

4.2. Niveau des mers, Rattachements géodésiques et Marégraphie

Par Guy Wöppelmann

L'année 2001 a été marquée par des réunions internationales qui ont conduit à une évolution notable du contexte scientifique dans le domaine de la surveillance géodésique des marégraphes.

Tout d'abord, le groupe d'experts du programme GLOSS s'est réuni à Hawaii en avril 2001. L'état d'avancement des couplages entre marégraphes et stations GPS permanentes a été présenté [10]. Les difficultés rencontrées pour estimer les mouvements verticaux du sol à partir des techniques de géodésie spatiale, notamment du GPS, ont été discutées. Les mêmes mesures traitées dans le cadre de l'IGS par des centres d'analyses différents donnent des séries temporelles de positions verticales sensiblement différentes. Certes les tendances sont cohérentes à quelques millimètres par an près, mais cela reste encore insuffisant pour corriger les résultats des longues séries temporelles de marégraphie. Des études sont encore nécessaires, aussi bien sur les phénomènes géophysiques (propagation des signaux radioélectriques dans la troposphère, effet de charge atmosphérique, variations des nappes phréatiques) que physiques (variations des centres de phase des antennes) et géodésiques (réalisation et stabilité à long terme du repère terrestre).

Dans ce contexte d'incertitude, l'archivage de toutes les mesures et méta-données pertinentes paraît essentielle. Cela comprend les mesures GPS, mais également les mesures de rattachement par nivellement de précision et les observations des marégraphes, ainsi que toutes les données auxiliaires qui peuvent aider à comprendre les signaux géophysiques. L'idée est de constituer une banque de données aussi complète que possible dans cette thématique synergique afin de pouvoir traiter, ou retraiter, les mesures dès que des progrès significatifs laissent espérer des résultats meilleurs. Cette position est également celle de la commission spéciale 8 de l'AIG « Sea level & Ice sheets ».

Par ailleurs, le soutien de l'IGS à GLOSS s'est enfin concrétisé avec la mise en place d'un projet pilote dédié à la surveillance géodésique des marégraphes par GPS. Ce projet pilote s'appelle TIGA. Le sigle vient des initiales de «marégraphe » en anglais (**t**ide **g**auge). L'appel à participation a été diffusé en juin 2001. Les composantes de TIGA sont : (i) des stations opérationnelles couplées marégraphe - GPS, (ii) des centres de données spécialisés, (iii) des centres de traitement ou de retraitement des mesures GPS orientés vers le rattachement et la surveillance géodésiques des marégraphes, (iv) des centres de validation et d'évaluation des résultats par inter-comparaisons.

Toutes ces composantes ont reçu des contributions d'équipes françaises. Des chercheurs de l'ENS, de l'IGN, du SHOM et de l'Université de la Rochelle (Centre Littoral de Géophysique – CLDG) ont fait une réponse conjointe pour les trois premières composantes de TIGA :

- Sept stations GPS proches de marégraphes : Ajaccio (IGN), Brest (IGN/SHOM), Dumont d'Urville en Antarctique (ENS/IGN), La Rochelle (CLDG/IGN), Marseille (IGN), Saint Jean-de-Luz (IGN) et Toli-Toli en Indonésie (ENS).
- Un centre de données spécialisé, que le CLDG met en place avec le concours de l'IGN dont l'expérience dans la collecte, l'échange et la diffusion de données GPS est reconnue. L'IGN gère en effet l'un des trois centres globaux de l'IGS depuis l'origine de l'IGS en 1992.
- Un centre de traitement des mesures GPS complète naturellement le centre de données. Il s'établit avec le concours des chercheurs du laboratoire LAREG de l'IGN qui ont une expérience des traitements GPS en réseaux régional et continental.

Des chercheurs du LEGOS ont répondu sur la 4^{ème} composante à travers DORIS. A ce propos, mentionnons

qu'en 2001 les rattachements géodésiques des stations DORIS aux marégraphes GLOSS de Ponta Delgada (Açores, Portugal) et de Mahé (Seychelles) ont été réalisés par l'IGN [4, 9].

La station permanente GPS de Saint Jean-de-Luz mentionnée dans TIGA est prévue dès que les travaux d'aménagement du quai du marégraphe par la DDE seront achevés. Celle de La Rochelle est opérationnelle depuis novembre 2001. Elle est installée à moins de 100 mètres du marégraphe, le rattachement géodésique local a été réalisé par l'IGN lors de l'installation [5].

Deux nouvelles stations (Arcachon et Boulogne-sur-Mer) portent à 18 le nombre de marégraphes du réseau RONIM. L'équipe de l'EPSHOM a revu l'ensemble de la chaîne d'acquisition des données des marégraphes RONIM, depuis l'enregistrement de la mesure *in situ* jusque l'archivage des fichiers de données à l'EPSHOM. Ce travail se poursuit en vue d'automatiser les procédures de collecte et de faciliter la mise à disposition des données à travers SONEL.

Une première maquette de la composante marégraphie de SONEL a été réalisée, puis présentée lors d'une réunion de travail qui avait pour objet de préciser les spécifications techniques de cette composante [15]. A cette occasion, la politique de diffusion des données a été discutée. Tout le monde s'accorde sur une diffusion gratuite pour les exploitations scientifiques.

Un domaine Internet est désormais réservé à SONEL, il comprend les serveurs Web et FTP dont les adresses sont : <http://www.sonel.org> et <ftp://ftp.sonel.org>. Ces serveurs sont actifs bien qu'en chantier.

Depuis novembre 2001, ils sont implantés dans les locaux mis à disposition par le centre CNRS de Chizé au CLDG. Les plates-formes matérielles et logicielles du centre de données ont été testées avec succès. Les tests ont confirmé les performances et la qualité du site de Chizé en termes de réseau informatique, un point critique dans le développement d'un centre de collectes et de diffusion de données tel que SONEL. Les premières sources de données identifiées pour lesquelles les procédures automatiques de collecte sont testées et validées sont :

- les données du réseau de marégraphes RONIM centralisées à l'EPSHOM ;
- les données GPS : (i) du centre mondial IGS qui se trouve à l'IGN et (ii) du RGP ;
- les données de marégraphie des stations GLOSS du centre UHSLC ;
- les niveaux moyens du PSMSL ;
- les données GPS d'autres centres de l'IGS, en particulier EUREF, SIO, CDDIS, qui disposent des densifications régionales du réseau de poursuite des stations GPS.

La situation des marégraphes du réseau ROSAME au début de l'année 2002 est la suivante : les stations de Kerguelen, Saint Paul et Sao Tomé fonctionnent ; en revanche celles de Crozet et Dumont d'Urville sont arrêtées. En janvier 2001, la mission Nivmer2000 a permis d'assurer la maintenance des stations Saint-Paul, Kerguelen et Crozet, et de changer le marégraphe côtier de Kerguelen. Au cours de l'année 2001, les principaux incidents techniques à déplorer sont :

- à Saint Paul : problème de réception de la télémesure entre le 12 juin et le 29 juillet suite à un problème d'antenne.
- à Kerguelen : câble de liaison entre le marégraphe et la station à Kerguelen sectionné. La réparation entraîne un arrêt des mesures entre le 23 juillet et le 13 août.
- à Crozet : le 29 juillet une tempête emporte le marégraphe et son puits.
- à Dumont d'Urville : arrêt des mesures le 23 octobre suite à une panne de la station.

Début 2002, la mission Nivmer02 a permis de remplacer le marégraphe et l'antenne Argos de Saint-Paul. La nouvelle station de Crozet, actuellement en test, doit être installée lors de la prochaine mission Nivmer. L'ancienne station de Crozet sera mise en fonction à Dumont d'Urville dès que possible.

Le soutien concret du GRGS a permis d'avancer considérablement dans le contrôle qualité des données passées

du Marégraphe de Brest [1]. Le travail qui reste à accomplir est encore important, en particulier sur les données historiques du 18^{ème} et du début du 19^{ème} siècle. Un travail préliminaire réalisé dans le cadre d'un stage de maîtrise montre qu'un travail semblable reste à faire pour les données que l'IGN vient de numériser sur le marégraphe de Marseille [6].

Sigles:

EOSS	<i>European Sea-Level Observing System.</i>
ESEAS	<i>European Sea-level Service.</i>
GLOSS	<i>Global Sea-Level Observing System</i>
IGS	<i>International GPS Service.</i>
RONIM	<i>Réseau d'Observatoires du Niveau de la Mer.</i>
ROSAME	<i>Réseau d'Observation Sub-antarctique et Antarctique du niveau de la MER.</i>
SONEL	<i>Système d'Observation du Niveau des Eaux Littorales.</i>

Publications

- [1] **Bergeot N.** : « Contrôle qualité des données du marégraphe de Brest ». Rapport d'étude EPSHOM, août 2001.
- [2] **Cabanes C., Cazenave A., Le Provost C.** : « Sea Level Rise During Past 40 Years Determined from satellite and in situ Observations ». Science. 26 October 2001, Volume 294, pp.840-842
- [3] **Cabanes C., A. Cazenave and C. Le Provost** : « Sea level changes from Topex-Poseidon Altimetry for 1993-1999 and possible warming of the Southern Oceans ». Geophys. Res. Letters, Vol. 28, No 1, pp.9-12, 2001.
- [4] **Fagard H.** : « Installation de la station DORIS de Mahé (Seychelles) – Juin 2001 ». Rapport technique IGN CR/G 141, décembre 2001.
- [5] **Garayt B.** : « Station GPS permanente de La Rochelle. Sauvegarde locale et régionale ». Rapport technique IGN. En cours de rédaction.
- [6] **Mineaud A.** : « Etude de la qualité des données du marégraphe de Marseille ». Rapport de stage de Maîtrise en Sciences Physiques à l'université de la Rochelle, Juin 2001, 46 pp.
- [7] **Testut L.** : Mission océanographique NIVMER2000. Rapport interne. 2001.
- [8] **Testut L. et P. Téchiné** : « Estimation de la dérive du capteur barométrique de la station marégraphe de Kerguelen, influence sur l'estimation du niveau de la mer ». Rapport technique. 2001.
- [9] **Vergez P.** : « Rénovation de la station DORIS de Ponta Delgada (Açores, Portugal) – Août 2001 ». Rapport technique IGN CR/G 142, décembre 2001.
- [10] **Wöppelmann G., C.Boucher, M. Bevis, C.Bruyninx, P.Woodworth** : « An inventory of collocated and nearly-collocated CGPS stations and tide gauges ». Progress Report presented at the 7th GLOSS Group of Experts Meeting, Hawaii, April 26-27, 2001.
- [11] **Wöppelmann G.** : « Constructing land-level and sea-level time series from GPS and tide gauges at some French sites ». Workshop on CGPS@TG, Hawaii, April 26-27, 2001.
- [12] **Wöppelmann G. and L. Daniel** : « Joint proposal of University of La Rochelle, ENS, IGN and SHOM to operate seven TIGA Observing Stations, a TIGA Data Center and a Type I TIGA Analysis Center within the GPS Tide gauge benchmark Monitoring Project (TIGA-PP) of the IGS ». Proposal submitted in response to the call for participation TIGA-PP, July 2001.
- [13] **Wöppelmann G.** : « Mesures du niveau de la mer : limites actuelles des estimations des variations eustatiques récentes ». Revue de l'Union des Géologues Français, n° 129, pp. 70-74, 2001.
- [14] **Wöppelmann G.** : « Méthodes d'étalonnage des marégraphe ». Colloque AGRET, Strasbourg, 5-7 novembre 2001.
- [15] **Wöppelmann G.** : Compte-rendu de réunion technique SONEL du 12 février 2002, à Brest.