

Suivi de flotteurs MERMAID dans l'Océan Indien



Objectif :

Se familiariser avec l'utilisation de données émises par des flotteurs MERMAID. Apprendre ainsi à localiser les flotteurs, à décrypter des enregistrements, et à retracer les courants marins dans lesquels se sont déplacés les flotteurs.

Court descriptif :

Le laboratoire Géoazur dispose des flotteurs dérivants en eau profonde, capables d'enregistrer des ondes acoustiques : les flotteurs MERMAID. En effet, capables de flotter à une profondeur moyenne entre 1500m et 2000m, les hydrophones (= capteurs de pression) embarqués à bord des flotteurs enregistrent le bruit de fond des océans (bateaux, chants des baleines..) et des événements remarquables comme des séismes. Dès que ces flotteurs captent et analysent un enregistrement de séisme, ils remontent à la surface et envoient leurs données via des satellites.

Une activité en trois étapes : Retracer la parcours des flotteurs MERMAID à partir des données transmises par ces bouées, identifier un séisme enregistré par les MERMAID, découvrir des perturbations atmosphériques impactant les hydrophones.

Préparatifs :

Les données des flotteurs à étudier sont en ligne sur <http://namazu.unice.fr/EDUMEDOBS/MERMAID/index.html>. Télécharger les données nécessaires : mermaid13.zip, mermaid14.zip, mermaid16.zip (dossiers de données au format .zip). Décompresser les fichiers.

Télécharger aussi l'application SeisGram2K, nécessaire à la lecture de enregistrements.

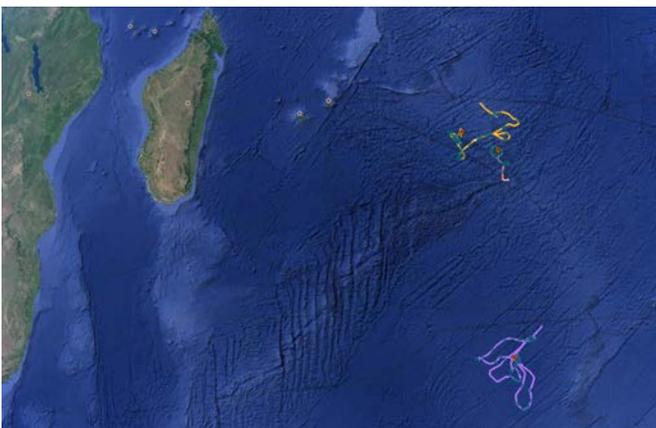
Cette activité nécessite aussi l'application GoogleEarth© (GE).

Déroulé :

Step 1 : Localiser des flotteurs dans l'océan indien.

Vous trouvez dans chaque dossier de données mermaid, un fichier 'mXX.kml' (à ouvrir avec GE).

Ouvrir successivement les fichiers m13.kml, m14.kml et m16.kml pour localiser leur trajet dans l'océan indien. Chaque petite étoile est un lien vers un enregistrement acoustique dont l'origine sera à identifier. En affichant la grille sur GE, on obtient une position géographique en latitude et longitude des flotteurs.



Trajet des flotteurs m13, m14 et m16 dans l'océan indien



détail du trajet du flotteur m14

Step 2 : Identifier un séisme dans les enregistrements.

On s'intéresse aux données transmises par le flotteur m13, au cours du mois de juillet 2013. Ces données (au format .sac) se trouvent dans le dossier mermaid13/m13_records/sac/.

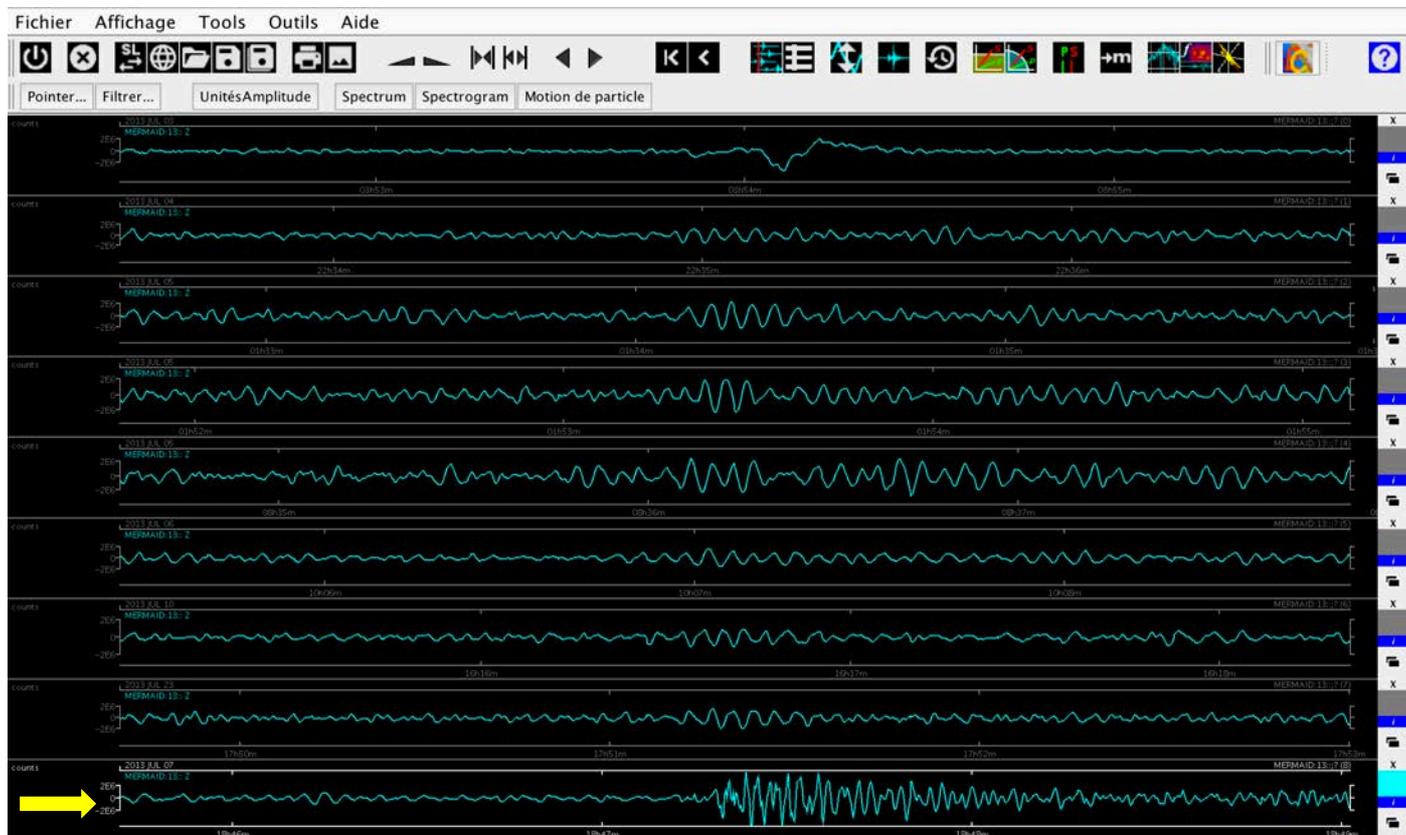
Chaque enregistrement porte un nom du type : m13.AAAAMMJJTHHMMSS.sac. Exemple le fichier m13.20130706T100526.sac concerne un enregistrement de la mermaid13 le 06 juillet 2013 à T=10h05m26s

Pour lire les enregistrements au format .sac, utilisez l'application 'SeisGram2K' disponible en téléchargement.

Ouvrir le fichier SeisGram2K.jar. A partir de l'interface, ouvrir les fichiers .sac voulus (enregistrements de m13 pour le mois de juillet 2013). On trouve 9 fichiers.

En abscisse, c'est le temps ; en ordonnées l'amplitude de l'acoustique enregistrée en 'counts' (unités arbitraires) proportionnels à la pression enregistrée par l'hydrophone.

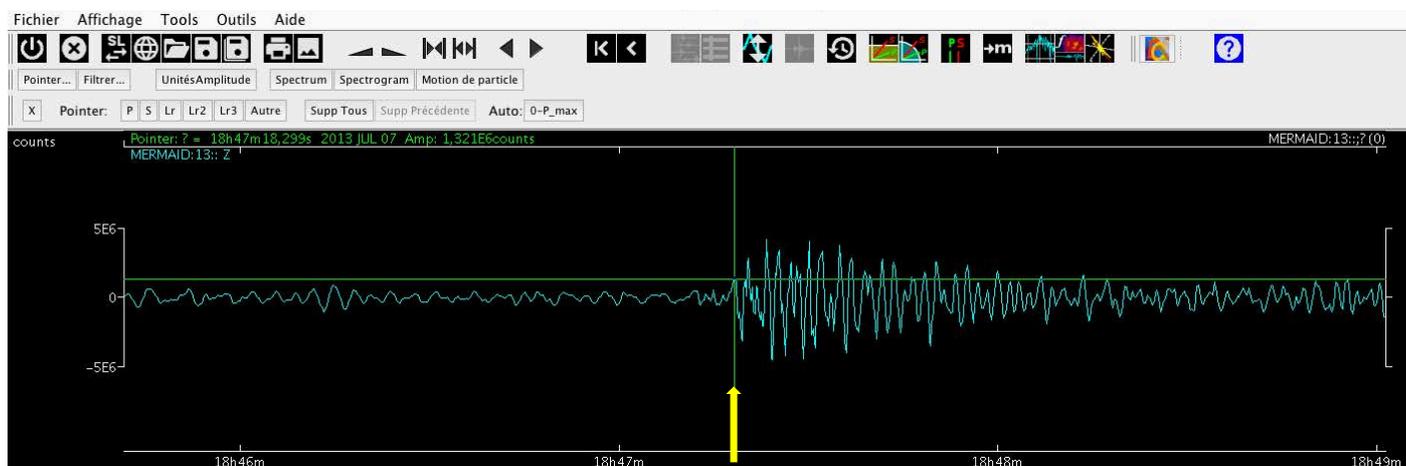
Mettre tous les signaux à la même échelle d'amplitude pour pouvoir les comparer. Chaque fichier couvre une période de 300 secondes environ au milieu de laquelle un bruit particulier a été détecté par le flotteur.



Les enregistrements du flotteur m13 durant le mois de juillet 2013 après ouverture des fichiers avec SeisGram2K.jar

Parmi tous les fichiers de ce mois de juillet 2013, un des enregistrements est dominé par une fréquence particulière qui rappelle les sismogrammes traditionnels (m13.20130707T184541.sac). La variation en fréquence et en amplitude est significative d'une acoustique due à des vibrations telluriques sur le plancher océanique.

Effacez alors les autres signaux pour travailler sur le fichier repéré. Identifiez le début du signal en utilisant le module 'Pointer' du SeisGram2K ; relevez sa date et heure.



Indice sur les enregistrements : on ne voit que les ondes acoustiques P (= prolongement des ondes sismiques dans l'eau). On rappelle qu'il n'y pas d'ondes S sur les sismogrammes car elles ne se propagent pas dans les fluides : les fluides ne peuvent pas être cisailés.

L'activité peut se poursuivre en recherchant l'origine de ce séisme. On recherche donc dans les catalogues de sismicité en ligne (exemple : catalogue sur www.edusismo.org ou sur <https://www.emsc-csem.org>) un événement sismique identifié par les centres de recherche ce jour là (le 7 juillet 2013).

Dans les bases de données, on trouve un évènement sismique :
Le 7 juillet 2013 à To :18h35m31s / LAT :-3,97 / LONG : 153.88 / Prof : 383 km / Mag : 7,2 / New Ireland Region P.N.G

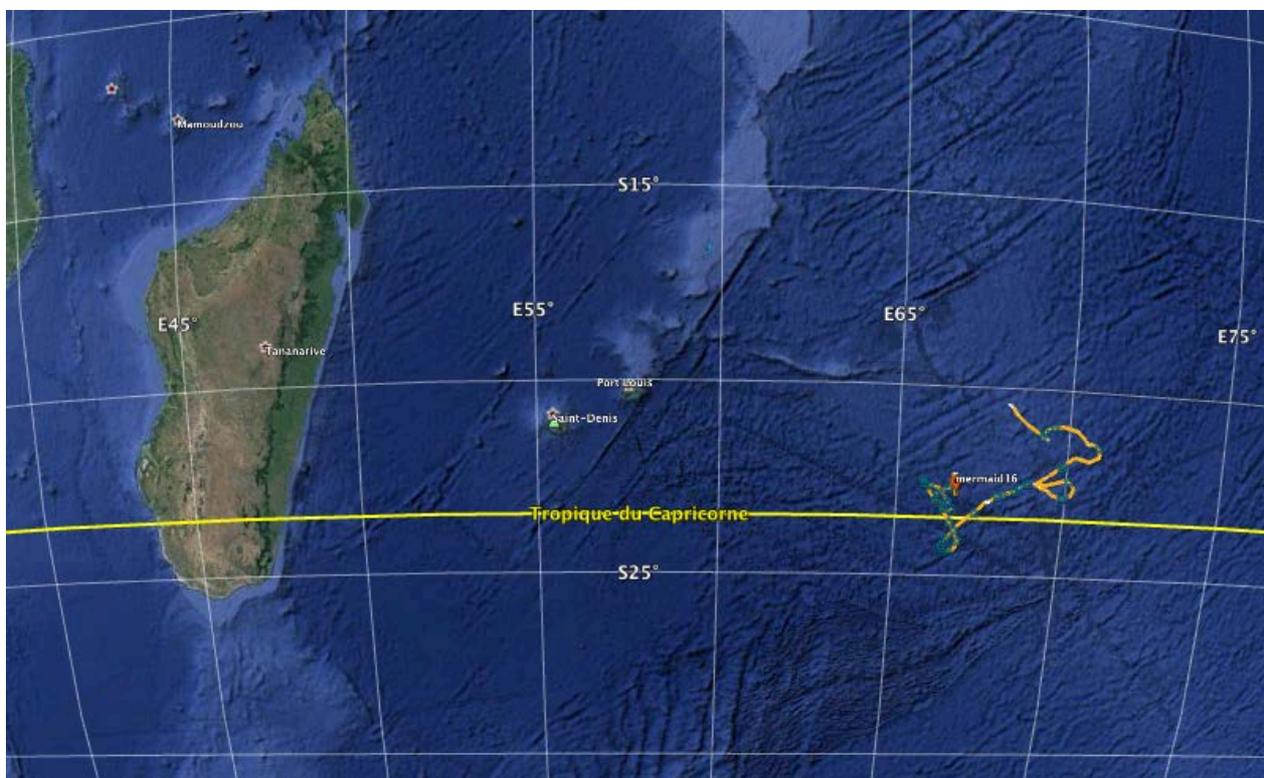
Ensuite, retournez dans votre logiciel d'information géographique pour localiser l'épicentre du séisme, de calculer la distance épicentrale (séisme-flotteur), et d'évaluer une vitesse pour la propagation des ondes sismiques dans le globe terrestre.



on relie épicentre et position du m13 > distance de 82°

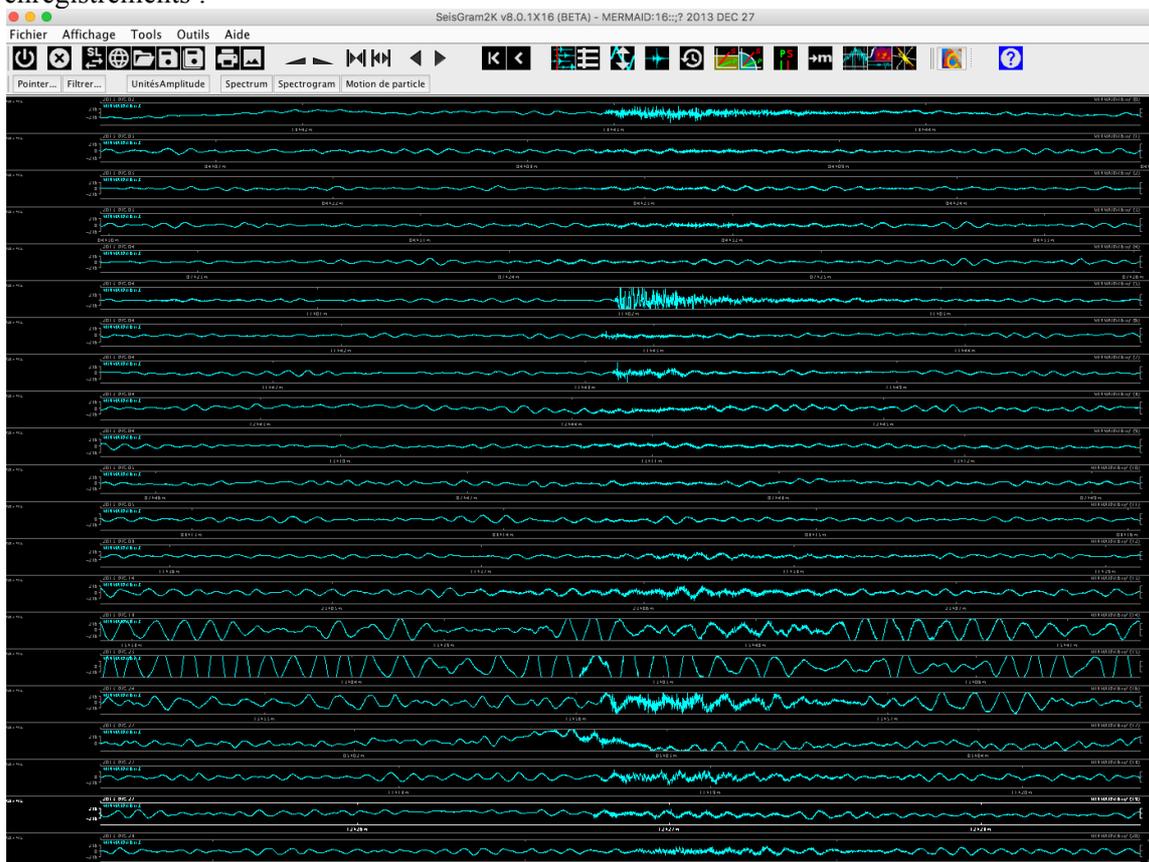
Step 3 : Découvrir le passage d'une perturbation atmosphérique impactant les hydrophones.

On s'intéresse à des enregistrements ayant eu lieu en Décembre 2013 dans l'Océan Indien par le flotteur mermaid 16.



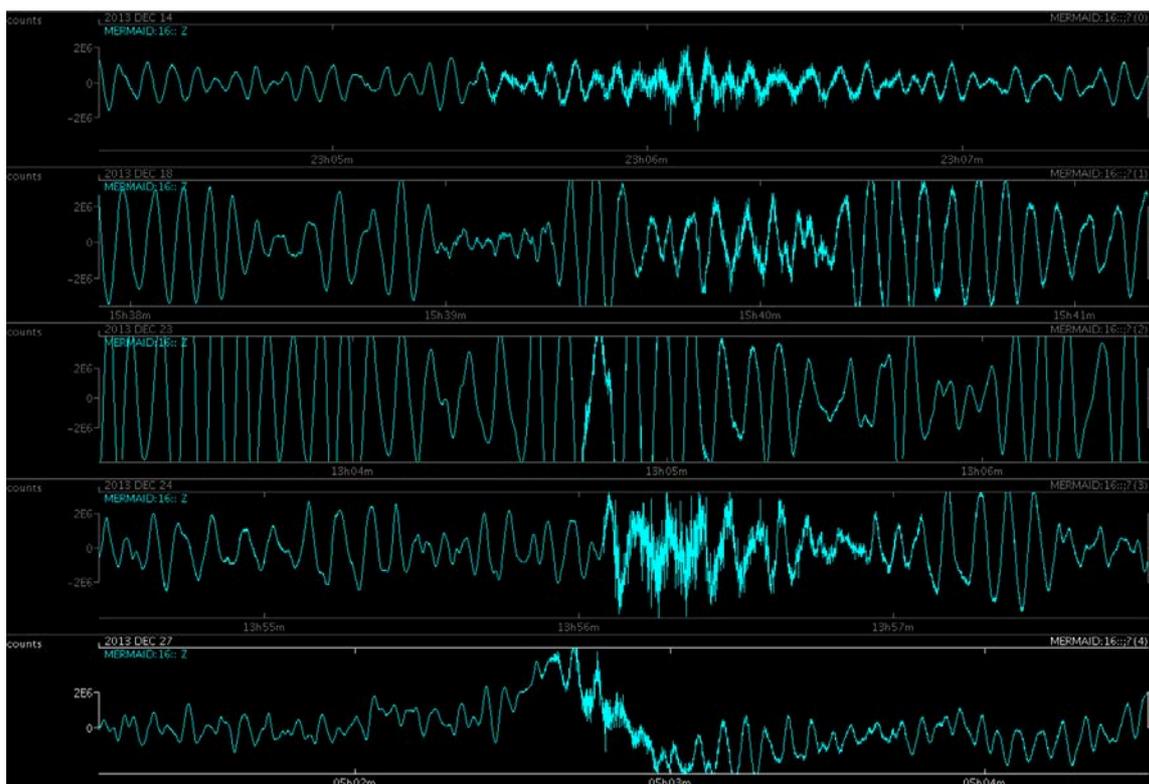
Localisation de mission MERMAID 16

Ouvrir avec SeisGram2K tous les fichiers enregistrés par le flotteur Mermaid 16 durant le mois de décembre 2013. On trouve 21 enregistrements :



Affichage de tous les enregistrements (Affichage > Number traces group > Tous)

Afin de comparer tous ces tracés, il convient de les mettre à la même échelle d'amplitude (exemple : $2e6/-2e6$). On constate que de nombreux séismes ont été détectés dans cette période, d'où la transmission de tous ces fichiers. Mais, on constate aussi que du 14 au 27 décembre, les signaux montrent des vibrations à basse période non significatives de séismes. Il est alors intéressant d'émettre des hypothèses quant au phénomène responsable de ces tracés particuliers qui s'échelonnent sur plusieurs jours.



Mise en évidence de signaux à basse fréquence durant plusieurs jours sur le flotteur m16

On peut imaginer le passage d'une perturbation atmosphérique qui génère des effets de pression sur la colonne d'eau suffisamment forts pour être perçus par les hydrophones.

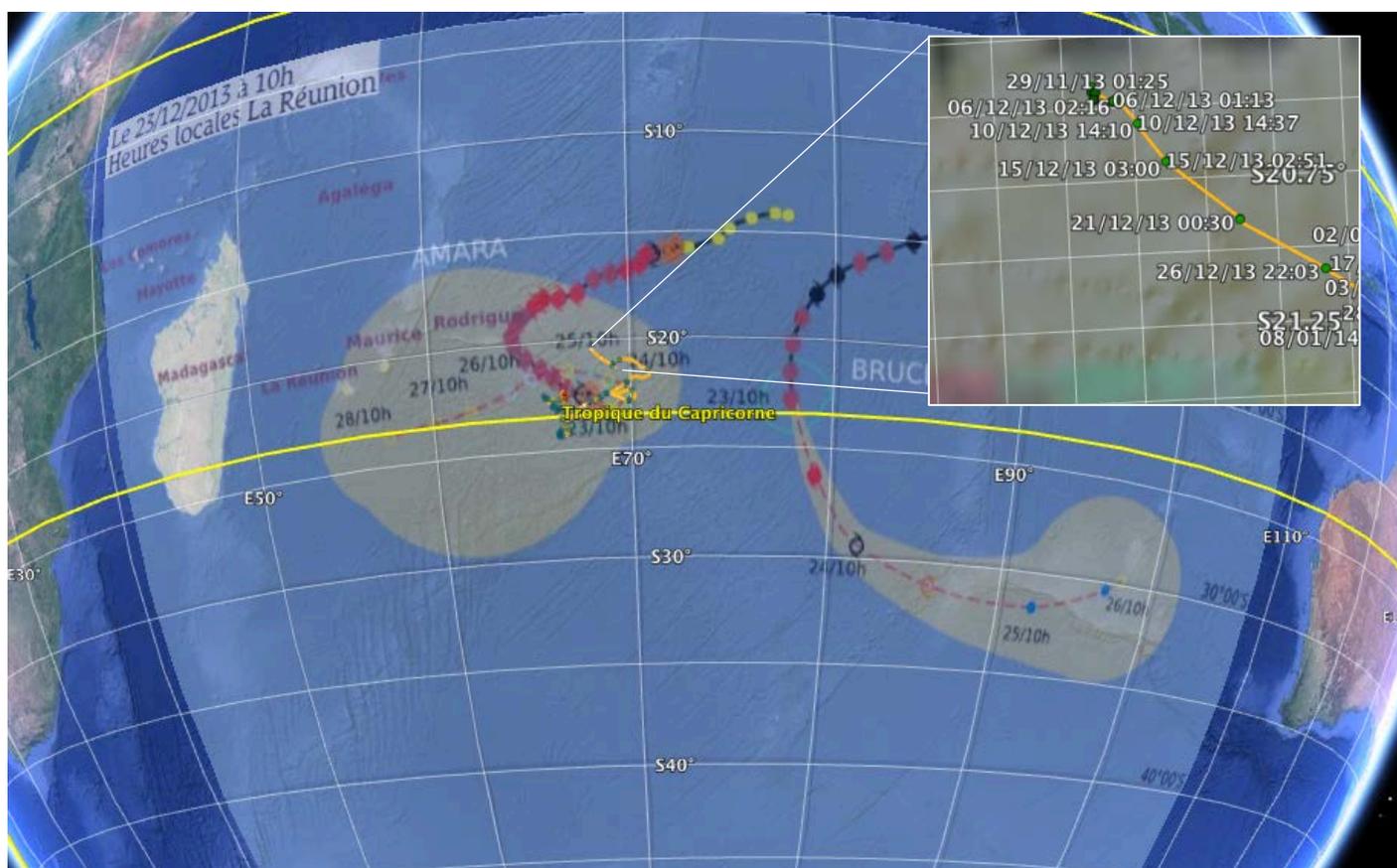
Une manière d'éprouver la pertinence de cette hypothèse est de rechercher l'existence d'une telle perturbation dans l'Océan Indien durant cette période.

Un cyclone tropical a bien évolué dans l'Océan Indien à l'Est de Madagascar, des îles de la Réunion, Maurice et Rodrigues fin décembre 2013 : <http://www.meteo-paris.com/actualites/cyclone-tropical-intense-amara-ocean-indien-ile-rodrigues-23-decembre-2013.html>

En comparant la trajectoire de ce cyclone 'Amara' et de la localisation du flotteur m16, on peut valider l'hypothèse que le cyclone a pu avoir un impact sur la pression enregistrée par le flotteur.

On peut aussi superposer la carte de la trajectoire du cyclone (ajouter une superposition d'image : image à insérer comme un calque légèrement transparent sur Google Earth) sur la localisation du flotteur pour une démonstration plus nette.

On découvre alors, en actionnant les positions GPS du flotteur, la position de la mermaid16 par rapport au cyclone. On peut constater d'ailleurs que sa trajectoire est assez rectiligne vers le sud-est et assez rapide... comme si le cyclone avait un impact aussi sur la vitesse de courants profonds.



Carte de la trajectoire du cyclone Amara superposée dans GE.
On voit que m16 était dans ce secteur géographique fin décembre 2013.

Conclusion :

L'exploitation des données des flotteurs permet d'aborder des thèmes variés de géosciences ... de la sismologie, de la courantologie ou encore de la météorologie.