

## note méthodologique

### Variation du niveau moyen de la mer sur le Globe à la fin du XXI<sup>ème</sup> siècle

D'après le 4<sup>ème</sup> rapport d'évaluation du GIEC (AR4), le niveau moyen de la mer dans le monde s'est élevé de 0,18m environ entre 1870 et 2000. Il existe des disparités importantes selon les régions du monde sur la valeur de cette augmentation au cours des deux dernières décennies, en lien notamment avec des inhomogénéités de température et de salinité de l'eau de mer, qui sont influencées par des fluctuations pluriannuelles encore mal comprises comme le Niño.

Ce même rapport du GIEC annonce pour la décennie 2090-2099 une élévation du niveau moyen de la mer dans le monde située entre 0,18 et 0,59 m au dessus de ce niveau moyen observé sur la période 1980-1999 (Tableau SPM.3 du rapport du Groupe 1 du GIEC reproduit ci-dessous).

**Table SPM.3.** Projected global average surface warming and sea level rise at the end of the 21st century. {10.5, 10.6, Table 10.7}

Case	Temperature Change (°C at 2090-2099 relative to 1980-1999) <sup>a</sup>		Sea Level Rise (m at 2090-2099 relative to 1980-1999)
	Best estimate	Likely range	Model-based range excluding future rapid dynamical changes in ice flow
Constant Year 2000 concentrations <sup>b</sup>	0.6	0.3 – 0.9	NA
B1 scenario	1.8	1.1 – 2.9	0.18 – 0.38
A1T scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.45
B2 scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.43
A1B scenario	2.8	1.7 – 4.4	0.21 – 0.48
A2 scenario	3.4	2.0 – 5.4	0.23 – 0.51
A1FI scenario	4.0	2.4 – 6.4	0.26 – 0.59

Table notes:

<sup>a</sup> These estimates are assessed from a hierarchy of models that encompass a simple climate model, several Earth System Models of Intermediate Complexity and a large number of Atmosphere-Ocean General Circulation Models (AOGCMs).

<sup>b</sup> Year 2000 constant composition is derived from AOGCMs only.

Cette fourchette a été établie en effectuant une analyse statistique des résultats des modèles de calcul du niveau de la mer alors disponibles, en fonction de différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (GES). Par émissions croissantes, les scénarios considérés sont les scénarios B1, A1T, B2, A1B, A2, A1FI).

1. Le scénario d'émissions de GES le plus bas présenté par le GIEC est le scénario B1. Ce scénario produit en moyenne en 2100 une concentration en CO<sub>2</sub> de l'ordre de 520 ppm (cf. Tableau 6.1 du Rapport de Synthèse de l'AR4), ce qui est encore très supérieur aux 450 ppm tous GES compris correspondant à la valeur supérieure recommandée par l'UE. Pour ce scénario B1, plus de 90% des simulations produisent une élévation du niveau de la mer située entre 0,18 et 0,37 m (figure TS.27). La valeur de 0,18 cm correspondrait à un niveau d'émissions très optimiste. De plus, les observations entre 1993 et 2003 indiquent un rythme d'élévation nettement supérieur à celui sous-tendu par cette valeur et il est prudent de tenir compte également du fait que nombre de recherches actuelles semblent mettre en évidence une accélération de la fonte du glacier

groenlandais. La valeur de 0,37 m correspondrait au modèle d'océan le plus pessimiste dans le cas du scénario d'émissions le plus optimiste. Compte tenu de ces éléments, on ferait la recommandation suivante:

**L'hypothèse « optimiste » retenue pour l'élévation du niveau moyen de la mer en 2100 sera de 0,35 m (valeur de 0,37 m en 2080-2099 arrondie à 0,35 m)**

2. Selon la figure TS.27 de l'AR4, 5% des modèles réalisés d'après le scénario A1FI, qui représente le profil d'émissions le plus élevé, fournissent une valeur supérieure à 0,59 m en 2095. On peut donc assurer que très peu de simulations, tous scénarios d'émissions confondus, sont à plus de 0,60 m.

**L'hypothèse « pessimiste » retenue pour l'élévation du niveau moyen de la mer en 2100 sera de 0,60 m (valeur arrondie à partir de 0,59 m en 2080-2099).**

3. Un débat existe actuellement dans la communauté scientifique au sujet de la prise en compte d'une possible accélération de la fonte du glacier groenlandais, qui pourrait conduire à une élévation plus rapide du niveau de la mer par apport d'eau en provenance de ce glacier. Les modèles climatiques ne prennent pas en compte pour l'instant les phénomènes dynamiques découverts récemment au Groenland et en Antarctique de l'Ouest. Les observations par satellite montrent assez clairement, au cours des dernières années, une accélération de la perte de masse de glace dans ces régions. Toutefois, il n'est pas possible de dire aujourd'hui si ce phénomène va s'emballer ou s'il n'est que transitoire. Certains auteurs (par exemple Rahmstorf, 2007) annoncent en 2100 une élévation possible de 1,20 m et même plus à partir d'une méthode semi-empirique. Ce débat n'étant actuellement pas tranché, il convient de recommander également une hypothèse extrême.

**L'hypothèse « extrême » retenue pour l'élévation du niveau de la mer en 2100 sera de 1 m.**

## Application à la métropole et à l'outre-mer

La variation du niveau moyen de la mer en un point donné de la côte peut être différente de la variation de ce niveau moyen en moyenne sur les océans du globe. Les facteurs possibles à l'origine de telles différences sont décrits en détail dans le chapitre 5 du 4ème rapport d'évaluation du GIEC, et incluent :

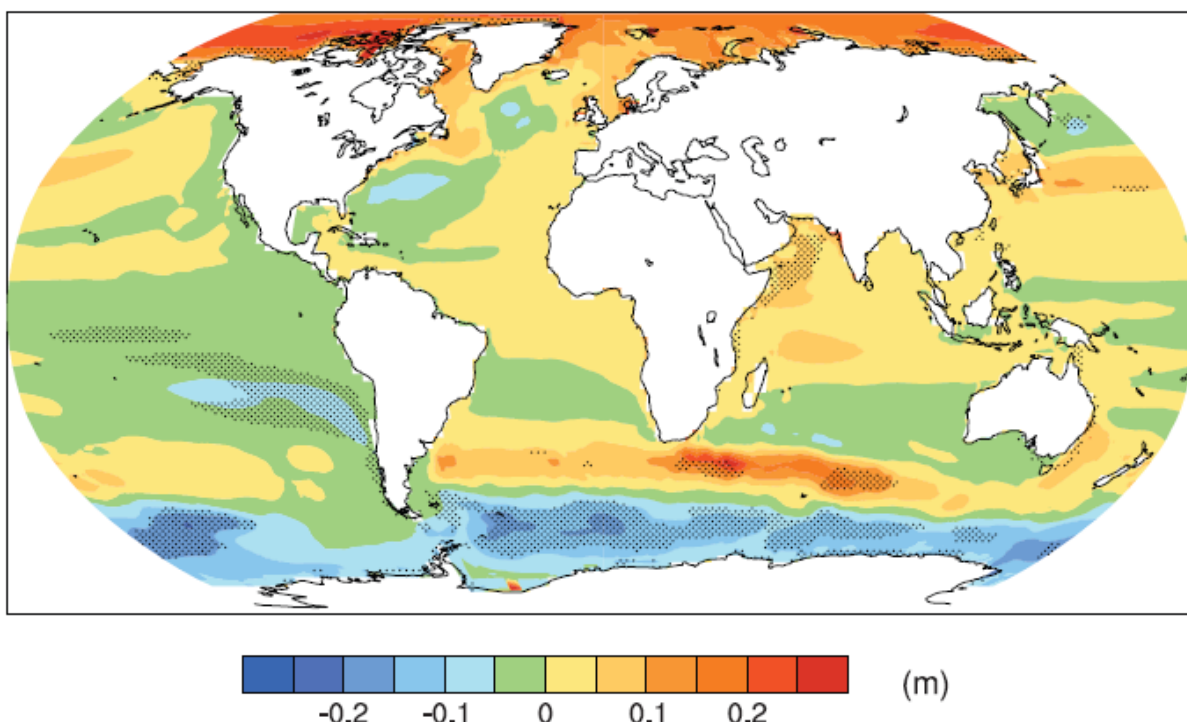
1. les variations de température et de salinité de l'eau de mer, en lien avec des fluctuations à long terme comme par exemple El Niño
2. des changements dans la circulation des océans
3. des modifications des pressions atmosphériques en surface
4. des changements affectant la croûte terrestre, comme par exemple la subsidence isostatique observée autour de la mer du Nord et qui affecte notamment les côtes des Pays Bas et de l'Angleterre.

Le problème de la variabilité régionale du niveau de la mer est très complexe. Pour les 15 dernières années, nous observons, avec l'altimétrie spatiale, une variabilité régionale très marquée. D'après les études actuelles, on pense que la variabilité régionale des vitesses de variation du niveau de la mer des 15 dernières années est dominée par les grandes perturbations climatiques du système couplé océan atmosphère (El Niño, Oscillation Nord Atlantique, etc.) et que la réponse du réchauffement à long terme est encore indétectable; or la figure 10.32 ne concerne que ce dernier car les modèles climatiques ne prennent pas encore en compte cette variabilité décennale, qui se superpose au signal à long terme. Il est vrai que le long des côtes de la métropole, les tendances observées au cours des 15 dernières années sont assez proches de la moyenne globale donc assez peu influencées par cette variabilité décennale. Mais c'est déjà

moins vrai pour les Antilles, la Réunion et la Polynésie. De plus au niveau du littoral, il y a d'autres facteurs qui interviennent, comme les mouvements verticaux de la croûte terrestre (assez faibles le long des côtes de métropole). Ensuite, au plan des impacts, la hausse du niveau de la mer n'est qu'une des composantes du recul des côtes. Plusieurs facteurs se combinent : direction des courants côtiers et du vent, apport de sédiments, morphologie des côtes, etc.

Pour la fin du siècle sur les côtes françaises, si l'on excepte Saint Pierre et Miquelon et peut-être certaines îles au voisinage de l'Antarctique, la figure 10.32, page 813 du rapport du Groupe I du GIEC, reproduite ci-dessous, ne montre pas de déviation importante de la montée du niveau de la mer en 2080-2099 par rapport à la moyenne globale. Cependant, ce qui est présenté dans la figure 10.32 ne correspond qu'à une partie des évolutions possibles, correspondant à la composante régionale due à l'expansion thermique (réchauffement futur des océans). Cette carte ne rend pas compte, entre autres, de phénomènes tels que la variabilité régionale quasi-décennale liée aux phénomènes El Nino par exemple, dont l'effet est certainement important, les modifications possibles des courants océaniques, les effets de déformation des bassins océaniques en réponse à l'apport de masses d'eau dues à la fonte des glaces ( effet probablement assez faible toutefois), etc. La figure 10.32 indique que le long des côtes de la métropole, la variabilité régionale (due seulement à l'expansion thermique) conduirait vers 2090 à + 5 cm au dessus de la hausse moyenne; il paraît cependant difficile d'avancer un chiffre précis sur la hausse totale escomptée à la fin du siècle pour les côtes françaises en raison de toutes les incertitudes évoquées ci-dessus.

Cependant, ces incertitudes géographiques devraient rester bornées du fait de la redistribution horizontale des paramètres océaniques; il est donc proposé de ne pas en tenir compte, et de retenir pour l'ensemble des côtes françaises, Méditerranée et Outre-mer compris, les mêmes valeurs que pour l'élévation globale du niveau de la mer, soit 35, 60 et 120 cm.



**Figure 10.32.** Local sea level change (m) due to ocean density and circulation change relative to the global average (i.e., positive values indicate greater local sea level change than global) during the 21st century, calculated as the difference between averages for 2080 to 2099 and 1980 to 1999, as an ensemble mean over 16 AOGCMs forced with the SRESA1B scenario. Stippling denotes regions where the magnitude of the multi-model ensemble mean divided by the multi-model standard deviation exceeds 1.0.

## Échéances intermédiaires

Pour les échéances intermédiaires, entre 1870 et 2100, on utilisera une fonction d'interpolation parabolique, valant 0m en 1870, 0,18m en 2000 et l'une des trois valeurs ci-dessus (respectivement 43 cm, 78 cm et 118 cm par rapport au niveau de 1870) en 2100 selon que l'hypothèse retenue est optimiste, pessimiste ou extrême.

En suivant un tel ajustement, on arrive pour les projections d'élévation du niveau de la mer par rapport aux valeurs de la fin du XX<sup>ème</sup> siècle, exprimées en cm en fonction de l'année, au tableau suivant :

Hypothèse	2030	2050	2100
Optimiste	8	13	30
Pessimiste	14	25	60
Extrême	22	41	100

## Recommandations

Dans le cadres des études sur les impacts du changement climatique et les mesures d'adaptation possibles, il y a lieu d'utiliser les hypothèses suivantes dans la prise en compte de l'élévation du niveau de la mer.

- compte tenu de la précision des moyens cartographiques actuels, en particulier pour localiser les infrastructures et de l'incertitude sur les projections, **il n'est pas judicieux de distinguer les hypothèses en fonction des scénarios (B1, B2, A2 etc....) ;**
- on retiendra 3 hypothèses à l'horizon 2100 :
  - **hypothèse optimiste : 0,30 m,**
  - **hypothèse pessimiste : 0,60 m,**
  - **hypothèse extrême : 1 m ;**
- on utilisera **la même hypothèse quelque soit la zone étudiée.**