

## Les hauteurs d'eau mesurées au marégraphe de Marseille

Alain COULOMB

*Le marégraphe de Marseille n'est pas seulement un monument historique aux qualités patrimoniales reconnues. C'est aussi, et peut-être surtout, un observatoire scientifique moderne, intégré aux programmes nationaux et internationaux de surveillance du niveau des mers. Les données qu'il produit participent à la compréhension et au suivi de l'un des nombreux effets des changements climatiques : la hausse très rapide du niveau moyen des mers.*

### MOTS-CLÉS

Observatoire, mesure, niveau de la mer, changements climatiques

Pour mémoire, cette technique est fondée sur la mesure de la hauteur instantanée de la mer à l'aide d'un radar embarqué sur un satellite artificiel<sup>2</sup>.

### La longueur et la qualité de la série de Marseille

La série de hauteurs d'eau fournie par le marégraphe de Marseille est très longue (137 ans d'observations, pratiquement sans interruption<sup>3</sup>). Cette série est également l'une des plus cohérentes (très peu de changements d'appareils, pratiquement pas de changements dans l'environnement des mesures, etc.). Pour ces raisons, le marégraphe de Marseille est intégré au réseau GLOSS (*Global sea level observing system*)<sup>4</sup>, réseau mondial de marégraphes destiné à étudier le niveau des mers.

Le site internet du *Permanent Service for Mean Sea Level* (PSMSL), témoigne de la qualité de la série de hauteurs d'eau produite à Marseille en affichant : "Completeness = 97%"<sup>5</sup>. Ce critère indique que depuis 1885, le marégraphe de Marseille a fonctionné correctement pendant 97 % du temps, ce qui est tout à fait exceptionnel et remarquable.

La longueur et la qualité des séries produites à Marseille (le seul marégraphe géré par l'IGN) et à Brest

2 Pour en savoir plus, se reporter par exemple au site internet du CNES : <https://cnes.fr/un-peu-de-vulgarisation-lalimétrie>

3 Avec seulement 3 périodes de pannes ou de mauvais fonctionnements durables, en 1951-52, en 1997-98 et en 2010. En 1951, par exemple, l'installation du flotteur métallique d'un marégraphe de type Brillie à côté du flotteur en cuivre du marégraphe totalisateur, a créé un courant galvanique qui a faussé les résultats des mesures jusqu'à ce que les deux flotteurs soient recouverts de matière plastique en 1952.

4 <https://gloss-sealevel.org/>

5 <https://psmsl.org/data/obtaining/stations/61.php>

Le marégraphe de Marseille est implanté à moins de 3 kilomètres du Vieux-Port et de son célèbre bar de la Marine. Par bonheur, ses gestionnaires n'ont jamais été sensibles aux recommandations de César et de Fanny qui, dans la trilogie de Marcel Pagnol, écrivaient à Marius, embarqué sur La Malaisie : "laisse un peu mesurer les autres".

Le marégraphe de Marseille appartient à l'État qui, par convention et pour des raisons historiques (parce qu'il a été construit pour fixer l'origine des altitudes françaises continentales, l'altitude zéro), en confie la gestion à l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN).

Le marégraphe de Marseille est unique pour de multiples raisons, détaillées

sur le site internet de l'association "Les amis du marégraphe de Marseille"<sup>1</sup>. Il est à la fois un monument historique et un observatoire moderne, intégré aux programmes nationaux et internationaux de surveillance du niveau des mers. Les données qu'il produit participent à la compréhension et au suivi de l'un des nombreux effets des changements climatiques : la hausse très rapide du niveau moyen des mers (figure 1).

Les données de hauteur d'eau produites par les marégraphes sont complémentaires de celles produites par l'altimétrie satellitaire, technique aujourd'hui au centre de l'activité océanographique.

1 <https://amis-maregraphe-marseille.fr/>. L'AFT est membre de cette association et figure dans son conseil d'administration.

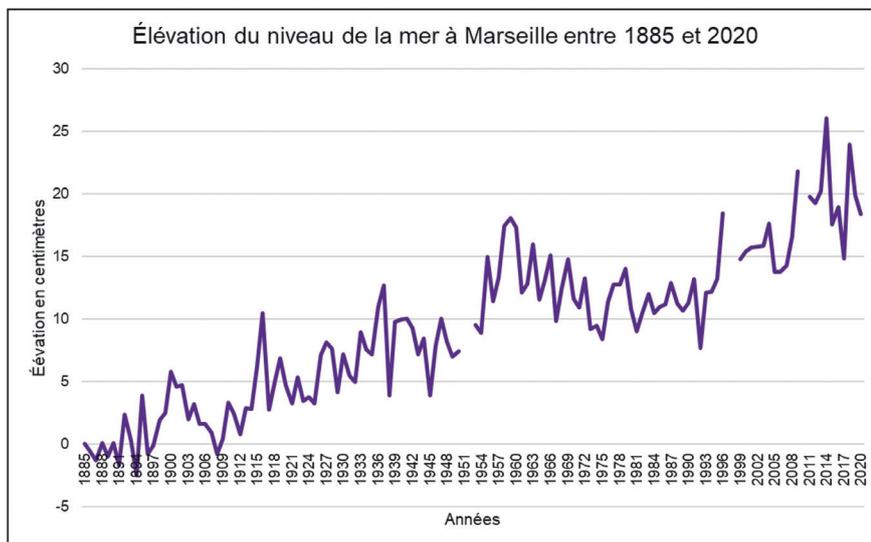


Figure 1. Courbe de l'élévation du niveau moyen de la mer à Marseille entre 1885 et 2020.

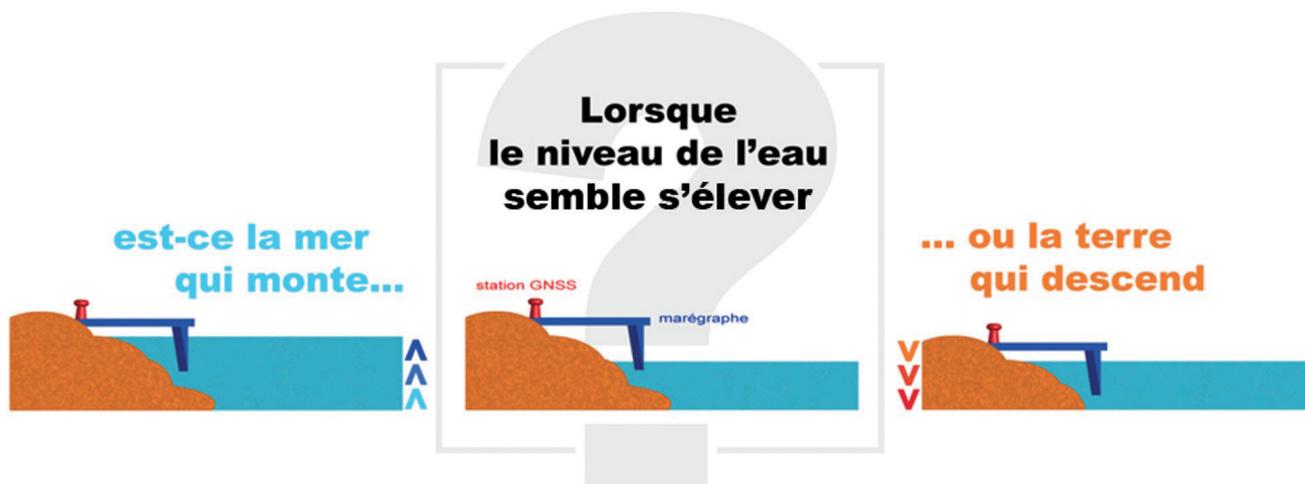


Figure 2. Image publiée sur le compte Instagram de l'association "Les amis du marégraphe de Marseille" le 13 février 2022.

(marégraphe géré par le Service hydrographique et océanographique de la Marine (Shom)) seront des éléments d'appréciation très importants des candidatures récentes de ces deux observatoires à une reconnaissance officielle par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) comme "stations terrestres d'observation maritime centenaires".

## Les données produites au marégraphe de Marseille

Les données de hauteur d'eau produites à Marseille sont librement accessibles à tous. Elles sont diffusées sur les sites internet de plusieurs organismes.

Les niveaux moyens mensuels et annuels, de 1885 à nos jours, peuvent être téléchargés à partir du site internet du PSMSL<sup>6</sup>. Ces niveaux proviennent de plusieurs sources (totalisateur du marégraphe mécanique, marégrammes<sup>7</sup>, marégraphes numériques<sup>8</sup>). Les hauteurs du niveau de la mer disponibles sur le site internet de SONEL (Système d'observation des variations du niveau de la mer à long terme, anciennement Système d'obser-

vation du niveau des eaux littorales<sup>9</sup>), coordonné depuis l'université de La Rochelle, sont : des niveaux moyens journaliers de la mer obtenus à partir de la numérisation des marégrammes ; et des niveaux moyens de la mer (mensuels et annuels), qui contribuent à la banque de données mondiale du PSMSL.

Les données produites par les marégraphes numériques de Marseille peuvent être téléchargées à partir du portail data.shom.fr<sup>10</sup> qui permet plus généralement l'accès à toute l'information géographique, maritime et littorale de référence, et qui contribue lui-aussi à alimenter la banque de données du PSMSL.

L'IGN diffuse également des données produites à l'observatoire de Marseille : celles fournies par la station GNSS permanente implantée au marégraphe, qui peuvent être téléchargées à partir du site internet du RGP<sup>11</sup>.

Les marégraphes de Marseille (mécanique et numérique) mesurent le niveau de la mer par rapport à des repères matériels implantés à l'intérieur des bâtiments. Quand le résultat de ces mesures donne une valeur qui diminue avec le temps, la question qu'il convient de se poser est : que mesure-t-on, une hausse du niveau de la mer, un tassement du point de référence, ou une combinaison de ces deux

phénomènes ? Les informations transmises par les satellites GNSS peuvent répondre à ces questions.

Les séries longues d'observations GNSS, établies au moyen de stations permanentes associées avec les marégraphes, donnent une information sur le mouvement absolu du sol, les marégraphes sur les mouvements de la mer relatifs au sol, la combinaison des deux permettant de comprendre le comportement réel du niveau de la mer à l'endroit considéré<sup>12</sup>.

## L'élévation du niveau moyen de la mer à Marseille

La courbe établie à partir des moyennes mensuelles diffusées par le PSMSL entre février 1885 et décembre 2020 (figure 1) montre les 3 périodes de mauvais fonctionnement évoquées plus haut. Elle montre également une élévation du niveau moyen de la mer à Marseille d'environ 18 centimètres<sup>13</sup> (figure 3).

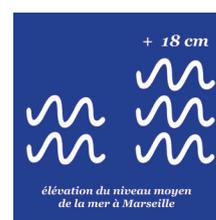


Figure 3. Image publiée sur le compte Instagram de l'association "Les amis du marégraphe de Marseille" le 19 mars 2022.

6 <https://psmsl.org/data/obtaining/rlr.monthly.data/61.rlrdata>

7 On appelle "marégramme" les rouleaux d'enregistrement graphique de la courbe de hauteurs d'eau en fonction du temps.

8 Un premier marégraphe numérique fonctionnant grâce à des ondes acoustiques avait été installé en 1998 ; depuis 2009, il est remplacé par un autre appareil faisant appel à des ondes radar.

9 <https://www.sonel.org/>

10 <https://data.shom.fr/>

11 <http://rgp.ign.fr/>

12 Voir la publication du 13 février 2022 sur <https://www.instagram.com/amis.maregraphe/?hl=fr>

13 Voir la publication du 19 mars 2022 sur <https://www.instagram.com/amis.maregraphe/?hl=fr>

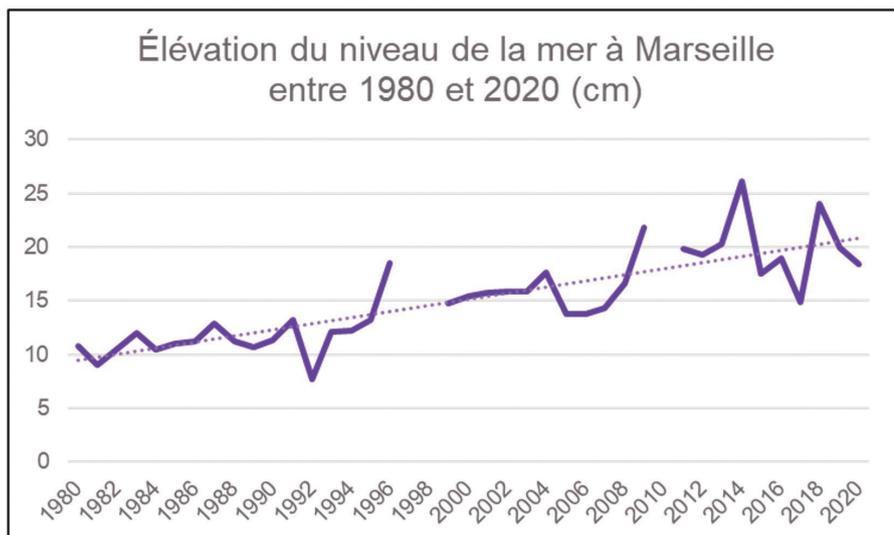


Figure 4. Courbe de l'élévation du niveau moyen de la mer à Marseille entre 1980 et 2020.

Si l'on répartissait ces 18 centimètres sur l'ensemble de la période de mesure, cela correspondrait à une vitesse moyenne d'élévation légèrement supérieure à 1,2 mm/an. Mais cette valeur n'aurait qu'un intérêt comparatif car l'élévation du niveau de la mer n'est pas régulière.

Cette élévation est de plus en plus rapide. Ceci est montré, par exemple, par une publication de Guy Wöppelmann citée en bibliographie. Cette accélération est également montrée en considérant les mêmes moyennes mensuelles diffusées par le PSMSL uniquement sur les 40 dernières années<sup>14</sup> (figure 4). La courbe passe d'une hauteur d'eau d'environ 9 centimètres à une hauteur d'environ 21 cm. La différence (12 cm), divisée par 40, donne une élévation de 3 mm/an, qui est plus de 2 fois supérieure aux 1,2 mm/an évoqués plus haut. Cette tendance est cohérente avec l'élévation donnée au niveau mondial par l'altimétrie satellitaire qui indique qu'entre 1993 et 2012, le niveau moyen global de la mer s'est élevé d'environ 3,2 mm/an<sup>15</sup>. Parfois, des visiteurs du marégraphe de Marseille émettent l'idée que : "quelques millimètres par an, ce n'est pas grand-chose". Qu'ils se détrompent, d'après le dernier rapport du GIEC (Groupe d'experts intergouvernement-

14 Cette durée de 40 ans est celle qui est la plus communément admise par les scientifiques pour obtenir une tendance robuste et fiable.

15 [http://www.legos.obs-mip.fr/zmi/TEST/equipes/echos/themes-de-recherche/copy\\_of\\_niveau\\_mer](http://www.legos.obs-mip.fr/zmi/TEST/equipes/echos/themes-de-recherche/copy_of_niveau_mer)



Figure 5. Image publiée sur le compte Instagram de l'association "Les amis du marégraphe de Marseille" le 13 avril 2022. Jean Jouzel est membre d'honneur de cette association.

tal sur l'évolution du climat), l'élévation du niveau de la mer pourrait directement menacer plus d'un milliard de personnes d'ici 2050.

Il y a urgence à agir et à s'adapter. C'est notamment ce qu'essayent d'expliquer, avec leurs modestes moyens et avec beaucoup d'autres intervenants, les amis du marégraphe de Marseille<sup>16</sup> (figure 5). ●

**Le marégraphe sera ouvert pour les Journées du Patrimoine les 17 et 18 septembre 2022.**

## Contact

Alain COULOMB - président de l'association  
Les amis du marégraphe de Marseille  
[amis.maregraphe@gmail.com](mailto:amis.maregraphe@gmail.com)

16 Voir la publication du 13 avril 2022 sur <https://www.instagram.com/amis.maregraphe/?hl=fr>

## Bibliographie

VINCENT Robert - *Il y a 100 ans, le marégraphe de Marseille* - XYZ n°73, décembre 1997.

COULOMB Alain - *Le marégraphe de Marseille : patrimoine et modernité* - XYZ n°118, mars 2009.

WOPPELMANN Guy, MARCOS Marta, COULOMB Alain, MARTIN-MIGUEZ Belen, BONNETAIN Paul, BOUCHER Claude, GRAVELLE Médéric, SIMON Bernard et TIPHANEAU Pascal - *Rescue of the historical sea level record of Marseille (France) from 1885 to 1988 and its extension back to 1849-1851* - Journal of geodesy - September 2014.

COULOMB Alain - *Le marégraphe de Marseille - De la détermination de l'origine des altitudes au suivi des changements climatiques : 130 ans d'observation du niveau de la mer* - livre de 640 pages publié en 2014 aux Presses des Ponts (l'AFT est coéditeur<sup>17</sup>). XYZ n°141, décembre 2014 : annonce relative à la parution du livre ci-dessus.

COULOMB Alain : *Le marégraphe de Marseille* - article mis en ligne le 11 janvier 2021 sur le site internet du Bureau des longitudes : <http://bdl.ahp-numerique.fr/focus-instruments-ac-maregraphe-marseille>

COULOMB Alain - *Les amis du marégraphe de Marseille* - XYZ n°166, mars 2021.

COULOMB Alain - *Le marégraphe de Marseille : mesure, patrimoine, climat* - revue numérique e-Phaïstos mise en ligne le 27 avril 2021.

COULOMB Alain - *Le marégraphe de Marseille et son patrimoine culturel* - revue numérique La Gazette, organe du projet "Patrimoine maritime en Méditerranée". Pour lire cet article, voir la réalisation du 20 janvier 2022 sur la page [https://amis-maregraphe-marseille.fr/?page\\_id=213](https://amis-maregraphe-marseille.fr/?page_id=213)

17 <https://www.aftopo.org/boutique/>

## ABSTRACT

*The Marseilles tide gauge is not only a historic monument with recognized heritage qualities. It is also, and perhaps most importantly, a modern scientific observatory, integrated with national and international sea level monitoring programmes. The data it produces contribute to the understanding and monitoring of one of the many effects of climate change: the very rapid mean sea level rise.*