

## La hausse actuelle du niveau de la mer

Auteur : **Anny CAZENAVE**

Observatoire Midi Pyrénées, Toulouse

**Membre du Conseil scientifique de l'Institut océanographique, Fondation Albert I<sup>er</sup>, Prince de Monaco**

Au cours du dernier maximum glaciaire, il y a environ 20 000 ans, le niveau de la mer était plus bas qu'aujourd'hui d'environ 130 mètres en moyenne. Avec la fonte des grandes calottes de glace qui recouvraient alors le nord de l'Amérique et de l'Europe, la mer est remontée puis s'est stabilisée il y a environ 3 000 ans. Mais les observations marégraphiques disponibles depuis 150 ans indiquent que la mer a recommencé à monter au cours du XX<sup>e</sup> siècle, à une vitesse moyenne de 1,8 mm par an. Ces deux dernières décennies, cette hausse a presque doublé par rapport aux décennies précédentes (c'est ce que montrent les observations des satellites altimétriques franco-américains *Topex/Poseidon*, *Jason-1* et *Jason-2*, développés par le Centre national d'études spatiales et la NASA depuis 1992). Elle atteint aujourd'hui 3,2 millimètres par an en moyenne globale. Tout suggère que la hausse actuelle du niveau de la mer est liée au réchauffement climatique affectant la planète depuis quelques décennies. Au cours de la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle l'océan s'est beaucoup réchauffé. Il stocke actuellement près de 90 % de l'excès de chaleur accumulée dans le système climatique au cours des 50 dernières années. La dilatation thermique des océans causée par l'augmentation de la température de la mer explique une partie de la hausse observée du niveau de la mer. Depuis quelques années, on assiste à un déclin important des glaces continentales. Les glaciers de montagnes fondent et les glaciers périphériques du Groenland et de l'Antarctique de l'ouest s'écoulent dans l'océan à une vitesse accélérée. C'est l'autre grande cause de l'élévation actuelle du niveau de la mer. Pour les deux dernières décennies, la dilatation thermique de l'océan et la fonte des glaciers ont contribué chacun pour environ 30 % à la hausse observée du niveau de la mer. La perte de masse des calottes polaires explique quant à elle environ 20 %.

Grâce à leur couverture complète du domaine océanique, les satellites altimétriques nous ont révélé que la hausse du niveau de la mer est loin d'être uniforme. Dans le Pacifique ouest par exemple, la mer s'est élevée de 2 à 3 fois plus vite qu'en moyenne depuis 20 ans. Nous savons aujourd'hui que cette importante variabilité régionale est causée principalement par la distribution non uniforme de la chaleur dans l'océan. Mais les variations de la salinité de l'océan peuvent avoir un rôle non négligeable dans certaines régions. La hausse future du niveau de la mer constitue une menace pour de nombreuses régions côtières basses, souvent très peuplées, de la planète. On s'attend en effet à une hausse accrue du niveau de la mer au cours du XXI<sup>e</sup> siècle ; à cause de la dilatation thermique de l'océan qui se poursuivra, et surtout à cause de la fonte des glaces continentales. Si la calotte polaire du Groenland venait à disparaître, le niveau de la mer s'élèverait de 7 m ! Un tel événement, s'il se produisait, prendrait cependant plusieurs millénaires. On ne connaît pas encore avec précision ce que sera la contribution des calottes polaires au niveau de la mer des prochaines décennies. Mais certaines estimations récentes suggèrent qu'une hausse moyenne de la mer de l'ordre de 0,5 m à 1 m n'est pas à exclure à l'horizon 2100 ; avec cependant de fortes variations d'une région à une autre. Dans nombre de régions côtières basses de la planète, la hausse du niveau de la mer se combine avec d'autres facteurs non climatiques, ce qui les rend encore plus vulnérables. C'est le cas par exemple de l'enfoncement du sol lié à des phénomènes naturels (par exemple, la surcharge des sédiments accumulés dans les deltas des grands fleuves) ou aux activités humaines (le pompage des eaux souterraines ou du pétrole).

D'autres facteurs, telle la diminution des apports sédimentaires à la mer par les fleuves, causée par la construction de barrages, l'urbanisation intensive du littoral, la modification des courants côtiers, etc. contribuent aussi à modifier la morphologie de la côte. Pour de nombreuses régions du monde (y compris la France et ses départements et territoires d'outre mer), la contribution respective de ces différents facteurs à l'érosion du littoral est encore incertaine. Des « modèles » d'évolution et de vulnérabilité des zones côtières en réponse aux forçages anthropique et climatique sont des outils d'aide à la décision devenus indispensables pour les responsables politiques en charge de l'aménagement du territoire.

## Contemporary Sea Level Rise

Since the end of the last Glacial Age about 20 000 years ago, sea level rose by ~130 m on average and stabilized in the mid-Holocene. Geological and archeological observations indicate that the mean sea level did not rise more than 0.5 mm/yr during the last 2-3 millennia. However, tide gauges available since the late 19<sup>th</sup> century have reported significant sea level rise during the 20<sup>th</sup> century, with a mean rate of ~1.8 mm/yr over the century. Since the early 1990s, satellite altimetry has become the main tool for precisely and continuously measuring sea level with quasi global coverage of the oceanic domain. High-precision satellite altimetry started with the launch of the NASA-CNES missions, *Topex/Poseidon* in 1992, followed by *Jason-1* and *Jason-2* launched in 2001 and 2008 respectively. The temporal evolution of the global mean sea level measured by satellite altimetry since early 1993 shows an almost linear rate of ~ 3.2 mm/yr, a value nearly twice higher than the mean rate recorded by tide gauges over the past decades. Satellite altimetry have also shown that sea level rise is far from being uniform; in some regions (e.g., the western Pacific), rates of sea level rise are up to 2-3 times faster than the global mean. There is strong evidence that contemporary sea level rise results from current climate warming. During the past 4 to 5 decades, the ocean has warmed significantly and stored about 90% of the excess heat accumulated in the climate system because of anthropogenic greenhouse gases emissions. Associated thermal expansion of the ocean explains part of the present-day sea level rise. Since a few years/decades, we also observe significant land ice shrinkage. Mountain glaciers are retreating worldwide while Greenland and West Antarctica are losing ice into the ocean at an unexpected rate. Land ice loss is another contributor to present-day sea level rise. To give an order of magnitude, over the past 2 decades, ocean warming and mountain glaciers melting have each contributed by about 30% to the observed rate of sea level rise. Greenland and Antarctica ice mass loss likely explains another 20%.

Sea level rise is a major concern for populations living in low-lying coastal regions (about 25% of humans). In effect, sea level will continue to rise in the coming decades, probably at an accelerated rate because of continuing ocean warming and increased ice sheet melting into the ocean. Exactly how much is difficult to predict however. But sea levels higher than 50 cm to 1 m above today's value are plausible by the end of the 21<sup>st</sup> century. Low-lying coastal areas around the world will be particularly at risk. Moreover, in many regions, the adverse effects of rising sea level will act in combination with other natural and human-induced factors, such as decreased rate of sediment deposition in river deltas, ground subsidence as a result of groundwater pumping or oil and gas extraction, amplifying the vulnerability of these areas. Integrated models of future sea level rise, taking into account all potential factors acting globally, regionally and locally, are crucially needed for mitigation and adaptation purposes.