LES FLOTTEURS MERMAID :
Fonctionnement et données fournies

Plan de la présentation :

- **Introduction**
- **Les composants**
- **Missions et pilotage**
- **Les données**

Présentation générale

MERMAID

un flotteur lagrangien qui dérive et qui « écoute » le bruit océanique ambiant

Flotteur APEX :

- 80% de la flotte ARGO
- Capacité de communication avec les satellites IRIDIUM et GPS

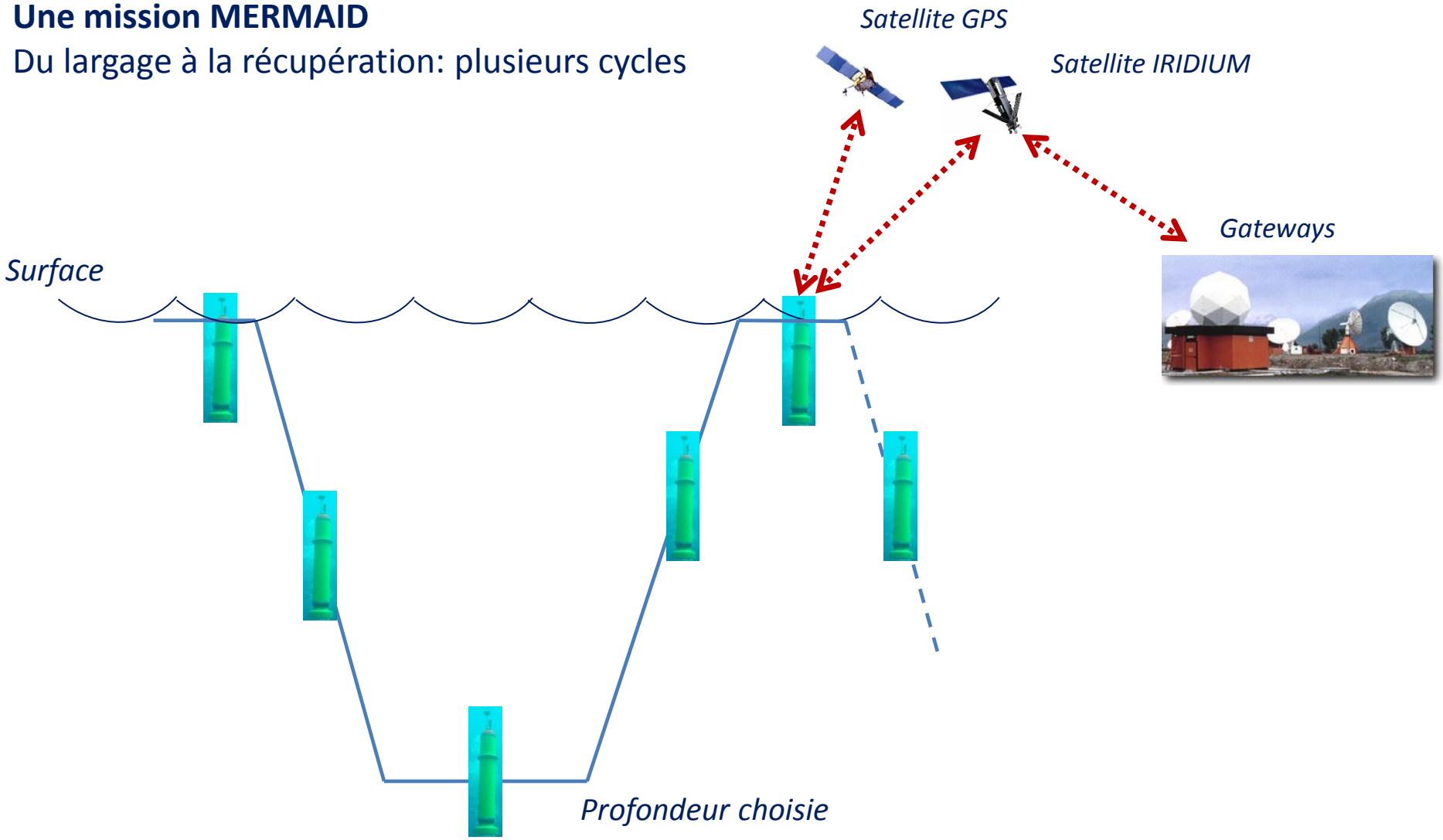
Hydrophone (~ micro étanche) :

- Détecte la pression acoustique dans l'eau
- Production d'un signal électrique

Présentation générale

Une mission MERMAID

Du largage à la récupération: plusieurs cycles



Descente ➔ Dérive / Détection & Traitement ➔ Remontée / Transmission ➔ Descente

Présentation générale

Pourquoi déployer des MERMAID dans les océans ?

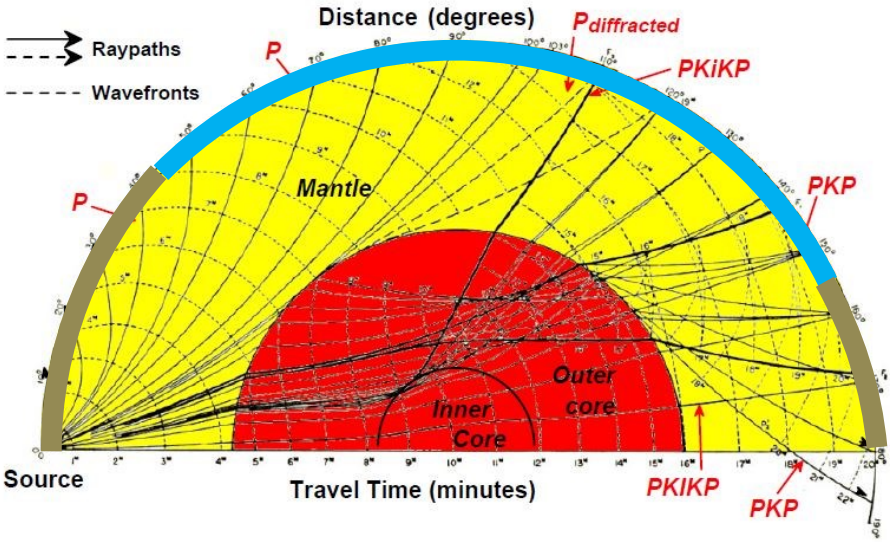
- la sismologie permet d'ausculter l'intérieur de la Terre
  - Tomographie sismique : analyse des délais des temps d'arrivées des ondes P :

    Informations sur les « anomalies » du manteau, du noyau (température, composition)

- Les stations sismologiques :
  - des réseaux plus ou moins dense à terre
  - Très peu d'information au niveau des océans

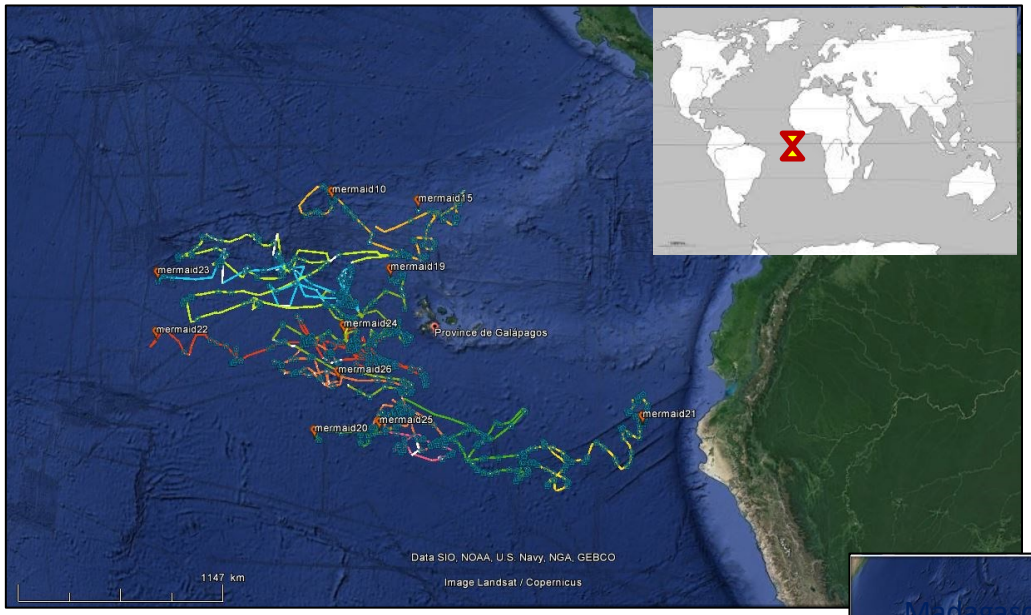
- **Capteurs mobiles, autonomes et paramétrables à distance !**

Source : d'après document IRIS



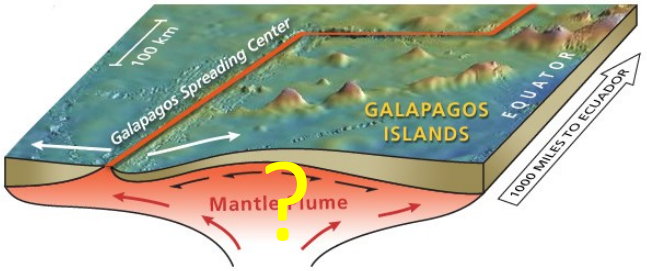
Présentation générale

Les missions passées et en cours:



Les Galápagos :

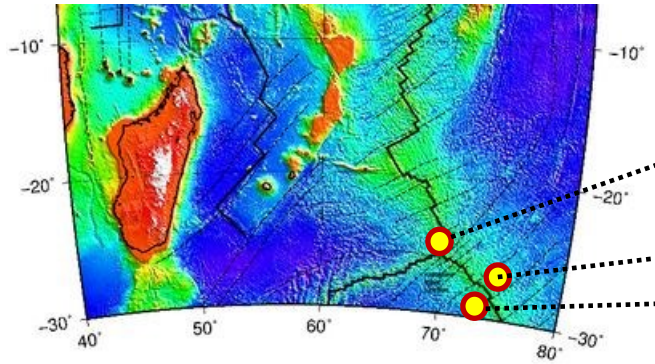
➢ Imager le point chaud responsable de la formation des îles

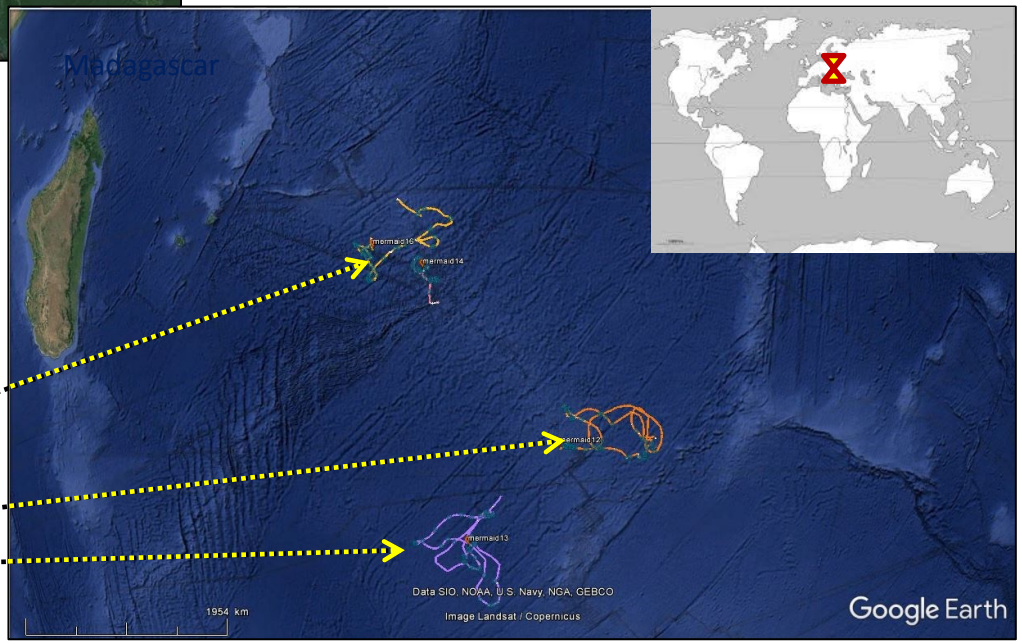


Haymon et al., NOAA-OE, WHOI

L'Océan Indien :

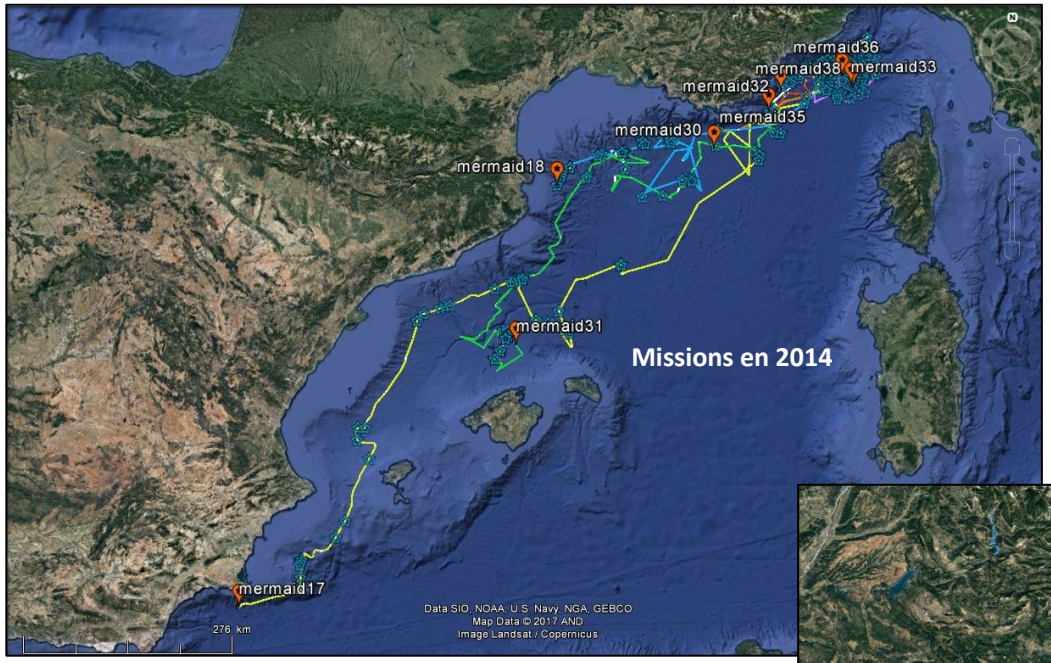
➢ Une zone de dorsales (point triple)



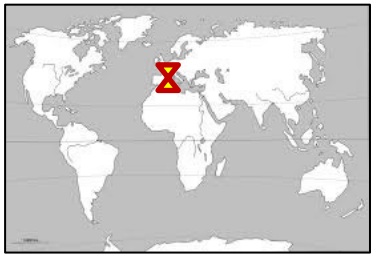


Présentation générale

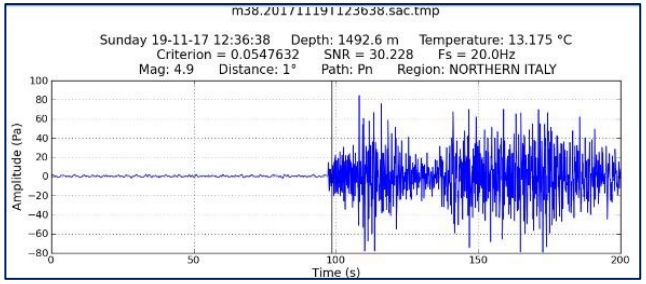
Les missions passées et en cours:



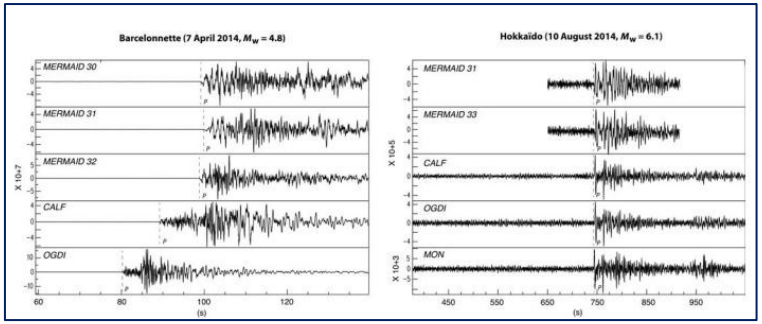
Et la Méditerranée



Bref historique



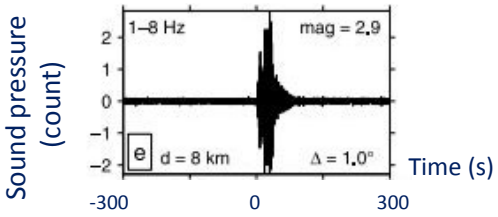
2017 : la campagne EduMed Obs



Joubert et al., 2015

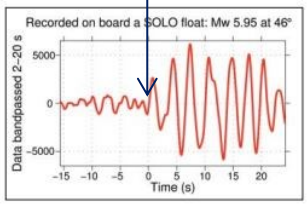
2014 : Campagnes dans l'Océan Indien et aux Galápagos et en Méditerranée (flotteur APEX)

Simons et al., 2009



2007 : 3eme campagne avec le prototype

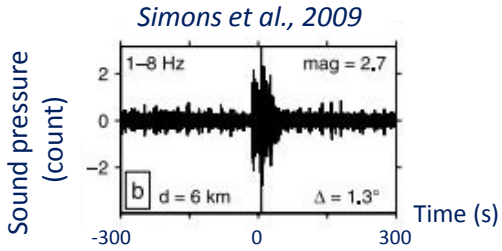
P wave



Simons et al., 2006

2004 : 2eme campagne avec le prototype

Simons et al., 2009



2003 : 1ere campagne avec un prototype *(SOLO, Sounding Oceanographic Lagrangian Observer)*

Simons et al., 2006

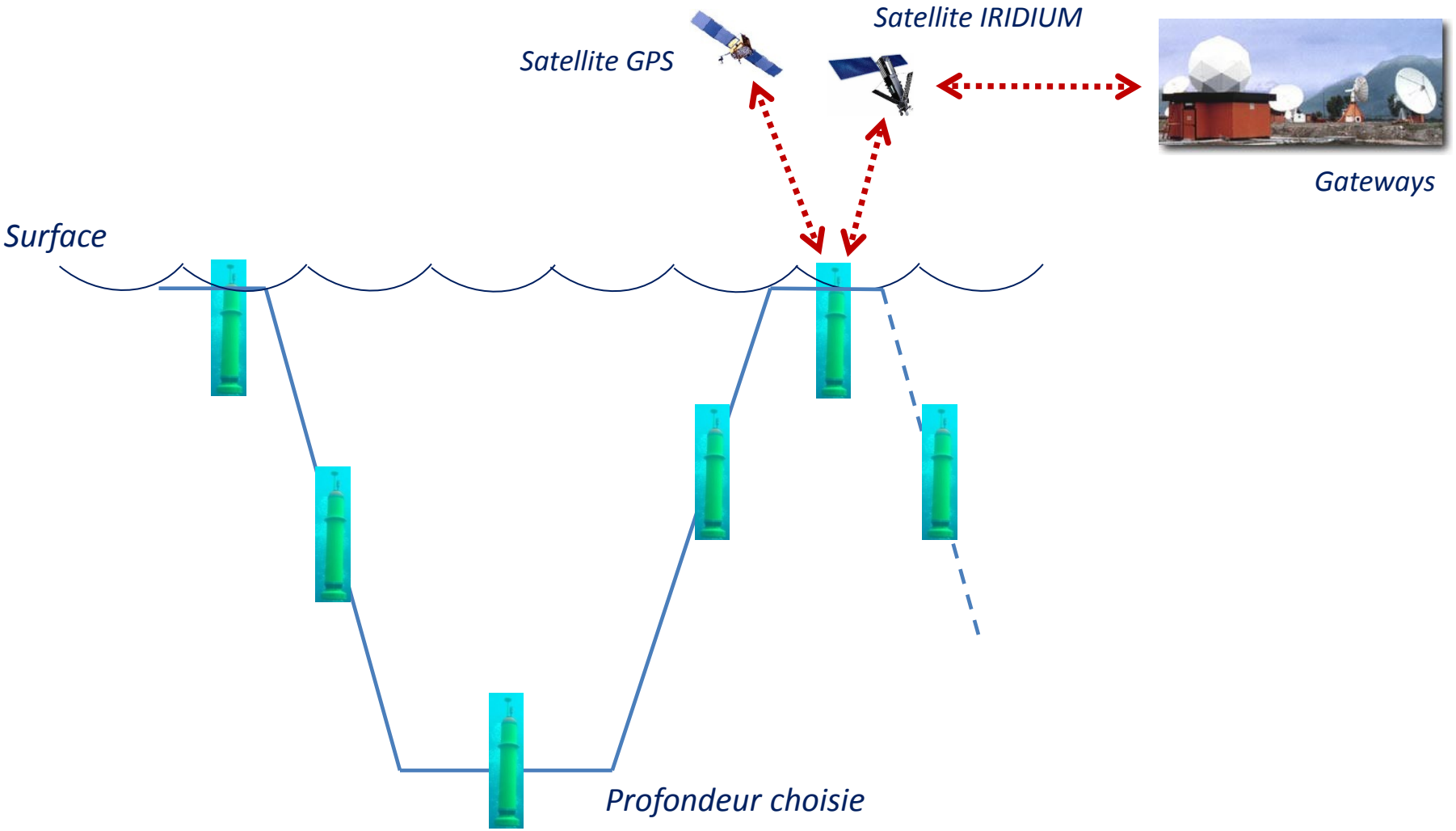
LES FLOTTEURS MERMAID :
Mobile Earthquake Recording in Marine Area by Independent Divers

Plan de la présentation :

- Introduction
- **Les composants**
- Le pilotage
- Les données

L'intérieur des MERMAID

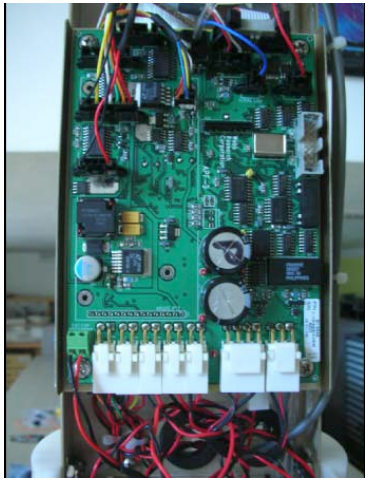
Descente ➔ Dérive / Détection & Traitement ➔ Remontée / Transmission ➔ Descente :



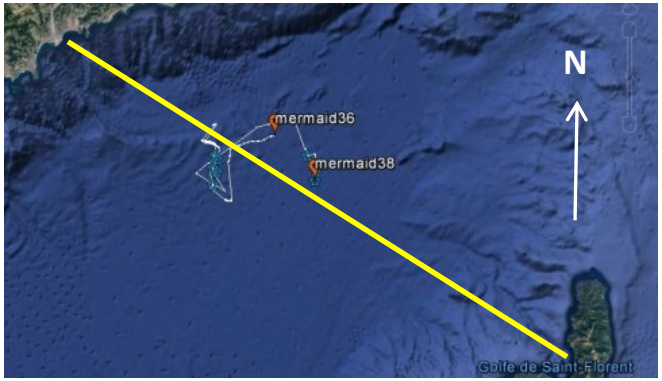
L'intérieur des MERMAID

Descente ➔ Dérive / Détection & Traitement ➔ Remontée / Transmission ➔ Descente :

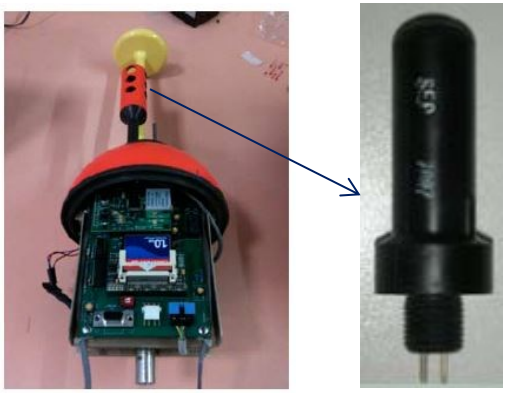
Une électronique embarquée



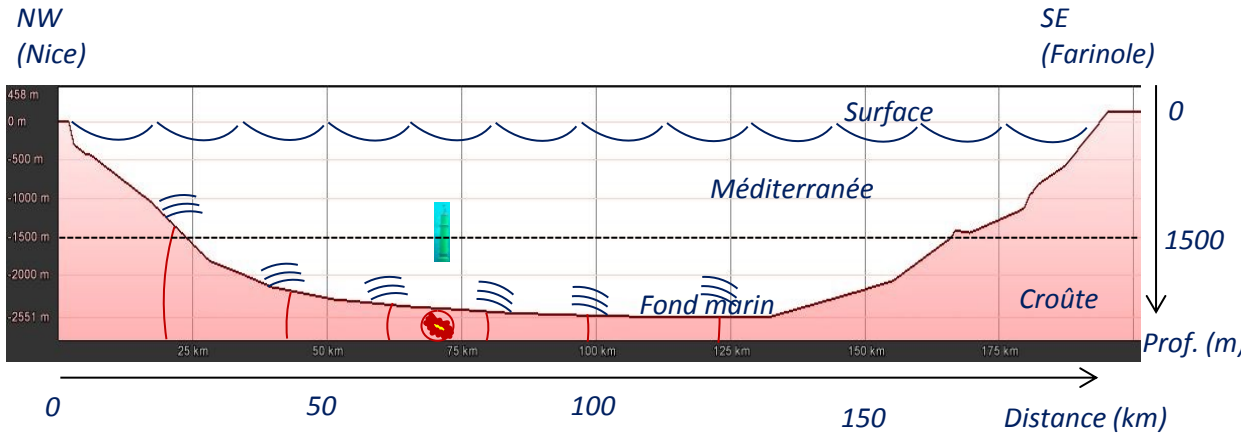
L'intérieur des MERMAID



Le capteur (hydrophone)



L'acquisition (logger)



Stockage des données

Gestion du temps (horloge)

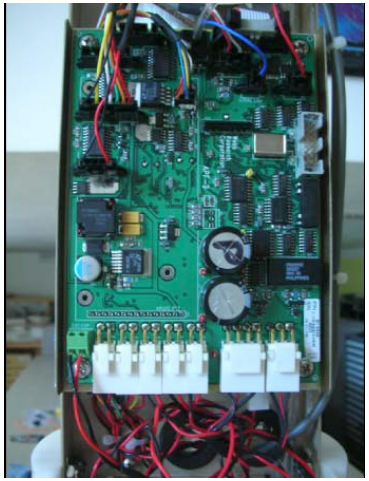
L'intérieur des MERMAID

La carte MERMAID

Gestion de :

- la mise en route / mise en veille
- la calibration de l'horloge (GPS)
- l ' acquisition et détection (algorithme de type STA / LTA)
- Traitement (2eme algorithme)
- l ' enregistrement des données et mise à disposition (IRIDIUM)

La carte APF91 (flotteur APEX)

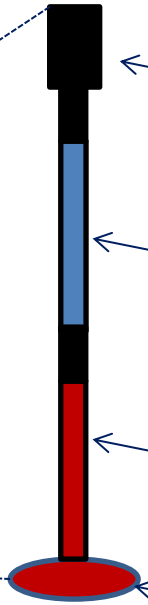


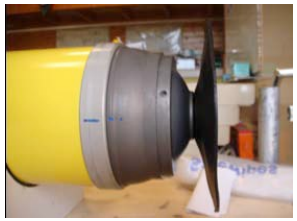
Gestion de :

- Moteur d'immersion, capteurs de température
- la communication avec les satellites GPS et IRIDIUM
- transfert des données vers le serveur à Géoazur
- la mise à jour des paramètres de mission

L'intérieur des MERMAID

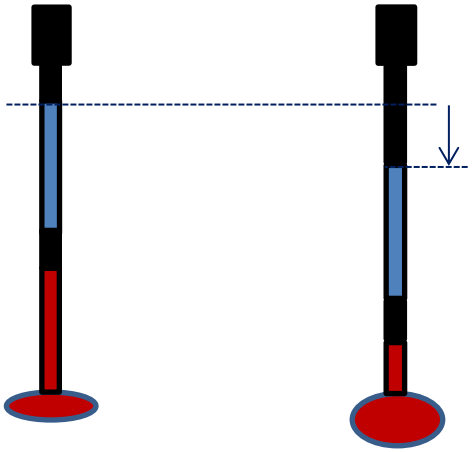
Plongée et remontée du flotteur





$$\rho = \frac{M}{V}$$

(kg.m^{-3}) (kg) (m^3)

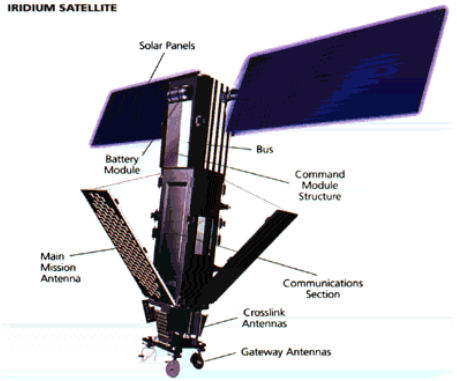


L'extérieur des MERMAID

Une antenne de communication : GPS et IRIDIUM

© Géoazur

Constellation IRIDIUM



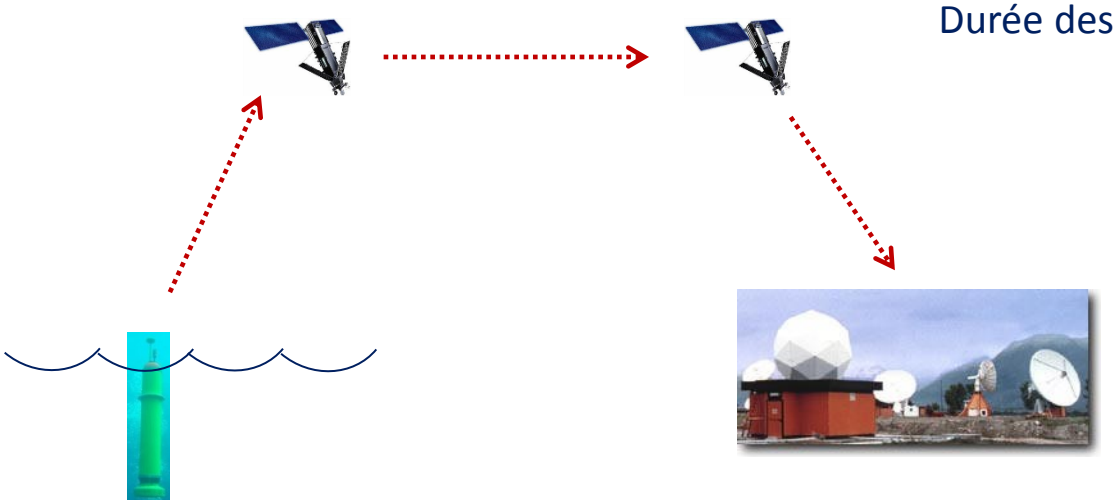
Satellite IRIDIUM

- Constellation de satellites en orbite basse (780km)
- Seul réseau qui propose une couverture universelle (océans, pôles, …)

L'extérieur des MERMAID

Une antenne de communication : IRIDIUM et GPS

- Constellation IRIDIUM , émission / réception de :
  - Communications vocales
  - **Transferts de données**



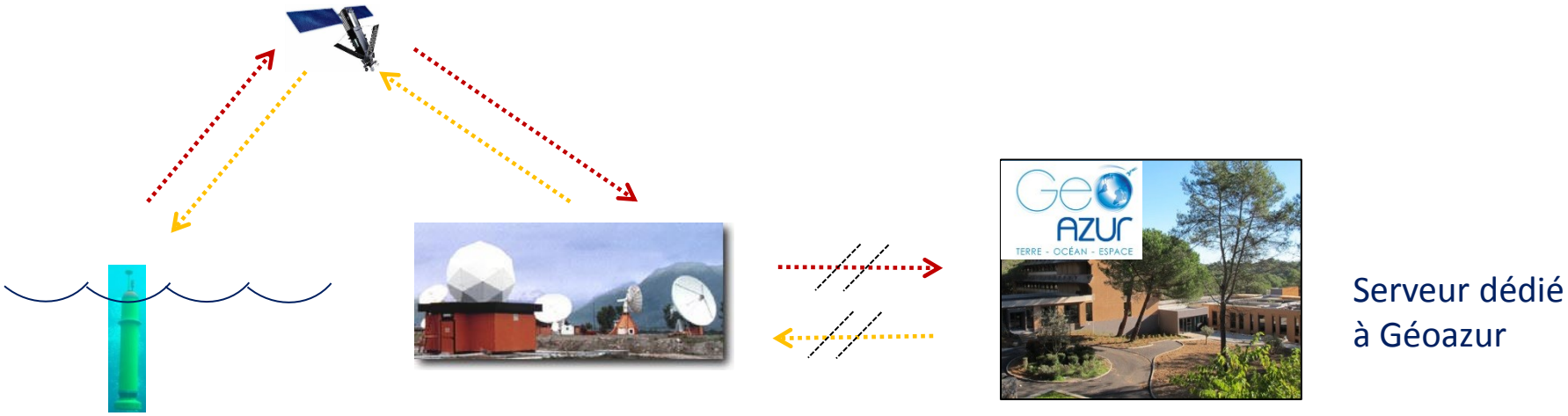
Durée des transmissions : quelques secondes

Réseaux terriens

- Constellation GPS : récupération de la position et de l'heure

L'extérieur des MERMAID

La communication IRIDIUM



Serveur dédié à Géoazur

Transmission du MERMAID vers le serveur

Transmission du serveur vers le MERMAID

- Frais d'accès au réseau IRIDIUM : ~ 2000 € HT
- Abonnement mensuel / flotteur : 15 € HT
- Tarifs par minute de transmission : 0,5 € HT

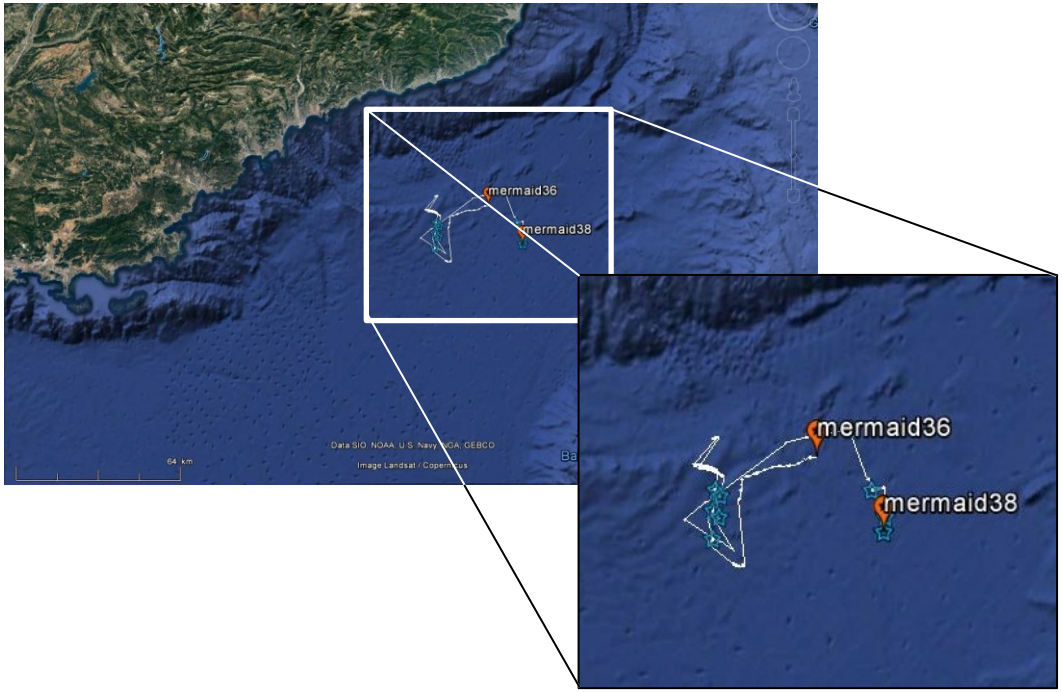
LES FLOTTEURS MERMAID :
Mobile Earthquake Recording in Marine Area by Independent Divers

Plan de la présentation :

- Introduction
- Les composants
- **Missions et pilotage**
- Les données

Préparer une mission

Une mission en cours depuis le 15 septembre 2015



Evolution de la trajectoire
des flotteurs « **m36** » et « **m38** »

Au 25 novembre 2015 , 85 évènements stockés :

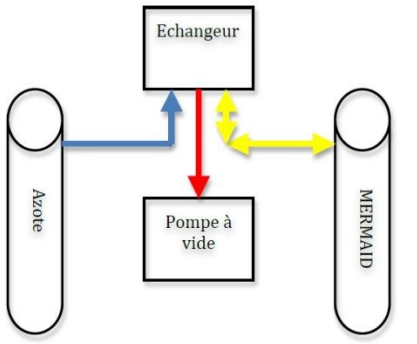
- **10 évènements identifiés**
- **75 évènements non identifiés**

Préparer une mission

Au laboratoire:

- Nettoyage, remplacement des batteries, mise sous vide, pesée

(1g de différence = 100m d'erreur à 2000m)



- Tests du matériel :
  - Almanach GPS
  - Pression interne
  - Capteurs pression / température
  - Synchronisation horloge
  - Récupération paramètres mission
  - Test acquisition
  - Test vessie

Préparer une mission

Au laboratoire:

➢ Définition des paramètres de mission

du flotteur (carte APEX)

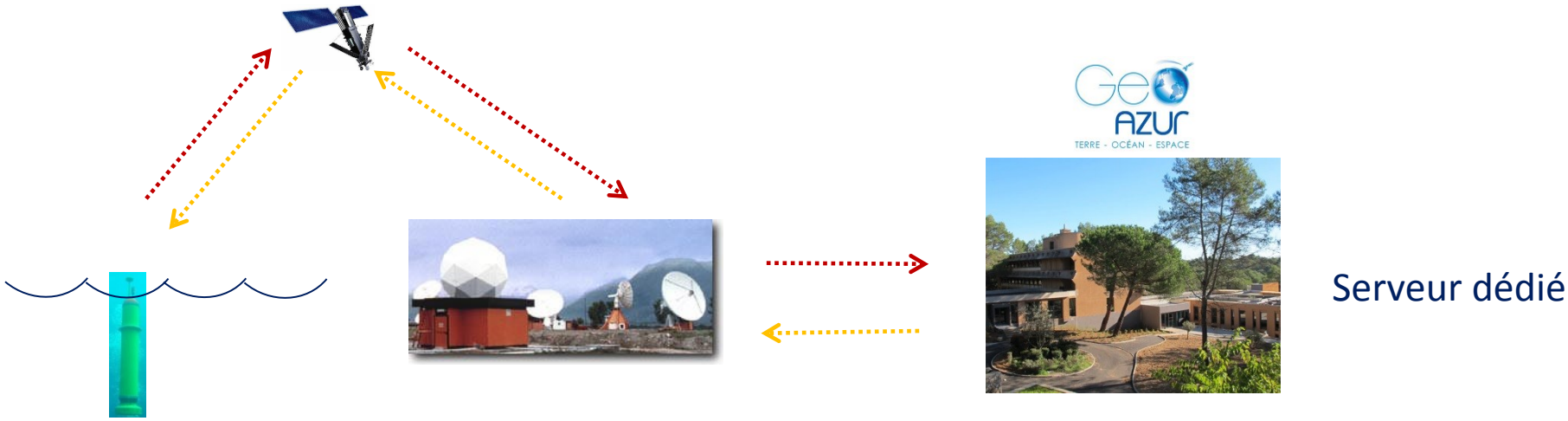
- Temps de descente (min)
- Temps minimum de dérive (min)
- Temps maximum de dérive (min)
- Pression attendue (profondeur!) (dbar)
- Temps de transmission

de la carte MERMAID

- Filtrage signal
- Paramètres STA / LTA
- Niveau de sensibilité
- Paramètres coupures signaux

Le largage

Suivi de la mission et pilotage



Serveur dédié

Informations transmises :

- Déroulement de la dernière plongée
- Pression, température, paramètres « vitaux » (tension piles, vide, …)
- Position GPS

Vérifier l'état mécanique et électronique du flotteur

Vérifier la profondeur définie par rapport à la dérive

LES FLOTTEURS MERMAID :
Mobile Earthquake Recording in Marine Area by Independent Divers

Plan de la présentation :

- Introduction
- Les composants
- Missions et pilotage
- **Les données**

Un accès public

geoazur.unice.fr/ftp/mermaid/events

Index of /ftp/mermaid/events

Name	Last modified	Size	Description
Parent Directory		-	
ReadMe.txt	30-Jun-2015 17:46	663	
events.txt	25-Nov-2017 06:10	154K	
mermaid12.zip	25-Nov-2017 06:11	94M	
mermaid13.zip	25-Nov-2017 06:11	108M	
mermaid14.zip	25-Nov-2017 06:11	89M	
mermaid16.zip	25-Nov-2017 06:11	36M	
mermaid17.zip	25-Nov-2017 06:11	46M	
mermaid18.zip	25-Nov-2017 06:11	18M	
mermaid30.zip	25-Nov-2017 06:12	23M	
mermaid31.zip	25-Nov-2017 06:12	57M	
mermaid32.zip	25-Nov-2017 06:12	11M	
mermaid33.zip	25-Nov-2017 06:12	34M	
mermaid35.zip	25-Nov-2017 06:12	7.6M	
mermaid36.zip	25-Nov-2017 06:12	12M	
mermaid38.zip	25-Nov-2017 06:12	4.9M	
mpos_all.kml	25-Nov-2017 06:10	6.5M	
mpos_link.kml	25-Nov-2017 06:10	3.9K	
mpos_simple.kml	25-Nov-2017 06:10	303K	

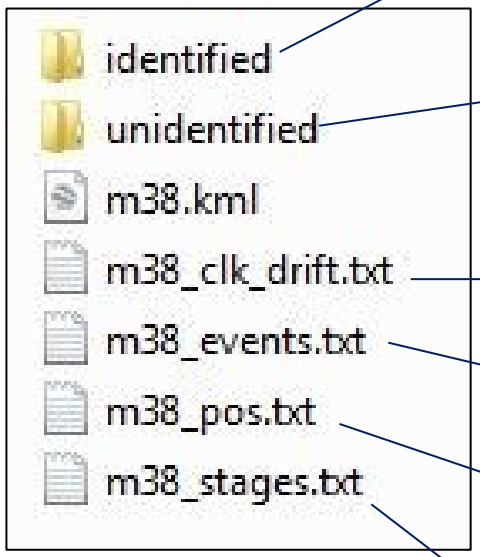
→ Catalogue d'évènments

→ Anciennes missions

→ Mission actuelle

→ Fichier kml global

Les fichiers « mermaid »



Si cohérence entre le catalogue de l'IRIS et le temps d'arrivée de la P
(pour des M4 < 25° ; pour des M5 > 25°)

Pas de cohérence

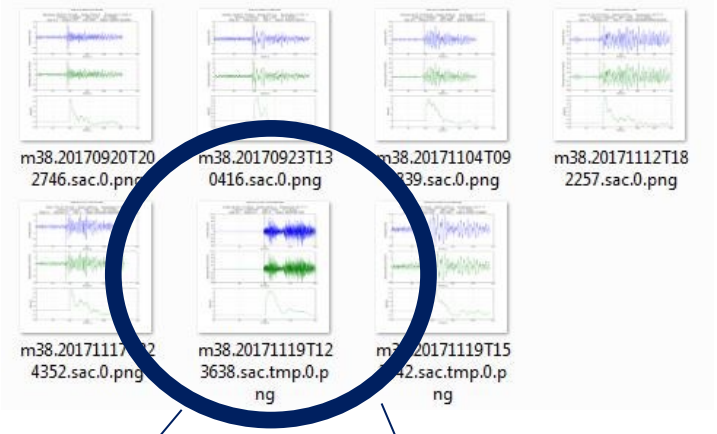
Dérive de l'heure et corrections pour chaque évènement

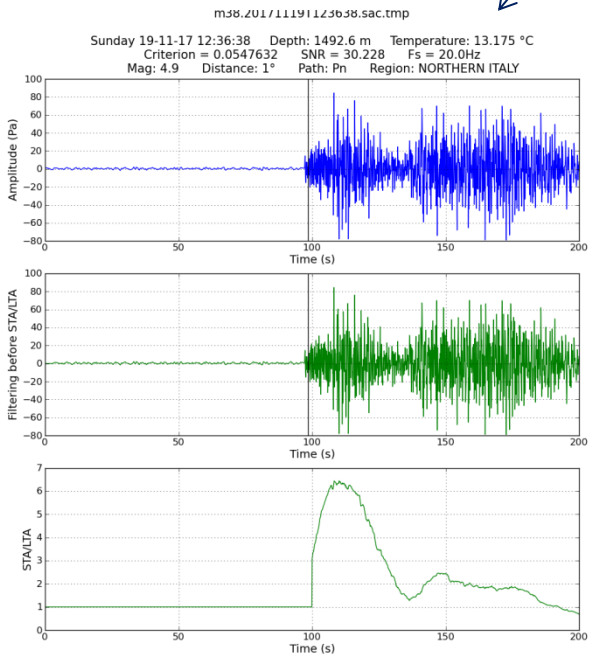
Liste des évènements

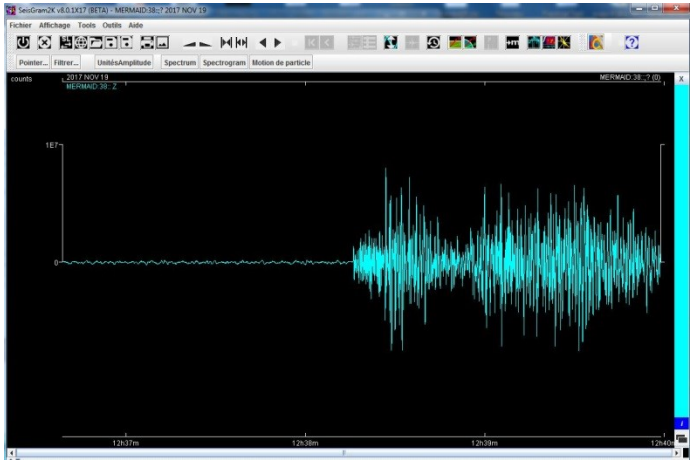
Position GPS (immersion, plongée, évènements)

Dates des différentes étape des cycles de plongées

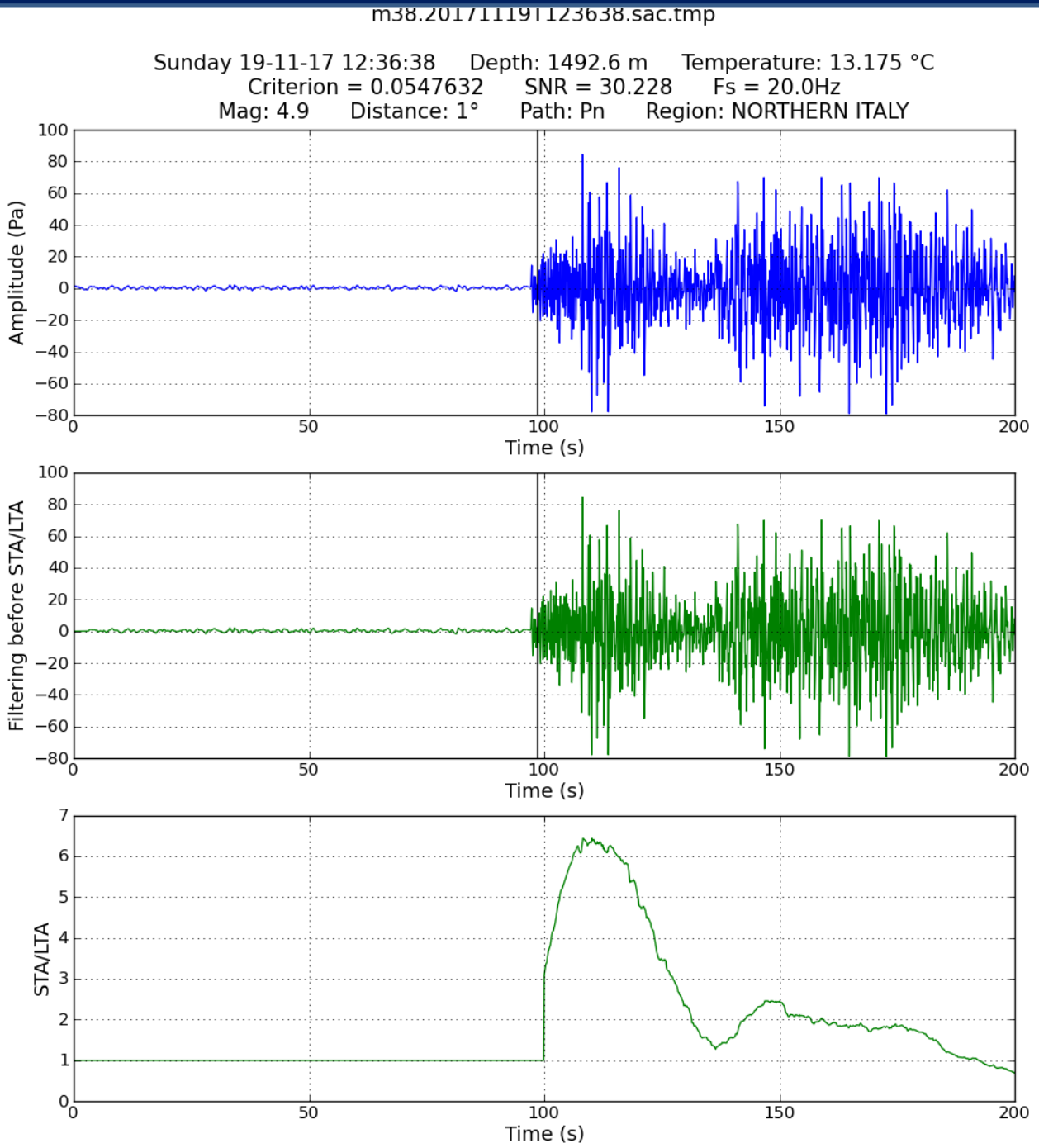
Les fichiers « mermaid »







Les fichiers « mermaid »



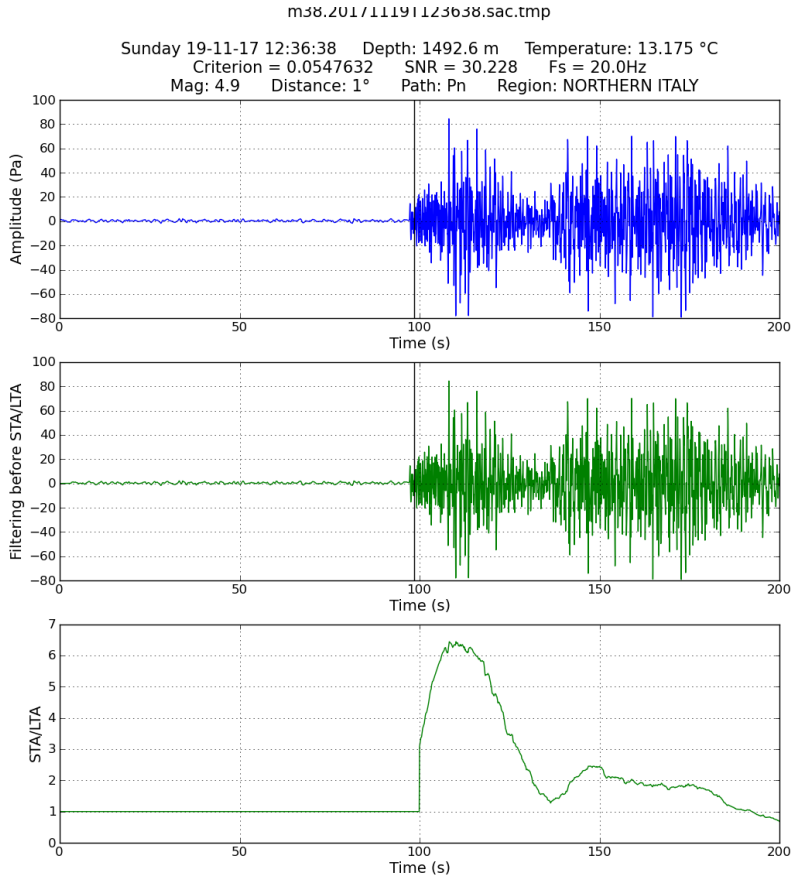
Stockage des évènements

Détermination probabiliste de la détection d'un séisme : une méthode en 3 temps

L'océan : mélange complexe de sources acoustiques

Etape 1 : détecter un signal « remarquable »

- Procédure du STA / LTA (Short Term to Long Term ratio)
- Validation ou non pour le passage vers les étapes suivantes

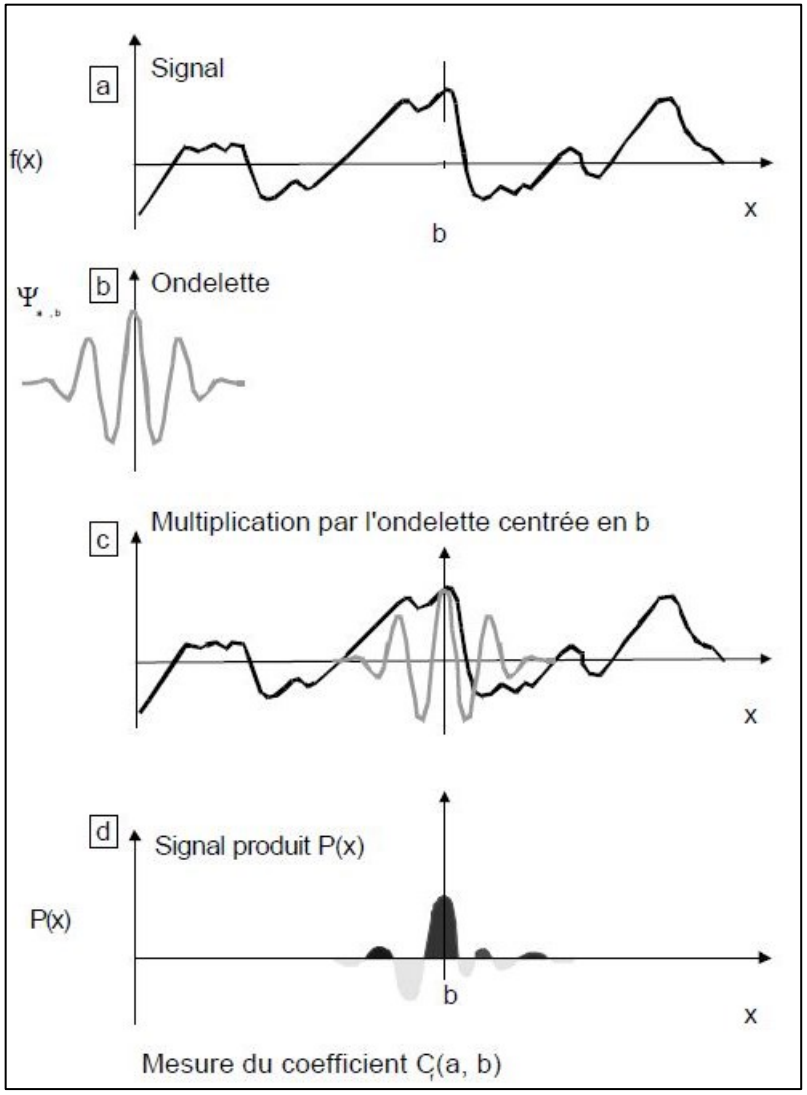


Stockage des évènements

Détermination probabiliste de la détection d'un séisme : une méthode en 3 temps

Etape 2 : analyse en ondelettes

- Ondelettes : fonctions élémentaires qui permettent d'analyser un signal
- Le signal original : signal étendu d'ondelettes, dont on fait varier la largeur (analyse en fréquence et en temps)
- Détermination de « coefficients d'ondelettes » (description de la puissance du signal original)

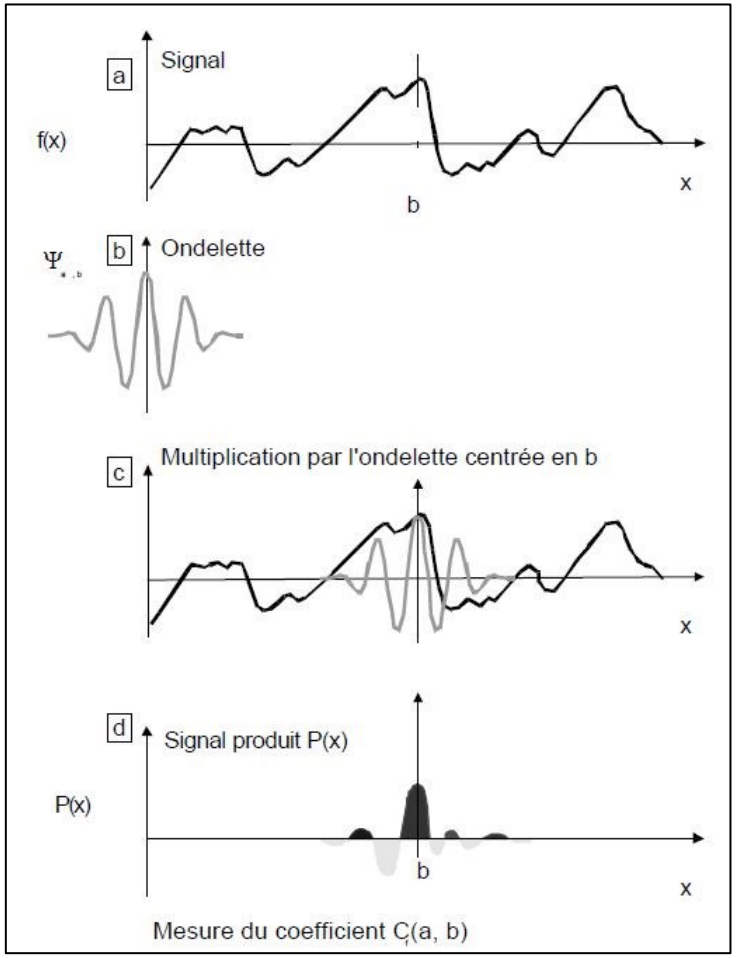


Gaillot, Thèse (2000)

Stockage des évènements

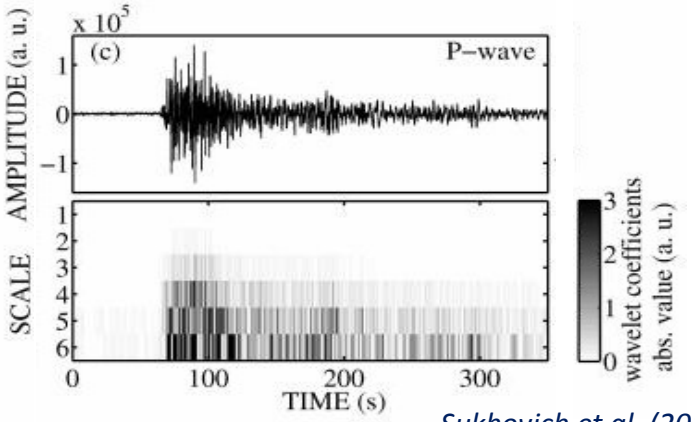
Détermination probabiliste de la détection d'un séisme : une méthode en 3 temps

Etape 2 : analyse en ondelettes



Gaillot, Thèse (2000)

- Construction d'un spectre d'échelle (scalogram)



Sukhovich et al. (2011)

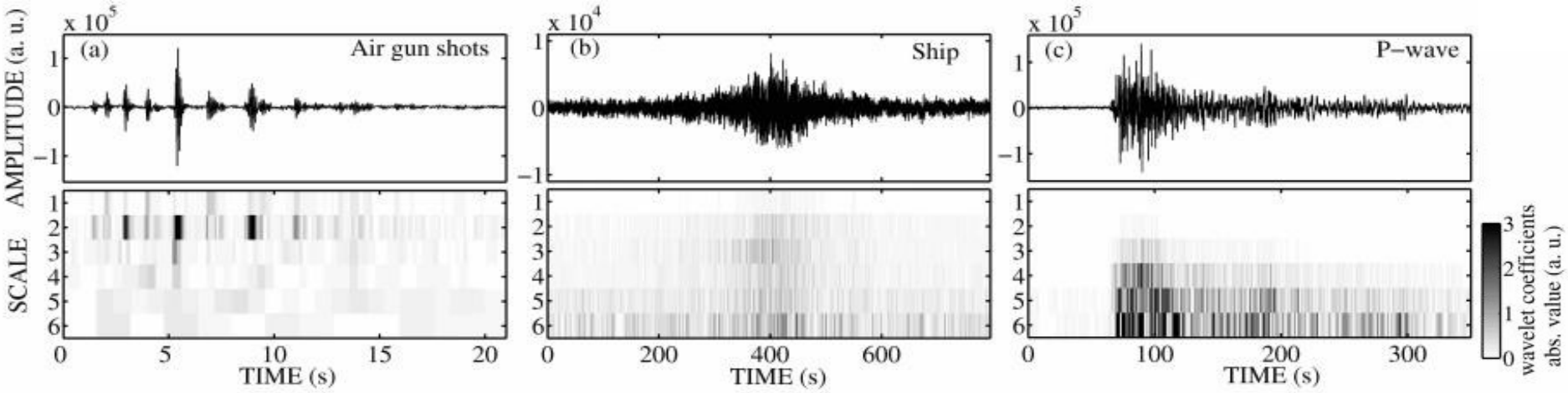
- Le signal des ondes télésismiques est spécifiquement concentré aux échelles 5 et 6
- Bande de fréquences correspondantes : 0.3Hz à 1.25 Hz

➔ Cohérentes avec les fréquences des ondes P

Stockage des évènements

Détermination probabiliste de la détection d'un séisme : une méthode en 3 temps

Etape 2 : analyse en ondelettes



Sukhovich et al. (2011)

Des « scalograms » spécifiques selon la source du signal

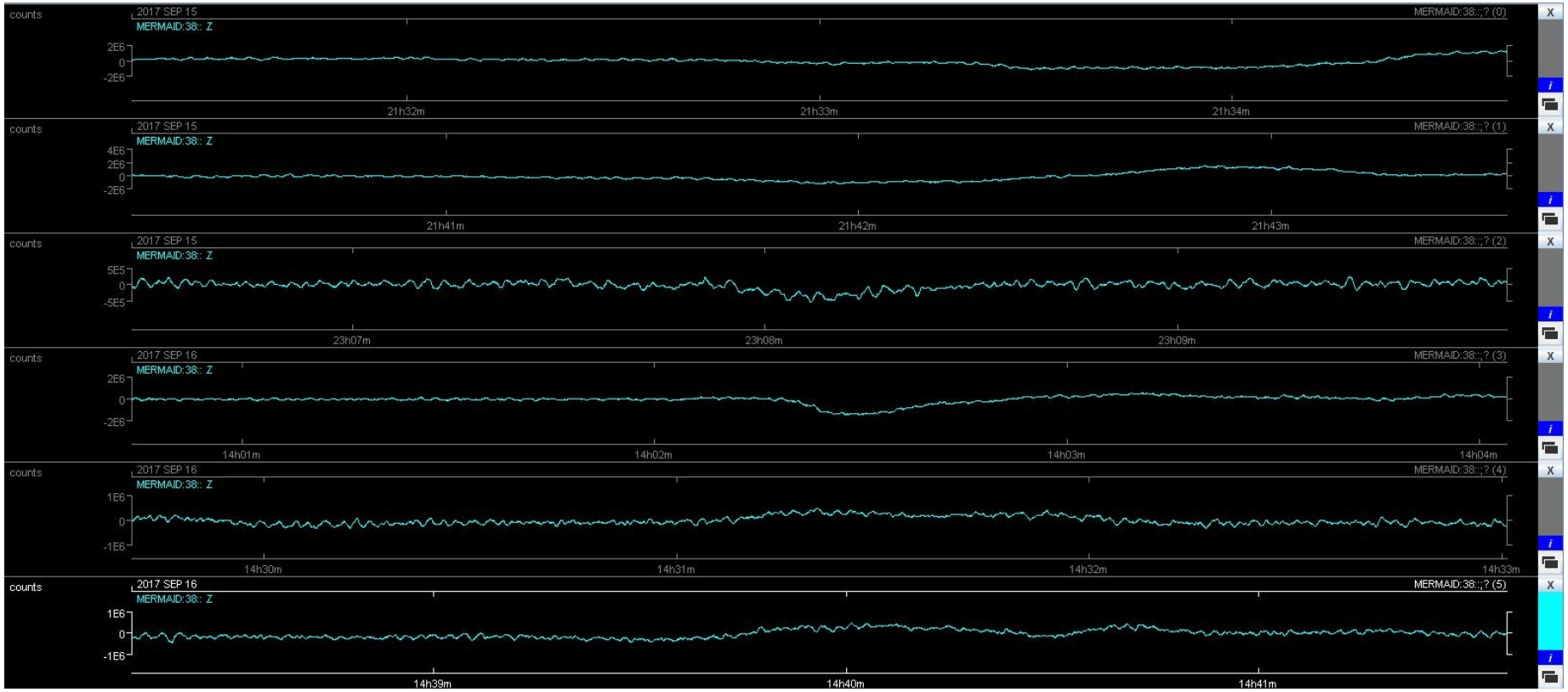
Etape 3 : calcul d'un critère numérique

- Comparaison de la distribution du signal étudié avec une modèle statistique
- Estimation de la probabilité que le signal soit un séisme
- Décision de mettre en route la remontée du flotteur ou non

Et les séismes « non identifiés » ?

De nombreux signaux remplissent les conditions pour être stockés en mémoire, mais ne sont pas identifiés comme des évènements qui se sont produits :

un travail d'analyse nécessaire pour identifier des séismes non référencés
ex : microsismicité proche de la zone de dérive



LES FLOTTEURS MERMAID :

Mobile Earthquake Recording in Marine Area by Independent Divers

Merci !

© Géoazur