



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Comptes Rendus Geoscience

www.sciencedirect.com



Océanographie

Relevés de température au marégraphe de Marseille

Temperature measurements at the Marseille tide gauge

Alain Coulomb

Service de géodésie et nivellement, Institut géographique national, 2, avenue Pasteur, 94165 Saint-Mandé cedex, France

INFO ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 21 janvier 2009

Accepté après révision le 22 septembre 2009

Disponible sur internet le 21 décembre 2009

Présenté par Anny Cazenave

Mots clés :

Marégraphe de Marseille

Séries à long terme

Température de surface de la mer

France

Keywords:

Marseille tide gauge

Long time series

Sea surface temperature

France

RÉSUMÉ

Cet article a pour objet de commenter l'article de [Romano et Lugrezi \(2007\)](#). Il met en évidence les quatre faits suivants : les températures exploitées par les auteurs de cet article ne sont pas des températures d'eau de mer, mais des températures d'air relevées à l'intérieur du bâtiment du Marégraphe de Marseille ; les relevés de température d'eau de mer au Marégraphe de Marseille, qui existent néanmoins, ont été utilisés dans le passé pour au moins trois études ; les relevés de températures d'eau de mer n'ont jamais servi à corriger les enregistrements du marégraphe pour le calcul du niveau moyen de la mer ; les relevés de température d'eau de mer n'étaient pas effectués dans le puits du marégraphe, mais à l'extérieur des bâtiments de cet observatoire.

© 2009 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

ABSTRACT

This study aims at commenting the article by [Romano and Lugrezi \(2007\)](#). Four main facts are brought to light: the temperature data used by Romano and Lugrezi were not sea temperatures, but air temperatures measured inside the Marseille tide gauge building; the sea temperature data still exist and were already exploited in at least three studies; these sea temperature data were never used to correct the tide gauge recordings for any effect in the computation of mean sea levels; the sea temperature was not measured in the tide gauge well, but outside of the building.

© 2009 Académie des sciences. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Abridged English version

The Marseille tide gauge archives belong to two main categories:

- data, consisting of numerical and graphical records (water heights, temperatures, pressures...);
- metadata, including notes, letters, reports, sketches, pictures...

In order to publish the history of this observatory, the classification and exploitation of the Marseille tide gauge

metadata were recently undertaken. This work brought to light the following facts:

1. *The temperature data used by Romano and Lugrezi (2007) are not sea temperatures but air temperatures measured inside the tide gauge building.*

There are two main temperature series in the Marseille tide-gauge archives:

- The first series, called 'A', consists of temperatures written in daily observation sheets, from 1885 to 1967. These temperatures were measured inside the tide-gauge building;
- The second series, 'B', consists of daily sea temperatures measured near the tide gauge. The retrieved

Adresse e-mail : alain.coulomb@ign.fr.

documents cover the periods 1894–1956 and 1962–1965.

In 2003, Romano and Lugrezi came to IGN in order to exploit data of series B. They unfortunately left with data of series A, believing that they were sea temperature data. The initial fault thus falls to IGN, which can only apologize now.

2. *Parts of series B were exploited in several studies (Rouch, 1940; Descosy, 1958; Travers and Travers, 1972).*
3. *Temperatures of series B were never used to correct the tide gauge recordings.*

It can be read several times in Romano and Lugrezi (2007) that the sea temperature measurements were used to correct the tide gauge recordings in the computation of mean sea levels. However, nothing in the archives of the observatory can corroborate this assertion. Some elements even tend to prove the contrary:

- In 1883, Charles Lallemand studied the influence of variations of sea temperature and density on the tide gauge recordings. He came to the conclusion that this influence was negligible and did not even ask the tide gauge keeper to measure the sea temperature;
 - Sea temperature and density measurements only began 10 years after the building of the tide gauge, at the request of a professor from the Nancy University, and in order to study sea currents;
 - A note dated from 1928 indicates that the observation sheets were only conserved 'for potential future studies'.
4. *Sea temperatures were not measured in the tide gauge well but in the channel linking the well to the sea.*

An attentive reading of the observatory archives invalidates the hypothesis made in Romano and Lugrezi (2007) according to which the sea temperature would have been measured in the tide gauge well. Many documents describe a similar mode of operation: water was drawn from the channel linking the tide gauge to the sea; its temperature and density were then measured.

Here are finally some additional details. It is written in Romano and Lugrezi (2007) that the tide gauge installed in 1885 had functioned until 1988 and been replaced in 1997 by a digital tide gauge. In fact, IGN decided to stop the graphic recording of sea level in 1988 and to content with daily, then weekly records. In July 1988, the Marseille observatory was equipped with a digital tide gauge in order to satisfy the international standards. IGN and the Service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM) have replaced it by an even more modern device (radar tide gauge). The old mechanical tide gauge is however still maintained and calibrated once per year. Comparisons of its data with those from the digital tide gauge show that its recordings are still of excellent quality and have a reference at the millimetre level.

As a conclusion, we must notice that the long sea temperature time series measured at the Marseille tide gauge is still unexploited. It is, of course, available for the scientific community together with a sea density time series.

1. Introduction

Les archives du Marégraphe de Marseille peuvent être classées en deux grandes catégories :

- les données, constituées de tableaux de mesures et d'enregistrements graphiques de hauteurs d'eau, de températures, de pressions atmosphériques, etc. ;
- les métadonnées, formées de notes, de lettres, de rapports, de croquis, de photographies, etc., regroupés dans l'archive IGN/SGN 100 13 05.

Dans le but d'écrire et de publier ultérieurement l'histoire de cet observatoire, j'ai entrepris le regroupement, l'archivage et l'étude des métadonnées du Marégraphe de Marseille. L'article (Coulomb, 2009) donne un rapide aperçu du contenu de ce futur ouvrage. Ce travail m'a permis de mettre en évidence les faits suivants.

2. Principales remarques au sujet de l'article de Romano et Lugrezi (2007)

2.1. Les températures exploitées Romano et Lugrezi (2007) ne sont pas des températures d'eau de mer, mais des températures d'air relevées à l'intérieur du bâtiment du Marégraphe de Marseille

Il existe deux longues séries de relevés de températures au Marégraphe de Marseille.

La première série, baptisée ici A, est constituée par les températures consignées sur les feuilles d'observations journalières du Marégraphe de Marseille. Ce sont des températures d'air relevées à l'intérieur du bâtiment du Marégraphe. La série débute en février 1885, en même temps que les observations marégraphiques et se poursuit quasiment sans interruption jusqu'en 1967.

La deuxième série, que nous baptiserons B, concerne des températures d'eau de mer relevées au Marégraphe de Marseille, associés à des mesures densimétriques et consignées sur des feuilles manuscrites spéciales, aussi conservées à l'IGN. Les documents retrouvés concernent des relevés journaliers entre le 1^{er} novembre 1894 et le 31 décembre 1956, puis entre le 28 mai 1962 et 30 juin 1965.

Lorsqu'en 2003, Romano et Lugrezi (2007) se sont adressés à l'IGN pour exploiter les données de la série B, on les a malencontreusement orientés vers les données de la série A, en leur laissant croire qu'elles concernaient des températures d'eau de mer. L'erreur initiale est donc du côté de l'IGN qui ne peut que s'en excuser auprès des rédacteurs et des lecteurs de l'article de Romano et Lugrezi (2007).

2.2. Des parties de la série B ont été étudiées par

- Jules Rouch (1884–1972), alors Capitaine de vaisseau et professeur à l'Institut Océanographique (il deviendra plus tard Directeur du Musée océanographique de Monaco), qui exploita les données de température d'eau de mer recueillies au Marégraphe de Marseille entre 1930 et 1939 (Rouch, 1940, 1941) ;

- Germain Descossy, ingénieur en chef géographe, chef de la Section du Nivellement de Précision de l'IGN de 1955 à 1961, qui fournit un tableau indiquant les températures moyennes mensuelles de l'eau de mer au Marégraphe de Marseille entre 1894 et 1952 (Descossy, 1958) ;
- Anne et Marc Travers, basés à la Station marine d'Endoume, implantée à quelques centaines de mètres du Marégraphe de Marseille (Travers et Travers, 1972).

Il convient de noter la diffusion confidentielle de l'étude de Germain Descossy <http://fr.wikipedia.org/wiki/Ethnofiction> <http://fr.wikipedia.org/wiki/Ethnofiction>. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Ethnofiction>

2.3. Les relevés de températures d'eau de mer au marégraphe de Marseille n'ont jamais servi à corriger les enregistrements du marégraphe

Il est indiqué plusieurs fois dans Romano et Lugrezi (2007) que les relevés de températures d'eau de mer servaient, par le calcul de la densité de cette eau, à corriger les niveaux moyens calculés au Marégraphe. Rien, dans les archives de cet observatoire, ne permet de formuler une telle affirmation. Plusieurs éléments semblent au contraire prouver qu'ils n'intervenaient pas dans le calcul du niveau de la mer :

- Dès 1883, Charles Lallemand étudie l'influence des variations de densité et de température de l'eau de mer sur la position relative du flotteur du marégraphe par rapport à la surface de l'eau. Il écrit : « En calculant l'influence des variations de la densité de l'eau de mer à différentes températures sur l'enfoncement du flotteur, j'ai trouvé que pour deux températures extrêmes de 4° et de 24° et en admettant que la hauteur immergée du flotteur soit de 0,10 m (NB : c'est pour minimiser cet enfoncement que les constructeurs ont prévu un flotteur de grand diamètre), la variation d'enfoncement ne serait que de 0,0003 m... » (archive IGN/SGN 100 13 05 – cote 18831117C1). Comme les ingénieurs du NGF veulent un niveau moyen à un dixième de millimètre près, ils négligent l'influence de la température de l'eau et ne demandent d'ailleurs même pas que celle-ci soit mesurée par le gardien du Marégraphe.
- Les relevés de température et de densité d'eau de mer ne commencent que dix ans après la construction du marégraphe, à la demande d'un professeur d'université de Nancy qui veut étudier les courants (archive IGN/SGN 100 13 05 – cote 18941105C1).
- Par ailleurs, une notice concernant le service du Marégraphe de Marseille indique en 1928 que les feuilles d'observation densimétriques « sont classées par année et conservées en vue d'études éventuelles » (archive IGN/SGN 100 13 05 – cote 19280430D1). En continuant les mesures de température et de densité d'eau de mer au marégraphe de Marseille, bien au-delà des besoins de la période exploitée par le professeur d'université, le NGF, puis l'IGN, étaient dans une logique d'acquisition de connaissance fondamentale, sans objectif préconçu. On peut noter que cette acquisition ne coûtait quasiment

rien à l'État, puisque les mesures étaient réalisées par un surveillant habitant sur place et rémunéré au forfait.

2.4. Les relevés de température d'eau de mer n'étaient pas effectués dans le puits du marégraphe, mais à l'extérieur des bâtiments, à l'entrée de la galerie couverte

Une lecture attentive des archives du Marégraphe de Marseille infirme l'hypothèse avancée dans Romano et Lugrezi (2007) selon laquelle la température de l'eau de mer aurait été mesurée dans le puits. De très nombreux documents abordent le sujet, on peut citer notamment :

- A. et M. Travers (1972), qui indiquent que « le marégraphe est situé dans l'anse Calvo, à peine à 400 m de la Station marine d'Endoume et la température y est mesurée dans la galerie reliant le puits du marégraphe à la mer. » Il faut préciser que cette galerie présente une partie couverte et fermée, donc très difficilement accessible et une partie découverte la précédant côté mer.
- Une note écrite en 1941, qui détaille le processus opératoire : « l'eau de mer est puisée à l'extérieur du bâtiment, dans la galerie qui met en communication la mer avec le puits du Marégraphe et transportée immédiatement dans la petite pièce non chauffée formant vestibule de la chambre du Marégraphe. Elle est versée dans une éprouvette en verre et la température est mesurée en même temps que se fait la lecture d'un aëromètre de Thoulet à un seul poids supplémentaire » (archive IGN/SGN 100 13 05 – cote 19410203M1).
- Une note rédigée en 1992 par l'agent chargé des relevés, qui indique que « l'eau est puisée avec un seau dans le chenal reliant la mer à l'entrée du tunnel, la densité et la température de l'eau sont mesurées deux minutes plus tard dans le bureau du Marégraphe » (archive IGN/SGN 100 13 05 – cote 19921209F1).
- La feuille d'observations densimétriques réalisées au Marégraphe de Marseille (anse Calvo) entre le 1^{er} novembre 1894 et le 31 décembre 1956 qui indique que les relevés n'ont pas été réalisés du 14 au 17 janvier 1895 : « la mer étant furieuse, il est impossible de faire l'observation » (archive IGN/SGN 100 13 05 – cote 20080730F1).
- Etc.

3. Précisions supplémentaires

Il est écrit dans Romano et Lugrezi (2007), que le marégraphe installé en 1885 « a fonctionné jusqu'à 1988, puis il a été remplacé en 1997 par un marégraphe numérique ». En réalité, en 1988, l'IGN a décidé d'arrêter l'enregistrement graphique de la courbe de marée et de se contenter des relevés journaliers effectués par le dernier gardien du marégraphe. En 1988, celui-ci a définitivement quitté les lieux et à partir de cette date, des relevés hebdomadaires ont été réalisés par un agent du centre IGN d'Aix-en-Provence. En juillet 1998, de manière à mieux répondre aux spécifications internationales en vigueur, l'IGN a équipé l'observatoire de Marseille d'un marégraphe côtier numérique (MCN), qui enregistre une bonne partie du spectre temporel des variations du niveau de la mer.

Jusqu'en 1998, les moyennes mensuelles et annuelles collectées par le *Permanent Service for Mean Sea Level* (PSMSL), service scientifique international créé en 1933, étaient établies à partir des données fournies par le marégraphe installé en 1885. Depuis 1998, les données transmises au PSMSL sont celles du marégraphe à ultrason, que l'IGN et le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) ont remplacé en avril 2009 par un appareil encore plus moderne (marégraphe radar).

L'ancien marégraphe de 1885 n'en est pas pour autant mis à la retraite. Il est toujours entretenu et, comme le marégraphe numérique, fait l'objet d'un étalonnage annuel. Des mesures hebdomadaires y sont constamment effectuées, en parallèle des mesures faites par le marégraphe numérique. La comparaison et l'analyse des deux séries d'observations prouve même que les données fournies par l'ancien appareil sont toujours d'excellente qualité et, en particulier, que sa référence est bien calée, au niveau du millimètre.

4. Conclusions

La longue série des températures d'eau de mer relevées au Marégraphe de Marseille, qui s'accompagne d'ailleurs d'une série de mesures de densité d'eau de mer, est donc aujourd'hui toujours inexploitée dans sa totalité ! Mais sans doute plus pour très longtemps, l'IGN ayant récemment ouvert ses portes à **Romano et Lugrezi (2007)** pour la numérisation de la bonne série de données...

D'autres séries de températures d'eau de mer peuvent aussi être exploitées :

- Une série de températures d'eau de mer prises quotidiennement au marégraphe de Marseille entre le 6 juin 1974 et le 31 décembre 1983, au moyen d'un

thermomètre à renversement Richter et Wiese, dans un seau d'eau prélevée à l'entrée du canal d'accès ;

- Une série de températures d'eau de mer prises trois fois par jour au phare de Planier entre février 1972 et août 1984, au moyen d'un thermomètre à renversement Richter et Wiese, dans un seau d'eau prélevée le long du quai.

Ces deux séries, initiées par le professeur d'Océanographie André Bourdillon et redécouvertes par **Romano et Lugrezi (2007)** dans les archives du Centre d'océanologie de Marseille, ont été retranscrites par eux et sont consultables à l'adresse suivante : www.com.univ-mrs.fr/SLT/archives/archive.html.

Il faut encore ajouter une série de mesures hebdomadaires, prises au marégraphe de Marseille entre le 30 décembre 1992 et le 12 mars 1997, disponible sous forme de tableau Excel, soit auprès de **Romano et Lugrezi (2007)**, soit auprès du Service de Géodésie et de Nivellement de l'Institut Géographique National.

Références

- Coulomb A., 2009. Le marégraphe de Marseille, patrimoine et modernité – XYZ n° 118 éditée par l'Association française de topographie – Mars 2009 – En ligne à l'adresse suivante : <http://www.sonel.org/Le-maregraphe-de-Marseille.html>.
- Descosy G., 1958. Étude des variations annuelles de salinité en surface à Marseille (Anse Calvo), 1958, archive IGN/SGN 100 13 05 – cote 19581004M1.
- Romano, J.-C., Lugrezi, M.-C., 2007. Série du marégraphe de Marseille : mesures de températures de surface de la mer de 1885 à 1967. C. R. Geoscience 339 (2007), 57–64.
- Rouch J., 1940. La température et la densité de l'eau de mer à Marseille, C. R. Hebd. Séances Acad. Sci., séance du 16 décembre 1940, tome 211, pp. 854–857.
- Rouch J., 1941. Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco n° 801, 21 juin 1941.
- Travers, A., Travers, M., 1972. Données sur quelques facteurs de l'écologie du plancton dans la région de Marseille – 2. Téthys 4 (3), 515–534.