

# Adopt a Mermaid !!



Jean Luc Berenguer d'après une conférence de Guust Nolet, *Geoazur*

with Alexey Sukhovich, Yann Hello, Sébastien Bonnieux; Cécile Joubert, Manuk Yegikyan, Jean-François Argentino (*Ocean*) and Frederik Simons (*Princeton*)

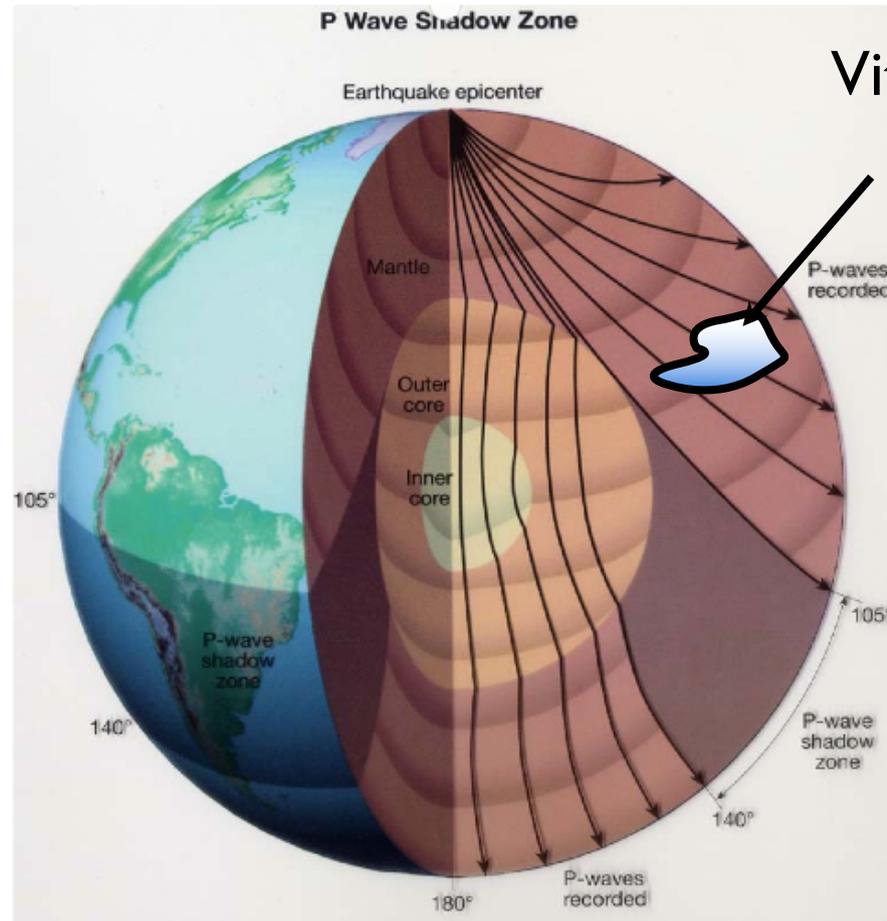
En géophysique, la tomographie sismique est une méthode utilisant les enregistrements des tremblements de terre pour cartographier la structure interne du globe et ses propriétés physiques et minéralogiques.

En comparant les temps d'arrivée des différentes ondes sismiques les uns relativement aux autres et à différents endroits, on construit des modèles tridimensionnels de vitesses d'ondes.

Les variations de vitesse dans l'espace sont ensuite interprétées comme des variations de température locale ou de composition des matériaux (chimique ou minéralogique).

La tomographie sismique sert notamment à cartographier les hétérogénéités du manteau terrestre.

## La tomographie sismique



Vitesse des ondes  
ralenties

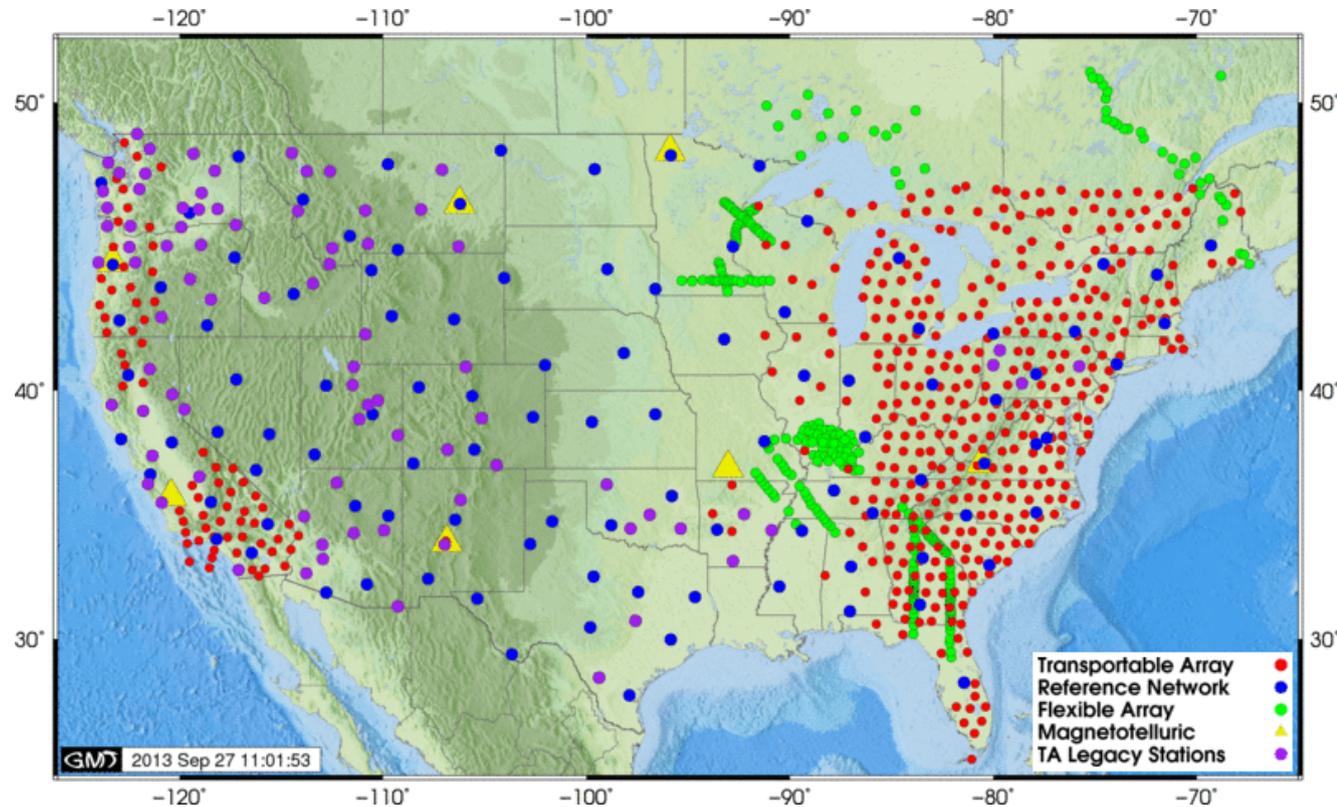
# Comment procéder sur le continent ?

On dispose méthodiquement des sismomètres selon un maillage précis.

Le réseau de sismomètres ainsi constitué et les enregistrements de ces capteurs permettent d'identifier des zones profondes responsables de ralentissement ou d'accélération de la vitesse de propagation des ondes sismiques.

Sur les continents, on dispose aujourd'hui d'un maillage très conséquent en sismomètres.

La question reste posée dans les océans dont la surface représente 70 % de la surface de notre planète.



## Et dans les océans ?

Pour les océans on dispose d'OBS (en anglais Ocean Bottom Seismometers).

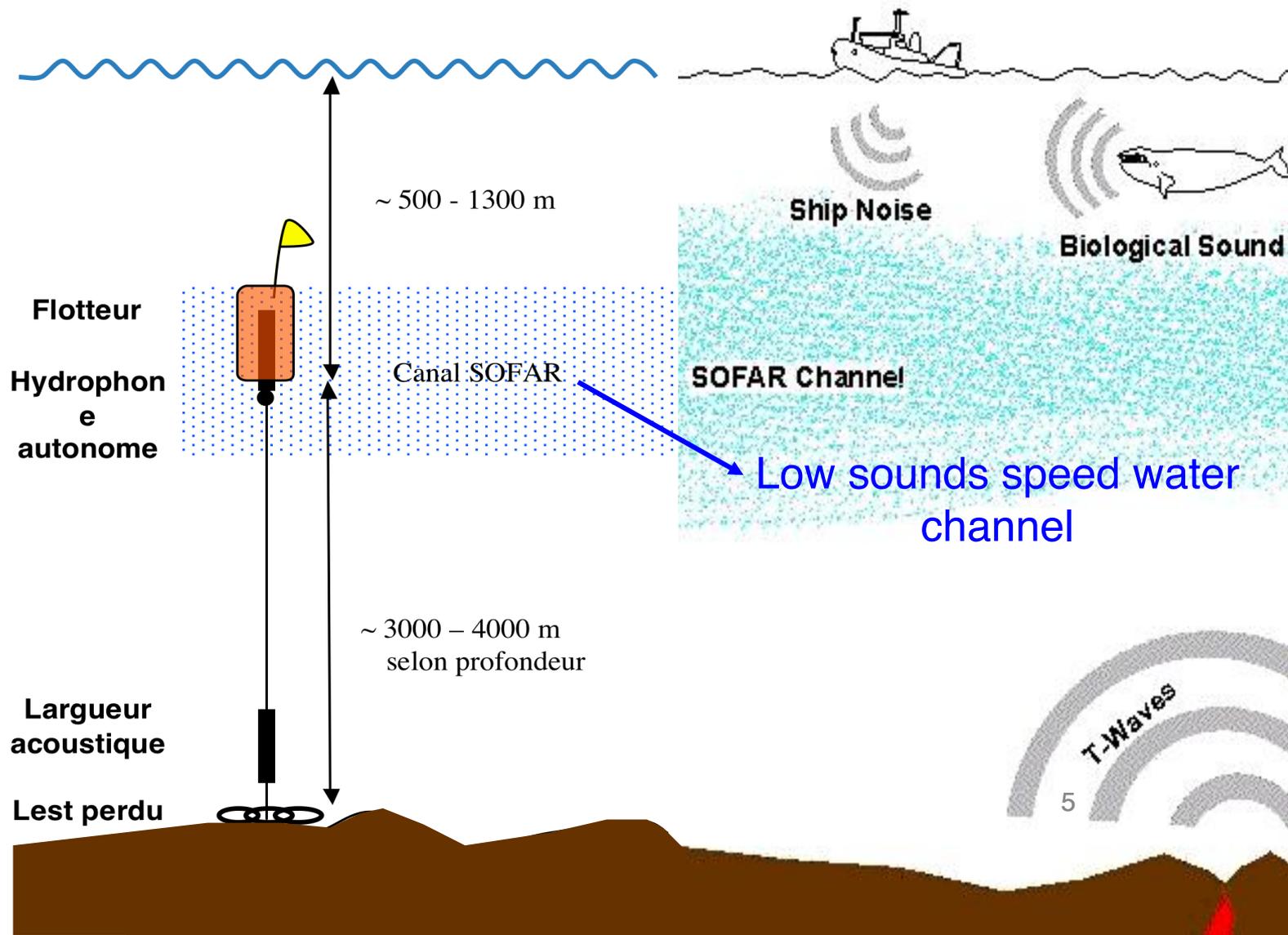
Des sismomètres largués en mer, qui sont fixés au plancher océaniques par un lest, et que l'on récupère périodiquement pour analyser les données enregistrées.

Très peu d'OBS transmettent leurs données en direct.

Les capteurs doivent résister à la pression des profondeurs et répondre à un cahier des charges rigoureux. C'est une technologie efficace mais onéreuse.



# Dans le domaine océanique, il existe aussi d'autres technologies à partir d'hydrophones ...

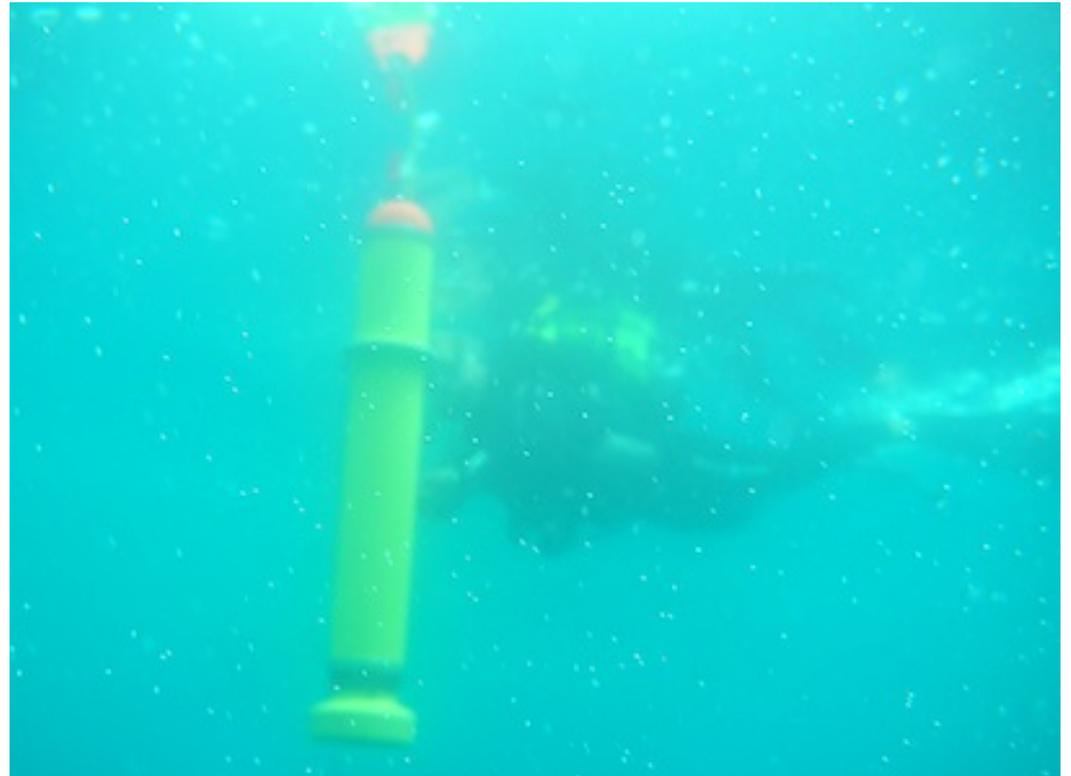


## Les MERMAID, une alternative dans le monde des capteurs océaniques

Les bouées MERMAID (*Mobile Earthquake Recording in Marine Areas*) sont des flotteurs équipés d'hydrophones. Elles circulent dans les courants profonds et ont été conçues pour enregistrer les perturbations acoustiques générées par les secousses telluriques du plancher océanique.

Les MERMAID donnent donc l'espoir de rendre accessible aux sismologues l'étude de 70% de la planète qui, jusqu'à aujourd'hui, échappent encore aux enregistrements.

Une fois larguées, ces bouées sont mobiles et parcourent les océans au grès des courants océaniques profonds.



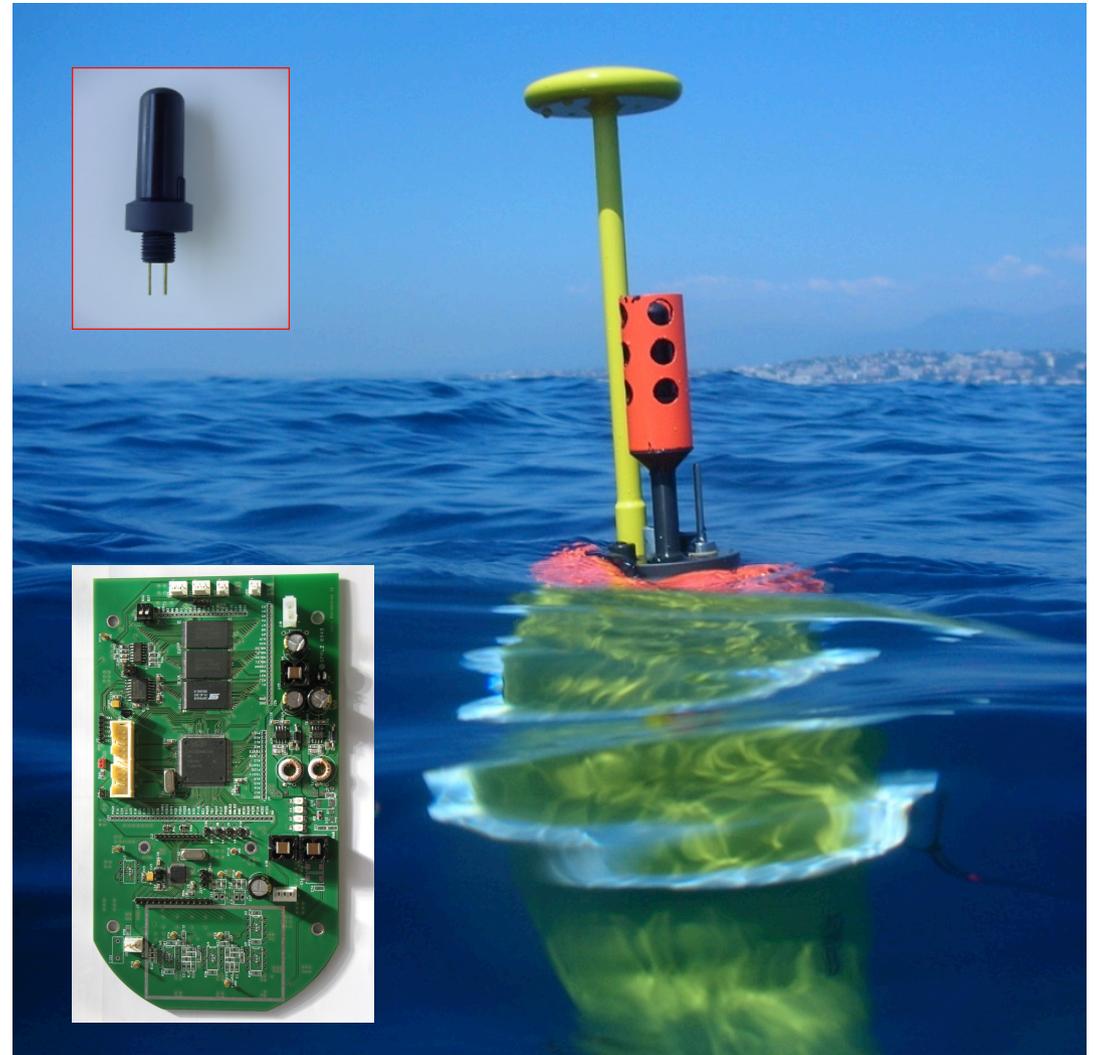
# Les MERMAID, une alternative dans le monde des capteurs océaniques

Les bouées MERMAID sont des flotteurs équipés d'**hydrophones** (en orange sur la photo).

Sa **carte d'acquisition** permet d'acquérir en continu les variations de pression au niveau du capteur hydrophone.

La balise possède aussi un système de communication basé sur une communication satellite Iridium. La constellation Iridium est constituée de 66 satellites en orbite basse qui se relayent la communication.

Ainsi, lorsque la bouée est en surface, elle peut transmettre ou recevoir des informations par relais satellite.

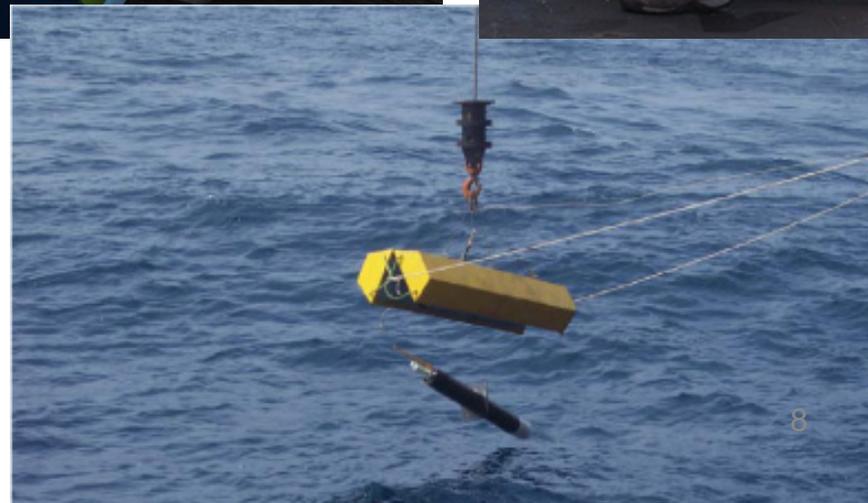
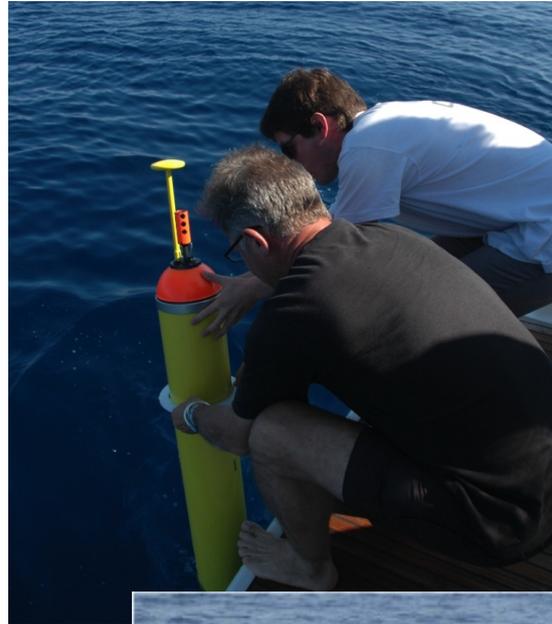


## Les MERMAID, une alternative dans le monde des capteurs océaniques

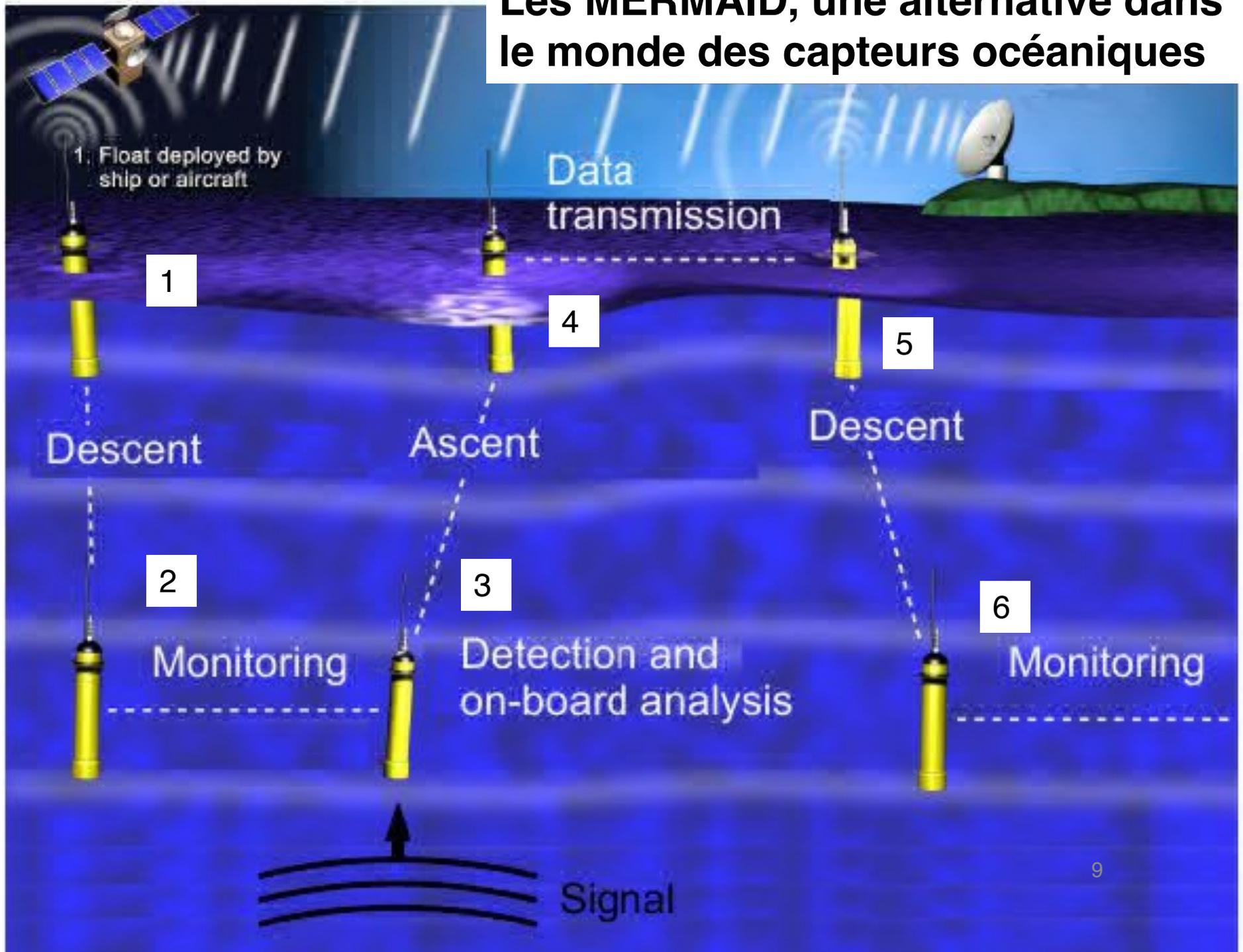
Une bouée MERMAID est facile à larguer en mer. La largage ne nécessite pas un grand déploiement de machines.

La bouée est équipée de flotteurs lagrangiens. Depuis les années 1990, le suivi de courants profonds est effectué par des flotteurs dérivants de subsurface.

Grâce à une flottabilité variable, les MERMAID se maintiennent à une profondeur programmée à l'avance où elles sont entraînées passivement par le courant. Les bouées sont programmées pour remonter périodiquement à la surface et envoyer par satellite toutes les positions enregistrées depuis la dernière émission.



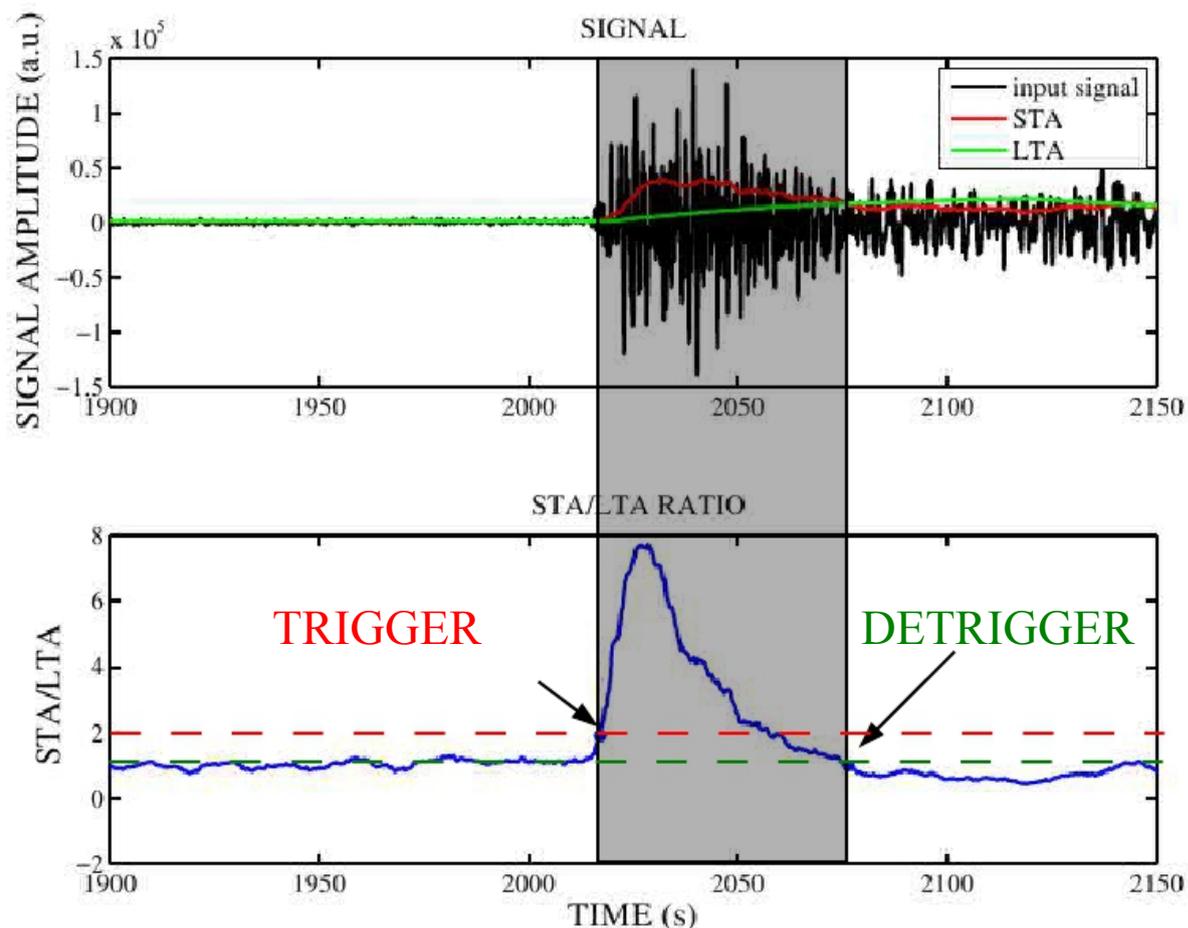
# Les MERMAID, une alternative dans le monde des capteurs océaniques



# L'acquisition d'un enregistrement

Une bouée MERMAID détecte en continu l'acoustique de l'océan mais n'enregistre, dans sa petite mémoire, que quelques moments clés.

La programmation de la carte d'acquisition a été configurée pour que la MERMAID puisse comparer le 'bruit de fond' local avec un signal nettement différent qui 'sort du bruit'. A ce moment là, la MERMAID stocke dans sa mémoire un fichier d'environ 120 secondes avec une première partie contenant le 'bruit de fond' du moment et l'autre partie le signal détecté car sortant du 'bruit de fond'. On parle de rapport STA/LTA soit rapport signal/bruit.



Les STA sont sensibles aux augmentations rapides d'amplitude dans le temps. Les LTA mesurent l'amplitude locale de fond. Le rapport entre une STA et la LTA qui la précède correspond au rapport signal/bruit local.

# Premiers enregistrements

Les premiers tests in situ montrent bien la capacité des MERMAID à détecter des évènements sismiques.

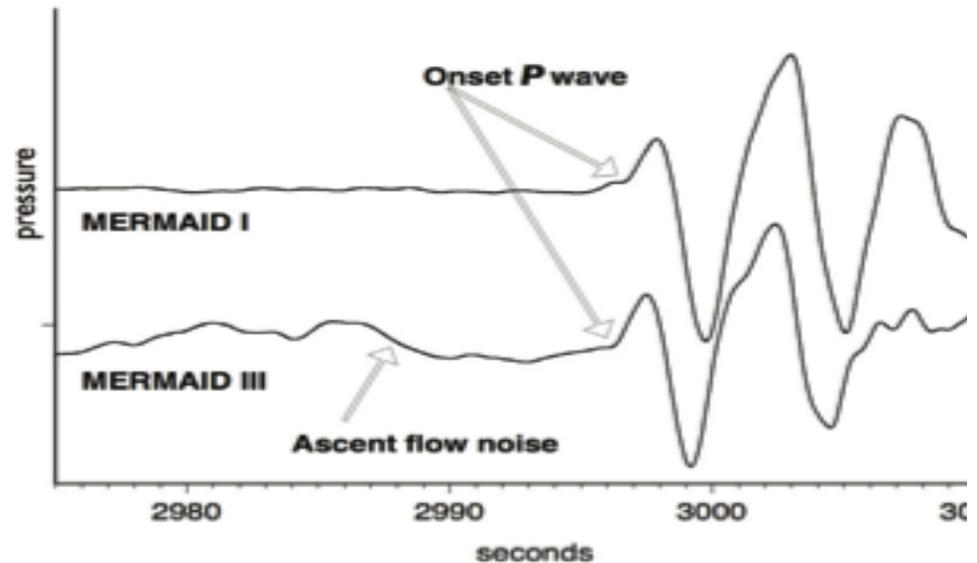
Ci contre quelques exemples avec :

Un télé-séisme à Fox Islands distant de  $85^\circ$  de la localisation de la bouée.

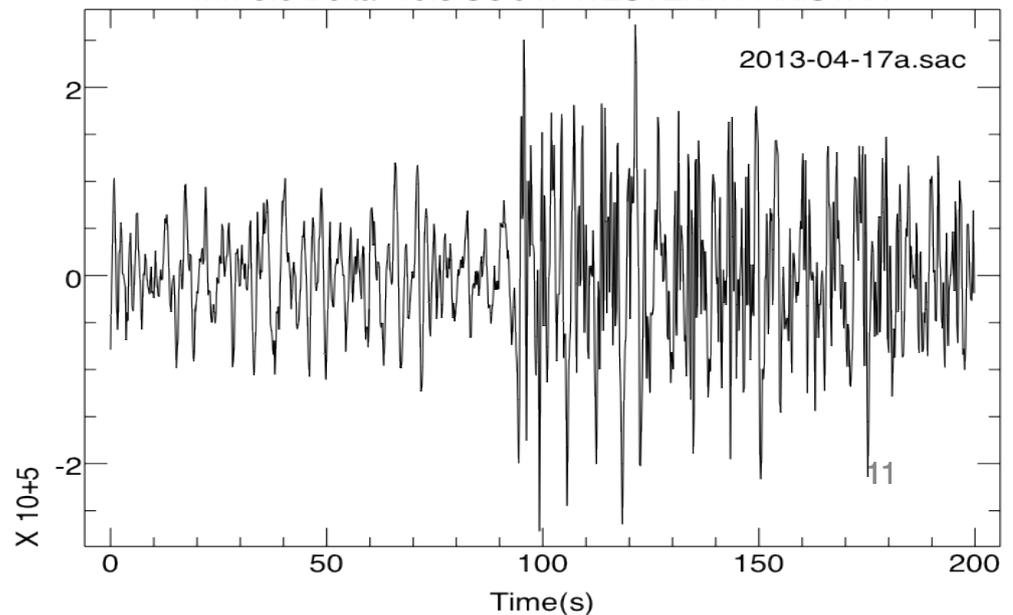
Un séisme au Pakistan distant de  $46.8^\circ$  enregistré par une bouée en Mer Méditerranée.

Les données des MERMAID peuvent donc compléter les bases de données sismologiques provenant pour leur grande majorité de capteurs sur les continents.

Mw 7.4 Delta 85.0 FOX ISLANDS 2011-06-24



Mw 5.6 Delta 46.8 SOUTHWESTERN PAKISTAN

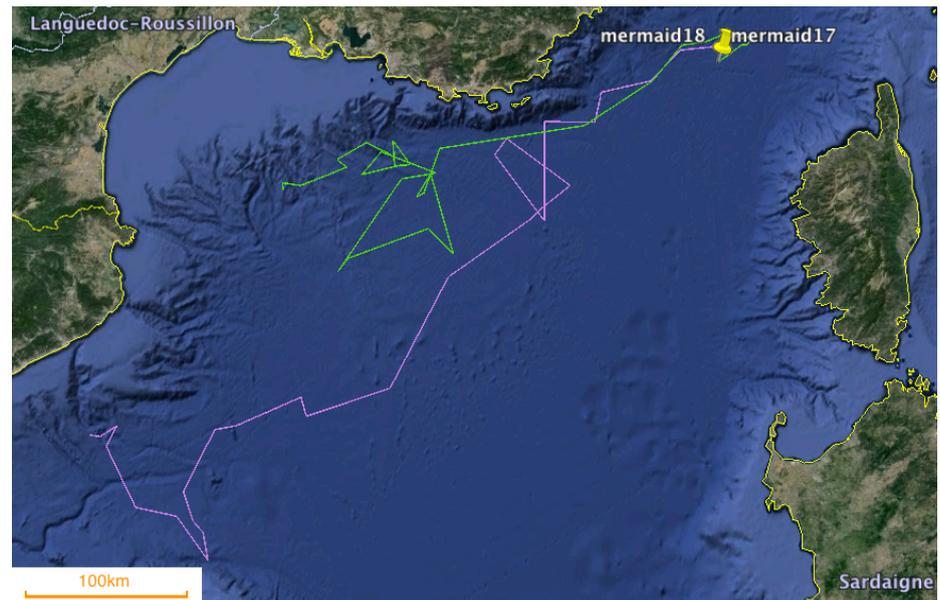


## Des données autres que sismologiques ...

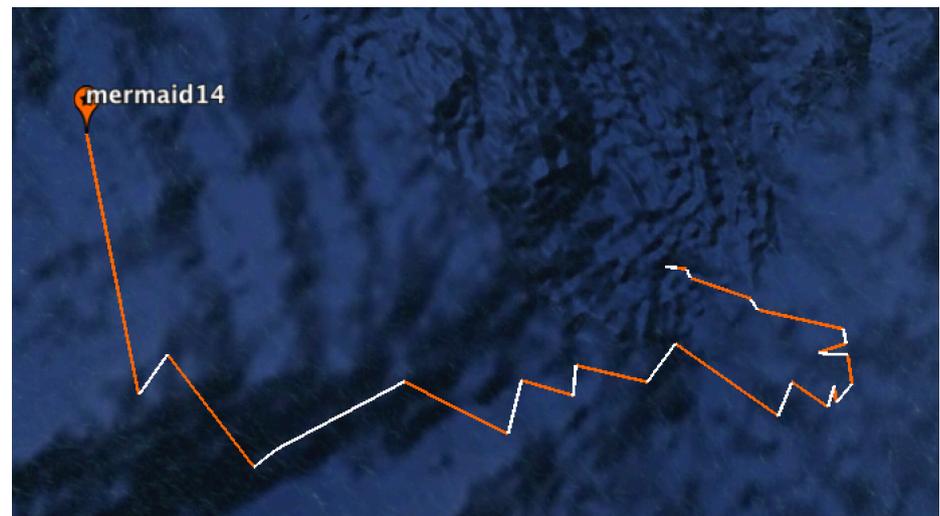
En suivant régulièrement les bouées MERMAID, on découvre les courants océaniques profonds.

Ainsi en Méditerranée, les MERMAID parcourent des trajets qui les amènent du golfe de Gênes jusqu'en Catalogne en plusieurs mois. Dans le détail, les parcours ne sont pas strictement identiques et ne se déroulent pas sur la même durée.

Les données peuvent même nous faire découvrir (comme ici dans l'océan indien) que courant de surface (en blanc) et courant profond (en rouge) peuvent être très différents.

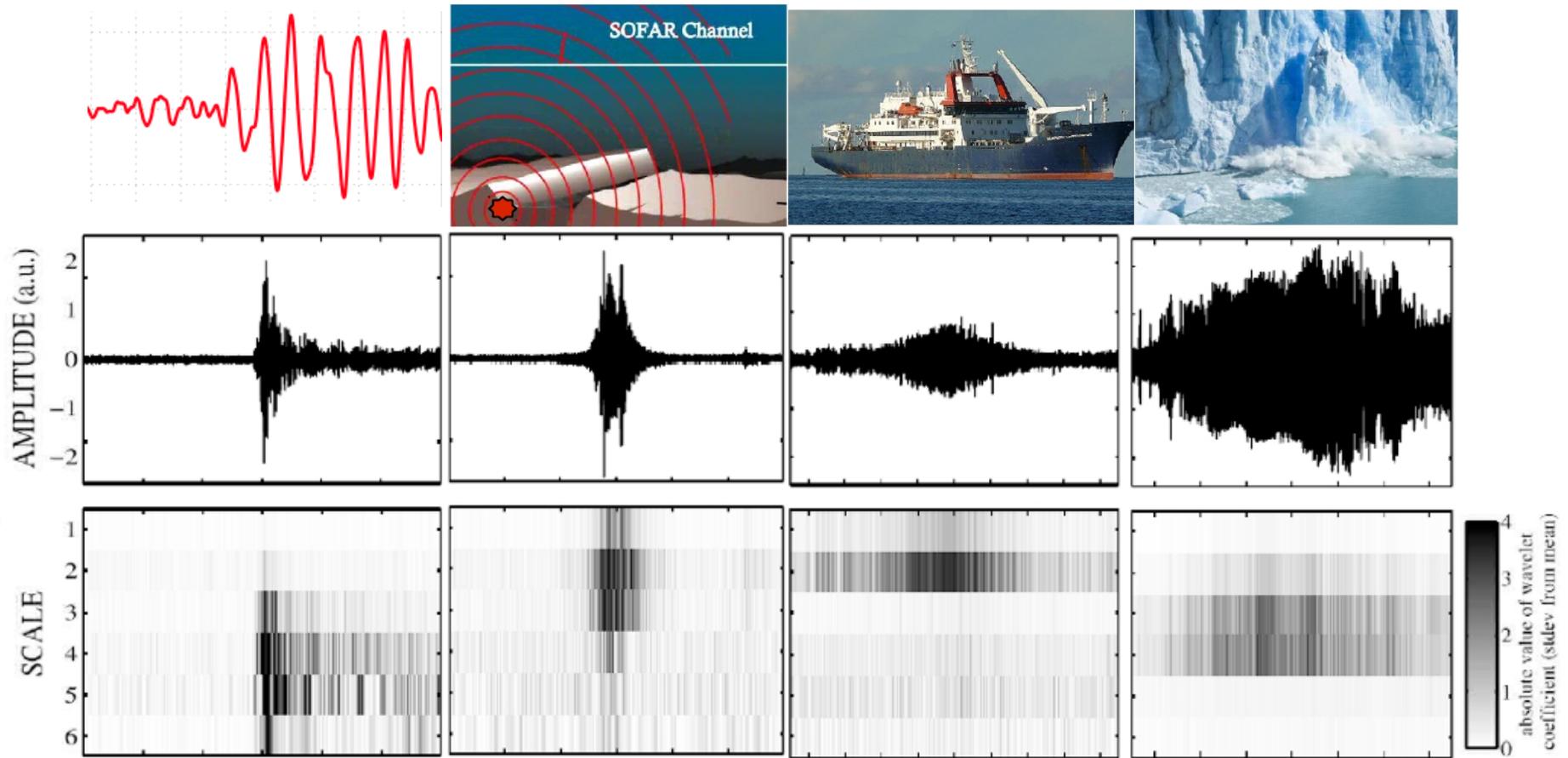


MERMAID 17 et 18 en Méditerranée



MERMAID 14 dans l'océan indien

# Des données autres que sismologiques ...



Les bouées MERMAID sont sensibles à différents phénomènes autres que sismiques ...

&



,



,



,

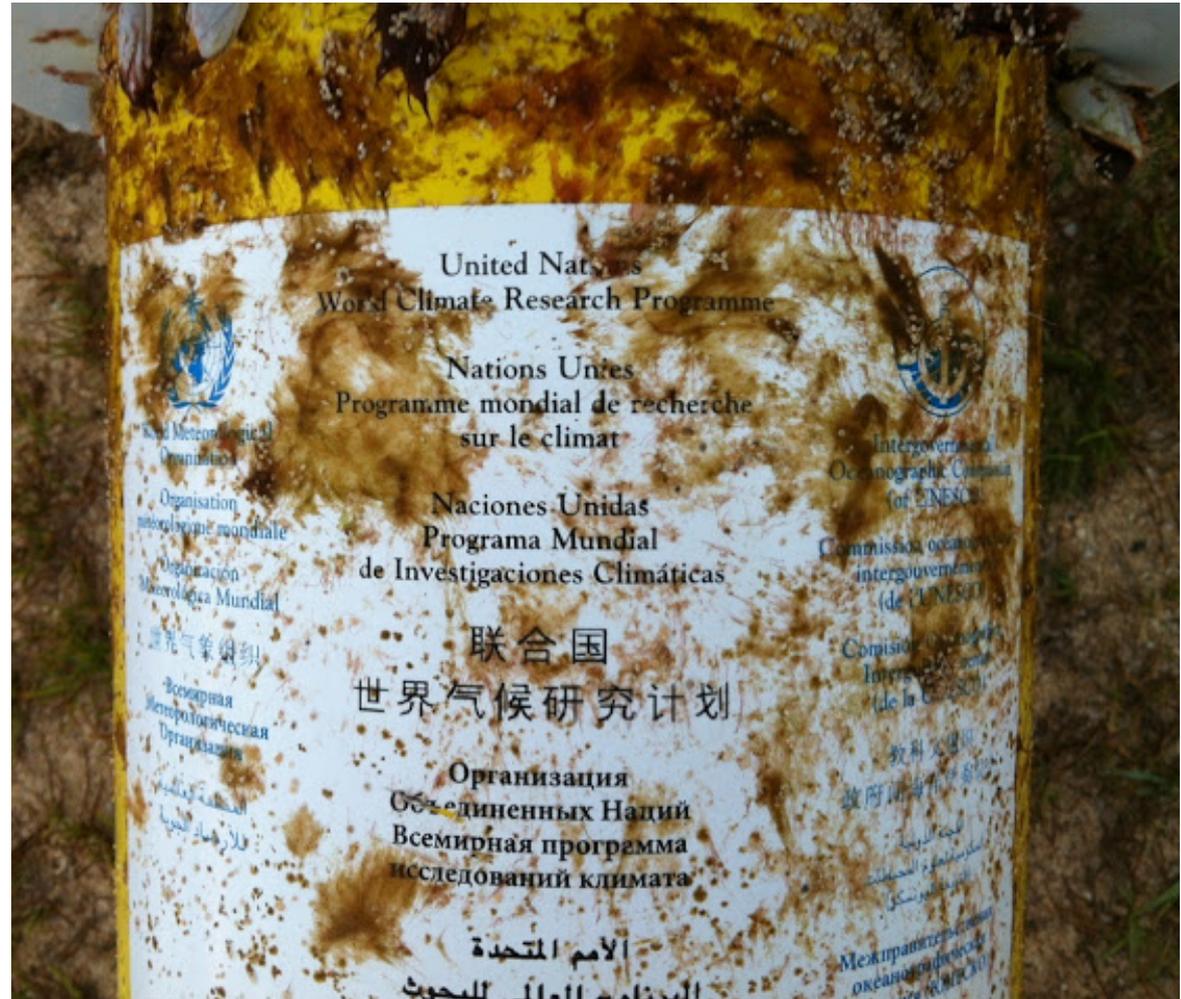
.....

# Que deviennent les MERMAID ?

Les bouées MERMAID, en bout de plusieurs années, viennent à bout de leur batterie.

A partir de ce moment, les bouées sont maintenues en surface, et font l'objet d'une liste d'objets pouvant être récupérés par des bateaux.

Ce programme des Nations Unies, permet de lister et de localiser des objets (tels que les MERMAID en fin de vie) afin que des navigateurs faisant partie du programme mondial puissent en récupérer quelques uns, et diminuer l'impact néfaste des batteries sur l'océan.



JCOMMOPS, Toulouse

En route pour 'adopt a MERMAID' !

