



# ROSAME :

## 20 ans de résultats scientifiques

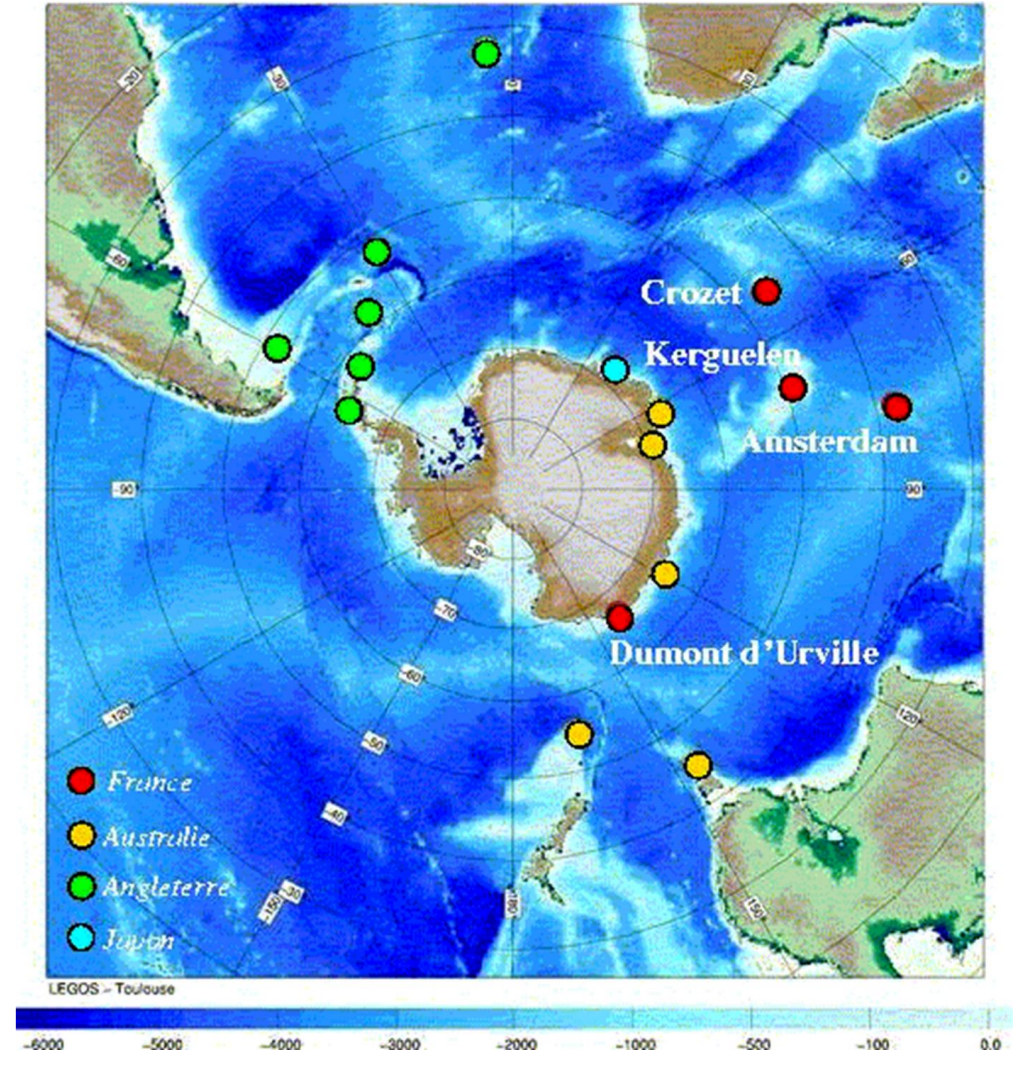
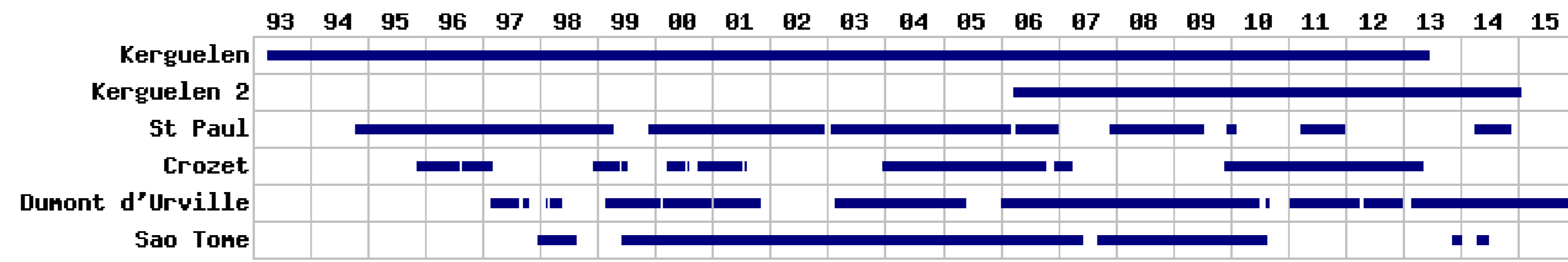
L. Testut<sup>1,2</sup>, P. Téchiné<sup>1</sup>,  
M. Calzas<sup>3</sup>, C. Brachet<sup>3</sup>, A. Guillot<sup>3</sup>, C. Guillerm<sup>3</sup>, C. Drezen<sup>3</sup>

(1) LEGOS/OMP, Toulouse  
(2) LIENSs/ULR, La Rochelle  
(3) DT/INSU, Plouzané



**Historique:** ROSAME (Réseau d'Observation Subantarctique et Antarctique du niveau de la Mer) est un programme qui a vu le jour en 1986, à l'initiative du Laboratoire d'Océanographie du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, sous la direction scientifique de B. Saint Guily et qui a été repris au début des années 1990 par Christian Le Provost, dans le cadre des programmes internationaux WOCE et GLOSS, avec le soutien logistique et financier de l'IFRTP (devenu IPEV), le soutien technique de la DT/INSU et des crédits d'investissement de l'IFREMER, du Ministère de la Recherche et de CNRS/INSU. L'objectif était d'installer 4 stations marégraphiques côtières, à Crozet, Kerguelen, Saint-Paul et Dumont d'Urville, répondant à des normes strictes de qualité et de suivi et équipées de télétransmission par satellite. Afin de relier les observations faites à la côte par ces stations aux variations du niveau de la mer au large, un programme d'observation par marégraphes immergés sur le rebord des plateaux a été initié à Kerguelen, Amsterdam et Crozet. Ces mouillages sont effectués lors des opérations en mer NIVMER réalisées chaque année pour la maintenance des stations côtières du réseau. Ce réseau a été labellisé par l'INSU en 1997 en tant que Service d'Observation et comme ORE par le Ministère de la Recherche en 2002. Depuis 2015 il est intégré au système de suivi du niveau de la mer à long terme SO/SOERE SONEL.

Figure 1: La carte de droite indique les positions des stations du réseau ROSAME (points rouges) ainsi que les positions des principales autres stations marégraphiques de l'Océan Austral. Le chronogramme ci-contre indique les plages d'acquisition des données rangées par ordre d'installation des sites : Kerguelen (1993), Saint-Paul (1994), Crozet (1995) et Dumont d'Urville (1997). La station de Sao Tomé est traitée par la chaîne de traitement développée dans le cadre de ROSAME (cf. Poster de P. Téchiné)



### Evolution du niveau de la mer dans l'Océan Austral

#### 135 années d'évolution du niveau de la mer sur l'île Saint-Paul mesurée à l'aide d'un repère oublié.

Au cours des dernières décennies, l'intérêt grandissant des scientifiques pour l'évolution du niveau de la mer a remis au goût du jour une technique vieille de plusieurs siècles : la marégraphie. En effet, l'estimation actuelle de l'élévation moyenne globale du niveau des océans au cours du siècle dernier, de l'ordre de 1 à 2 mm/an, n'a pu être obtenue que grâce à l'analyse des quelques séries marégraphiques existantes couvrant tout ou partie du XXe siècle.

Afin d'améliorer cette estimation dans l'hémisphère sud une petite partie de la communauté scientifique s'est tournée vers les archives du service hydrographique de la marine nationale, où dorment un grand nombre de données d'observation du niveau de la mer. Leur consultation a permis aux chercheurs de retrouver des données de marées recueillies par l'expédition de l'Amiral Mouchez sur l'île Saint-Paul (38° 41'S - 77° 31' E) dans les Terres Australes et Antarctiques Françaises durant les mois de novembre et décembre 1874, lors du passage de Venus devant le Soleil, et d'apprendre qu'une marque indiquant le niveau moyen de la mer à cette époque avait été gravée par l'expédition avant son retour en France sur un rocher à l'intérieur du cratère constituant l'île.

L'analyse des données de marée trouvées dans les archives a permis de constater que les marées n'avaient pas changé depuis 130 ans. Par ailleurs, lors d'une mission récente sur l'île Saint-Paul les scientifiques ont retrouvé la marque historique qui a pu être rapportée avec une bonne précision à une même référence verticale que le niveau moyen actuel. Ce qui a permis

d'assembler en une série homogène les différentes observations, historiques et récentes. Il apparaît alors que l'évolution du niveau relatif de la mer à Saint-Paul au cours des 135 dernières années, relatif car ne tenant pas compte des mouvements verticaux éventuels de l'île, n'est pas significativement différente de zéro (-0.1 ± 0.3 mm/an), soit bien inférieure à ce qu'il se passe en moyenne dans l'hémisphère nord. Ce résultat est un premier pas vers une meilleure estimation de l'élévation passée du niveau de la mer dans cette partie du globe.



**Marque historique de niveau de la mer gravée par l'Amiral Mouchez en 1874 à Saint-Paul.**  
© LEGOS/OMP, INSU-CNRS  
Tiré de : - Testut L. 135 années d'évolution du niveau de la mer sur l'île Saint-Paul. Coll. "La science au présent 2012", Encyclopedia Universalis, p. 50-51, 2012.  
Référence principale : Testut et al., J. Geophys. Res. 2010.

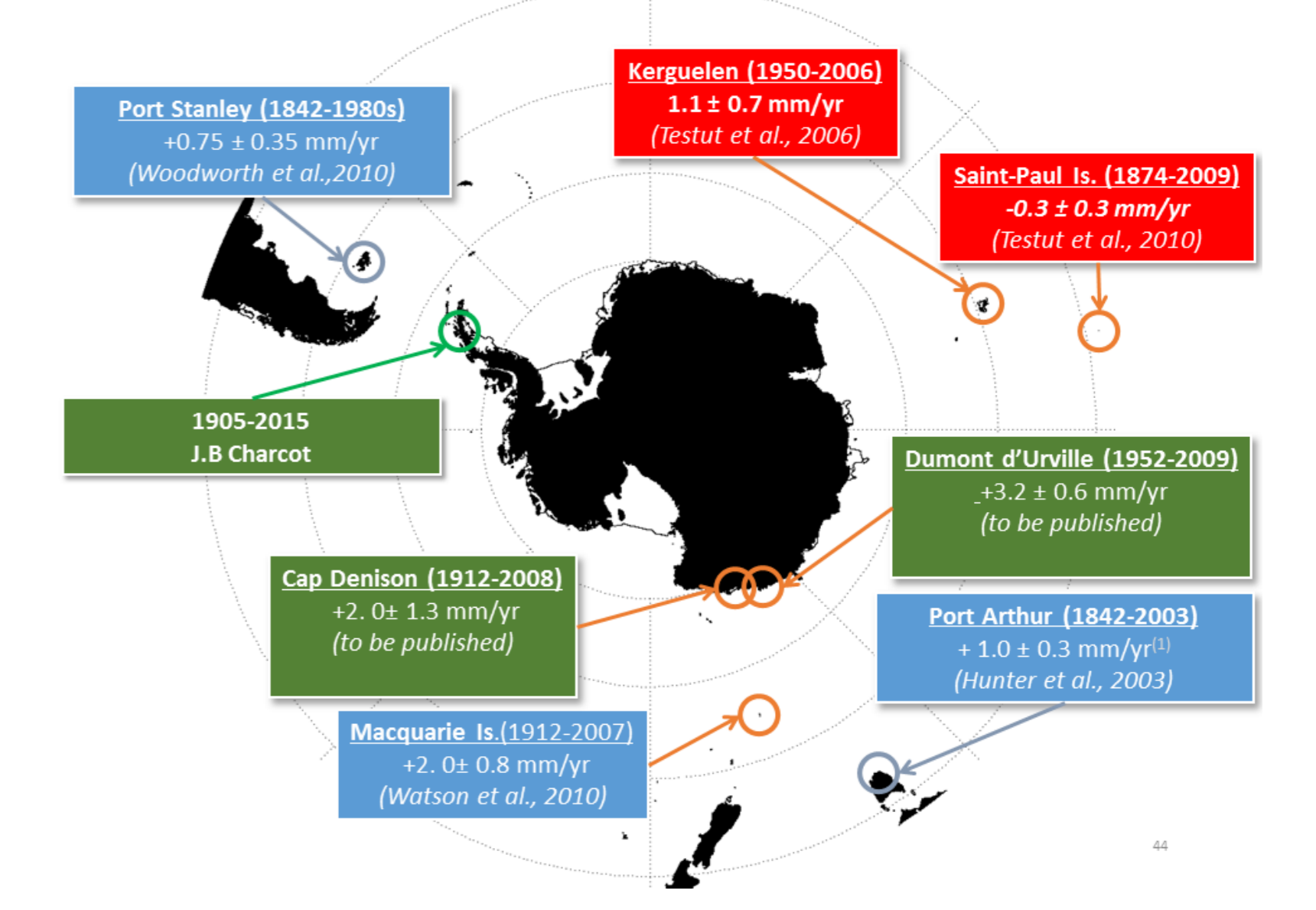
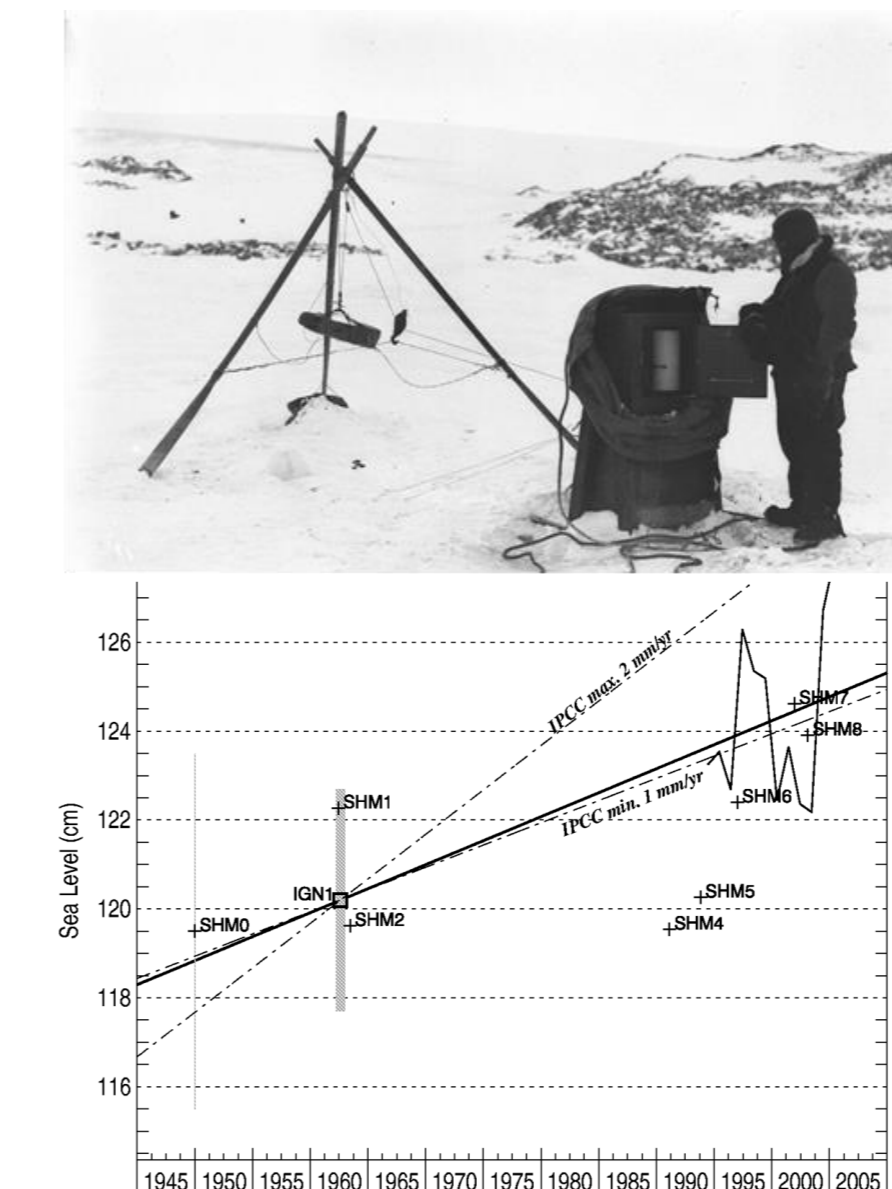
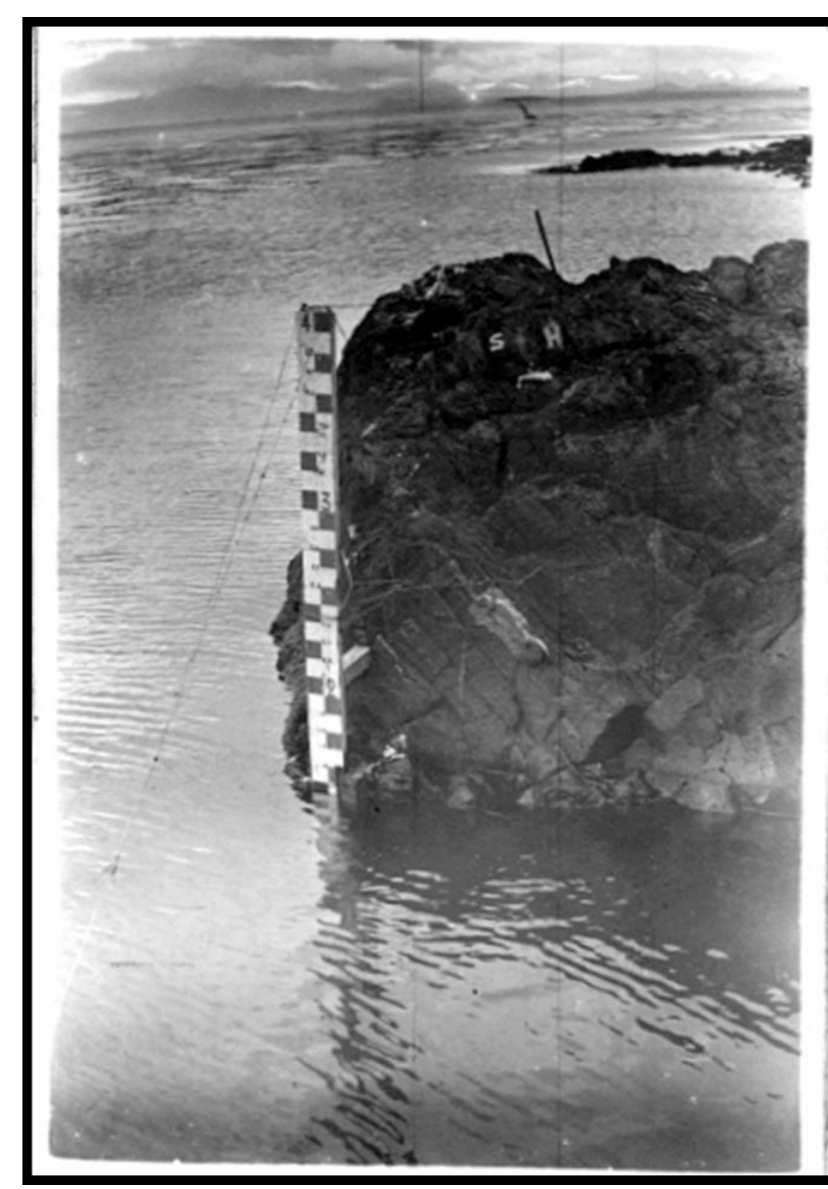


Figure 2: La carte de droite indique les tendances du niveau de la mer dans l'Océan Austral basées sur des données historiques. Les cadres rouges concernent les études menées dans le cadre de ROSAME. Les cadres verts indiquent les données restant à exploiter et les bleus les études de collègues étrangers. A gauche les photos du premier marégraphe installé en Antarctique par l'explorateur Australien Sir Douglas Mawson à Cap Denison (1912) et l'échelle de marée installée par le SHOM à Kerguelen en 1949. La courbe représente la reconstruction de l'évolution du niveau de la mer à Kerguelen sur les 50 dernières années.

Un des objectifs scientifiques important du réseau ROSAME est la détermination de l'évolution à long terme du niveau marin dans cette région de l'océan où les données *in situ* sont très rares. L'installation successive des marégraphes du réseau nous permet désormais de suivre régulièrement cette évolution. Nous avons aussi voulu, quand cela était possible, mettre à profit le potentiel de mesures historiques faites dans ces régions reculées du globe. L'encart de gauche détaille le cas de la station de Saint-Paul et la figure ci-dessus illustre ceux de Kerguelen et de l'Antarctique. Grâce aux observations du réseau et à un effort de recherche soutenu nous avons pu apporter à la communauté des informations historiques importantes dans 4 points de l'Océan Austral (Dumont d'Urville, Cap Denison, Kerguelen, Saint-Paul). Quelques archives restent encore à exploiter comme le montre la carte de la figure 2.

### Métriologie / Développement Instrumental / Etalonnage des altimètres

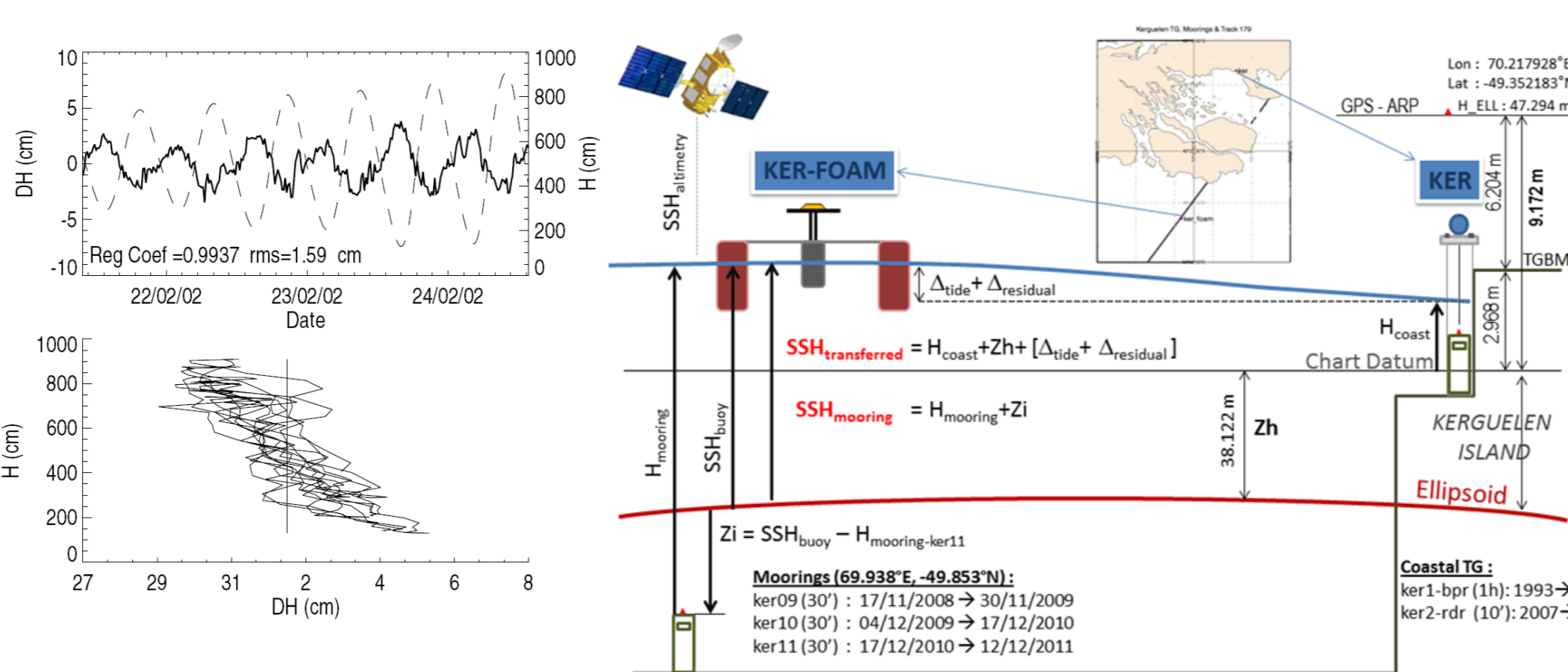
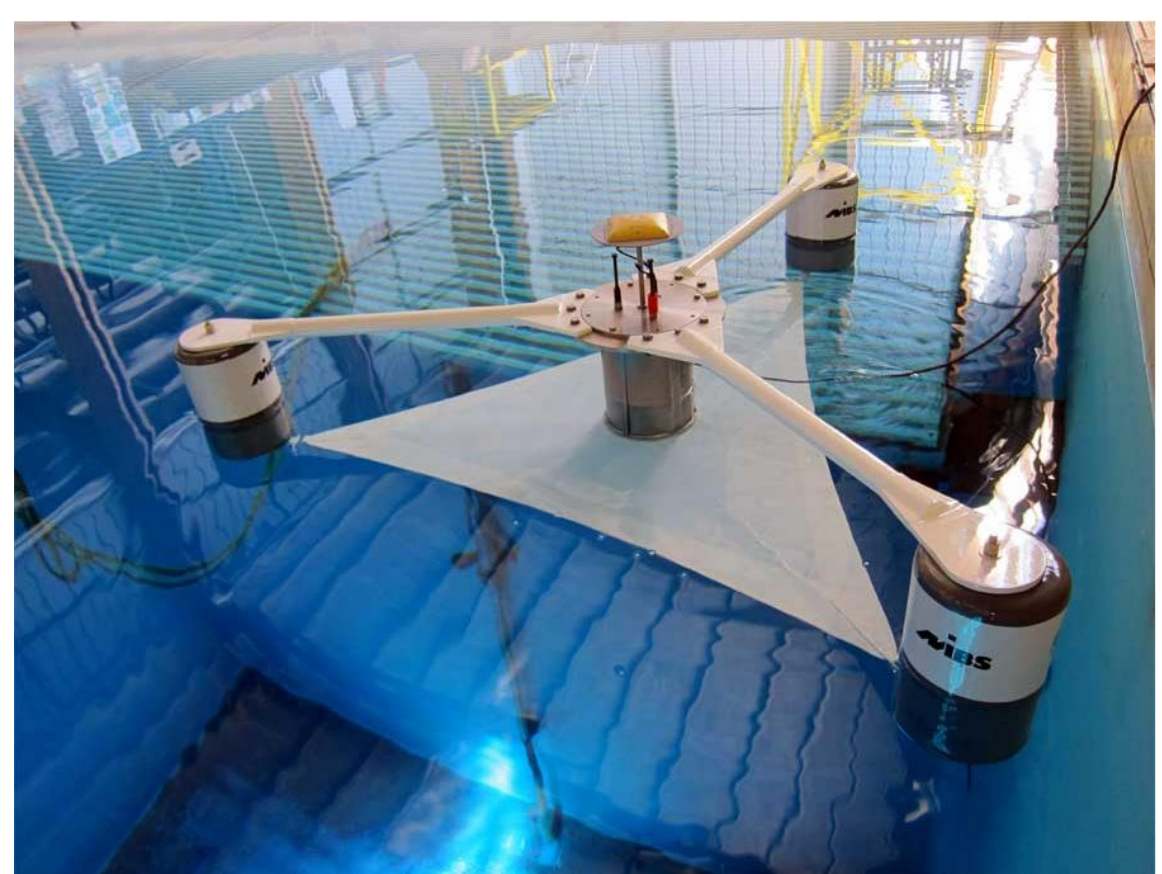


Figure 3: La photo de gauche est la dernière version du prototype de bouée GPS développée par la division technique de l'INSU à Brest et utilisée à la fois pour l'étalonnage des marégraphes côtiers et des missions altimétriques. Les courbes de la figure du milieu montre un exemple de détection d'une erreur d'échelle « classique » d'un marégraphe grâce à l'utilisation du test de Van de Casteele. Le schéma de droite illustre la complexité du dispositif d'étalonnage des missions d'altimétrie satellitaire qui nécessitent une détermination précise et absolue des références verticales.

L'obligation de suivi métrologique extrêmement précis et rigoureux des instruments, découlant essentiellement de l'objectif de suivi à long terme de niveau marin, nous a amené à développer des méthodologies de contrôle particulières ainsi que différents prototypes instrumentaux. En effet la recherche d'un signal de tendance de l'ordre de quelques mm/an avec des instruments standard qui ont souvent des erreurs et dérives supérieures au signal recherché s'avère un réel challenge. Un travail exhaustif d'analyse et de caractérisations des erreurs des marégraphes modernes a été mené dans le cadre de ce service d'observation. Il a concerné la caractérisation des différents types d'erreurs dans les marégraphes modernes ainsi que l'étude de la stabilité des marégraphes radar et à pression. Ce travail a abouti à la publication de plusieurs articles ayant vocation à servir de références permettant à la communauté de mieux connaître et contrôler les différents types de stations marégraphiques. En parallèle à ces études méthodologiques des travaux de recherche et développement dans le but d'améliorer le comportement et l'utilisation en autonomie des systèmes d'étalonnage par bouée GPS ont été menés sous la direction de la DT INSU de Brest. Ces développements ont déjà donné lieu à plusieurs opérations d'inter-calibration des systèmes de bouées GPS menés en collaboration avec le SHOM, le LIENSs, l'IPG et Geoazur. De plus, profitant de notre proximité géographique avec le CNES, des recherches sur les traitements GPS en mode « precise point positioning » (PPP) sont en cours pour le déploiement de bouées au large. En raison de sa position stratégique dans l'Océan Austral, de son instrumentation et du suivi régulier des instruments, le site de Kerguelen est aussi un des sites privilégiés de cal/val des missions altimétriques satellitaires (Jason, AltiKa, Sentinel, ...).

#### Principales références :

- Mayet C., L. Testut, B. Legré, L. Lescarmonier et F. Lyard. 2012. High resolution barotropic modeling and the calving of Mertz Glacier, East Antarctica. *Journ. of Geoph. Res. (In Revision)*
- Fund F., F. Perosanz, L. Testut and S. Loyer. 2012. An Integer Precise Point Positioning Technique for Sea Surface Observations Using a GPS Buoy. *Adv. In Space Res.* In Press
- Testut L., F. Birol and C. Diebebeque. 2012. Regional tidal modeling and evaluation of tidal geophysical correction for Jason-2 altimeter data: a case study over the Kerguelen Plateau, Southern Indian Ocean. *Marine Geodesy*, 35
- Martin Miguez B., L. Testut, and G. Wöppelmann. 2012. Performance of modern tide gauges: towards the mm accuracy. *Sci. Mar.*, 76S1, September 2012, 221-228. doi: 10.3989/scimar.03618.18A
- Maraldi, C., F. Lyard, L. Testut, and R. Coleman. 2011. Energetics of internal tides around the Kerguelen Plateau from modeling and altimetry. *J. Geophys. Res.*, 116, C06004, doi:10.1029/2010JC006515.
- Testut L., B. Martin Miguez, G. Wöppelmann, N. Poupreau, and M. Karpitchev. 2010. The sea level at Saint-Paul, Southern Indian Ocean, from 1874 to the present. *J. Geophys. Res.*, 115, C12028, doi:10.1029/2010JC006404.
- Maraldi C., M. Mongin, R. Coleman and L. Testut. 2009. The influence of lateral mixing on phytoplankton bloom: distribution in the Kerguelen Plateau region. *Deep-Sea Research I*, doi:10.1016/j.dsr.2008.12.018.
- Amalvict, M., P. Willis, G. Wöppelmann, E. Ivins, M.N. Bouin, L. Testut, J. Hinderer. 2009. Isostatic stability of the East Antarctic station Dumont d'Urville from long-term geodetic observations and geophysical model. *Polar Research*. DOI: 10.1111/j.1751-8369.2008.00091.x
- Martin-Miguez B., L. Testut, G. Wöppelmann. 2008. The Van de Casteele test revisited: an efficient approach to tide gauge error characterization. *Journ. of Atm. and Ocean Techn.* 25 (7) : 1238-1244.
- Maraldi, C., B. Galton-Fenzi, F. Lyard, L. Testut and R. Coleman. 2007. Tides in the Southern Indian Ocean. *Geophys. Res. Lett.*, 34, doi:10.1029/2007GL030900.
- Testut L., G. Wöppelmann, B. Simon, P. Téchiné, 2006: The Sea Level at Port-aux-Français, Kerguelen Island, from 1950 to the present. *Ocean Dynamics* Vol. 56, N5-6, doi 10.1007/s10236-005-0056-8.

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

### Dynamique de l'Océan Austral

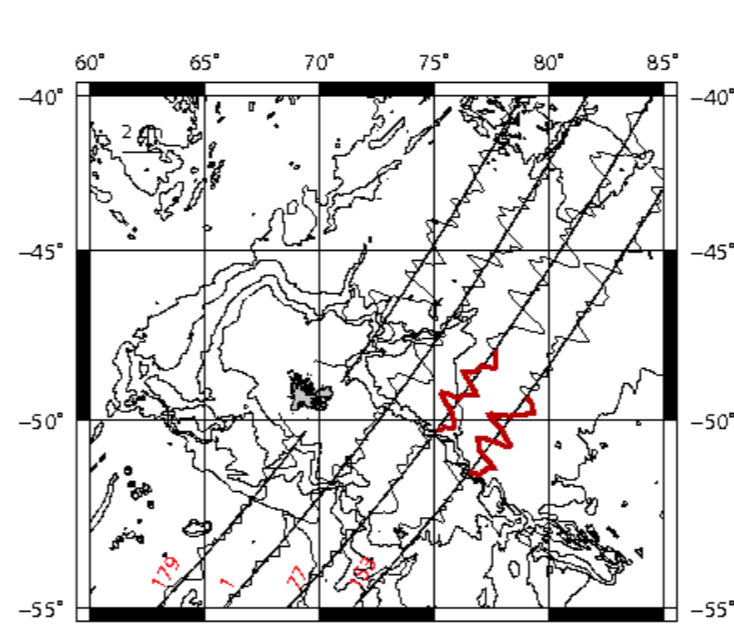
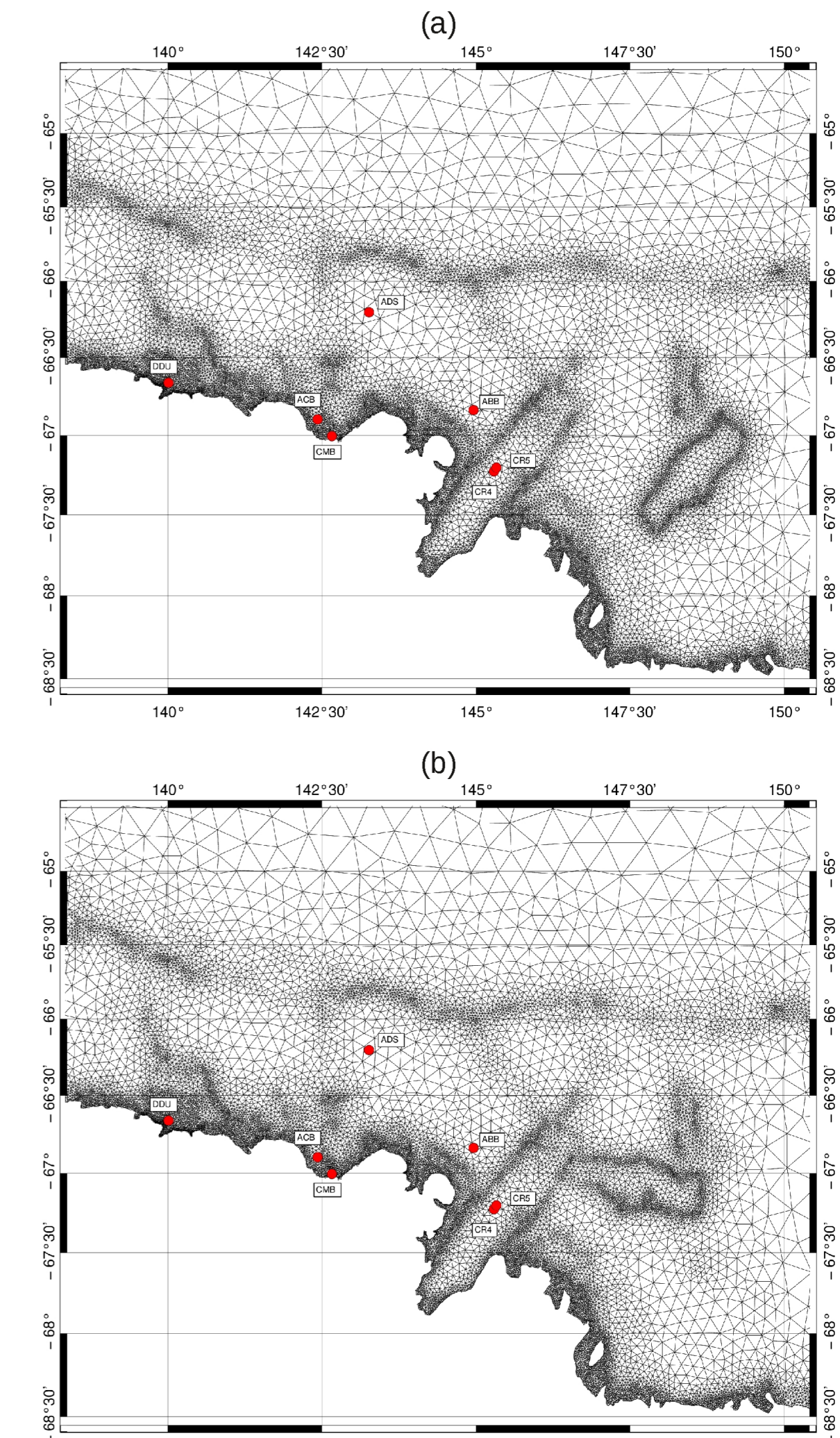


Figure 4 : Les 2 figures de droite montrent les maillages de modèle numérique de marée avec différentes configuration de la positions des icebergs. La figure ci-dessus montre l'amplitude des ondes internes (en cm) décelées le long des traces altimétriques au sud de Kerguelen.



Une autre thématique importante associée au programme ROSAME est l'étude de la dynamique de l'océan austral à différentes échelles de temps. Pour ce faire des modèles de marée et de réponse au forçage atmosphérique à haute résolution spatiale ont été développés dans les régions Antarctique et Subantarctique. Le modèle de marée régional Subantarctique nous a montré sa capacité à améliorer les données altimétriques notamment en zone côtière. Une étude des ondes de marée internes dans la région des Kerguelen a pu être menée avec l'aide des informations fournies par le modèle de marée et par l'altimétrie satellitaire. On a ainsi pu mieux caractériser les ondes de marée interne qui se développent sur les bords du plateau des Kerguelen et sont visibles dans les données altimétriques. Ces premiers résultats sont importants pour mieux comprendre et caractériser les processus de mélange dans cette région et leur implication par exemple dans l'existence du bloom de phytoplancton. De même dans la zone antarctique l'utilisation du modèle de marée et des données du réseau a pu nous renseigner sur le rôle de la circulation océanique sur le vêlage d'icebergs géants comme cela a été le cas en janvier 2010 lors du vêlage du glacier Mertz à l'est de la station de Dumont d'Urville.