

Mieux comprendre l'origine des variations de salinité de surface de l'océan Atlantique

Une équipe de chercheurs du Laboratoire d'océanographie et du climat : expérimentations et approches numériques (LOCEAN/IPSL, UPMC / CNRS / MNHN / IRD) a étudié des données anciennes et récentes de salinité de surface de l'océan Atlantique, l'ensemble portant sur près de 120 ans. Ils ont ainsi pu montrer qu'une partie substantielle de la variabilité de la salinité de surface était reliée aux modes AMO (Atlantic meridional oscillation) et NAO (North atlantic oscillation) et donc due à la variabilité climatique naturelle. Ils ont également pu assigner une contribution anthropique à certaines tendances à long terme.

La salinité océanique de surface est un miroir des apports et pertes d'eau douce par l'océan. Les pertes se font par évaporation à sa surface ou lors de la formation de glace de mer, et les gains par les eaux de ruissellement, par la fonte des calottes glaciaires et de la glace de mer ainsi que par les précipitations liquides ou neigeuses. Des observations des cinquante dernières années indiquent une augmentation de la salinité de surface dans les régions salées de forte évaporation et une diminution de la salinité dans les régions peu salées d'excès d'apports d'eau douce ; il a ainsi été suggéré que le cycle hydrologique atmosphérique s'intensifiait sous l'effet des actions anthropiques.

Les régions nord de l'océan Atlantique jouent un rôle particulier dans la régulation climatique de la Terre, car elles constituent un site majeur de formation de l'eau profonde, un des moteurs de la circulation méridienne moyenne des océans qui contribue au transport de chaleur vers les hautes latitudes de l'Atlantique Nord. Il a ainsi été proposé qu'un excès d'apport d'eau douce dans ces régions induirait une forte diminution de la circulation méridienne et qu'elle pourrait déjà se produire. Cependant, l'océan Atlantique est aussi connu pour être soumis à une très forte variabilité décennale à multi-décennale, dont la trace se trouve par exemple dans l'AMO (Atlantic meridional oscillation) ou dans les basses fréquences de la circulation atmosphérique comme la NAO (North atlantic oscillation). Il y est donc particulièrement difficile de séparer les tendances à long terme, d'origine anthropique ou naturelle, des contributions de la variabilité décennale à multi-décennale du système climatique.

Une équipe du LOCEAN a repris d'anciennes données de surface, collectées depuis la fin du XIX^e siècle, qu'elle a validées, homogénéisées et complétées par des données de meilleure qualité recueillies ces dernières décennies par différents réseaux d'observation, dont Argo (flotteurs instrumentés profilant verticalement) et SSS (données de navires instrumentés), organisés en France au sein de services nationaux d'observation. Les chercheurs ont ensuite regroupé ces observations sur quelques secteurs de grande taille de l'océan afin d'obtenir des séries significatives, ce qui leur a permis d'analyser la variabilité décennale à multi-décennale de l'océan Atlantique sur près de 120 ans.

Cette étude montre qu'une partie substantielle de la variabilité de surface est associée à une variabilité climatique naturelle reliée aux modes AMO et NAO, en partie par le biais d'un couplage avec l'atmosphère. On note ainsi une chute de salinité dans la zone de convergence intertropicale (région de fortes pluies : le « Pot au noir ») quelques années après une phase

positive (chaude) de l'AMO, probablement sous le coup de fortes augmentations de précipitations dans cette région. La covariabilité trouvée entre salinité et AMO dans une partie centrale du gyre subpolaire suggère fortement une modulation du transport océanique vers les hautes latitudes.

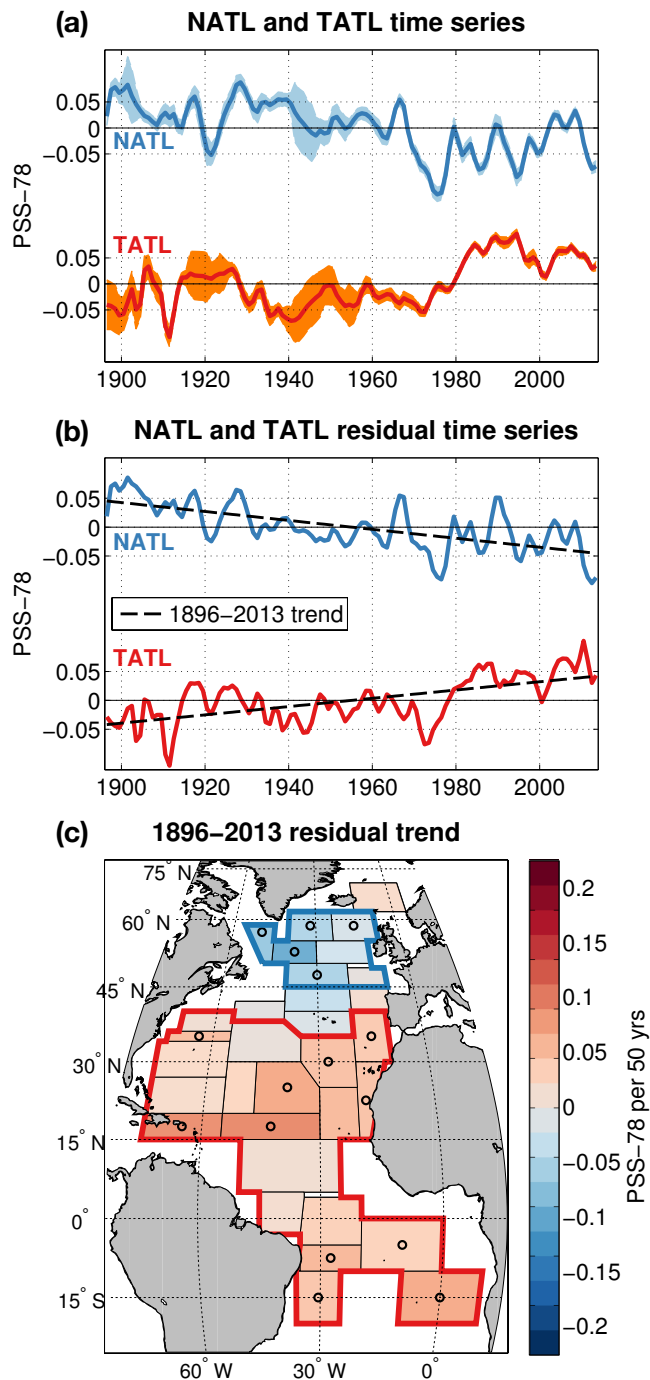
Le retrait statistiquement de la composante de la variabilité de la salinité corrélée à ces modes climatiques permet de faire mieux ressortir les tendances à long terme ayant d'autres origines. Cette analyse suggère que si la contribution anthropique à l'augmentation des salinités dans l'Atlantique tropical a démarré probablement vers 1970, la diminution des salinités dans le gyre subpolaire nord-atlantique était déjà en place il y a plus de 100 ans. Globalement, ces résultats restent compatibles avec le paradigme d'augmentation de salinité de surface dans les régions salées de l'océan et de diminution dans les régions moins salées.

Cette analyse offre un premier aperçu de la variabilité basse fréquence de surface dans l'océan Atlantique. Notons qu'il reste possible d'affiner les échelles spatiales au nord de 40°N. L'intérêt d'une telle analyse sera de mieux séparer les sites de convection profonde de régions associées au transport méridien de masses d'eau. Il sera alors intéressant de diagnostiquer les mécanismes de variabilité décennale de l'océan et l'impact de ces variabilités de surface sur la formation d'eau profonde et la circulation méridienne, en s'appuyant sur un modèle numérique partiellement contraint par les observations de surface en température et salinité. Cette analyse est cependant délicate à mener du fait de la multiplicité des échelles spatiales impliquées dans ces processus. Il sera donc aussi instructif de conduire la présente étude à encore plus fine échelle sur les 20 dernières années, en combinant les observations de différentes sources : réseaux ARGO et SSS, campagnes océanographiques comme OVIDE, courants déduits de l'altimétrie satellite ou mesurés par le navire marchand Nuka Arctica, et simulations numériques. Cette nouvelle analyse devrait permettre d'estimer plus directement les sources majeures de la variabilité décennale récente dans ces régions.

Référence

Friedman, A.R., G. Reverdin, M. Khodri and G. Gastineau, 2017. A new record of Atlantic sea surface salinity from 1896 to 2013 reveals the signatures of climate variability and long-term trends. *Geophys. Res. Lett.*, 44, 1866–1876, DOI:10.1002/2017GL072582

Dominique Armand, CNRS INSU



Légende

Pour deux régions de l'Atlantique, NATL (bleu) et TATL (rouge), (a) séries temporelles de la salinité de surface avec leurs incertitudes et (b) après en avoir retiré les contributions à la variabilité associées aux modes NAO et AMO, les tendances linéaires étant rapportées par les droites en pointillé (échelle en pss-78). (c) Tendances linéaires par sous-région indiquant les tendances significatives (un cercle pour $p < 0.05$).