

## La convection profonde, phénomène essentiel dans l'équilibre du climat, reprend de façon inattendue en Atlantique Nord

Virginie Thierry, chercheuse au Laboratoire de Physique des Océans<sup>1</sup> au Centre Ifremer de Brest, a participé à la rédaction d'un article paru dans la revue scientifique *Nature Geoscience*<sup>2</sup>. Il s'agit d'une étude en partie réalisée grâce au programme Argo<sup>3</sup> qui dispose de plus de 3000 flotteurs autonomes répartis dans tous les océans du monde. Les mesures réalisées par les flotteurs ont permis aux scientifiques d'observer la convection profonde, un phénomène de mélange en profondeur des masses d'eau qui est essentiel dans l'équilibre du climat car il contribue à la redistribution de la chaleur entre les régions polaires et équatoriales.

Les scientifiques ont observé une reprise de la convection profonde au cours de l'hiver 2007-2008 en mer du Labrador et en mer d'Irminger<sup>4</sup>. Cette reprise est inattendue car depuis plusieurs années le mélange atteignait des profondeurs nettement moins importantes que celles observées au cours de l'hiver 2007-2008.

### Des outils pour caractériser la convection profonde

La convection profonde se produit en hiver dans certaines zones de l'océan. Ce mélange en profondeur des masses d'eau conduit à la formation d'une colonne d'eau très homogène verticalement sur plusieurs centaines de mètres. Cela pourrait être comparé au fait de mélanger, à l'aide d'une cuillère, deux liquides dans une tasse !

Pour mettre en évidence et caractériser cette convection profonde, les scientifiques ont utilisé des données du réseau Argo, notamment celles issues des flotteurs profileurs déployés lors des campagnes du projet OVIDE<sup>5</sup> mené par le Laboratoire de Physique des Océans. Ces flotteurs ont la capacité de mesurer la température et la salinité, en continu de la surface à 2000 mètres de profondeur.

### La convection profonde : un phénomène en évolution

A la fin des années 1980 et au début des années 1990, lorsque les hivers étaient très rigoureux et marqués par des températures très basses et des vents très forts, le mélange hivernal atteignait en mer du Labrador des profondeurs supérieures à 2000 m.

Mais, entre 2001 et 2007, les valeurs étaient comprises entre 700 et 1100 m. La convection était presque non-existante, ce qui pouvait être considéré comme un signe du réchauffement climatique.

Dans cette étude, les scientifiques montrent qu'au cours de l'hiver 2007-2008 les couches de mélange les plus profondes ont atteint 1800 m en mer du Labrador et 1000 m en mer d'Irminger, niveaux jamais atteints depuis 1994.

**Ces résultats traduisent une reprise de la convection profonde en Atlantique Nord au cours de l'hiver 2007-2008.**

<sup>1</sup> Le LPO est une unité mixte : IFREMER/CNRS/IRD/UBO.

<sup>2</sup> Kjetil Våge, Robert S. Pickart, **Virginie Thierry**, Gilles Reverdin, Craig M. Lee, Brian Petrie, Tom A. Agnew, Amy Wong and Mads H. Ribergaard, 2008. Surprising return of deep convection to the subpolar North Atlantic Ocean in winter 2007-2008. *Nature Geoscience*. doi:10.1038/NGEO382. <http://www.nature.com/ngeo/journal/v2/n1/abs/ngeo382.html>

<sup>3</sup> Le programme d'observation de l'océan global auquel participe l'Ifremer.

<sup>4</sup> Dans l'océan Atlantique, la mer d'Irminger est située au sud-ouest de l'Islande, au débouché sud du détroit de Danemark et la mer du Labrador entre le Labrador (Canada) et le Groenland.

<sup>5</sup> Programme OVIDE : Observatoire de la variabilité interannuelle et décennale en Atlantique Nord.

Pour en savoir plus : <http://www.ifremer.fr/lpo/ovide/>

## Des premiers éléments pour comprendre le phénomène

**La transition d'un état de convection peu profonde vers un état de convection profonde s'est produite de manière abrupte et inattendue.** Il n'y a pas eu de phase de pré-conditionnement, considérée jusqu'à présent comme une condition nécessaire à la formation de couches de mélange profondes.

En utilisant différents jeux de données, les chercheurs ont mis en évidence que la reprise de la convection profonde en Atlantique Nord était due à une surprenante combinaison des différentes composantes du système atmosphère-océan-glace.

D'une part, les températures atmosphériques étaient anormalement froides en Atlantique Nord au cours de l'hiver 2007-2008. D'autre part, la présence d'une couche d'eau froide et peu salée en surface en Mer du Labrador, due à la fonte massive des glaces de l'Arctique en été 2007, a favorisé la formation de glace en Mer du Labrador au cours de l'hiver 2007-2008. L'extension de la glace en Mer du Labrador a été bien plus importante cet hiver-là que les hivers précédents, ce qui a permis à l'air très froid et très sec en provenance du continent Nord-Américain d'atteindre les sites de convection (libre de glace) sans être réchauffé par l'océan sous-jacent.

**La forte différence de température entre l'air et l'océan a ainsi conduit à un transfert massif de chaleur de l'océan vers l'atmosphère, à un mélange très important et à la reprise de la convection profonde.**

## Quel futur pour la convection profonde ?

Aujourd'hui, la complexité du système ne permet pas de prédire les hivers pendant lesquels la convection profonde peut se produire.

Toutefois, il est plus que probable qu'à long terme la convection profonde diminuera si le réchauffement climatique continue avec la même tendance que celle observée actuellement. Les mécanismes permettant de relier la variabilité de la convection profonde à la variabilité du tapis roulant océanique\* restent encore à éclaircir. C'est d'ailleurs une question au cœur des préoccupations des chercheurs participant au projet OVIDE.

### Impact de l'océan sur le climat

Le climat européen est gouverné par les échanges de chaleur entre l'océan, l'atmosphère, les vents d'Ouest et le courant Nord-Atlantique, extension septentrionale du Gulf Stream.

\*Le courant Nord-Atlantique est l'un des piliers du tapis roulant océanique qui, en redistribuant la chaleur entre les zones polaires et équatoriales, a une forte influence sur le climat mondial.

Ce courant contribue en effet à l'apport de masses d'eaux chaudes et salées vers le nord de l'Atlantique Nord. Ces masses d'eaux y sont alors transformées en eau froide et dense et exportées vers le sud en profondeur.

Le processus de convection profonde contribue au stockage en profondeur et pour des centaines d'années du CO<sub>2</sub> atmosphérique.

Les sites privilégiés de cette transformation se trouvent en Mer du Labrador, Mer d'Irminger et en Mer du Groenland, là où les hivers froids permettent le transfert de chaleur de l'océan vers l'atmosphère et facilitent la formation de ces masses d'eaux denses.