

# Le niveau des océans a-t-il déjà été plus élevé que l'actuel ?

Thème : *Évolution actuelle*

Niveau élémentaire

## | La réponse de



### Claire Waelbroeck

Spécialiste en paléocéanographie et en paléoclimatologie, Claire Waelbroeck est directrice de recherche au [CNRS](#) et travaille au Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL) à Gif-sur-Yvette. Ses recherches portent sur la compréhension des variations naturelles du climat et de la circulation océanique à partir des sédiments marins.



### Catherine Ritz

Catherine Ritz est directrice de recherche au CNRS et glaciologue. Elle travaille au Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (LGGE) à Saint-Martin d'Hères. À l'aide de modèles numériques qu'elle a spécifiquement développés, elle s'intéresse à l'évolution des calottes polaires en réponse aux variations climatiques, que ce soit dans le passé, à l'échelle des cycles glaciaires-interglaciaires, ou pour des projections dans le futur proche.

Publié le 21 Novembre 2013

**Les reconstructions des variations passées du niveau global moyen des mers montrent que ce dernier a déjà été plus élevé que le [niveau actuel](#).**

Depuis 3 millions d'années, le climat de la Terre oscille entre périodes glaciaires et périodes interglaciaires. Jusqu'à il y a environ 1 million d'années, les variations du niveau des mers sont restées modérées avec une amplitude maximale d'environ 60 mètres. Par la suite, les oscillations du niveau marin se sont ralenties et ont gagné en amplitude. Il y a environ 900 000 ans, la durée moyenne des glaciations est passée de 40 000 à 100 000 ans et l'amplitude des oscillations du

niveau des mers est devenue deux fois plus importante avec des variations de plus de 100 mètres.

Vers 400 000 ans, durant le stade isotopique 11, la Terre a connu une longue période interglaciaire. Les estimations du niveau des mers au stade 11 varient entre 0 et 13 mètres au dessus du niveau actuel<sup>1</sup>. Si la valeur haute était correcte, elle nécessiterait une déglaciation massive du Groenland et de l'Antarctique de l'Ouest. Comme les paramètres de l'orbite terrestre durant le stade 11 étaient proches de ceux d'aujourd'hui, cet interglaciaire est souvent considéré comme l'un des meilleurs analogues de l'époque actuelle.

Pendant le dernier interglaciaire, il y a environ 120 000 ans, les scientifiques estiment que le niveau des mers s'élevait à environ 6 mètres au-dessus du niveau actuel, ce qui témoigne d'un fort recul des glaces continentales par rapport à l'état actuel. La partie sud du Groenland et l'Antarctique de l'Ouest étaient probablement bien moins étendus qu'aujourd'hui.

Enfin, durant l'Holocène (l'interglaciaire actuel qui a débuté il y a environ 10 000 ans), le niveau des mers ne semble pas avoir dépassé le niveau actuel.

## Les causes de variation du niveau des mers

Le niveau des mers dépend essentiellement de la masse d'eau liquide disponible sur la planète. Cette quantité change au cours du temps en raison du **stockage de glace** sur les continents, sous forme de glaciers et de calottes, pendant les périodes froides.

À l'échelle des cycles glaciaires-interglaciaires, les fluctuations de la quantité de glace à la surface des continents constituent le mécanisme le plus important de modification du niveau marin. Ces fluctuations ont engendré des variations du niveau des mers de l'ordre d'une centaine de mètres au cours des derniers cycles climatiques. Par exemple, le niveau marin était situé environ 130 mètres plus bas que le niveau actuel lors du dernier maximum glaciaire, il y a environ 20 000 ans. Ces variations du niveau marin sont appelées « **changements de niveau eustatique** » des mers.

La **dilatation thermique** est un autre mécanisme qui modifie le niveau marin : pour une même masse d'eau, le volume augmente quand la température de l'eau s'élève (car la densité dépend de la température).

En plus du niveau des mers eustatique et de la dilatation thermique, il faut prendre en compte les **variations isostatiques** qui modifient la forme des bassins océaniques. Le phénomène d'isostasie correspond à l'enfoncement de la croûte terrestre sous le poids de la glace (sous les calottes) et de l'eau (sous les océans). Cela veut dire que non seulement la quantité d'eau liquide

change mais aussi que le « récipient » se déforme alors qu'on essaie de mesurer le niveau de l'eau sur les bords qui, eux-mêmes, peuvent être affectés d'un mouvement vertical.

Il est important de souligner que l'isostasie a un temps de réaction de plusieurs milliers d'années. Par exemple, la Scandinavie est toujours en train de se soulever (au rythme d'environ un mètre par siècle) suite à la disparition de la calotte qui recouvrait le nord de l'Europe au dernier maximum glaciaire.

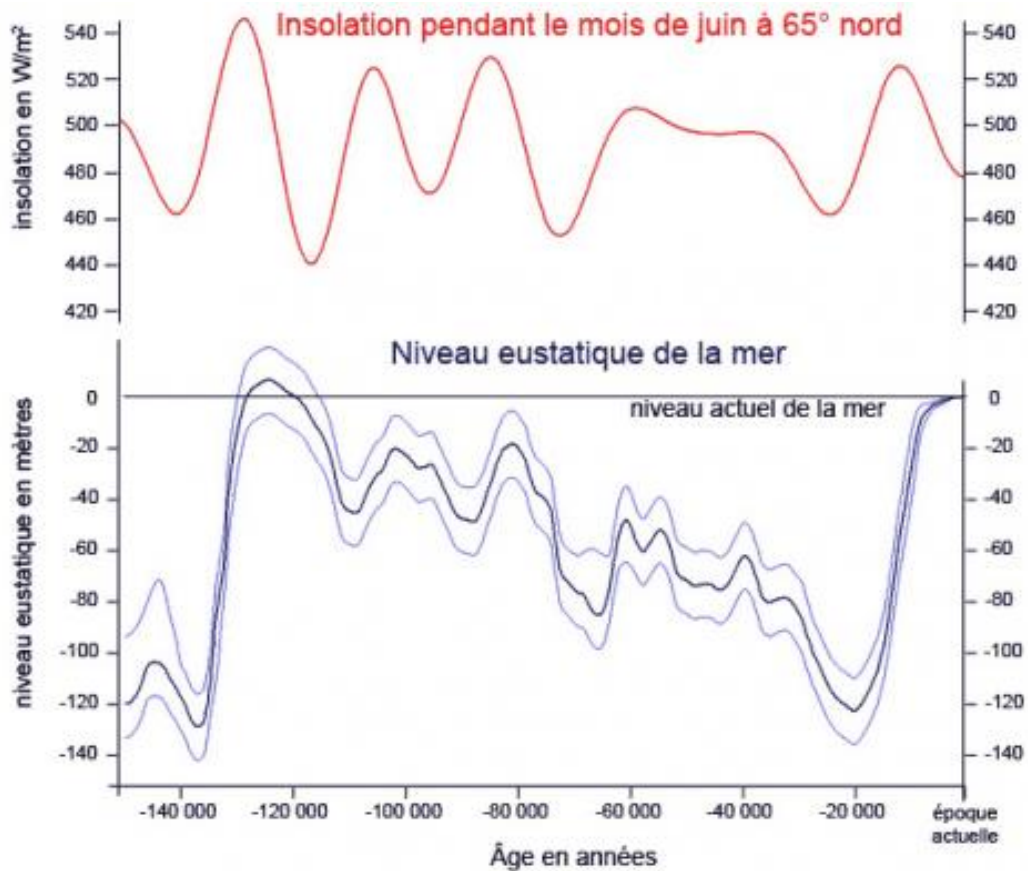
S'il est maintenant possible d'observer par satellite le niveau moyen des océans sur l'ensemble du globe, la grande majorité des observations viennent des côtes quand on s'intéresse aux périodes du passé. On appelle « **niveau des mers relatif** » la variation retracée en un point côtier précis. En chaque point, le niveau des mers relatif est donc une combinaison des variations eustatiques (globales), isostatiques et éventuellement tectoniques (locales).

## La reconstruction des variations du niveau des mers

Une estimation des variations eustatiques du niveau des mers au cours du temps peut être déduite de la **composition isotopique**<sup>2</sup> en oxygène des coquilles de microfossiles calcaires, préservées dans les sédiments marins.

En effet, lors de l'évaporation de l'eau de mer, les isotopes de l'oxygène et de l'hydrogène les plus légers ont tendance à passer dans la phase gazeuse, alors que les isotopes les plus lourds<sup>3</sup> ont tendance à rester dans la phase liquide. La baisse du niveau marin pendant les périodes froides s'est donc accompagnée d'un enrichissement de l'eau de mer non seulement en sel mais aussi en isotopes lourds de l'eau.

Les variations de la composition isotopique moyenne en oxygène de l'océan se retrouve dans celle des coquilles calcaires des **foraminifères**. Toutefois, la composition isotopique en oxygène des foraminifères dépend également de la température à laquelle la calcite a été formée, de sorte qu'il faut corriger le signal mesuré pour en déduire les variations du niveau des mers.



Par ailleurs, il existe plusieurs méthodes pour estimer le niveau des mers relatif : elles se fondent notamment sur les traces de plages anciennes et sur l'analyse des coraux ou des spéléothèmes dans les zones côtières.

Au cours des 20 à 30 dernières années, des études ont été menées sur des **coraux** issus des terrasses coralliennes laissées en place par la remontée du niveau marin pendant la dernière déglaciation. Les datations effectuées ont révélé que la vitesse de remontée du niveau des mers a atteint 40 mm/an pendant une partie de la déglaciation, ce qui est à comparer aux 3 mm/an actuels. Ces données paléoclimatiques montrent que **la fonte des calottes et l'élévation du niveau marin peuvent être extrêmement rapides**. Dans un contexte de réchauffement, il est donc particulièrement important de poursuivre, d'une part, l'étude de la dynamique des calottes de glace, pour comprendre quels phénomènes expliquent une fonte aussi rapide, et, d'autre part, l'acquisition de données paléoclimatiques qui nous renseignent sur l'amplitude et la rapidité des **changements climatiques passés**.

## Notes

1. Ces estimations sont toujours débattues à l'heure actuelle. Voir par exemple : Bowen D. Q., 2010 : Sea level 400 000 years ago (MIS 11): analogue for present and future sea-level? *Climate of the Past*, 6, 19-29 ; Raymo, M. E. et J. X. Mitrovica, 2012 : Collapse of polar ice sheets during the stage 11 interglacial. *Nature*, 483, 453-456.
2. Les isotopes d'un élément (par exemple l'oxygène) diffèrent par leur nombre de neutrons mais ils ont le même nombre de protons et d'électrons, et ils possèdent donc les mêmes propriétés chimiques.
3. Molécules d'eau contenant l'isotope  $^{18}\text{O}$  de l'oxygène plutôt que l'isotope  $^{16}\text{O}$ , le plus répandu.

## Glossaire

### Glaciaire (période)

Epoque caractérisée par la présence de calottes glaciaires sur l'Amérique du Nord et sur l'Eurasie, qui atteignent, par endroits, de 4 à 5 km d'épaisseur et s'étendent sur plusieurs milliers de kilomètres. Cette période est également marquée par une chute du niveau moyen des mers (jusqu'à 130 m au dernier maximum glaciaire, il y a environ 20 000 ans).

[D'après Marie-Antoinette Mélières (LGGE) en collaboration avec Estelle Poutou - © CNRS/sagascience]

### Interglaciaire (période)

Période de climat chaud sur Terre, comparable au climat actuel, et caractérisée par la disparition des calottes glaciaires de l'hémisphère nord (excepté celle du Groenland) et par un niveau élevé des mers.

[D'après Marie-Antoinette Mélières (LGGE) en collaboration avec Estelle Poutou - © CNRS/sagascience]

### Stades isotopiques

Les différentes périodes glaciaires et interglaciaires ont été repérées, subdivisées en stades, et numérotées par C. Emiliani, sur la base des variations du rapport isotopique de l'oxygène mesuré sur des coquilles de foraminifères prélevées dans des sédiments marins. (Emiliani C., 1957 : Temperature and age analysis of deepsea cores. *Science*, 125, 383-385.)

### Paramètres de l'orbite terrestre

Éléments qui définissent la forme de l'orbite que trace la Terre autour du Soleil et l'orientation de l'axe de rotation de la Terre par rapport au plan de cette orbite. Ces paramètres (excentricité, obliquité et précession des équinoxes) modulent la distribution de l'ensoleillement sur la Terre selon les latitudes et les saisons.

### Calottes

Étendues de glace recouvrant une grande surface continentale sur plusieurs milliers de kilomètres. L'épaisseur des calottes varie de un à plusieurs kilomètres.

[D'après Marie-Antoinette Mélières (LGGE) en collaboration avec Estelle Poutou - © CNRS/sagascience]

### **Eustatique**

Qualifie une variation du niveau moyen global des océans due à un changement du volume global des glaces à la surface de la Terre.

### **Tectonique**

Lié aux grands mouvements de la croûte terrestre associés au déplacement des plaques continentales et au volcanisme.

### **Sédiments marins**

Dépôts marins constitués par l'accumulation de matière minérale et organique en provenance de l'océan de surface et des marges continentales.

### **Foraminifères**

Animaux unicellulaires marins dont la cellule est entourée d'une coquille calcaire. Il existe des espèces planctoniques, qui vivent dans les 50 à 500 premiers mètres de la colonne d'eau, et des espèces benthiques, qui vivent au fond de l'océan, à l'interface eau-sédiment.

### **Calcite**

Forme cristallisée du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ).

### **Spéléothèmes**

Dépôts minéraux précipités dans une grotte.

## **Pour en savoir plus**

- Ritz C., C. Waelbroeck, F. Colleoni et V. Peyaud, « Cryosphère et niveau marin », dans : *Les climats du passé. Observer, comprendre, modéliser : des clés pour prévoir*, éd. par J.-C. Duplessy et G. Ramstein, éditions EDP-CNRS, 2012.