

Quels risques de submersion sur nos côtes de Méditerranée ?

Daniel Guiral

Le GIEC (Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Evolution du Climat) a publié le 1^{er} volet de son 6^{ème} rapport en août 2021. A cette occasion, l'impact du réchauffement sur le niveau de la mer et ses conséquences pour les populations riveraines ont été largement discutées dans les médias. Suite au webinaire organisé le 10 mai dernier avec Daniel Guiral, directeur de recherche honoraire au CNRS - Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie, membre du Conseil maritime de façade Méditerranée, nous avons souhaité l'interroger à nouveau.

Il en ressort que le niveau de la Méditerranée est directement lié à l'interaction entre température, salinité et échanges avec l'Atlantique. Au-delà des données scientifiques objectives, mais complexes, sur la hausse du niveau de la mer que l'on peut encore considérer actuellement comme non significative, nos littoraux méditerranéens sont particulièrement vulnérables en raison des aménagements réalisés depuis plusieurs décennies. Il est donc grand temps de mettre en œuvre une stratégie d'adaptation intégrant des opérations de renaturation et de démolition d'infrastructures.

La hausse du niveau de la mer Méditerranée se constate-t-elle déjà ?

On sait qu'en Méditerranée, depuis la fin du XIX^{ème} siècle, la hausse du niveau moyen de la mer est estimée à 16 cm, en particulier grâce au marégraphe construit en 1883 à Marseille. Cette variation n'est pas liée à un possible tassement du marégraphe car il a été construit sur des roches dures offrant de bonnes garanties de stabilité. Donc **OUI le niveau de la Méditerranée s'est élevé**, mais son niveau serait (du moins à Marseille) environ 15 cm plus bas que la surface de l'océan Atlantique. C'est une information importante et qui complique tout.

En effet, la mer Méditerranée est une mer semi-fermée où l'évaporation est 2 fois plus importante que les apports d'eau douce (par les fleuves et les pluies). Elle est donc salée et en échange d'eau permanent avec l'Atlantique via le détroit de Gibraltar, ce qui n'a pas toujours été le cas (cf crise messinienne).

Sans cet apport de l'océan (où il rentre 1 million de m³ d'eau par seconde !), le niveau de la Méditerranée baisserait de 0,5 à 1 m par an, soit des variations de hauteur d'eau considérables à comparer aux petits 16 cm gagnés en plus d'un siècle.

Ces eaux océaniques moins salées flottent à la surface de la Méditerranée et se propagent vers l'est dans les parties sud, puis reviennent vers l'ouest dans les parties nord en profondeur où elles ressortent par Gibraltar en fonction des cycles de marée. On estime ainsi à 100 ans en moyenne la période entre le moment où l'eau entre, en surface, à Gibraltar puis y ressort, en profondeur, transformée en eau méditerranéenne par mélanges convectifs.

Comment se font les échanges entre Atlantique et Méditerranée ?

En surface et en hiver les eaux océaniques nouvellement entrées vont progressivement se refroidir et s'évaporer sous l'action de la Tramontane et du Mistral et devenir ainsi plus denses. Elles couleront alors depuis le plateau vers la plaine abyssale en empruntant les

canyons. Progressivement, elles se mélangeront alors avec les eaux profondes qui, elles, seront poussées vers le haut. Ainsi elles acquerront par mélange les caractéristiques propres aux eaux méditerranéennes salées et chaudes.

Ce mécanisme majeur de contrôle des hauteurs d'eau en Méditerranée repose ainsi sur un cycle d'une centaine d'années. Cela ne facilite en rien les modélisations et projections et impose surtout beaucoup de circonspection dans l'extrapolation à la Méditerranée de ce qui s'observe pour les autres grandes masses d'eau océaniques.

En outre, l'augmentation des niveaux océaniques résultent :

- 1) d'une augmentation des températures conduisant à une dilation de l'eau
- 2) des apports d'eau douce en lien avec la fonte des calottes glacières.

La Méditerranée n'est pas directement affectée par la fonte des calottes glacières, comme peuvent l'être les océans et sa température moyenne de par sa situation géographique (et donc climatique) est déjà naturellement élevée et résulte, comme indiqué précédemment, beaucoup plus des processus de mélange entre eau de surface et eau profonde des eaux de fond dont les températures sont très stables au cours de l'année (de l'ordre de 13°C) et beaucoup plus chaudes que les eaux profondes océaniques.

Ainsi en lien avec les changements globaux, les températures n'augmenteront significativement (et donc le volume des eaux par la dilatation) que si les dynamiques thermohalines entre surface et fond sont modifiées, ce qui à ma connaissance est impossible de connaître actuellement.

Où, quand et dans quel contexte ce bouleversement est susceptible de se réaliser ? Les modèles prévisionnels et de couplage climat /mer et surtout la taille de leurs mailles actuelles ne permettent pas de réaliser d'une manière fiable ce type de travail.

En conclusion, le niveau monte mais moins vite que pour des eaux océaniques qui sont, elles, en continuité directe avec les pôles.

Des bouleversements plus substantiels sont-ils envisageables ?

Compte tenu des connaissances actuelles et de la taille des mailles des modèles de couplage entre océan - climat, on ne peut pas donner d'évaluation précise de l'augmentation des hauteurs d'eau attendue en Méditerranée et qui résulte essentiellement :

- de la salinité de l'eau méditerranéenne (et donc du déséquilibre entre apport d'eau et évaporation)
- de l'écart de hauteur existant entre l'Atlantique et la mer où il se déverse
- de la salinité et de la température de l'Atlantique dont en particulier du Gulf Stream qui s'affaiblit de plus en plus (après une très longue stabilité de plus de 1 000 ans) et qui transporte une partie de la chaleur tropicale du Golfe du Mexique vers l'Atlantique nord et cela en longeant les côtes de l'Ouest de l'Europe, tout en contribuant à son réchauffement.

La circulation thermohaline pour l'Atlantique est, elle aussi, causée par des différentiels de densité au sein des eaux océaniques. Au niveau de l'océan Atlantique Nord, l'eau chaude (donc plus légère) du sud s'écoule vers le nord poussée par les vents, tandis que l'eau froide (donc plus lourde) du nord s'enfonce dans l'océan et s'oriente vers le sud. Ce double processus est

désigné sous le terme de circulation méridienne de retournement Atlantique, ou AMOC pour "Atlantic Meridional Overturning Circulation".

Cependant, et en conséquence des changements climatiques globaux, l'apport en eau douce résultant de la fonte de la calotte glaciaire du Groenland en diluant l'océan modifie cette circulation méridienne de retournement de l'Atlantique : les eaux dessalées bien que plus froides ont maintenant beaucoup plus de difficulté pour couler et corrélativement les eaux chaudes pour remonter vers le Nord.

Les échanges avec Gibraltar déterminants pour la Méditerranée ne pourront ainsi être connus qu'après avoir pu modéliser ce qu'advient et sera l'AMOC. Pour l'instant, on ne sait pas vraiment faire malgré l'importance de ce phénomène.

Température et salinité en Méditerranée sont donc principalement contrôlés par les mécanismes de circulation des masses d'eau avec comme moteur les échanges à Gibraltar et donc peu impactées par l'élévation des températures de l'air en lien avec les changements climatiques globaux.

Qu'en est-il du risque de submersion sur le littoral ?

La vulnérabilité des littoraux et surtout des infrastructures littorales en Méditerranée est grande. Les raisonnements sur les submersions marines doivent intégrer tous les paramètres interactifs dans ces mécanismes de recul du trait de côte : hauteur d'eau bien sûr, mais aussi dynamique sédimentaire, force, direction et intensité des houles.

Bien évidemment, les secteurs du littoral qui se situent déjà en dessous de la mer sont plus particulièrement vulnérables, que ce soit naturellement comme les nappes d'eau douce ou artificiellement, comme les terre-pleins en zone urbaine et certains aéroports (NDRL). En Méditerranée, l'avancée de la mer vers la terre est aussi à relier avec un déficit chronique des apports sédimentaires qui, par exemple, fragilisent les lidos et les secteurs qui sont actuellement protégés par ces dépôts de sable, des sables qui deviennent de plus en plus rares et que l'on déplace abusivement pour recharger des plages qui resteront néanmoins et fondamentalement toujours en déficit.

De plus, le fait que la Méditerranée soit une mer micro-tidale (à faible amplitude de marée et cela en raison de son faible rapport entre surface et volume la rendant ainsi moins sujette à l'attraction de la lune) a permis techniquement et dans l'inconscient collectif la construction d'infrastructures très proches du trait de côte, ce qui n'aurait pas été possible et envisageable le long de l'Atlantique.

L'espace d'interface et de liberté terre-mer étant très réduit nécessairement, une même variation de hauteurs d'eau aura en Méditerranée des impacts plus importants que pour l'Atlantique.

ASPONA 26/8/2021