

3.2.6. Marégraphie

Mise au point

Cette section a traditionnellement rapporté des travaux réalisés en marégraphie, intéressant notre communauté par leur synergie avec la géodésie spatiale et les connaissances que cela pouvait apporter dans un contexte de changement climatique. Néanmoins, il convient d'admettre que ces travaux avaient une relation inverse avec ce qu'on pouvait attendre de l'intitulé du chapitre 3 (Systèmes de référence) et de sa section 3.2 (Apport des mesures géodésiques), en l'occurrence des marégraphes (cette sous-section). En effet, les travaux relatés par le passé ont surtout traité de l'apport de la géodésie spatiale à la marégraphie (et non l'inverse), en particulier dans la détermination des mouvements verticaux des marégraphes en vue d'une meilleure compréhension des causes de l'évolution du niveau de la mer enregistrée par ces instruments (e.g., Wöppelmann *et al.* 2009). Désormais, ces travaux trouvent mieux leur place dans le chapitre 7 sur les Services scientifiques car ils ont contribué (une des raisons d'être) à l'établissement du service scientifique national SONEL (cf. section 7.1). Il n'en demeure pas moins qu'il existe un réel besoin d'apport de la marégraphie vers la géodésie spatiale dans les systèmes de référence terrestre. Dans l'altimétrie radar par satellite, le contrôle des biais ou des dérives des instruments embarqués est une question cruciale dans l'interprétation en termes d'évolution ténue du niveau des mers. Cette question est abordée dans la section 4.1.2 et se décline dans la section 1.3 par l'étude et le contrôle des performances des nouvelles technologies de marégraphie dont les dérives ne doivent pas être propagées vers les satellites (e.g., Martin Miguez *et al.* 2008).

Dans le domaine des systèmes de référence terrestre, l'ITRF a le souci d'inclure les positions des origines des systèmes d'altitude nationaux qui sont historiquement réalisées par les marégraphes (e.g., Wöppelmann *et al.* 2006). Malgré l'intérêt d'un système d'altitudes mondial et les études théoriques qui en résultent, le rattachement des origines des systèmes d'altitude nationales se heurte à des problèmes pratiques, qui sont notamment liés à la disponibilité des rattachements métrologiques entre le zéro du marégraphe et le centre de phase des antennes de géodésie spatiale (GNSS, par exemple). A cet égard, un travail de fond est engagé dans SONEL en relation avec la plus importante banque de données marégraphiques au monde qui est hébergée au PSMSL (www.psmsl.org) et le programme GLOSS (Merrifield *et al.* 2010).

Travaux préalables à un apport de la marégraphie

Un apport original de la marégraphie à la réalisation de l'ITRF a cependant été proposé récemment par Collilieux and Wöppelmann (2011). Dans cette étude, les auteurs ont imaginé des contraintes nouvelles à la réalisation de l'origine géocentrique du repère, plus précisément à son évolution temporelle. Quoiqu'il en soit, il convient de souligner ici que cette idée a pu émerger grâce aux nombreux travaux réalisés ces dernières années dans l'objectif principal mentionné en introduction de surveillance des mouvements verticaux des marégraphes. Par ordre chronologique de publication dans

la période 2007-2011, ces travaux « préparatoires » sont : Wöppelmann *et al.* 2007 ; 2008 ; 2009 ; Legrand *et al.* (2010), Bouin & Wöppelmann (2010) et Santamaria-Gomez *et al.* (2011). Une synthèse des questions abordées et des progrès accomplis est donnée dans Wöppelmann *et al.* (2011).

Relation entre repère terrestre et tendance du niveau des mers

Il est utile de rappeler ici que dans l'objectif d'atteinte de l'exactitude dans la détermination des mouvements verticaux aux marégraphes, requise par les études du niveau de la mer en relation avec les changements climatiques, la principale limitation aujourd'hui vient de la réalisation du repère terrestre géocentrique (Church *et al.* 2010, chap. 9, *in Wiley & Blackwell*). Les variations générales du niveau de la mer sont ténues et leur description requiert un repère de référence terrestre robuste et stable dans le temps, qui reste encore à réaliser, du moins dans les performances requises par l'application mentionnée ci-dessus. Les performances souhaitées sont de 0,1 mm/an pour l'origine géocentrique et de 0,01ppb/an pour l'échelle (métrique), alors qu'elles sont actuellement évaluées respectivement à 1 mm/an et 0,1 ppb/an. C'est un enjeu majeur pour les années à venir. Collilieux & Wöppelmann (2011) ont ainsi réalisé une étude rigoureuse de la relation entre repère terrestre et tendance du niveau des mers. Cette relation a été formalisée et développée de façon à étudier la sensibilité des estimations de la tendance globale du niveau des mers aux erreurs du repère (origine et échelle).

Un repère terrestre idéal

Collilieux & Wöppelmann (2011) ont par ailleurs poussé la relation mentionnée ci-dessus au-delà des objectifs initiaux en proposant des contraintes dans la réalisation de l'origine du repère terrestre à partir des marégraphes corrigés par GPS. L'idée est de chercher l'origine géocentrique qui minimise la dispersion des tendances régionales du niveau de la mer en supposant que la variabilité naturelle de ces tendances est inférieure aux erreurs associées à la réalisation de cette origine, une hypothèse qu'ils ont testé par la suite. La Figure 1 illustre les résultats obtenus.

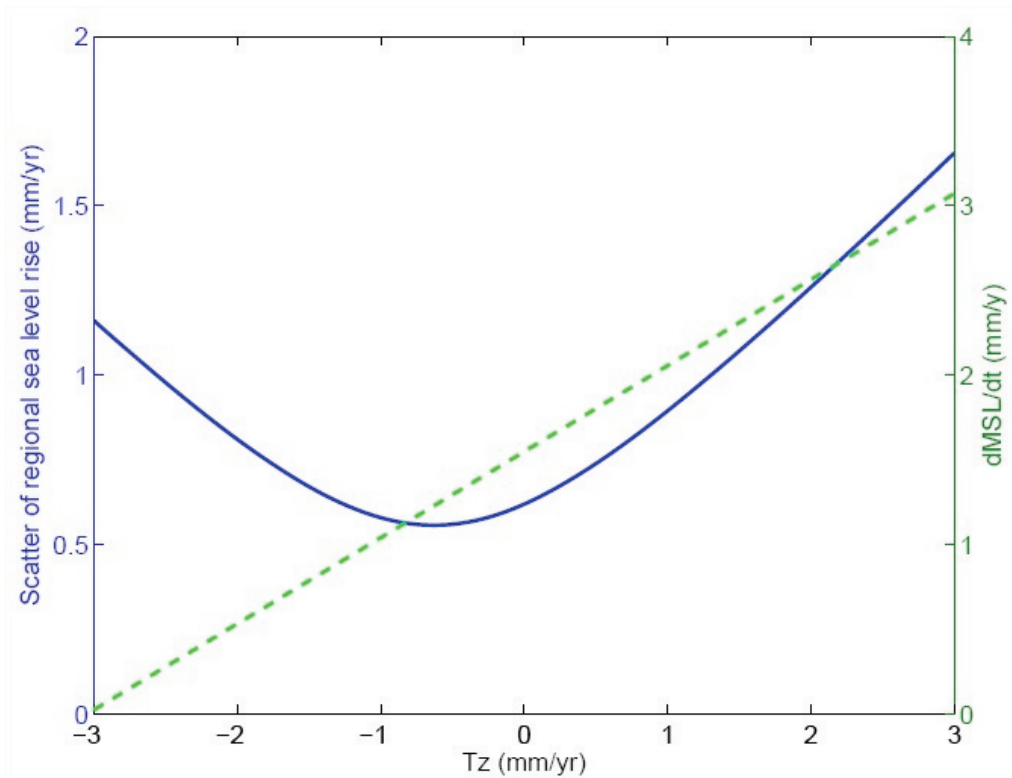


Fig. 1. Tendance du niveau moyen des mers (en pointillés, axe de droite) et dispersion des tendances régionales du niveau de la mer (trait plein, axe de gauche) en fonction d'un déplacement en Z de l'origine par rapport à l'origine du repère ITRF2005. D'après Collilieux & Wöppelmann (2011)

Perspectives

Si bien d'aucuns jugent cette étude comme un exercice de l'esprit intéressant, il n'en demeure pas moins que l'idée mérite d'être creusée. Une limitation pratique importante de l'étude de Collilieux & Wöppelmann (2011) était la disponibilité de données pour réaliser leur exercice, qui s'appuyait sur des données existantes (Wöppelmann et al. 2009) mais non élaborées dans cette optique. Il sera donc intéressant de reprendre la question avec une analyse dédiée des séries temporelles de marégraphie et de vitesses verticales GPS, en particulier si l'extension du nombre des co-localisations est significative et permet une meilleure couverture géographique, et donc une meilleure contrainte dans la géométrie du problème. Par ailleurs, les auteurs évoquent des contraintes analogues qui pourraient provenir d'autres sources de données, en particulier de la marégraphie combinée avec l'altimétrie radar embarquée sur satellite en exploitant les approches explorées par Wöppelmann & Marcos (2012).

Participants au projet

Zuheir Altamimi	IGN, LAREG
Marie-Noëlle Bouin	IGN, LAREG puis CNRM/Météo-France
Xavier Collilieux	IGN, LAREG
Camille Letetrel	Univ. La Rochelle puis LEGOS

Nicolas Pouvreau	Univ. La Rochelle, puis SHOM
Alvaro Santamaria	IGN, LAREG, puis en 2011 à l'IGN Espagne
Guy Woppelmann	Univ. La Rochelle