

ADAPTATION DANS LES ZONES CÔTIÈRES : comment nous préparons-nous à l'élévation du niveau de la mer ?

Maria Snoussi¹

Élévation du niveau de la mer : Les chiffres clefs

L'élévation du niveau de la mer est l'un des nombreux effets du changement climatique, qui se produira dans tous les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre, même si nous parvenons à réduire drastiquement nos émissions. Des mesures réalisées à l'aide de marégraphes, mais aussi de satellites, montrent que le niveau de la mer est déjà monté de quelque 20 centimètres depuis 1900. Cette hausse s'est ensuite accélérée, passant de +1,4 mm/an entre 1930 et 1992 à +3,3 mm/an entre 1993 et 2009, et à environ 4 mm/an aujourd'hui, et qu'elle est vouée à continuer de monter à l'avenir. En Méditerranée, les observations sont similaires à ceux de l'Atlantique du Nord-Est et les taux futurs devraient atteindre potentiellement 1,1 m ou plus vers 2100 en cas de réchauffement climatique de 3°C (MedECC, 2020).

Des chercheurs suggèrent aujourd'hui que les modèles sont trop optimistes et que les mers pourraient monter plus vite qu'ils ne l'indiquent (Grinsted & Hesselbjerg Christensen 2021). Jusqu'à présent, l'élévation du niveau de la mer était principalement due à l'expansion thermique. Mais ces dernières années, c'est la fonte des glaces - polaires ou de montagne - qui est devenue la cause principale de la montée des eaux. Et ce phénomène dépasse désormais les modèles climatiques. Le scénario d'une fonte rapide des calottes de glace au Groenland, et surtout en Antarctique pourrait refaçonner nos rivages et exposer plusieurs millions de personnes de plus à des inondations potentiellement dévastatrices.

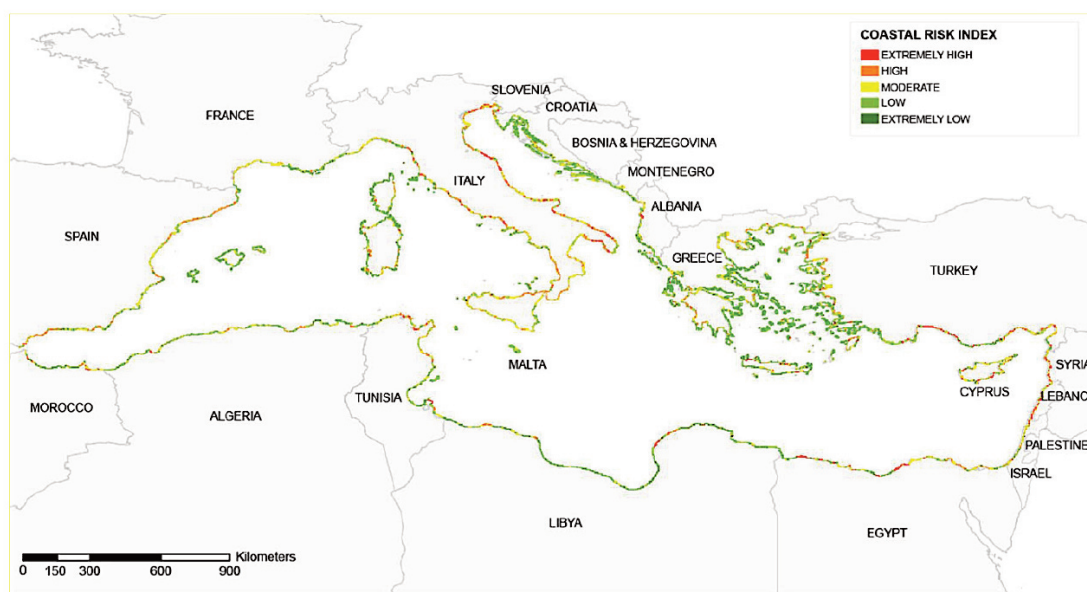
Les conséquences

L'élévation plus ou moins importante du niveau marin dans les décennies à venir aura de nombreuses conséquences sur tout le globe. Cela est particulièrement vrai dans la région méditerranéenne, où la faible amplitude des marées et les houles relativement limitées ont conduit à développer des systèmes d'occupation de l'espace côtier plus proches du niveau moyen de la mer que dans la plupart des régions du monde. Avec près de 20 millions de personnes habitant à moins de 5 m au-dessus du niveau de la

¹ Professor, University Mohammed V of Rabat

mer, dans les 100 km de la ceinture côtière méditerranéenne (Schiavina, M., Freire, S., Macmanus, K, 2019), l'exposition du littoral méditerranéen au risque côtier d'inondation et d'érosion est par conséquent un problème majeur (Voir figure).

Carte de l'indice de risques côtiers en Méditerranée



(Source : Satta et al., 2017)

Les zones avec des niveaux de 'risque très fort' sont dus à l'effet combiné d'une exposition et d'une vulnérabilité élevées à très élevées. Dans l'ensemble, les pays du sud-est de la Méditerranée sont les plus vulnérables aux risques côtiers, mais l'exposition est également élevée au nord de la Méditerranée (Satta et al., 2017). Dans le delta du Nil, entre 1 500 et 2 600 km² de terres devraient être exposées aux inondations d'ici 2100 en raison d'une élévation du niveau de la mer de 0,75 m (scénario d'élévation médiane pour le SSP5-85) et d'une subsidence supplémentaire pouvant atteindre 0,25 m, menaçant environ 6,3 millions d'habitants, qui se déplaceraient probablement vers le Grand Caire, déjà très peuplé. Sans une planification adéquate, ces déplacements massifs pourraient entraîner une cascade de crises dans l'une des plus grandes villes d'Afrique (Centre d'Études stratégiques de l'Afrique, 2022).

Quand l'élévation du niveau de la mer est rapide, une simple augmentation suffit à avoir des effets dévastateurs sur les espaces côtiers : érosion du littoral, inondation des zones humides, contamination saline des nappes aquifères et des terres agricoles et perte d'habitats côtiers qui protègent naturellement le littoral contre les ondes de tempête. Ces impacts auront des **conséquences**

économiques considérables, et affecteraient l'agriculture, la pêche et l'aquaculture, le développement urbain, les opérations portuaires, le tourisme, les sites culturels et de nombreux écosystèmes côtiers. Les pertes économiques à l'échelle du bassin méditerranéen sont estimées à 5 milliards USD, en supposant une élévation du niveau de la mer de 1,26 m en 2100 (Ali et al., 2022).

L'élévation accélérée du niveau marin est également corrélée à une dangerosité accrue des ouragans et des cyclones qui génèrent des ondes de tempête plus virulentes capables de tout dévaster sur leur chemin. La tempête Daniel qui a frappé la côte est de la Libye le 10 septembre 2023, s'était transformée en un cyclone subtropical méditerranéen (Medicane) avec des vents violents et des pluies soudaines et abondantes provoquant des inondations massives, des dégâts considérables et des pertes en vies humaines. Il semble que cet épisode violent soit dû à la combinaison de la hausse des températures de l'air sous l'effet du réchauffement climatique et la hausse des températures de eaux de la Méditerranée.

Les stratégies d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer

Il n'existe pas de solution miracle pour faire face à l'élévation du niveau de la mer. L'adaptation nécessite souvent la combinaison de mesures techniques d'ingénierie et de réponses politiques, pour renforcer la résilience des zones côtières.

Globalement, selon la classification du GIEC, il existe quatre leviers principaux pour adapter les zones côtières à la montée des eaux :

- **La protection**, qui consiste principalement à construire des défenses "en dur", restaurer les dunes et alimenter les plages ou renforcer les rivages avec de la végétation.
- **L'accommodation**, qui vise principalement à atténuer les risques côtiers. Elle comprend des technologies qui modifient physiquement les bâtiments ou les infrastructures exposés en surélevant par exemple les bâtiments, en adaptant les systèmes de drainage urbain ou en développant des logements flottants ; Elles incluent également les systèmes d'information, la cartographie des risques d'inondation, les plans d'urgence et les régimes d'assurance qui améliorent la compréhension et la sensibilisation des populations et des décideurs aux risques côtiers et permettent l'élaboration de réponses adaptées.
- **L'adaptation basée sur les écosystèmes**, qui consiste à laisser les écosystèmes côtiers atténuer les inondations marines et l'érosion côtière, et réduire les risques pour les personnes vivant dans les zones littorales. Toutefois, ces écosystèmes se retrouvent de plus en plus coincés entre la mer et l'environnement bâti, ne leur permettant pas de se déplacer avec la montée des eaux. Le Rapport spécial du GIEC sur l'océan et la cryosphère dans un climat en changement

prévoit que l'accélération de la montée du niveau marin et le changement climatique pourraient entraîner une perte importante des écosystèmes côtiers d'ici la fin du siècle.

- **Le retrait stratégique**, qui consiste à articuler gestion des risques côtiers et aménagement du territoire, en proposant de relocaliser les biens et les personnes exposés dans des zones moins exposées. Toutefois, l'application de cette stratégie, qui peut représenter une alternative rentable sur le long terme, se heurte souvent à de nombreuses problématiques de financement, de gouvernance et d'acceptabilité sociale. Pour le moment, le retrait a généralement été réalisé après des événements extrêmes, sans planification préalable.

Appliquées séparément, ces solutions ont tendance à être unidimensionnelles, protégeant contre un seul type de vulnérabilité. Pour cela, le GIEC (2019) préconise des réponses hybrides, en combinant les infrastructures naturelles et bâties afin de protéger les côtes de l'érosion et des inondations.

La question de l'adaptation à l'élévation accélérée du niveau de la mer doit impérativement être inscrite aussi bien dans les agendas scientifiques que dans ceux des politiques publiques de planification et de gestion des ressources côtières. Les données côtières locales et multidisciplinaires sont loin d'être disponibles dans de nombreux pays méditerranéens, il est donc nécessaire de disposer d'une nouvelle génération de modèles probabilistes de changements côtiers multi-échelles pour s'adapter aux conditions d'une grande incertitude. Il est tout aussi important d'engager la science dans un dialogue avec les décideurs politiques, les parties prenantes et les citoyens au cours du processus de planification, ce qui contribue non seulement à accroître les connaissances et la sensibilisation, mais aussi d'instaurer la confiance, surtout dans un contexte d'incertitudes.

L'adaptation au changement climatique coûte cher, mais le coût de la non-adaptation est encore plus élevé. Malheureusement, les pays les plus vulnérables et qui ont le plus besoin de s'adapter ne disposent généralement pas des financements et des capacités institutionnelles nécessaires pour mettre en œuvre les programmes d'adaptation requis. En Afrique par exemple, le coût des mesures d'adaptation contre l'élévation du niveau de la mer affectant les basses terres littorales fortement peuplées pourrait représenter 5 à 10 % du PIB vers la fin du 21^{ème} siècle (Trisos et al., 2022). Dans les pays en développement, les coûts annuels de l'adaptation au changement climatique sont estimés à 70 milliards de dollars. Ce chiffre devrait atteindre entre 140 et 300 milliards de dollars en 2030 et entre 280 et 500 milliards de dollars en 2050 (UNEP, 2021). Il faut ajouter que ces pays doivent souvent faire face à d'autres besoins urgents en matière de développement. Il est par conséquent crucial d'investir dans une croissance résiliente, en intégrant pleinement l'adaptation aux autres objectifs de développement durable. La Banque mondiale a d'ailleurs indiqué que chaque dollar investi dans la résilience des infrastructures des pays en développement rapporte USD 4 en avantages économiques.



Par ailleurs, les pays méditerranéens devraient donner la priorité à la mise en œuvre de la législation existante, notamment le protocole de Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) de la Convention de Barcelone, qui permet déjà de s'inscrire dans une démarche d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer liée au changement climatique. En effet, au-delà des convergences conceptuelles de la GIZC et de l'adaptation, des synergies sont possibles sur le plan opérationnel au travers d'outils communs de mise en œuvre.

Références

Ali, E., W. Cramer, J. Carnicer, E. Georgopoulou, N.J.M. Hilmi, G. Le Cozannet, and P. Lionello, (2022). Cross-Chapter Paper 4: Mediterranean Region. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2233–2272, doi:[10.1017/9781009325844.021](https://doi.org/10.1017/9781009325844.021).

Bongarts Lebbe T, Rey-Valette H, Chaumillon É, Camus G, Almar R, Cazenave A, Claudet J, Rocle N, Meur-Férec C, Viard F, Mercier D, Dupuy C, Ménard F, Rossel BA, Mullineaux L, Sicre M-A, Zivian A, Gaill F and Euzen A (2021). Designing Coastal Adaptation Strategies to Tackle Sea Level Rise. *Front. Mar. Sci.* 8:740602. doi: [10.3389/fmars.2021.740602](https://doi.org/10.3389/fmars.2021.740602)

Centre d'Études stratégiques de l'Afrique. (2022) <https://africacenter.org/fr/spotlight/lelevation-du-niveau-de-la-mer-assiege-les-villes-cotieres-africaines-en-plein-essor/>

DeConto, R.M., Pollard, D., Alley, R.B. et al. (2021). The Paris Climate Agreement and future sea-level rise from Antarctica. *Nature* 593, 83–89. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03427-0>

Grinsted A. & Hesselbjerg Christensen J. (2021). The transient sensitivity of sea level rise. *EGU/Ocean Science*. <https://doi.org/10.5194/os-17-181-2021>

MedECC (2020). *Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report* [Cramer, W., Guiot, J., Marini, K. (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, 632pp, ISBN 978-2-9577416-0-1, doi: [10.5281/zenodo.4768833](https://doi.org/10.5281/zenodo.4768833).

Oppenheimer, M., B.C. Glavovic, J. Hinkel, R. van de Wal, A.K. Magnan, A. Abd-Elgawad, R. Cai, M. Cifuentes-Jara, R.M. DeConto, T. Ghosh, J. Hay, F. Isla, B. Marzeion, B. Meysignac, and Z. Sebesvari, (2019). Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. In: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 321-445. <https://doi.org/10.1017/9781009157964.006>.

Satta, A., Puddu, M., Venturini, S., Giupponi, C. (2017). Assessment of coastal risks to climate change related impacts at the regional scale: the case of the Mediterranean region. *Int. J. Disaster Risk Reduct.* 24, 284–296. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.06.018>.

Schiavina, M., Freire, S., Macmanus, K. (2019). GHS population grid multitemporal (1975, 1990, 2000, 2015). European Commission, Joint Research Centre.

Trisos, C.H., I.O. Adelekan, E. Totin, A. Ayanlade, J. Efitre, A. Gameda, K. Kalaba, C. Lennard, C. Masao, Y. Mgaya, G. Ngaruiya, D. Olago, N.P. Simpson, and S. ZAKIELDEEN (2022). Africa. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1285–1455, doi:[10.1017/9781009325844.011](https://doi.org/10.1017/9781009325844.011).

United Nations Environment Programme (2021). *Adaptation Gap Report 2020*. Nairobi.