



ROSAME/SSS – Suivi de la qualité des mesures de réseaux d'observations océanographiques

P. Téchiné¹, B. Buisson¹, L. Testut^{1,2}, G. Alory¹, T. Delcroix¹
1 LEGOS/OMP, Toulouse
2 LIENSs/ULR, La Rochelle



Réseaux d'observations

Le LEGOS (Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales, CNES/CNRS/IRD/UPS) assure le suivi opérationnel de réseaux d'observations océanographiques : **ROSAME** (<http://www.legos.obs-mip.fr/observations/rosame>) est le Réseau d'Observation Subantarctique et Antarctique du Niveau de la Mer (programme international GLOSS). Il est composé de marégraphes (figure 1) implantés sur les Terres Australes et Antarctiques Françaises. Les applications scientifiques concernent principalement l'étude des marées océaniques et des variations du niveau de la mer, ainsi que la validation d'observations satellitaires. **Sea Surface Salinity** ou **SSS** (<http://www.legos.obs-mip.fr/observations/sss>) est le réseau d'observation de la salinité de surface océanique (programme international GOSUD). Il est basé sur des thermosalinographes (figure 2) embarqués sur une dizaine de navires marchands sillonnant tous les océans. Les applications scientifiques concernent principalement l'étude de la variabilité du climat et du cycle de l'eau, et la validation des données des satellites SMOS, Aquarius et SMAP.

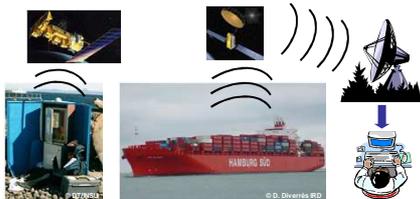


Figure 1. Marégraphe de Kerguelen.



Figure 2. Thermosalinographe en salle des machines.

Figure 3. Schéma d'acquisition et de transmission quasi temps réel des mesures.



Acquisition et transmission des mesures

Sur chaque site ou navire, des stations d'acquisition réalisent automatiquement des mesures de pression atmosphérique, pression de fond de mer, température et conductivité de l'eau (ROSAME), température, salinité de l'eau, débit d'eau et position du navire (SSS). Ces mesures sont regroupées dans des messages transmis en **quasi temps réel** au LEGOS via les systèmes satellites Argos (ROSAME), Inmarsat ou Iridium (SSS) (figure 3). Les mesures sont également enregistrées en mémoire et récupérées en **temps différé** à intervalle régulier lors des missions océanographiques dans l'océan Austral (ROSAME) et lors des escales des navires au port (SSS).

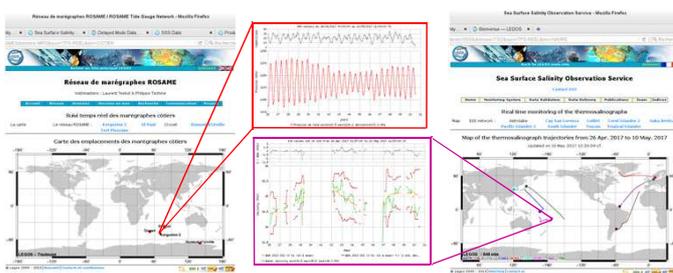
Traitement et contrôle qualité quasi temps réel

Chaque jour, environ 250 messages sont reçus en provenance des sites de mesure ou des navires. Ils déclenchent un logiciel de traitement (figure 4) automatisé et mutualisé entre les réseaux d'observations. Ce logiciel est basé sur des modules génériques objet écrits avec le langage Perl et est conçu de façon à pouvoir s'adapter à l'évolution du matériel in situ. Le contrôle qualité, basé sur des tests recommandés par GOSUD, est effectué à chaque étape du traitement. Lorsqu'un problème survient sur les messages ou les mesures, un email d'alerte est envoyé aux gestionnaires des réseaux d'observations qui décident, le cas échéant, une intervention sur site.



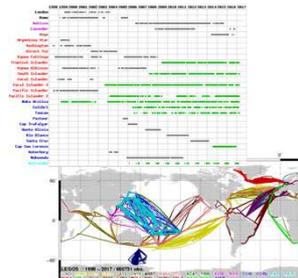
Figure 4. Schéma de fonctionnement du traitement automatisé et mutualisé entre les réseaux d'observations.

Figure 5. Carte ROSAME des positions des marégraphes et courbes des mesures (gauche). Carte SSS des trajets des navires et courbes des mesures (milieu). Distributions temporelle et spatiale SSS 1998-2017 (droite).



Suivi sur Internet

Le suivi des réseaux d'observations est accessible sur le site du LEGOS dans des pages web dynamiques qui rassemblent les cartes des positions des marégraphes et des trajets des navires, les courbes des mesures des capteurs, ainsi que des informations pour un suivi opérationnel des stations d'acquisition. Des indicateurs mis à jour chaque mois sur le site web, permettent de suivre, sur le long terme, la répartition ou la qualité des mesures reçues (figure 5).



Traitement et contrôle qualité temps différé

Le traitement temps différé, davantage basé sur une expertise scientifique, n'est pas entièrement automatisé. Pour ROSAME, des comparaisons mensuelles entre le niveau de la mer du marégraphe et des mesures à l'échelle de marée sont effectuées à Kerguelen. La qualité du niveau marin est contrôlée en comparant calcul et prévision de marée. Pour SSS, un contrôle qualité interactif réalisé avec le logiciel TSGQC (<http://www.ird.fr/us191/spip.php?article63>) écrit sous Matlab, permet de visualiser les trajets des navires, qualifier et corriger les mesures de salinité des dérives instrumentales en les comparant à des analyses de prélèvement d'eau réalisé pendant la traversée du navire, et à des mesures de flotteurs colocalisées du programme ARGO (figure 6).

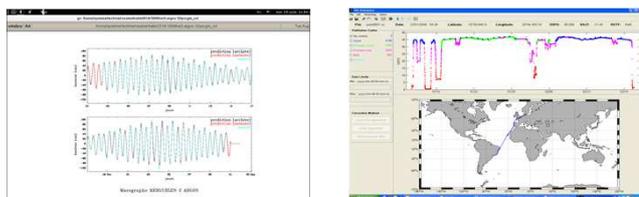
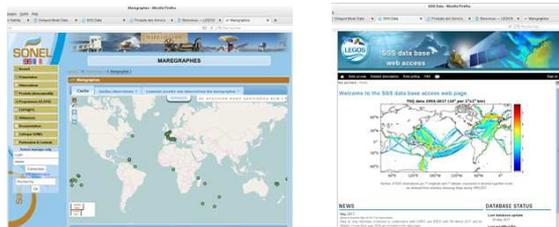


Figure 6. Contrôle qualité du niveau de la mer (gauche) et de la salinité (droite).

Figure 7. Site web SONEL de téléchargement du niveau de la mer (gauche). Interface web du SEDOO de distribution des données de salinité (droite).



Distribution des données

Une fois les données validées, elles sont distribuées à la communauté scientifique. Pour ROSAME, elles sont disponibles en temps différé sur le site FTP du LEGOS ainsi qu'auprès des instituts qui les téléchargent régulièrement, en France (SONEL : <http://www.sonel.org/>, SISMER, REFMAR) et à l'étranger (ODINAfrica/COI-UNESCO, BODC, UHSLC/GLOSS). Pour SSS, les données quasi temps réel sont disponibles uniquement auprès de Coriolis qui les téléchargent quotidiennement. Les données temps différé sont disponibles via l'application web de sélection et téléchargement développée par le SEDOO/OMP (<http://sss.sedoo.fr/>). Les données SSS quasi temps réel et temps différé intègrent des codes qualité ainsi que des écarts à des produits climatologiques. Grâce au retour des utilisateurs, distribuer des données peut permettre aussi d'améliorer leur qualité (figure 7).

Bilan quasi temps réel

Le traitement mutualisé entre les réseaux d'observations, et automatisé avec contrôle qualité et retour vers les gestionnaires des réseaux, permet d'augmenter la capacité de traitement et de contrôler rapidement les mesures, afin de vérifier le bon fonctionnement des capteurs et déclencher une éventuelle intervention sur site. Les données sont plus rapidement distribuées aux centres impliqués dans l'océanographie opérationnelle. Le suivi sur Internet permet d'avoir un système décentralisé de supervision des mesures. Au final, ce dispositif permet d'améliorer la surveillance des capteurs et de fiabiliser les réseaux d'observations dans des endroits d'accès difficile de la planète (ROSAME) et pour des navires ne restant que quelques heures à quai (SSS). Depuis 2003, plus de 950 000 messages ont été reçus et traités au LEGOS, représentant plus de 20 000 jours d'observations du niveau de la mer dans les Terres Australes et Antarctiques Françaises, et plus de 25 000 jours d'observation de la salinité de surface sur l'océan global.

Bilan temps différé

La comparaison des mesures acquises avec des données indépendantes colocalisées permet de les qualifier, de vérifier leur stabilité et si besoin de corriger la dérive des capteurs. Elles peuvent ensuite être distribuées avec éventuellement les erreurs associées. Utilisées pour la recherche scientifique, elles peuvent être à plus haute fréquence. On a une complémentarité entre les traitements et les données quasi temps réel et temps différé. **Références d'articles :**
Alory G., T. Delcroix, P. Téchiné, D. Verrès, D. Varillon, S. Cravatte, Y. Gouriou, J. Grelet, S. Jacquin, E. Kestenare, C. Maes, R. Morrow, J. Perrier, G. Reverdin and F. Roubaud, 2015. The French contribution to the Voluntary Observing Ships network of Sea Surface Salinity. Deep Sea Research, 105, 1-18, doi:10.1016/j.dsr.2015.08.005.
Martin Miguez B., L. Testut and G. Wöppelmann, 2012. Performance of modern tide gauges: towards mm-level accuracy. Scientia Marina, 76, 51, 221-228, doi: 10.3989/scimar.03618.18A.



<http://www.legos.obs-mip.fr>

