajectoire du cyclone est au moins en partie responsable de cette intensification rapide. Les études réalisées à partir de modèles [Hong et al., 2000] indiquent également un lien possible entre l'intensification de cette tempête et ces mêmes structures chaudes.

Bien que la température de surface fournisse une mesure des conditions à la surface de l'océan, elle ne renseigne aucunement sur la structure thermique de la couche subsurface, c'est-à-dire celle des dix premiers mètres. On sait que la température de peau diminue progressivement lorsque la surface de l'eau subit l'effet de vents forts, entraînant un brassage efficace jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Finalement, la tempête tropicale se propage au-dessus d'eaux dont la température de la couche de mélange est similaire aux températures de peau à la surface de l'océan. La quantification de ces effets sur l'intensification du cyclone est importante pour la mise en alerte précoce des populations riveraines. Les travaux et l'hypothèse mentionnés plus haut justifient l'étude et l'observation de la structure thermique supérieure de l'océan, à présent considérée comme un élément clé dans l'interaction cyclone-océan pour pouvoir prédire une brusque intensification du cyclone. Ces structures chaudes, en particulier les anneaux et les tourbillons anticycloniques,

Les données altimétriques sont utilisées pour étudier les relations entre l'intensification d'un cyclone et la structure thermique superficielle de l'océan sur la trajectoire de la tempête. Des résultats préliminaires montrent que l'intensification de la plupart des cyclones dans l'océan Atlantique tropical et dans le golfe du Mexique, sur la période 1993-2000, est liée à la variabilité de la température intégrée verticalement le long de la trajectoire de la tempête.



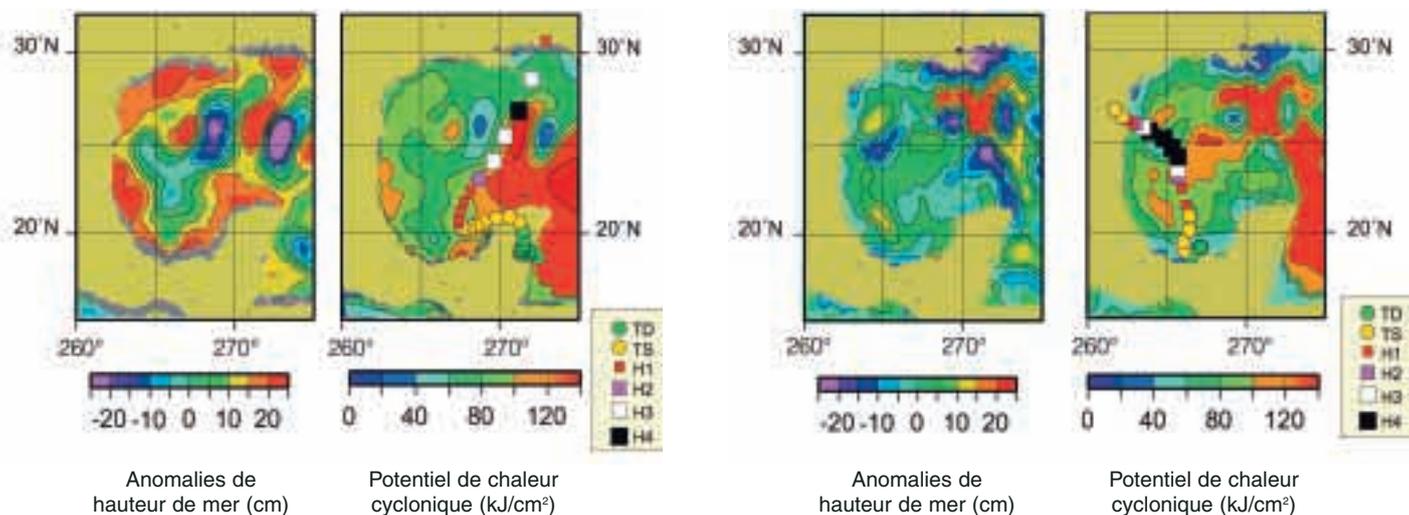


Figure 1. Anomalie de hauteur de mer déterminée par altimétrie et potentiel de chaleur cyclonique (Q) pendant le mois d'octobre 1995. La trajectoire du cyclone Opal est représentée en surimpression, son intensité passant d'une dépression tropicale (TD), à une tempête tropicale (TS), puis à un cyclone de type I à 4 (HI-H4) |

Figure 2. Anomalie de hauteur de mer déterminée par altimétrie et potentiel de chaleur cyclonique (Q) pendant le mois d'août 1999. La trajectoire du cyclone Bret est représentée en surimpression, son intensité passant d'une dépression tropicale (TD), à une tempête tropicale (TS), puis à un cyclone de type I à 4 (HI-H4). |

sont caractérisées par un abaissement des isothermes à proximité de leur centre, avec une différence marquée du profil de température et de salinité comparativement aux masses d'eau voisines. Le but de ce travail est d'appliquer une méthodologie faisant appel aux données climatologiques et altimétriques, afin de surveiller le champ de potentiel de chaleur cyclonique, et d'étudier tout lien possible entre ce paramètre et l'intensification du cyclone pour la période 1993-2000.

### Potentiel de chaleur cyclonique

La combinaison des données de trois altimètres (Topex/Poséidon depuis 1993, ERS-2 depuis 1995 et GFO depuis 1998) a été utilisée pour générer les champs d'anomalie de hauteur de mer (SHA). La profondeur de l'isotherme à 26°C est estimée en utilisant une modélisation réduite à deux couches de l'effet de la pesanteur [Goni et al, 1996]. Cette valeur, associée à la température de surface et aux données climatologiques de la profondeur de la couche de mélange est également utilisée pour construire des profils verticaux synthétiques de température. Le potentiel de chaleur cyclonique, paramètre introduit par Leipper et Volgenau [1972], est proportionnel à la température intégrée

verticalement depuis la surface de la mer jusqu'à la profondeur de l'isotherme à 26°C. En conséquence, les régions où la température de surface est plus élevée et où l'isotherme à 26°C est profond ont un potentiel de chaleur cyclonique plus élevé que les eaux voisines. Le Nord de l'océan Atlantique tropical, la mer des Caraïbes et le golfe du Mexique sont des régions de genèse et d'intensification des cyclones. La dynamique de l'océan présente une grande variabilité spatiale et temporelle dans ces régions, et se caractérise par la présence de courants chauds et la formation de méandres et de tourbillons souvent associés à des valeurs très élevées du potentiel de chaleur cyclonique durant les mois d'été. La présente étude met en relation l'intensification de plusieurs cyclones majeurs dans l'océan Atlantique tropical, la mer des Caraïbes et le golfe du Mexique avec des zones où le potentiel de chaleur cyclonique est élevé. Les données relatives aux cyclones de force 2 ou plus qui ont traversé le Nord de l'océan Atlantique tropical, la mer des Caraïbes et le golfe du Mexique entre 1993 et 2000 ont été analysées. Les résultats indiquent que l'intensification du cyclone peut être corrélée dans 31 cas sur 36 à une élévation du potentiel de chaleur cyclonique d'environ 30 kJ/cm² sur la trajectoire de la tempête.

Deux exemples types, les cyclones Opal et Bret dans le golfe du Mexique, où les tempêtes se sont brusquement intensifiées en traversant des régions caractérisées par un potentiel de chaleur cyclonique plus élevé, sont présentés aux figures 1 et 2.

Ce travail souligne l'importance de l'étude de la structure thermique de la couche superficielle de l'océan en s'appuyant sur l'altimétrie satellitaire. Cependant, cette recherche doit être poursuivie en utilisant des données collectées in situ, et par des modèles théoriques, afin de mieux évaluer l'importance relative de l'océan dans l'intensification du cyclone. Le potentiel de chaleur cyclonique est estimé en temps quasi-réel durant chaque saison des cyclones et les valeurs peuvent être consultées sur le site Web de NOAA/AOML : <http://www.aoml.noaa.gov/phod/cyclone/data/>

### Références bibliographiques

Goni, G.J., S. Kamholtz, S. Garzoli, D. Olson, 1986: Dynamics of the Brazil-Malvinas confluence based upon inverted echo sounders and altimetry, *J. Geophys. Res.*, **10**, 16273-16289.

Hong, X., S. Vhange, S. Ramn, L. Shay, R. Hodur, 2000: The interaction between hurricane Opal (1995) and a warm core eddy in the Gulf of Mexico, *Mon. Wea. Rev.*, **128**, 1347-1365.

Leipper, D., D. Volgenau, 1972: Hurricane Heat Potential of the Gulf of Mexico, *J. Phys. Oceanogr.*, **2**, 218-224.

Shay, L.K., G.J. Goni, P.G. Black, 2000: Effect of a warm ocean ring on hurricane Opal, *Mon. Wea. Rev.*, **128**, 1366-1383.