



Élévation du niveau de la mer et changement climatique

Module 2, Fiche 9

Gonéri LE COZANNET¹, Rémi THIEBLEMONT¹, Mélanie BECKER²,
Aurélié MASPATAUD¹, Virginie DUVAT²

1 : BRGM, DRP/R3C, 3 avenue Claude Guillemin, 45060 Orléans

2 : UMR LIENSs 7266 - La Rochelle Université - CNRS | 2 Rue Olympe de Gouges, 17000, La Rochelle

INTRODUCTION DU SUJET

L'élévation du niveau de la mer est pour l'essentiel une conséquence du changement climatique induit par les émissions de gaz à effets de serre. De fait, l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère cause un réchauffement à l'échelle globale : d'une part, 93 % de la chaleur additionnelle induite par ce changement climatique s'accumule dans les océans, qui se dilatent ; d'autre part, le réchauffement cause également la fonte des glaciers de montagne et des calottes polaires du Groënland et de l'Antarctique. Par ailleurs, les échanges d'eau entre les océans, les continents et le sous-sol induisent des variations du niveau marin qui sont sensibles à l'échelle de quelques années. En définitive, l'ensemble de ces phénomènes a causé une élévation du niveau de la mer global qui a augmentée de 1.4 mm/an au XX^{ème} siècle à 3.6± 0.3 mm/an entre 2006 et 2015 (Oppenheimer et al., 2019).

Le niveau marin varie d'une région à l'autre selon la dynamique océanique, la réponse de la terre solide aux redistributions de masses induites par la fonte des glaces, et des processus locaux tels que des mouvements verticaux du sol. En Polynésie, les dernières estimations suggèrent que l'élévation relative du niveau de la mer, c'est à dire la hausse directement ressentie par la population, a été plus de deux fois plus rapide à Tahiti que la moyenne globale entre 1950 et 2009, soit 3.3±0.6mm/an (Becker *et al.* 2012) contre 1.4±0.2 mm/an en moyenne globale (Dangendorf et al. 2017). Cette évaluation inclut une subsidence (enfouissement du sol) d'environ 0.5 mm/an, estimée à Tahiti sur la base de mesures GPS, qui n'est pas représentative de la situation de l'ensemble des îles de Polynésie Française où ces mouvements sont généralement considérés comme étant plus faibles (Martínez-Asensio *et al.*, 2019 ; Ballu *et al.*, 2019).

Pour planifier l'adaptation, il est nécessaire de disposer de scénarios de niveau marin. Il en existe de nombreux aujourd'hui : en moyenne globale, le dernier rapport du GIEC projette une augmentation de 0.84 m [0.61-1.10 m] en 2100 par rapport au niveau de 1986-2005 pour de fortes émissions de gaz à effet de serre (RCP8.5), et de 0.43 m [0.29-0.59 m] dans un cas compatible avec l'objectif de 2°C (RCP2.6) (Oppenheimer *et al.*, 2019). Cependant, il existe d'autres scénarios plus alarmants faisant l'hypothèse d'une fonte rapide de la calotte glaciaire de l'Antarctique. En Polynésie, les scénarios utilisés dans le cadre d'études réalisées en amont de Plans de Prévention des Risques (PPR) se réfèrent au 4^{ème} rapport du GIEC de 2007, considérant +0.30 m en 2050 par rapport au niveau marin moyen entre 1980 et 1999. Enfin, le scénario national issu du décret du 27 juillet 2011, qui s'applique pour les PPR métropolitains, impose un scénario de +0.60 m en 2100. *In-fine*, il n'est guère aisé aujourd'hui de déterminer quelle information est la plus pertinente pour planifier l'adaptation.

Cette fiche de synthèse propose une méthode pour choisir des scénarios d'élévation du niveau de la mer afin de planifier l'adaptation. L'approche, développée dans le cadre du projet INSeaPTION, comprend 2 étapes :

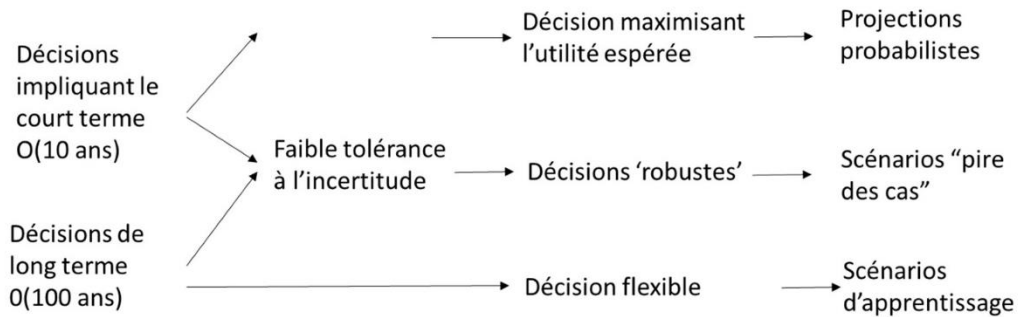
- (1) analyse des décisions nécessitant des scénarios d'élévation du niveau de la mer ;
- (2) sélection d'un scénario de niveau marin en fonction de l'état des connaissances actuelles, et en accord avec le contexte décisionnel analysé.

Une fois ces scénarios de niveau marin déterminés, il devient possible d'analyser des conséquences et des besoins en adaptation (voir fiches « submersion » et « déstabilisation des côtes »).

FIGURE DE SYNTHÈSE

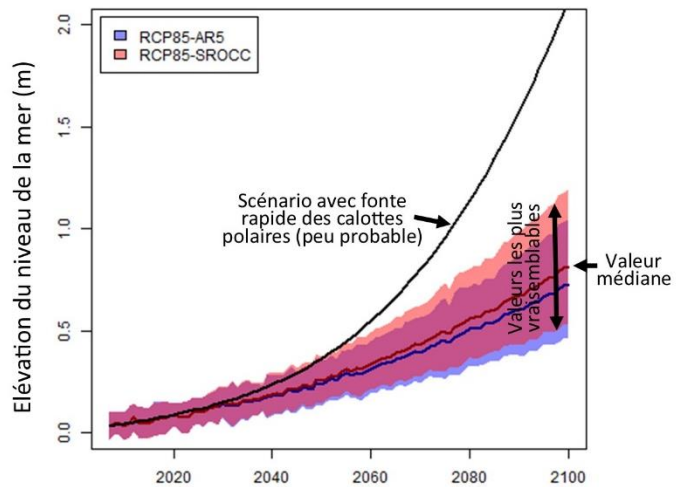
1

Schéma d'aide à la décision permettant de déterminer les besoins en information sur l'élévation du niveau de la mer (d'après Hinkel et al., 2019)



2

Scénario de niveau de la mer à Tahiti dans le cas d'une poursuite de l'accélération des émissions de gaz à effet de serre (RCP8.5), selon le 5ème rapport du GIEC de 2013 (bleu, AR5), selon le rapport spécial de 2019 (rouge, SROCC, Oppenheimer et al., 2019), et pour un scénario de fonte des calottes polaires défavorable (courbe noire).



3

Capture d'écran de l'outil permettant de calculer les implications régionales d'un scénario global d'élévation du niveau de la mer, ici pour 2100, dans le cas d'un scénario d'émissions de gaz à effet de serre (RCP8.5) et une contribution de 23cm de la calotte de glace Antarctique.

Regional sea level changes

Demomstrator of a web client allowing to analyse and visualize various scenarios of contributions to global Sea Level Rise (SLR), combining SLR components. This demonstrator is a work in progress developed within the scope of the ECLISEA project, based on the datasets provided by the Integrated Climate Data Center (ICDC) of the University of Hamburg and the IPCC.

ICCC scenarios: My scenario | Download low- and high-end scenarios

Select the model: all models | Select the scenario: RCP85 - 2100

Select the sea level components to combine:

- Greenland dynamic ice: 0 cm
- Greenland surface mass balance: 0 cm
- Antarctic dynamic ice: 0 cm
- Antarctic surface mass balance: 0 cm
- Glaciers melting: 0 cm
- Ocean components: 0 cm
- Groundwater: 0 cm

Select a year from 2027 to 2100 for the GIA: 2100

Select a color palette: rdbu

Colorscale range (m): low 0.3 | high 1.2

Regional sea level data from IPCC AR5 distributed in netCDF format by the Integrated Climate Data Center (ICDC, icdc.cen.uni-hamburg.de) University of Hamburg, Hamburg, Germany. More information on <https://icdc.cen.uni-hamburg.de/1/daten/ocean/ar5-slr.html>

sea level rise: 0.96 m, long: -150.4822°, lat: -16.4874°

(sea level rise: units m, world min: -7.40 m, world max: 1.34 m, current extent min: -7.40 m, current extent max: 1.34 m)

Cet outil est disponible via : <https://sealevelrise.brgm.fr/sea-level-scenarios>.

TEXTE / COMMENTAIRE

(1) Analyse des décisions nécessitant des scénarios d'élévation du niveau de la mer

La première étape a pour objectif de déterminer quel type de scénario de niveau marin est le plus pertinent pour les décisions considérées. Elle consiste à décrire ces décisions, notamment les échelles de temps considérées (ex : 2030, 2050, 2100, 2200...) et la tolérance à l'incertitude des acteurs, c'est-à-dire leur propension à accepter des pertes ou leur désir de sécurité, quitte à surinvestir dans l'adaptation. Ces décisions sont ensuite analysées au moyen de l'arbre présenté dans la Figure 1. A titre d'exemple, on peut imaginer les deux décisions suivantes :

- rehausser des quais en vue de prévenir les submersions chroniques : en faisant l'hypothèse que la séquence de travaux à effectuer doit être planifiée par le maître d'ouvrage sur une trentaine d'années, les besoins en information pourront être des projections probabilistes (cas les plus probables) en cas de forte tolérance à l'incertitude, ou bien un scénario défavorable (« pire des cas ») en cas de forte aversion au risque.
- planification stratégique à l'échelle de l'archipel des Tuamotu : s'agissant de planification stratégique impliquant des échelles de temps plus longues, des scénarios à 2100 ou au-delà pourront être considérés. En cas de forte aversion au risque, on pourra à nouveau sélectionner un scénario défavorable (« pire des cas »). Dans le cas contraire, lorsque les stratégies envisagées sont suffisamment flexibles pour s'accommoder de multiples scénarios, il sera possible de considérer des « scénarios d'apprentissage », décrivant des scénarios de niveau de la mer tels qu'ils pourront être dans une dizaine d'années, quand les connaissances scientifiques auront progressé.

(2) Sélection d'un scénario de niveau marin en accord avec le contexte décisionnel analysé

La Figure 2 indique les scénarios de niveau de la mer du GIEC de 2013 (5^{ème} rapport) et de 2019 (rapport spécial du GIEC sur l'océan et la cryosphère ; Oppenheimer *et al.*, 2019) en Polynésie. Ils ne tiennent pas compte d'éventuelles subsidences locales. Compte tenu des connaissances actuelles, nous suggérons de ne considérer que l'éventuelle subsidence de Tahiti. Cependant, de nouveaux scénarios seront bientôt disponibles, soit lorsque le prochain rapport du GIEC sera publié (2021), ou bien à l'occasion de nouvelles découvertes scientifiques. Pour cela, un outil a été développé dans le cadre de ERA4CS pour évaluer le niveau de la mer régional (Figure 3). Cet outil est disponible via : <https://sealevelrise.brgm.fr/sea-level-scenarios>. Il est accessible à tout utilisateur ayant besoin de scénarios régionalisés d'élévation du niveau de la mer.

RECOMMANDATIONS / HIGHLIGHTS

- L'élévation du niveau de la mer se poursuivra au 21^{ème} siècle en raison du changement climatique induit par les émissions de gaz à effet de serre
- Cette élévation du niveau marin atteindra entre 0.25 et 1.20m en 2100 selon les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre, ou davantage en cas de fonte rapide des calottes polaires.
- Les conséquences en Polynésie seront une aggravation des submersions temporaires et permanentes en zones basses, et, selon les sites, une aggravation de l'érosion et des intrusions salines.
- Des scénarios de niveau marin régionalisés sont désormais disponibles pour planifier l'adaptation.

SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ballu, V., Gravelle, M., Wöppelmann, G., de Viron, O., Rebeschung, P., Becker, M. and Sakic, P., 2019. Vertical land motion in the Southwest and Central Pacific from available GNSS solutions and implications for relative sea levels. *Geophysical Journal International*, 218(3), pp.1537-1551. <https://doi.org/10.1093/gji/ggz247>

Becker, M., Meyssignac, B., Letetrel, C., Llovel, W., Cazenave, A. and Delcroix, T., 2012. Sea level variations at tropical Pacific islands since 1950. *Global and Planetary Change*, 80, pp.85-98. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2011.09.004>

Dangendorf, S., Marcos, M., Wöppelmann, G., Conrad, C.P., Frederikse, T. and Riva, R., 2017. Reassessment of 20th century global mean sea level rise. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(23), pp.5946-5951. <https://doi.org/10.1073/pnas.1616007114>

Martínez-Asensio, A., Wöppelmann, G., Ballu, V., Becker, M., Testut, L., Magnan, A.K. and Duvat, V.K.E., 2019. Relative sea-level rise and the influence of vertical land motion at Tropical Pacific Islands. *Global and Planetary Change*, 176, pp.132-143. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.03.008>

Hinkel, J., Church, J.A., Gregory, J.M., Lambert, E., Le Cozannet, G., Lowe, J., McInnes, K.L., Nicholls, R.J., van der Pol, T.D. and van de Wal, R., 2019. Meeting user needs for sea level rise information: A decision analysis perspective. *Earth's Future*, 7(3), pp.320-337. <https://doi.org/10.1029/2018EF001071>

Oppenheimer et al., 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 https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/08_SROCC_Ch04_FINAL.pdf