



Réseau d'Observation Subantarctique et Antarctique du niveau de la MER



P. Téchiné¹, L. Testut², V. Kérébel², A. Guillot³, M. Calzas³,
C. Drezen³, C. Brachet³, L. Fichen³, T. Donal⁴, T. Garmond⁴
(1) LEGOS/OMP Toulouse, (2) LIENSs/ULR La Rochelle,
(3) DT/INSU Brest et La Seyne sur Mer, (4) IGN Saint-Mandé



Présentation du réseau ROSAME

Le Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiale (LEGOS), de l'Observatoire Midi-Pyrénées (OMP) de Toulouse, pilote le Réseau d'Observation Subantarctique et Antarctique du niveau de la MER (ROSAME). Créé au début des années 1990 et labellisé par l'INSU en 1997, il fait désormais partie du Service National d'Observation du Niveau des Eaux Littorales (SNO SONEL, membre de l'Infrastructure de Recherche Littorale et Côtière – ILICO) et du programme mondial de suivi du niveau de la mer GLOSS (Global Sea Level Observing System). ROSAME est composé de stations marégraphiques côtières implantées sur les Terres Australes et Antarctiques Françaises (TAAF, figure 1) dans les districts de Kerguelen (à Port-aux-Français depuis 1993), Saint-Paul/Amsterdam (depuis 1994), Crozet (sur l'île de la Possession de 1995 à 2015), tous situés dans l'océan Austral. Depuis 1997, une station côtière est installée sur le continent Antarctique près de la base scientifique française de Dumont d'Urville. Les applications scientifiques concernent principalement l'étude des marées océaniques et des variations du niveau moyen de la mer à long terme, ainsi que la calibration/validation des missions d'altimétrie spatiale.

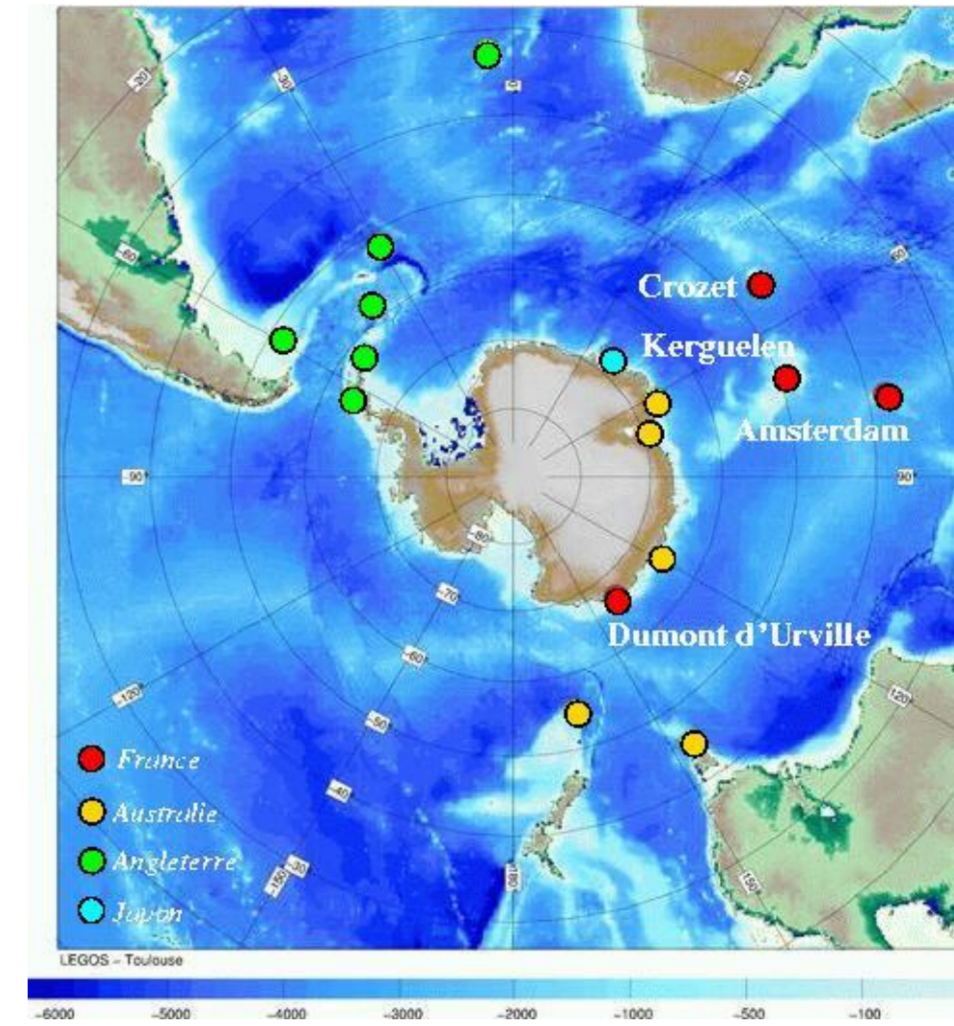


Figure 1. Sites côtiers de mesure (en rouge) des stations marégraphiques du réseau ROSAME dans l'océan Austral et sur le continent Antarctique.



Figure 2. Sites marégraphiques côtiers de Kerguelen (gauche) et Saint-Paul (droite) comportant un tube de tranquillisation avec marégraphe à pression et radar. Une station GNSS permanente est installée au-dessus du marégraphe de Saint-Paul.



Paramètres mesurés

Sur chaque site de mesure, une centrale automatique développée par la Division Technique (DT) de l'INSU de Brest pilote l'acquisition de mesures de pression de fond, température et conductivité de l'eau réalisées par un capteur immergé, simultanément à des mesures de pression atmosphérique. Les sites de Kerguelen et Saint-Paul (figure 2) sont également pourvus de radars permettant de réaliser des mesures à haute fréquence. Ces mesures sont regroupées dans des messages transmis en temps réel au LEGOS via les systèmes satellites Argos et VSAT. Elles sont également enregistrées en mémoire et récupérées en temps différé à intervalle régulier lors des missions « NIVEAU de la MER » (NIVMER) dans les TAAF. Le site de Kerguelen fait partie du réseau d'alerte aux tsunamis dans l'océan indien. Tous les sites ROSAME sont équipés de stations GNSS afin de mesurer et surveiller la stabilité géodésique des sites de mesure.

Traitement et suivi des mesures

Chaque jour, environ 300 messages sont reçus en provenance des sites marégraphiques et déclenchent un traitement automatisé. Un contrôle qualité est effectué et envoi un e-mail d'alerte lorsqu'un problème survient pendant le traitement des messages et des mesures. Un suivi temps réel est accessible dans des pages web dynamiques qui rassemblent les courbes de mesures des capteurs (figure 3) ainsi que des informations pour un suivi opérationnel des centrales marégraphiques. Une fois le niveau de la mer calculé, la qualité du niveau marin est contrôlée en comparant avec une prévision de marée. Des comparaisons entre le niveau de la mer du marégraphe et des lectures à l'échelle de marée sont effectuées chaque mois à Kerguelen (figure 4).

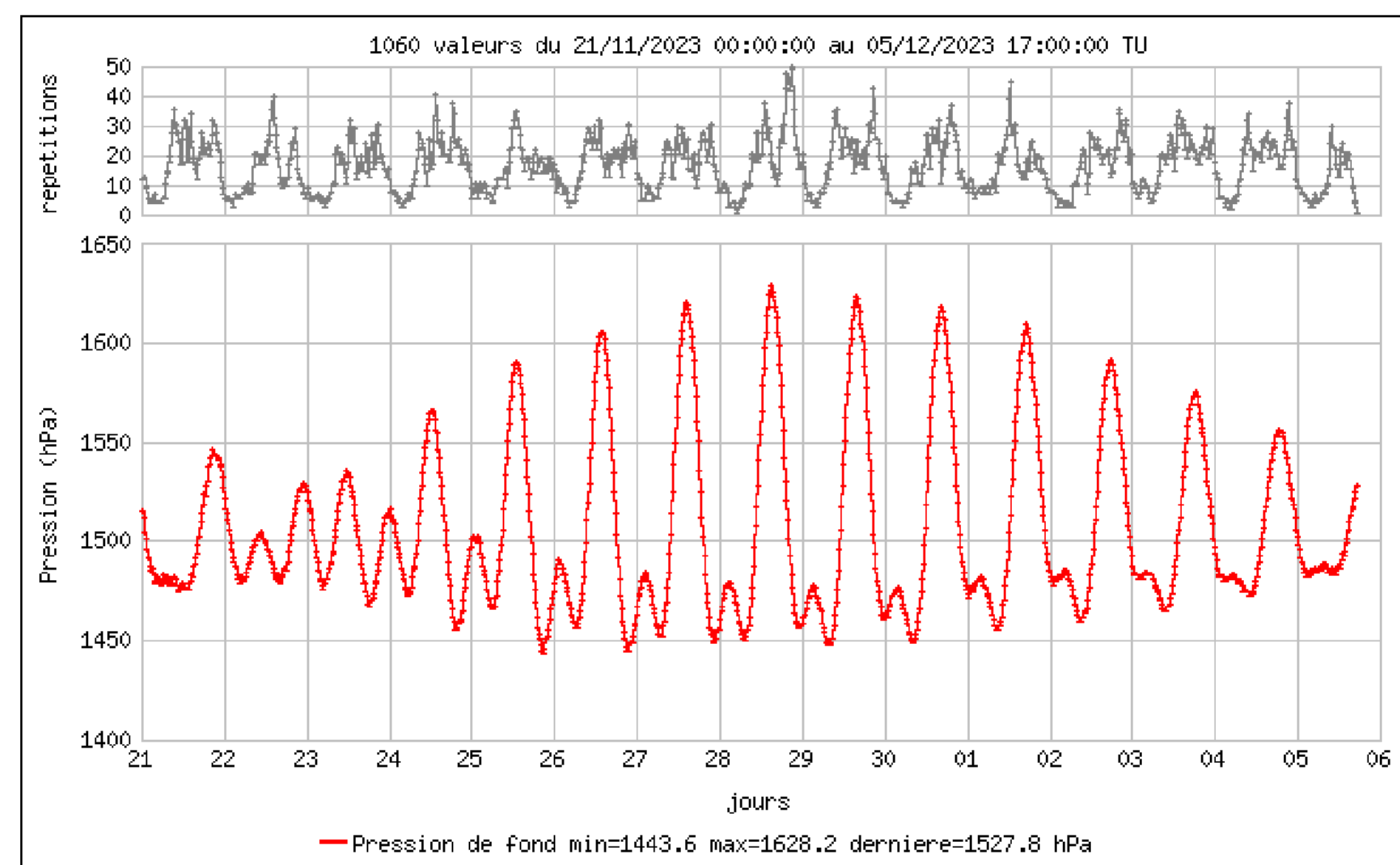


Figure 3. Mesures de pression de fond du marégraphe immergé de Dumont d'Urville suivies en temps réel sur le site web ROSAME.

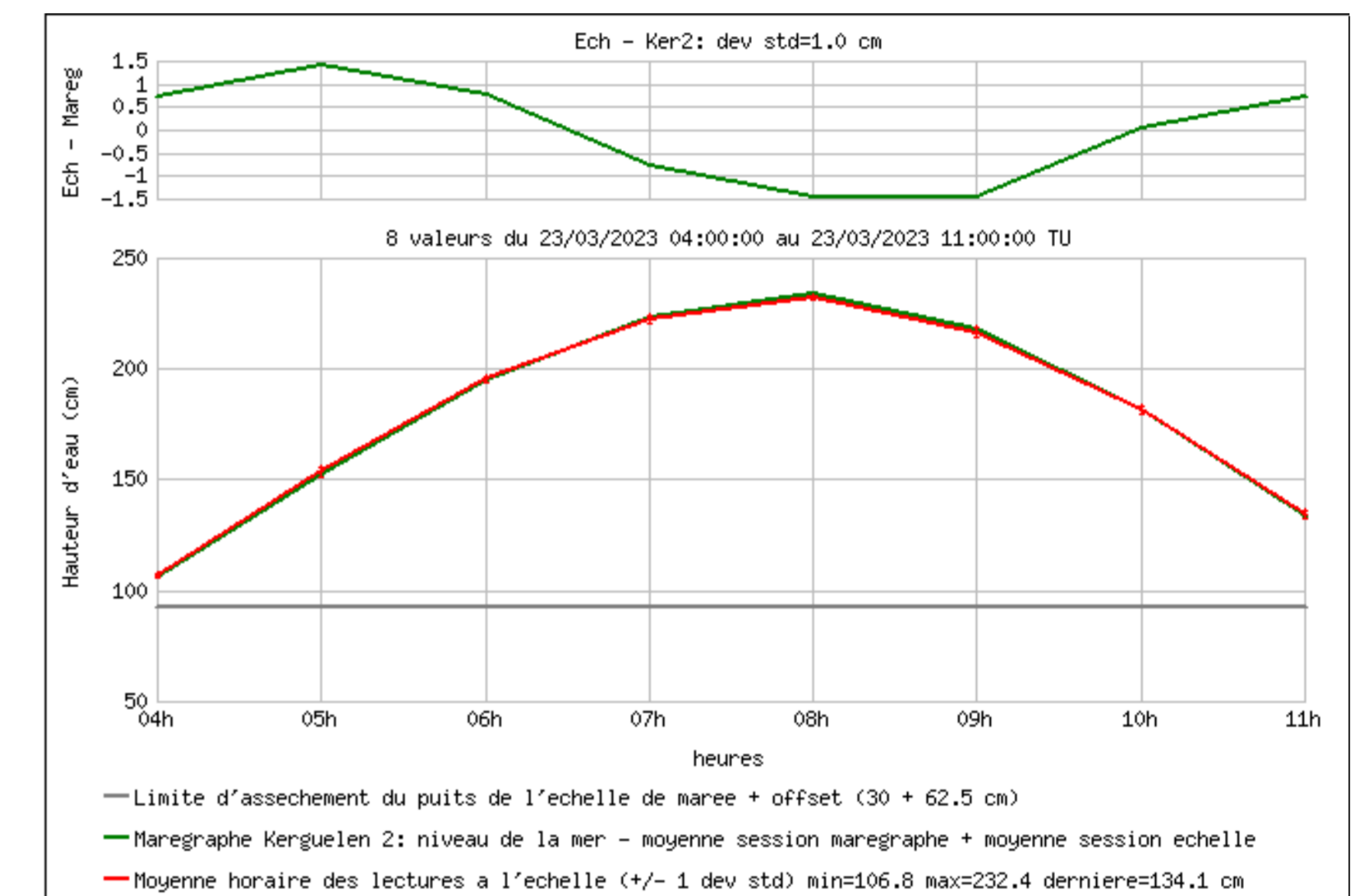


Figure 4. Comparaison du niveau de la mer du marégraphe avec des lectures à l'échelle de marée réalisées par les hivernants de Kerguelen le 23 mars 2023.

Diffusion des données

Les données temps-réel sont accessibles sur le site du LEGOS (ftp.legos.obs-mip.fr/pub/soa/niveau_mer/rosame), auprès du Shom (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, <https://data.shom.fr>), sur le site de surveillance du niveau de la mer de l'UNESCO/IOC (Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO, <https://www.ioc-sealevelmonitoring.org>). Les données contrôlées sont disponibles sur les centres de données GLOSS : SONEL (<https://www.sonel.org>), UHSLC (University of Hawaii Sea Level Center, <https://gloss-sealevel.org>).

Figure 5. Gauche : Station marégraphique autonome sur le pont du navire Marion-Dufresne en attente d'être mouillée. Droite : Opération de relevage de la station marégraphique à bord du Marion-Dufresne.



Missions NIVMER

Entre 1986 et 2018, des stations marégraphiques autonomes ont été déployées sur le rebord du plateau continental, puis relevées l'année suivante. Elles permettent de relier les observations faites à la côte aux variations du niveau de la mer au large et de comparer avec les données des satellites altimétriques. Ces opérations de mouillage et relevage des stations de plateau (figure 5) sont réalisées conjointement aux visites de maintenance et de récupération des données stockées en mémoire des stations côtières lors des missions NIVMER et d'une rotation du navire Marion Dufresne possible uniquement pendant l'été Austral, avec le soutien de l'Institut polaire français Paul-Emile Victor (IPEV) et de la DT/INSU.

Quelques résultats scientifiques

Les mesures du niveau de la mer étant rares dans l'océan Austral, celles acquises par les stations marégraphiques ROSAME représentent une contribution significative au programme mondial GLOSS et sont souvent utilisées dans des études globales ou régionales. L'océan Indien connaît une élévation importante du niveau de la mer et une grande variabilité des marées, mais il a été moins étudié en raison de la rareté du réseau de marégraphes. Cependant, davantage de marégraphes ont été installés depuis le début du 21^e siècle dans une zone géographique plus étendue, ce qui permet d'obtenir de meilleures estimations de la variabilité du niveau de la mer et de la marée. Dans son article de 2020, Devlin et al. améliore une méthode de corrélation de anomalies de marées pour 73 marégraphes de l'océan Indien (dont les marégraphes de Kerguelen et Saint-Paul, figure 6) afin de mieux quantifier la variabilité des marées dans ces régions sous-étudiées, et constate que la majorité des sites présentent des corrélations significatives entre les marées et le niveau de la mer. L'altimétrie et la gravimétrie satellitaires sont utilisées pour déterminer le cycle saisonnier moyen du niveau relatif de la mer, une quantité pertinente pour les inondations côtières et les applications connexes. Dans son article paru en 2021, Ray et al. estime les principales harmoniques à partir de 25 années d'altimétrie maillée, tandis que plusieurs "corrections" altimétriques conventionnelles (marée gravitationnelle, marée polaire et baromètre inverse) sont rétablies. Pour passer du niveau absolu au niveau relatif de la mer, un modèle de mouvement vertical des terres est développé à partir d'une inversion de masse saisonnière à haute résolution estimée à partir de la gravimétrie satellitaire. Un ensemble de 544 marégraphes, dont ceux du réseau ROSAME, (figure 7), pour lesquels les harmoniques saisonnières ont été estimées à partir de mesures horaires, est utilisé pour évaluer la précision avec laquelle chaque ajustement des données altimétriques permet de faire converger les résultats vers les niveaux relatifs réels de la mer (figure 8).

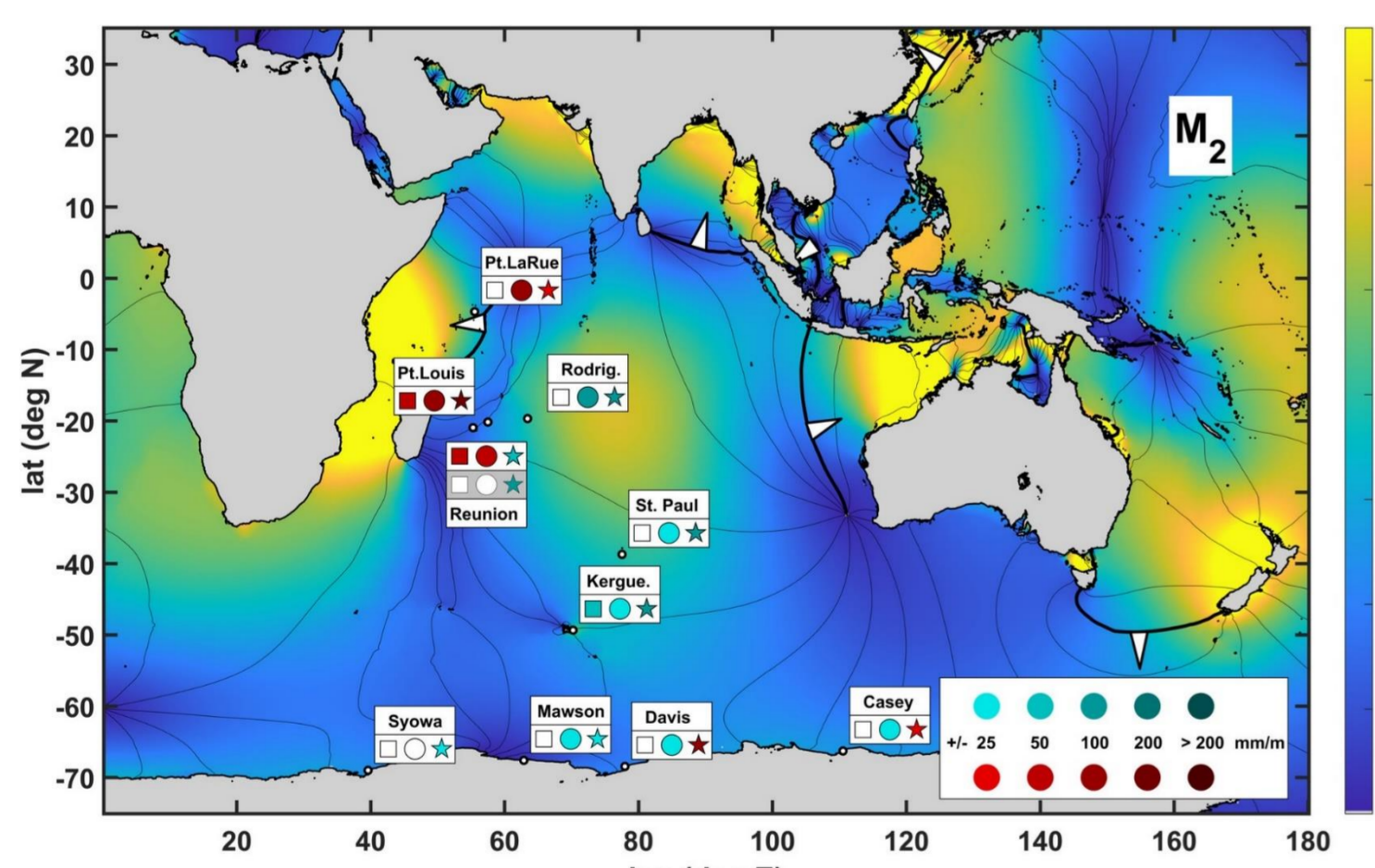


Figure 6. Corrélations de l'anomalie de marée M2 dans l'océan Indien en haute mer et en Antarctique pour trois bandes de fréquence différentes : les carrés représentent la bande sub-annuelle, les cercles la bande annuelle et les étoiles la bande interannuelle. Les noms des stations sont indiqués. Les couleurs des symboles indiquent les corrélations positives (nuances de rouge) et négatives (nuances de bleu) selon la légende en bas à droite. Les couleurs d'arrière-plan indiquent les amplitudes en mètres des marées (correspondant à la barre de couleur à droite) et les phases (lignes pleines, par incréments de 30°) de la solution globale TPXO 7.2 (Egbert & Erofeeva, 2002).

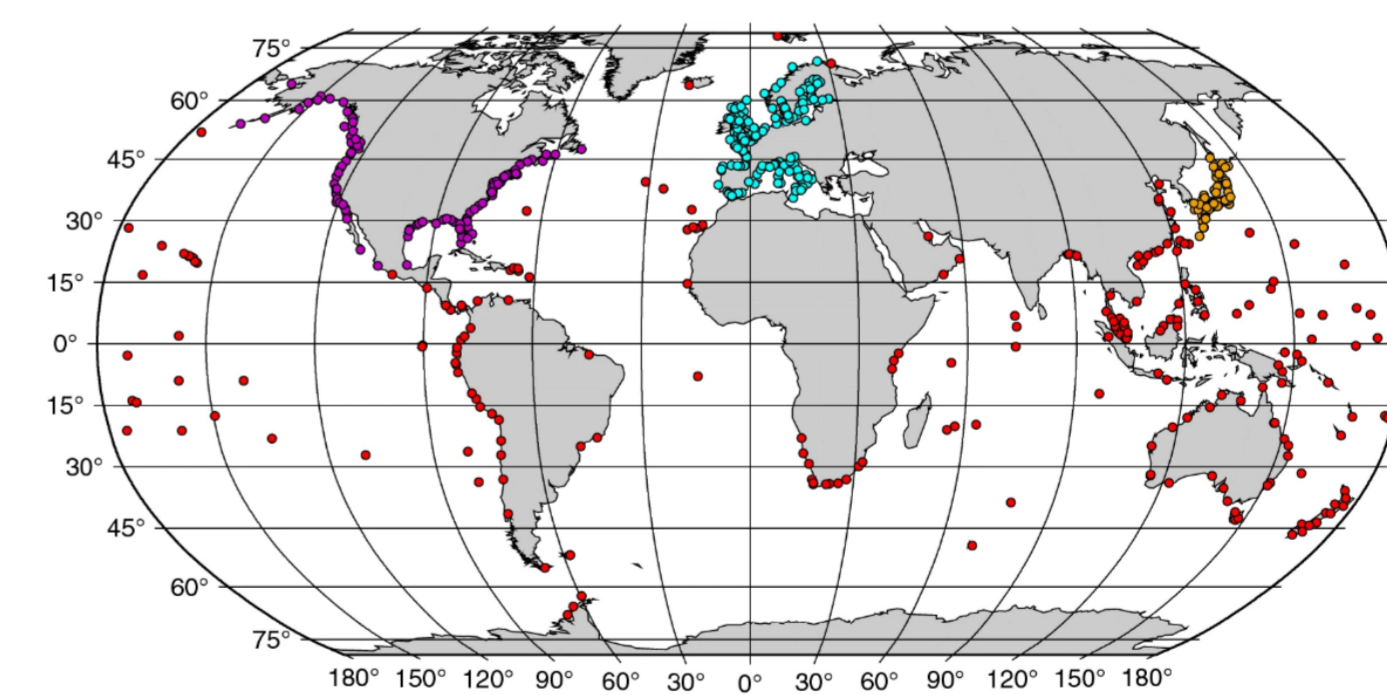


Figure 7. Localisation des marégraphes utilisés pour la comparaison avec l'altimétrie. La source de ces données est GESLA-2 (Global Extreme Sea Level Analysis version 2 dont les marégraphes ROSAME font partie, Woodworth et al., 2017).

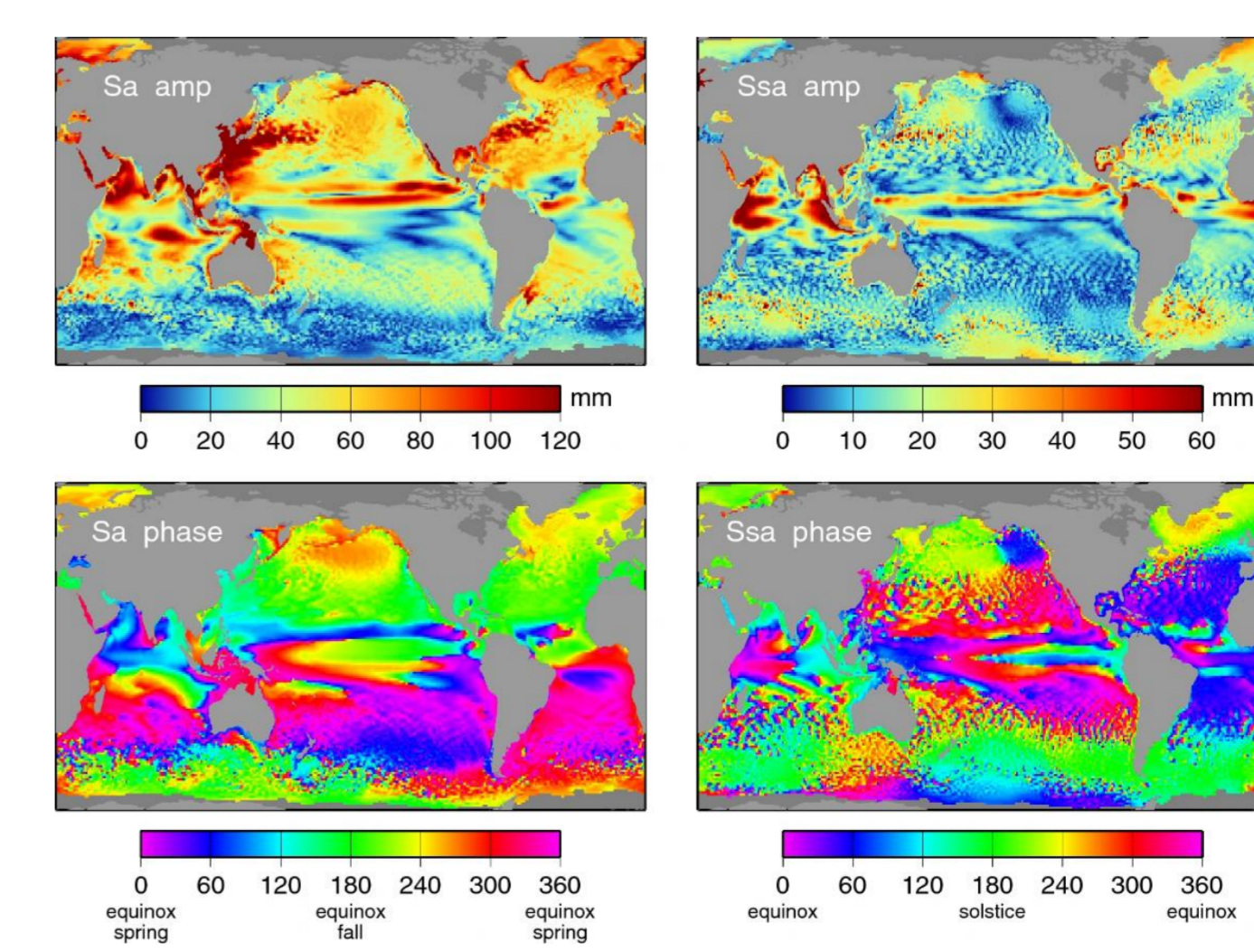


Figure 8. Amplitudes et décalages de phase des oscillations annuelles (Sa) et semi-annuelles (Ssa) du niveau relatif de la mer, déduites des séries temporelles altimétriques maillées de DUACS (Data Unification and Altimeter Combination System), avec les marées et l'effet du baromètre inverse restaurés et corrigés pour le mouvement vertical de la terre et le mouvement du géocentre ("printemps - spring" et "automne - fall" se réfèrent aux saisons de l'hémisphère nord).

Références d'article :

- Devlin A. T., and Coauthors, 2020. Multi-Timescale Analysis of Tidal Variability in the Indian Ocean Using Ensemble Empirical Mode Decomposition. Journal Of Geophysical Research-oceans, 125(12), e2020JC016604, <https://doi.org/10.1029/2020JC016604>
- Ray R. D., and Coauthors, 2021. The mean seasonal cycle in relative sea level from satellite altimetry and gravimetry. Journal of Geodesy, 95(7), <https://doi.org/10.1007/s00190-021-01529-1>
- Woodworth P. L., and Coauthors, 2017. Towards a global higher-frequency sea level dataset. Geoscience Data Journal, 3, 50-59. <https://doi.org/10.1002/gdj3.42>



<https://www.legos.omp.eu/rosame>

