

A Marseille, l'IGN gère un observatoire marégraphique moderne, performant et évolutif

Alain Coulomb email : alain.coulomb@ign.fr – Institut Géographique National – SGN, 2-4 avenue Pasteur, 94165 Saint-Mandé Cedex

Du même auteur : « Relevés de température au marégraphe de Marseille », CR Geoscience 342 (2010) 75-78 ; « Le marégraphe de Marseille : patrimoine et modernité », XYZ n°118, mars 2009 ;

« Contrôle des marégraphes de Marseille », SGN/IT/G n°276, février 2009 (en collaboration avec d'autres auteurs)

≈ L'observation du niveau de la mer à Marseille

Le Marégraphe de Marseille va bientôt fêter son 130^{ème} anniversaire puisqu'il a été construit en 1883. Cet âge vénérable lui donne parfois une image un peu désuète qu'il convient de corriger : l'observatoire abrite aujourd'hui une station de surveillance de haute qualité, intégrée aux programmes nationaux et internationaux d'observation du niveau des mers.

Il constitue un élément (numéroté 205) du réseau mondial permanent d'observatoires du niveau de la mer connu sous le nom de GLOSS (*Global Sea Level Observing System*), mis en œuvre sous les auspices de la *Commission Océanographique Internationale (COI)* de l'UNESCO. Ce réseau forme l'ossature autour de laquelle se rattachent les projets plus denses, régionaux ou nationaux.

Parmi ceux-ci, figure le *Réseau d'Observatoires du Niveau de la Mer (RONIM)*, que le *Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM)* a mis en place sur l'ensemble des côtes françaises. En 1998, sur une proposition du *Conseil National Français de Géodésie et de Géophysique (CNFGG)*, et de manière à mieux répondre aux spécifications internationales et à intégrer le RONIM, l'observatoire de Marseille a été équipé, grâce aux efforts conjugués de l'IGN et du SHOM, d'un premier marégraphe numérique. Depuis 2009, grâce à la même collaboration, l'appareil de 1998 a été remplacé par un instrument encore plus moderne, comprenant notamment un télémètre radar. Sa centrale d'acquisition permet de recueillir, les mesures de hauteur de niveau de la mer à une période d'échantillonnage égale à 10 minutes. La précision des mesures est meilleure que 2 cm à 99,5%.

Depuis 1998, les marégraphes numériques (ultrason entre 1998 et 2009, et radar depuis 2009) fonctionnent en simultané avec l'ancien marégraphe mécanique installé un an après la construction des bâtiments. Cette longue période de recouvrement permet d'assurer la continuité de la série de données.



Figures 1 et 2 : Les bâtiments du Marégraphe de Marseille

Jusqu'en 1998, les moyennes mensuelles et annuelles collectées par le *Permanent Service for Mean Sea Level (PSMSL)*, service international implanté à Liverpool, étaient établies à partir des données fournies par le marégraphe de 1884 (dans les fichiers de données du PSMSL, le Marégraphe de Marseille est répertorié 230 051). Depuis 1998, les données transmises au PSMSL sont celles des marégraphes numériques

Des données numérisées disponibles sur le site de SONEL

La sauvegarde des données fournies par les diagrammes de Marseille (courbes des hauteurs d'eau en fonction du temps, enregistrées sur papier entre 1885 et 1988 par le marégraphe totalisateur) et leur exploitation par des moyens informatiques nécessitent leur conversion sous un format compatible avec les ordinateurs. Ce travail colossal de numérisation de 1200 marégrammes a été effectué entre 1996 et 2001, grâce à une action concertée de l'IGN et du SHOM (utilisation d'une table à numériser et numérisation d'un point toutes les heures).

Ces données horaires numérisées sont disponibles sur le site Internet du *Système d'Observation du Niveau des Eaux Littorales (SONEL)*, coordonné depuis l'Université de la Rochelle (www.sonel.org). Des fichiers de niveaux moyens se trouvent aussi copiés sur ce site.

Le contrôle des marégraphes de Marseille

Le bon fonctionnement des marégraphes de Marseille est contrôlé par le SHOM à partir de données expédiées tous les mois par un agent de l'IGN qui effectue des mesures directes de la hauteur de l'eau dans le puits de l'observatoire au moyen d'une sonde lumineuse suspendue à un ruban gradué.

Avec une périodicité moyenne annuelle, ce bon fonctionnement est aussi contrôlé de façon plus complète par des tests de Van de Casteele réalisés conjointement par l'IGN et l'Université de La Rochelle.

Des contrôles de stabilité locale sont effectués par des opérations de nivellement direct réalisées tous les 3 à 5 ans (les bâtiments abritent en outre le repère fondamental du réseau NGF/IGN69).

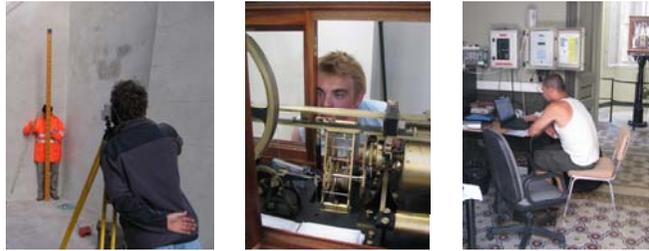


Figure 3, 4 et 5 : Contrôles au Marégraphe de Marseille

La mer qui monte

La hausse du niveau moyen de la mer à Marseille depuis le début des observations marégraphiques est d'environ 11 à 12 centimètres (en moyenne 1 millimètre par an).



Figure 6 : Hausse du niveau de la mer à Marseille depuis 1885 (courbe PSMSL)

≈ Un site géodésique de première importance

La station GNSS permanente MARS

Une station GNSS permanente, désignée par l'acronyme MARS et intégrée au réseau européen EUREF Permanent Network (EPN), est installée depuis le 1er août 1998 au Marégraphe de Marseille. Elle reçoit aujourd'hui les données des deux constellations GPS et GLONASS. Les données enregistrées depuis 1998 montrent une remarquable stabilité de la station.

Le site du Réseau de Référence Français

Le *Réseau Géodésique Français (RGF)*, structuré hiérarchiquement en trois composantes, est construit à partir d'une ossature formée du *Réseau de Référence Français (RRF)*, constitué de 23 sites qui font partie du réseau européen EUREF et du *Réseau de Base Français (RBF)*, constitué de plus de 1000 sites déterminés par mesures GPS entre 1994 et 1996. Le Marégraphe de Marseille est un site géodésique de première importance puisqu'il fait partie du RRF (numéro du site : 1305535).

Le Marégraphe de Marseille et la gravimétrie

Pour améliorer la connaissance du géoïde, l'IGN a entrepris, depuis 2000, des mesures de gravimétrie sur tous les sites du RRF et du RBF. L'information apportée par la gravimétrie absolue est particulièrement intéressante pour la surveillance des mouvements verticaux de ces points. L'observatoire de Marseille abrite plusieurs points où l'IGN mesure l'intensité de la pesanteur.

Grâce à la complémentarité de ses équipements (marégraphe numérique, points de nivellement, station RGP, points géodésiques matérialisés, points de mesure de l'intensité de la pesanteur), l'observatoire de Marseille est un élément essentiel de la contribution française au réseau européen ECGN (*European Combined Geodetic Network*).

≈ Dernières évolutions et prochaines perspectives

- 2006 - 2007 : rénovation complète des bâtiments.
- 2008 : La station GNSS permanente reçoit les données des deux constellations GPS et GLONASS.
- 2009 : Liaison de nivellement de grande précision entre le Marégraphe de Marseille et l'Italie.
- 2009 : L'observatoire est équipé d'un marégraphe numérique à capteur radar.
- 2010 (septembre – en projet au moment de la fabrication de ce poster) : Nettoyage de la galerie de communication avec la mer et contrôles des instruments.
- 2010 (septembre - en projet au moment de la fabrication de ce poster) : Mesures de gravimétrie par l'IGN (dont mesures de gravimétrie absolue avec un gravimètre A10).
- 2011 et années suivantes : Surveillance gravimétrique à long terme pilotée par l'Université de La Rochelle (mesures de gravimétrie absolue avec un gravimètre FG-5).

≈ Un peu d'histoire



Figures 7 et 8 : Les bâtiments du Marégraphe de Marseille en 1885 et l'appareil totalisateur



C'est la Commission centrale du Nivellement Général de la France, instituée en 1878 dans la mouvance du plan Freycinet, qui a demandé l'installation à Marseille d'un marégraphe, dont les relevés devaient permettre la fixation de l'origine du réseau de nivellement alors en préparation.

En 1884, l'observatoire de Marseille a été équipé d'un marégraphe dont le système totalisateur permet d'obtenir facilement le niveau moyen de la mer sur une période de temps choisie. Cet appareil a aussi produit des courbes de marée jusqu'en 1988 et continue de fournir des valeurs de niveau de la mer grâce à sa partie totalisatrice. Des relevés hebdomadaires y sont toujours effectués, en parallèle aux mesures faites par le marégraphe numérique. La comparaison des deux séries d'observations prouve 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.



En 2002, jugeant que la conservation de l'édifice présentait un intérêt public, le Ministère de la culture a classé l'ensemble immobilier et l'appareil totalisateur parmi les monuments historiques.

Comment a-t-on fixé le zéro du nivellement français continental?

Contrairement à ce qui a parfois été écrit dans certaines publications, le niveau zéro ne correspond pas à une simple moyenne de mesures de niveau de la mer. En fait, à la fin de l'année 1896, on a constaté que le diagramme figurant le niveau moyen de la mer à Marseille depuis l'origine des mesures (1^{er} février 1885) était une hyperbole équilatère et l'on a choisi comme zéro l'asymptote horizontale de cette hyperbole, vers laquelle le niveau semblait tendre de plus en plus. Cette origine est purement conventionnelle et pratique, on aurait pu choisir un autre lieu ou une autre période et le résultat aurait pu être sensiblement différent.

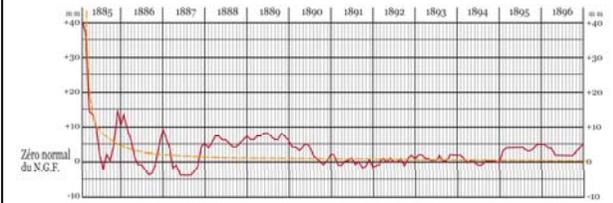


Figure 9 : Fixation du zéro du nivellement français continental

Remerciements : A Guy Wöppelmann et à Pierre Boulanger, pour leur amicale et experte collaboration.