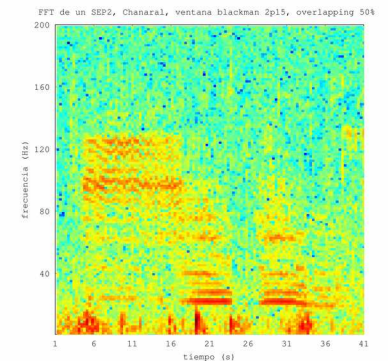
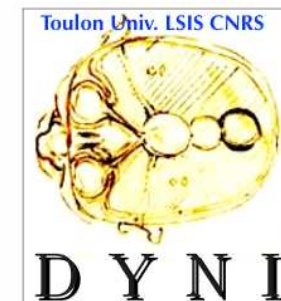


¿ Mais où sont passées les baleines ?

Inversion bioacoustique sous-marine par modèle à éléments finis pour la localisation mono hydrophone de cétacés : application sur la côte chilienne et calcul haute performance



Partenaires du projet :



**Laboratoire des Sciences
de l'Information et
des Systèmes**



Mais où sont les baleines ?



1. Contexte général



Mais où sont les baleines ?



1. Contexte général
2. Localiser les chanteurs

Mais où sont les baleines ?



1. Contexte général
2. Localiser les chanteurs
3. La méthode proposée : description et premiers résultats

Mais où sont les baleines ?



1. Contexte général
2. Localiser les chanteurs
3. La méthode proposée : description et premiers résultats
4. Vers une validation terrain : les mesures

Mais où sont les baleines ?



1. Contexte général
2. Localiser les chanteurs
3. La méthode proposée : description et premiers résultats
4. Vers une validation terrain : les mesures
5. Futur et projets

Mais où sont les baleines ?



1. Contexte général
2. Localiser les chanteurs
3. La méthode proposée : description et premiers résultats
4. Vers une validation terrain : les mesures
5. Futur et projets
6. Discussion

1. Contexte



Illustration de baleine bleue (source : cetáceos de Chile)

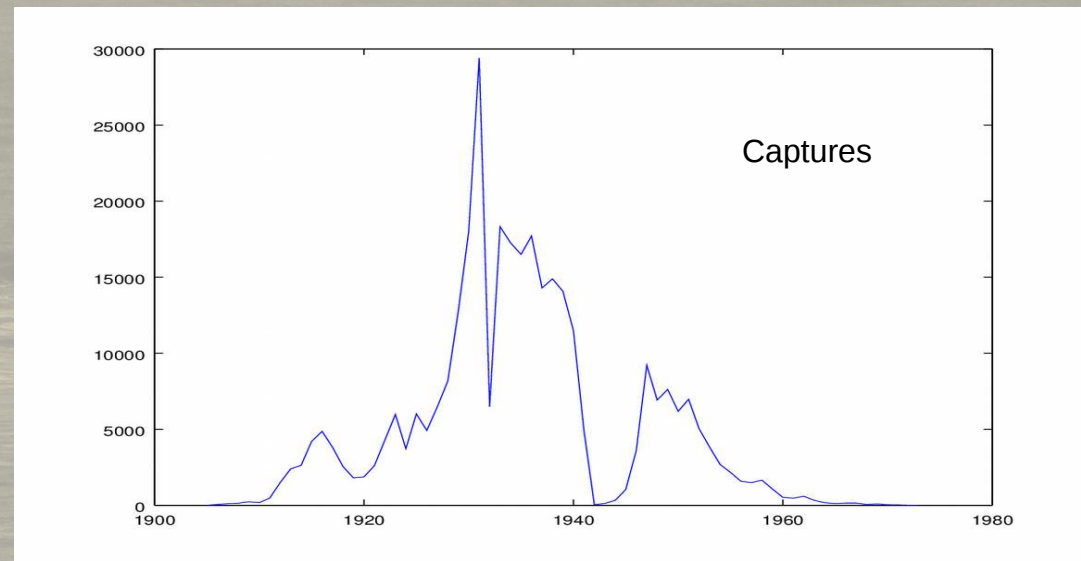
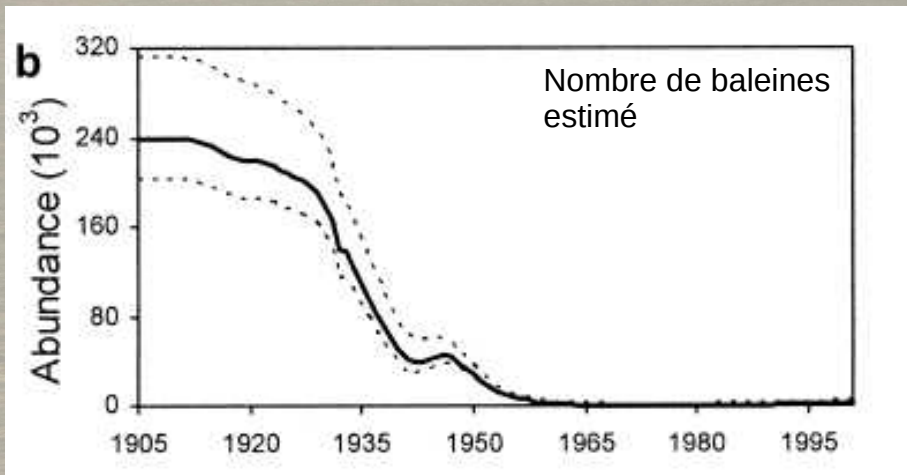
Les baleines en danger critique d'extinction

Baleines bleues antartiques (*balaenoptera musculus intermedia*)

1900 : $\approx 300\ 000$

2000 : ≈ 400

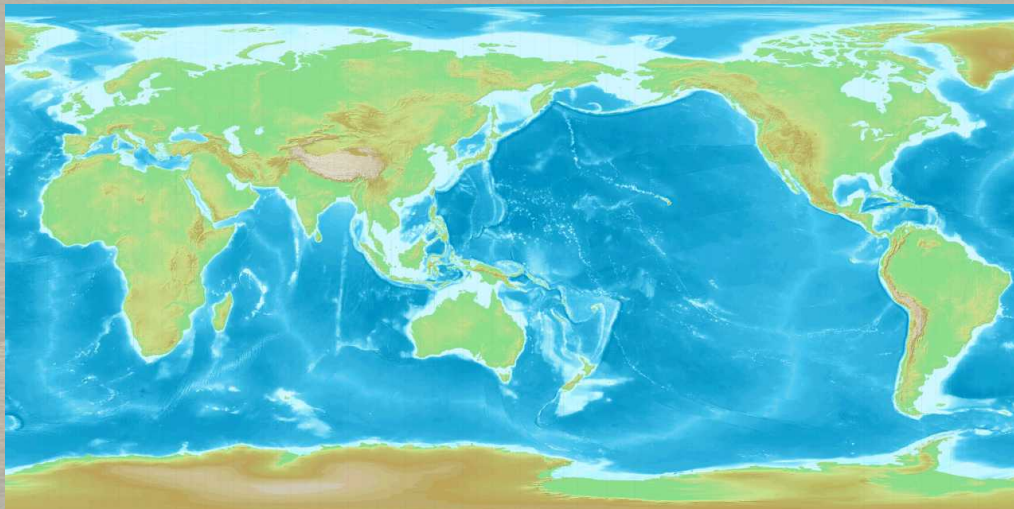
(Branch et al. 2004)



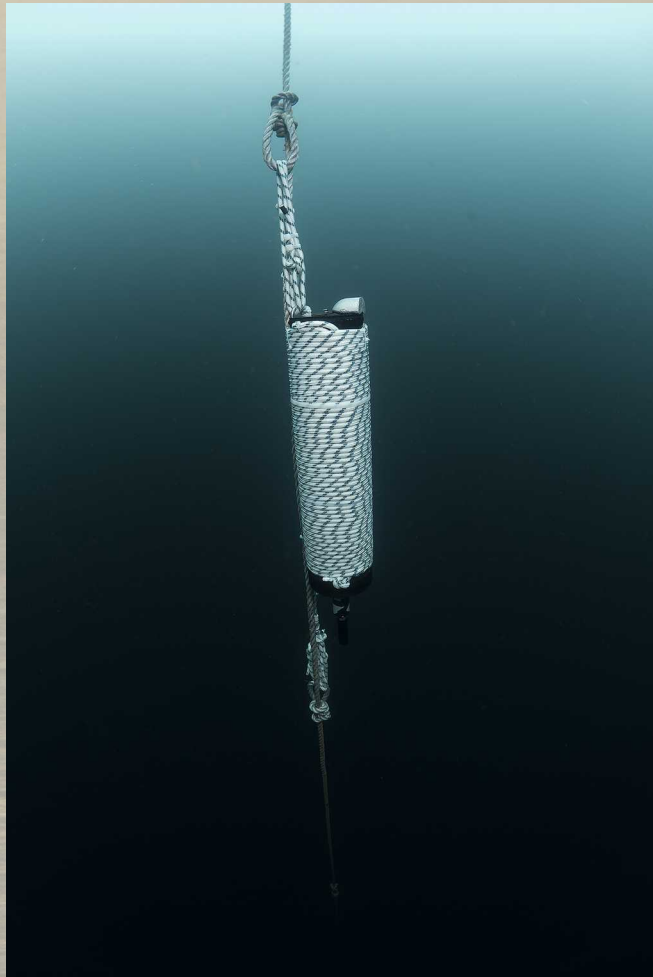
1. Contexte

Le Chili : un pays long !

- de l'Antartique aux Tropiques
- 50 % des espèces de cétacés mondiales
- pays peu dense, tourisme côtier peu développé
- courant de Humbolt et richesse sous-marine
- peu d'échanges maritimes



1. Contexte



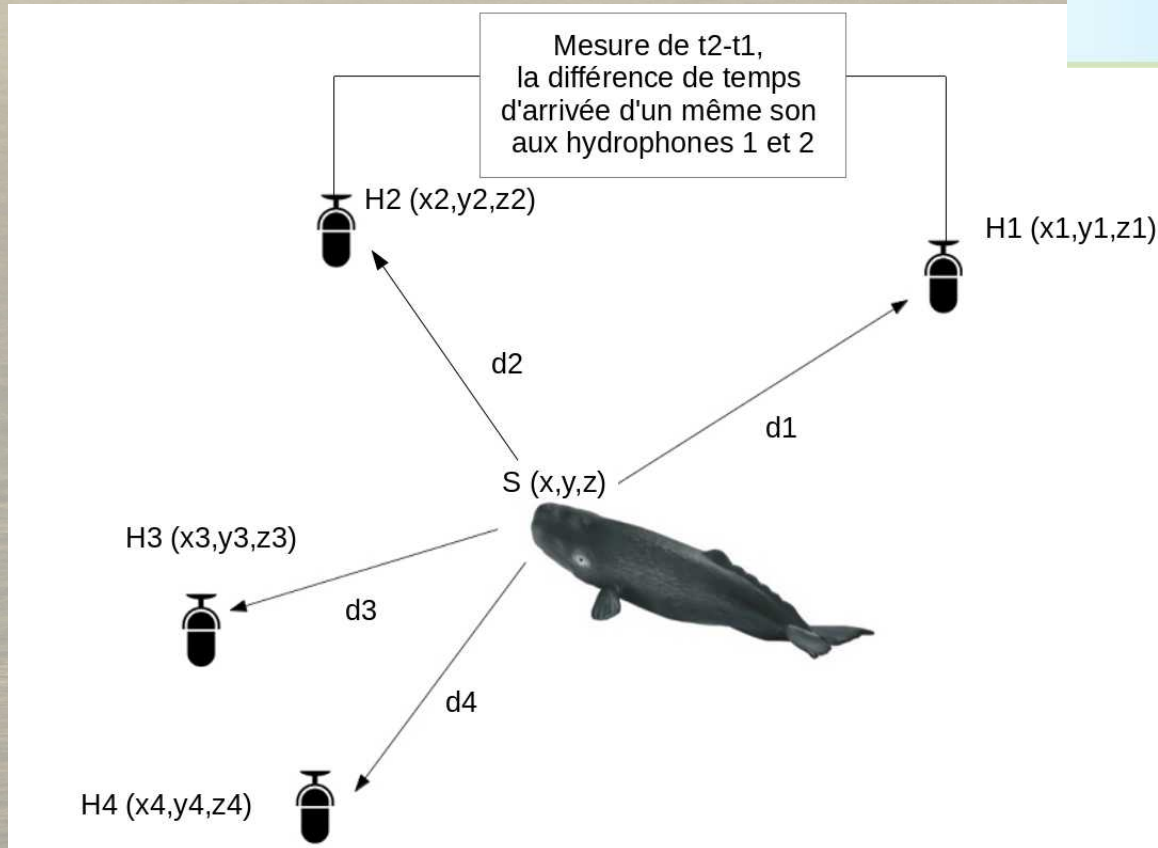
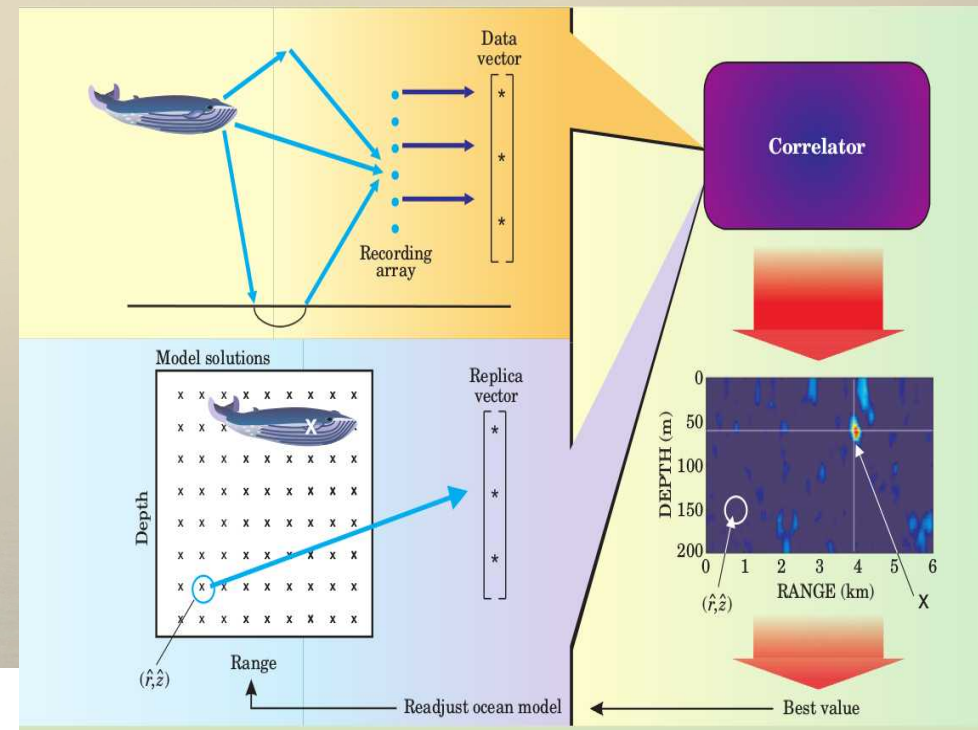
Le suivi par acoustique passive : être le moins invasif et le plus étendu possible

2. Localiser

Mais où est la baleine ?

Plusieurs capteurs :

- méthode des TDOA (Giraudet, Glotin ...)
- méthode des MFP



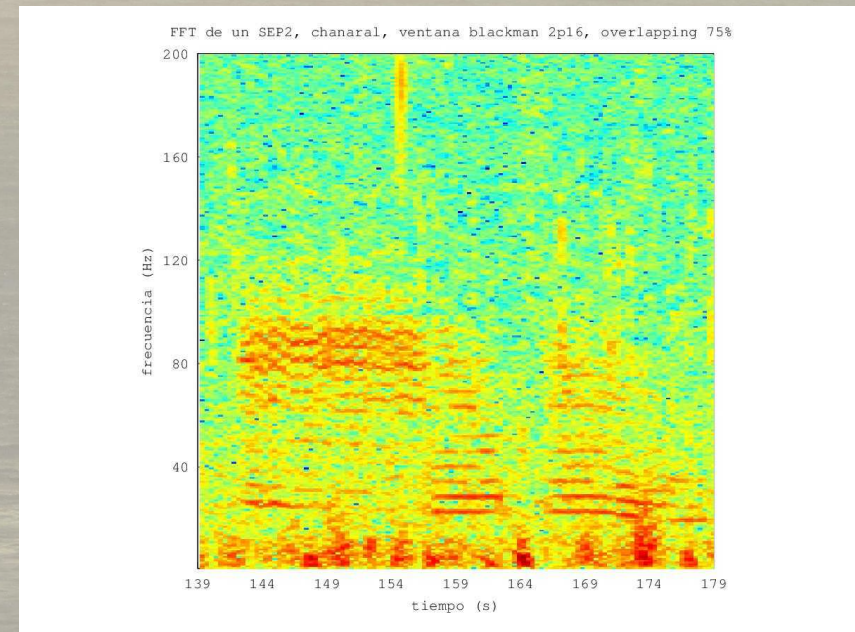
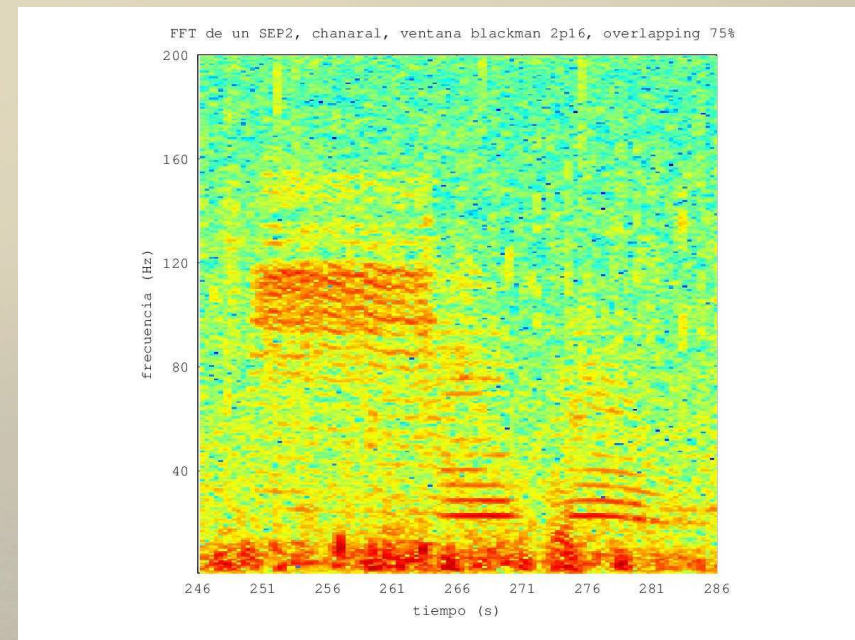
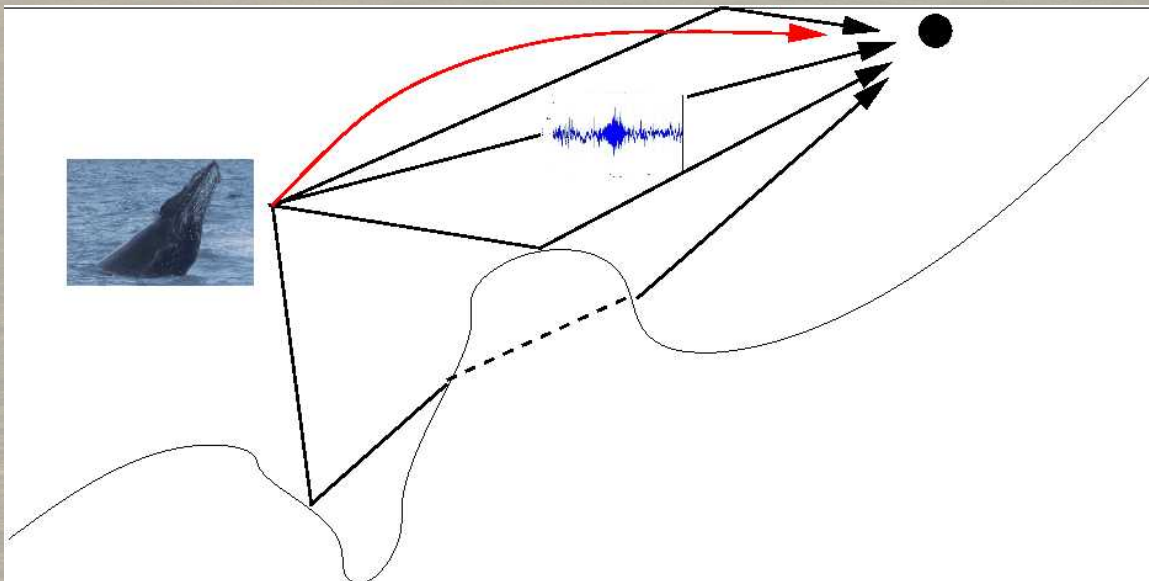
Kuperman 2004

Patris et al, 2015

3. Méthode monohydrophone

**En général, en mer :
un seul hydrophone
disponible ...**

L'onde acoustique suit un chemin
complexe, fortement influencé par les
fonds et les conditions océanologiques

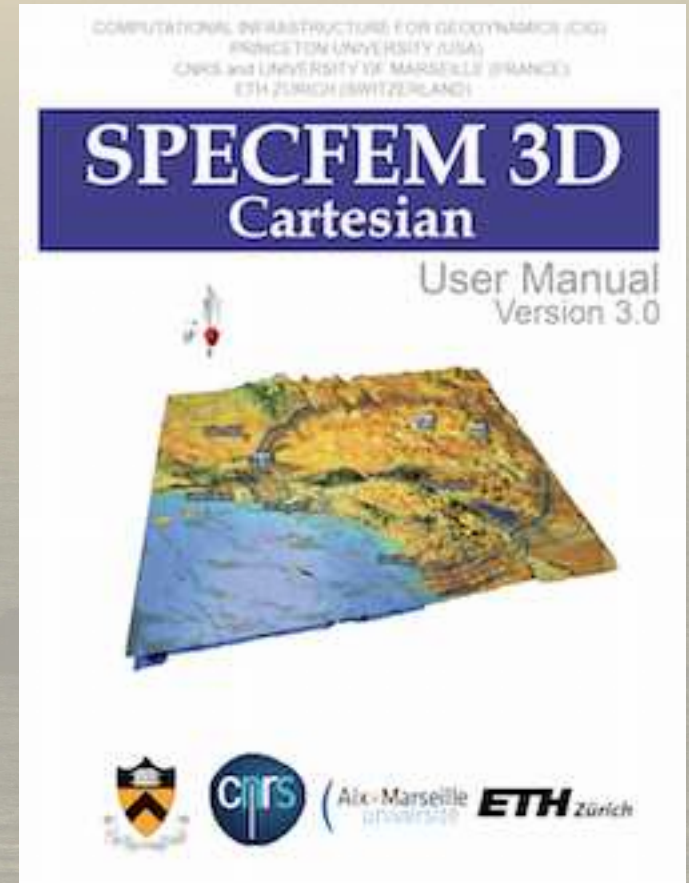


Deux chants mesurés à 8
minutes d'intervalle (Chañaral
2017)

3. Méthode monohydrophone

Modèle de propagation 3D

- Modèle issu de la géophysique
- Éléments spectraux
- Travail en temporel (et non en fréquentiel)
- Calcul parallèle
- Très souple et adaptable
- Equipe de développement à Marseille (LMA)

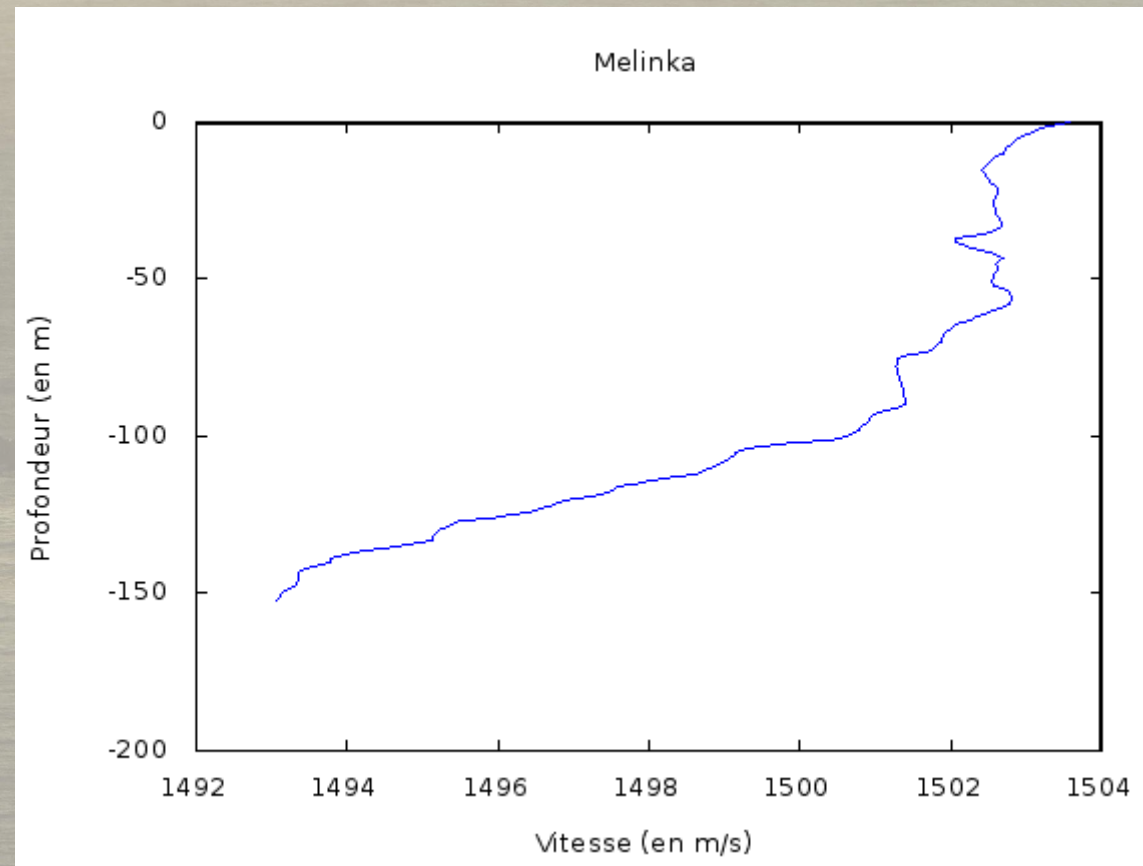
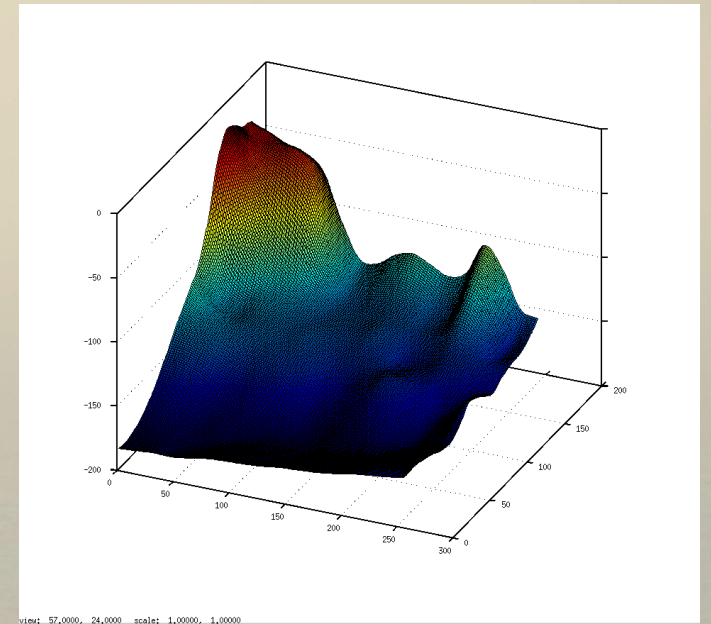


3. Méthode monohydrophone

Nécessite autour du lieu d'enregistrement :

- la bathymétrie
- des données d'océanologie

Données fournies par
S. Buchan, COPAS –
Sur , Universidad de
Concepción
Localisation :
Melinka, au sud du
golfe de Corcovado



3. Méthode monohydrophone

**Adapter le logiciel en collaboration
avec ses développeurs au LMA à**

Marseille :

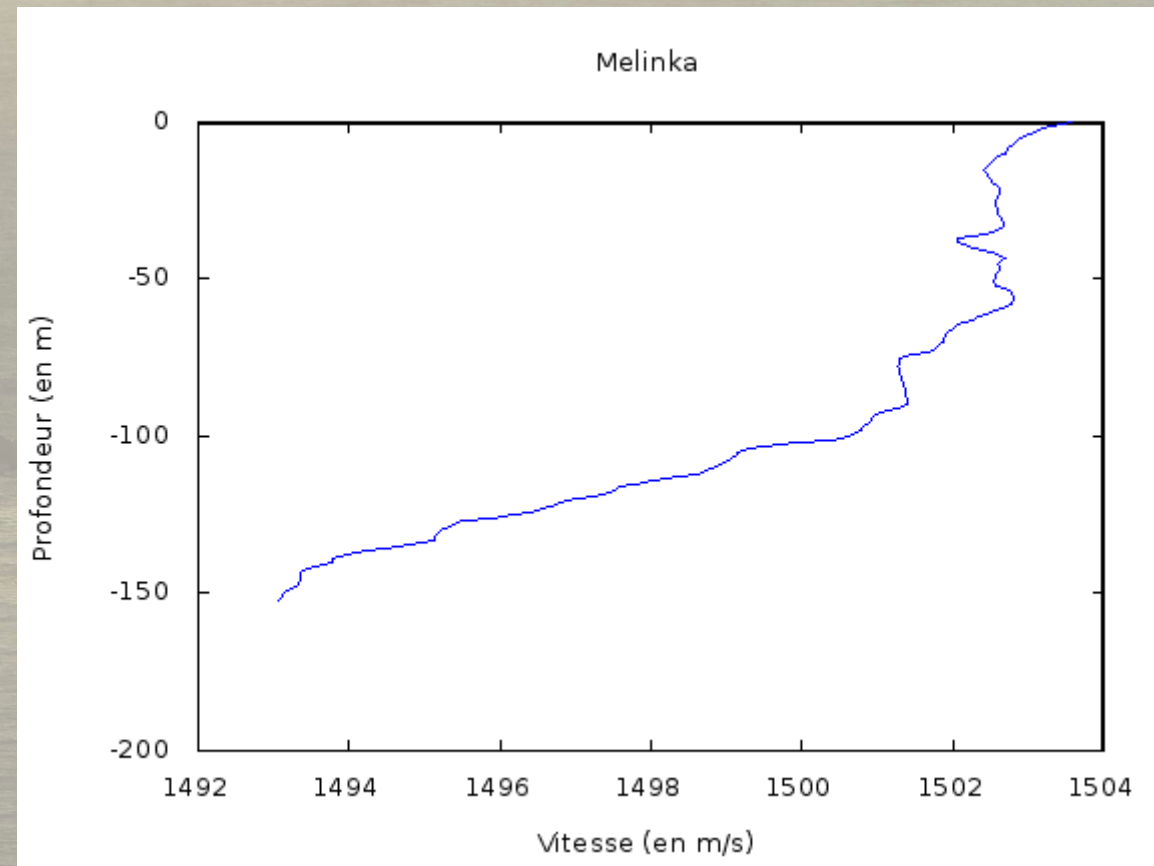
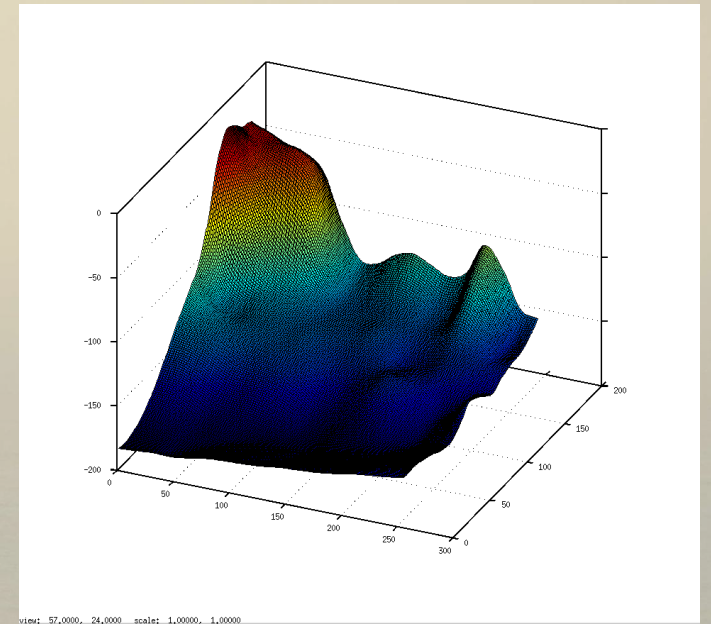
Dimitri Komatitsch

Vadim Monteiller

Alexis Bottero

Bence Solimosi

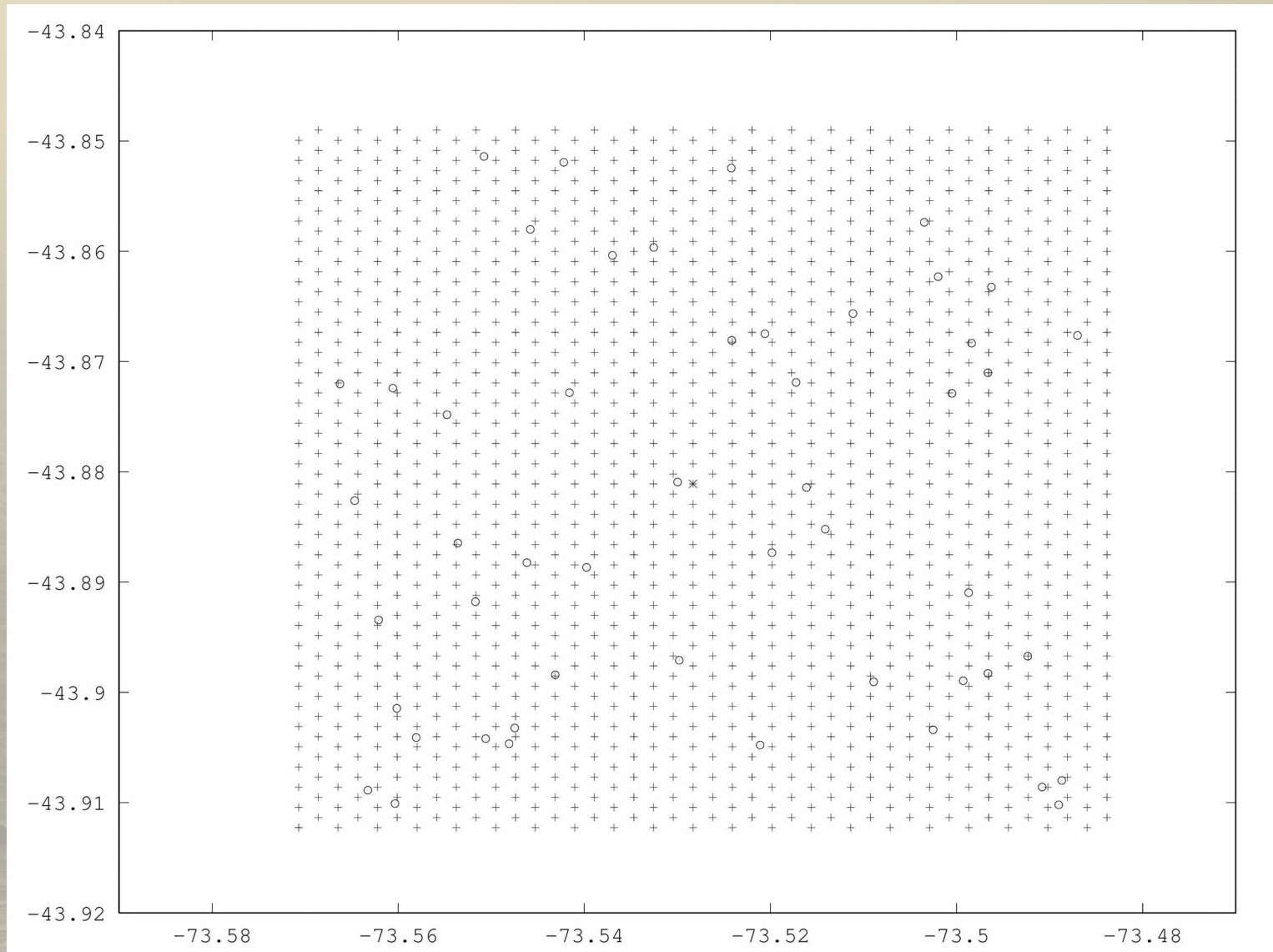
...



3. Méthode monohydrophone

Méthode :

- Une grille de 4410 positions possibles (trois profondeurs, boîte de 10 km de côté échantillonnée à 200 mètres)
- Récepteur au centre
- 50 émetteurs simulés placés au hasard

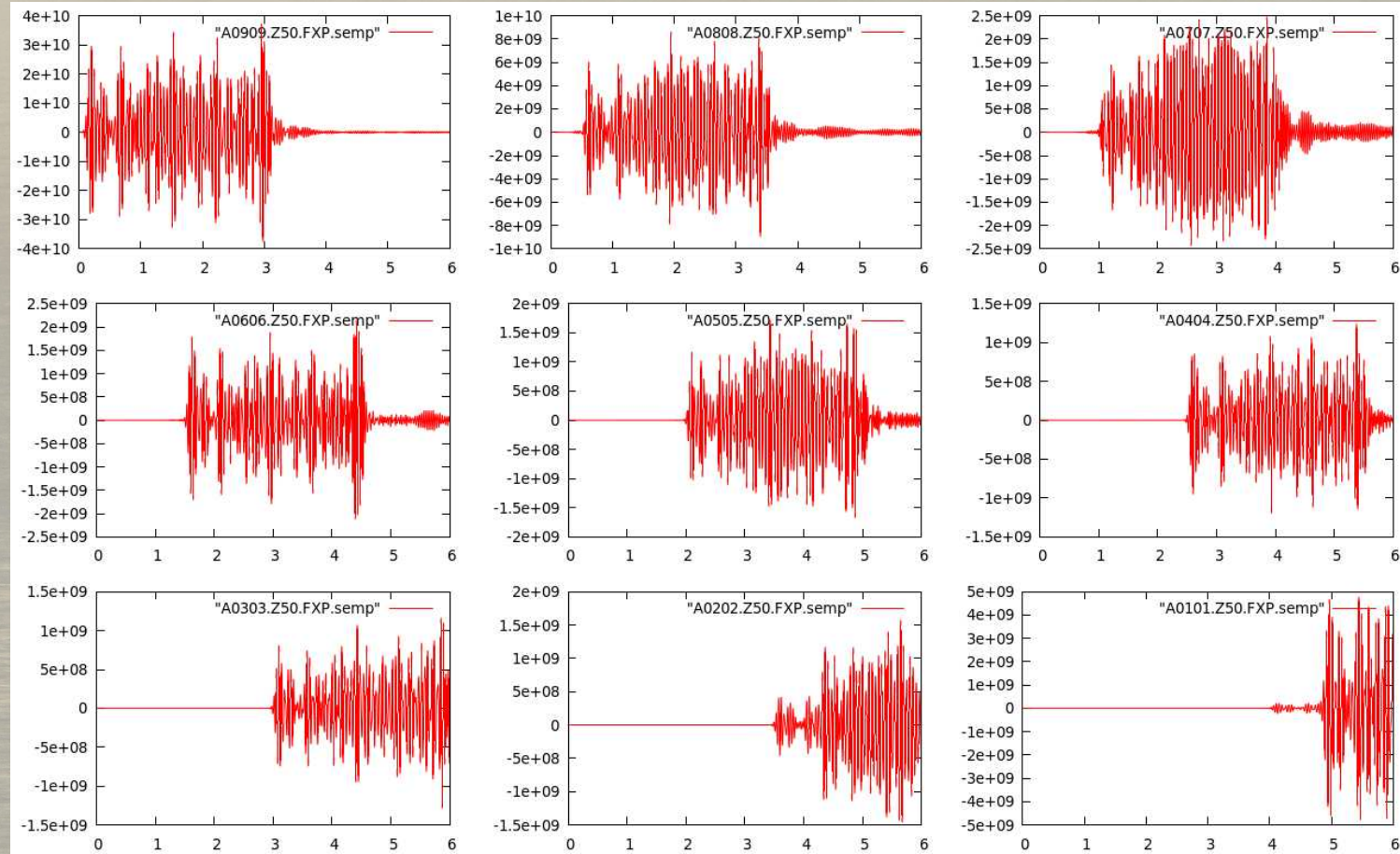


Inversion bas coût grâce au principe de réciprocité

3. Méthode monohydrophone

- signal d'entrée : portion de chant de baleine bleue, fournie par S. Buchan
- on récupère le signal propagé sur les 4410 points de la grille et les 50 positions d'émetteurs virtuel
- corrélations des signaux translatés dans le temps et

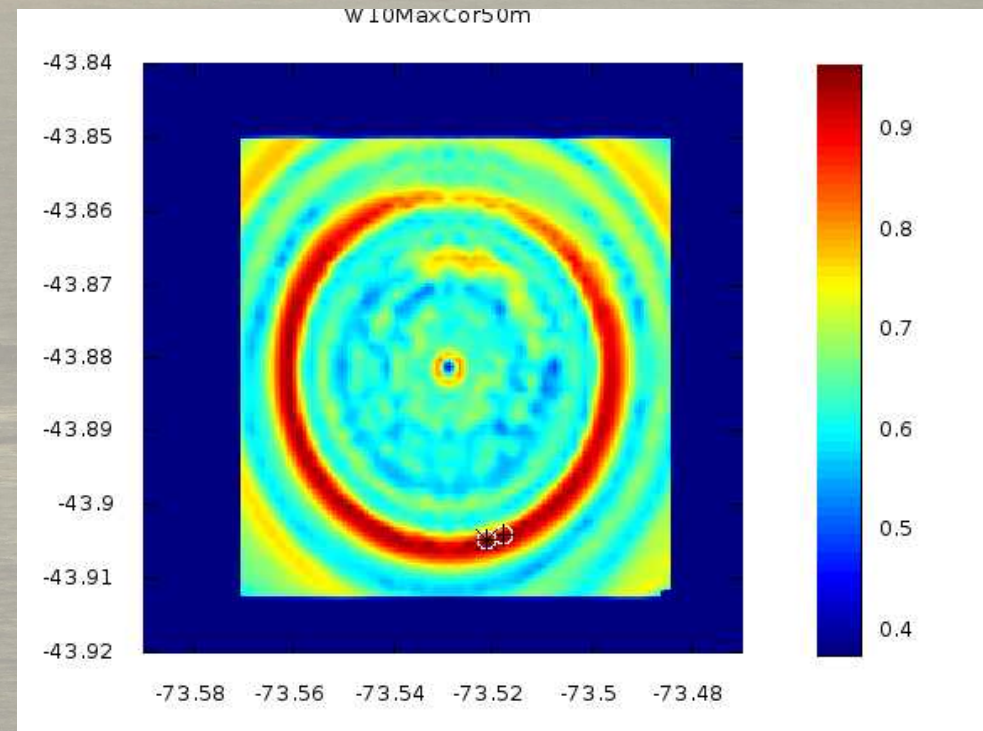
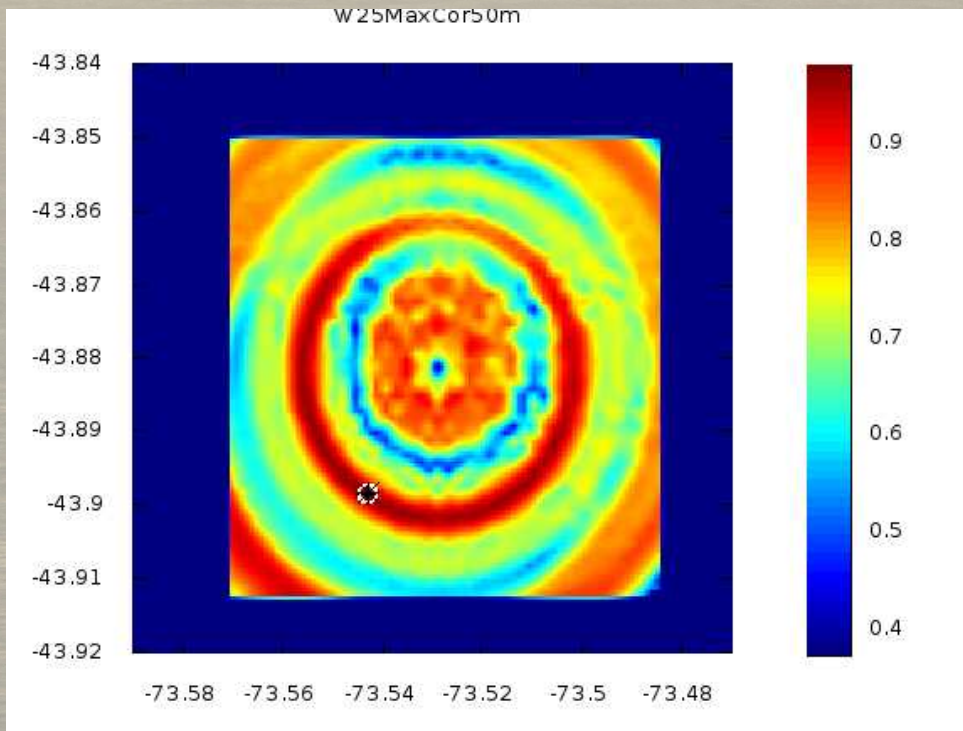
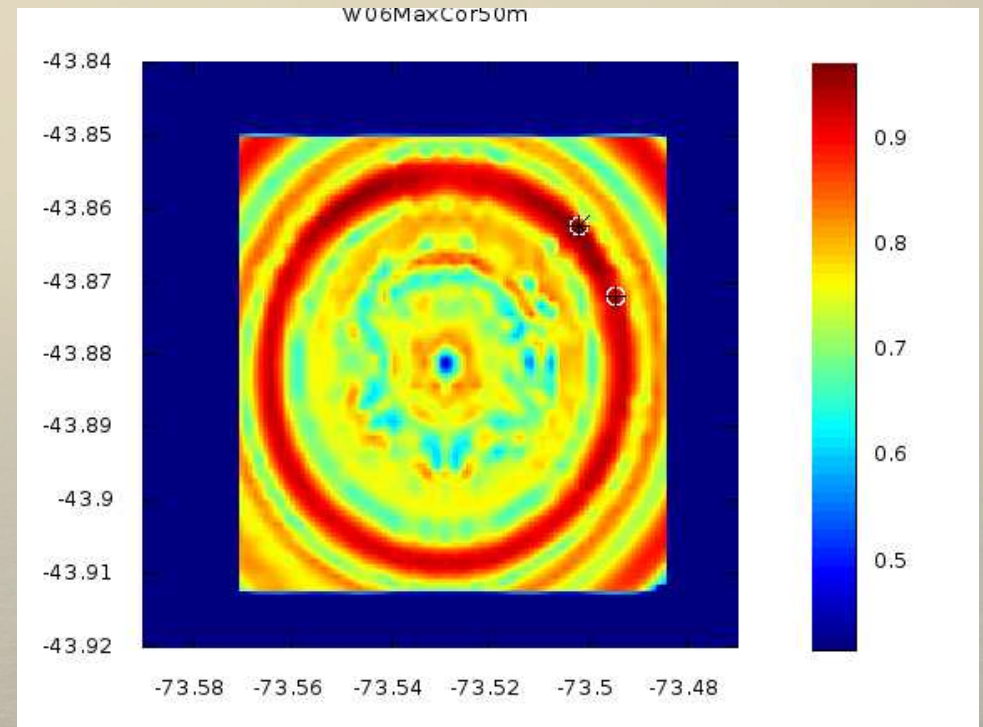
normalisés
(corrélation sur la forme, à l'exclusion de l'intensité et du décalage en temps)



3. Méthode monohydrophone

Résultats des premières simulations effectuées sur les grand calculateurs nationaux

Exemples de cartes de corrélation 2D (profondeur fixe)



3. Méthode monohydrophone

Commentaires

- profondeur des émetteurs retrouvée à 100 % (40 m)
- distance à l'hydrophone retrouvée dans 100 % des cas
- position retrouvée dans 50 % des cas à 500 m près

=> * Forte domination de la symétrie cylindrique (zone peu profonde)

* méthode utile pour récupérer la distance au capteur (intérêt pour les études statistiques)

* à améliorer pour les positions précises

Hypothèses non testées sur la simulation : nécessite une validation terrain (position de la baleine connue !!)

4. Validation terrain

Obtenir des données avec suivi visuel



4. Validation terrain

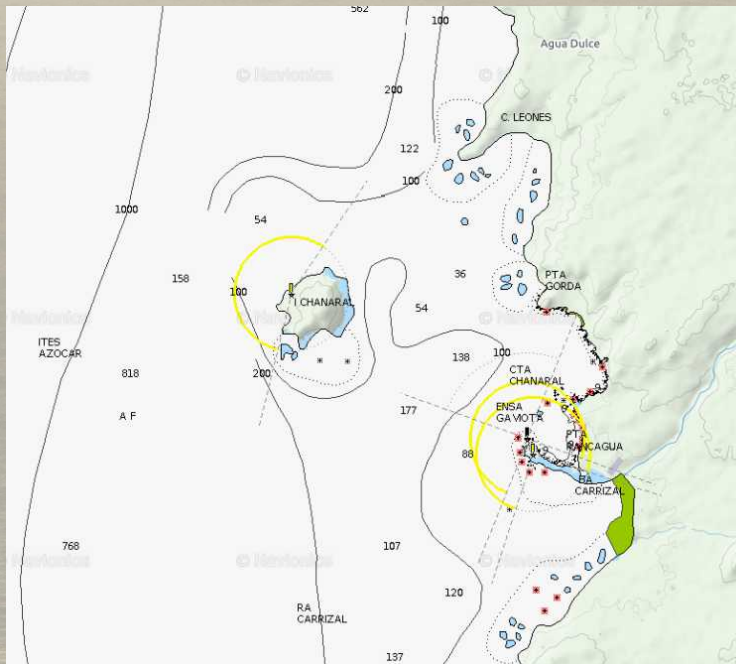
Obtenir des données avec suivi visuel :

- Choix d'un lieu**
- Collaboration**
- Conception et pose d'un appareil**



4. Validation terrain

Le lieu :
parc national 'pinguinos de Humbolt'
et réserve marine 'Isla Chañaral'




4. Validation terrain


Le lieu :

parc national 'pinguinos de Humboldt'
et réserve marine 'Isla Chañaral'




Ministerio del Medio Ambiente
fpa
fondo de protección ambiental
Gobierno de Chile

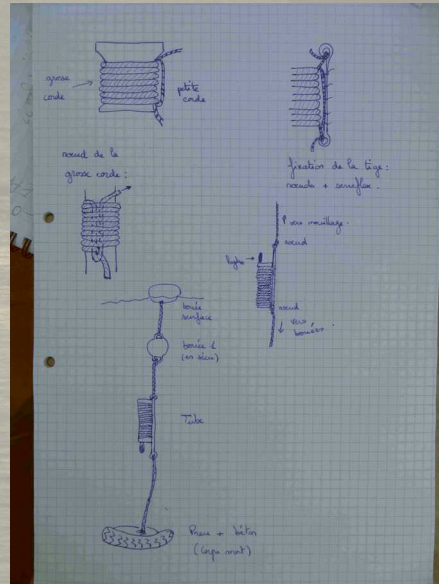
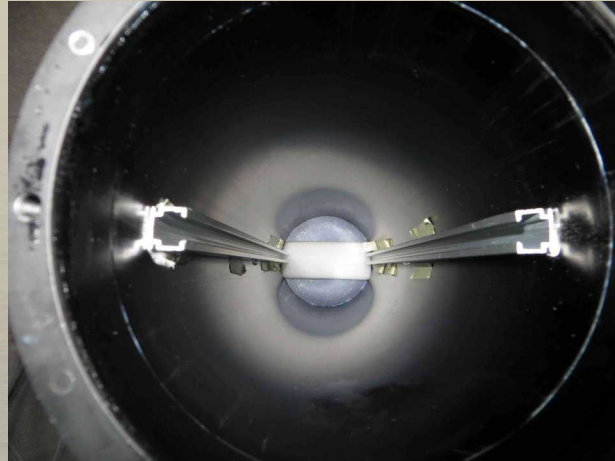
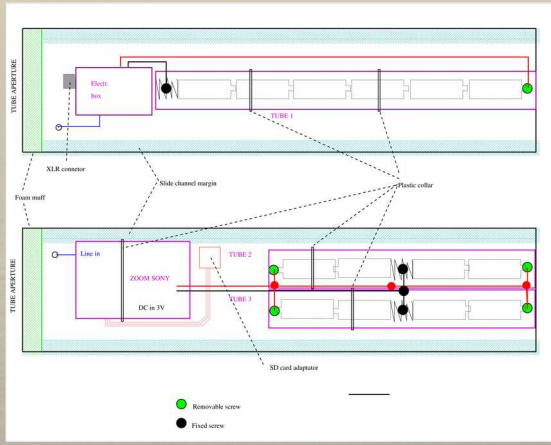
Whale-watching en la Reserva Marina Isla Chañaral: manejo y planificación para una actividad sustentable -Comuna de Freirina-



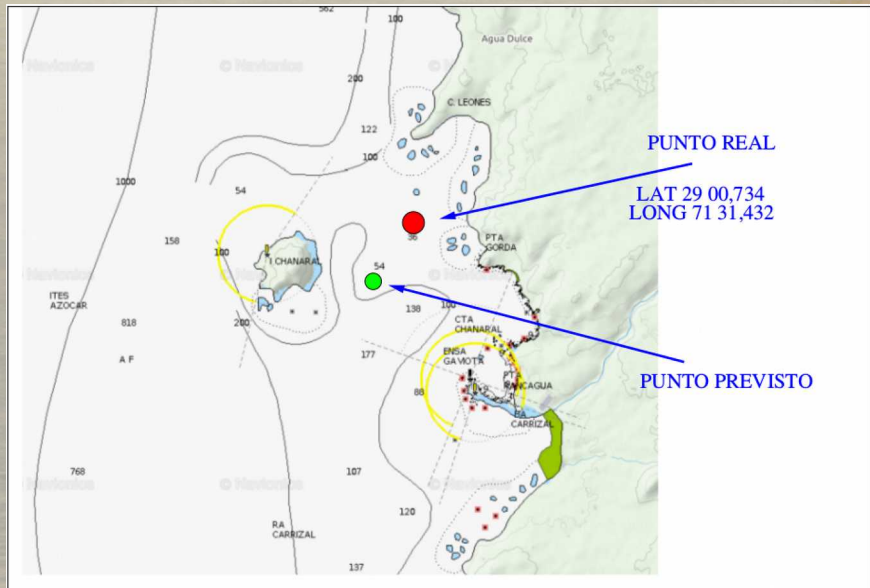
Organismo Ejecutor: Universidad de Valparaíso

4. Validation terrain

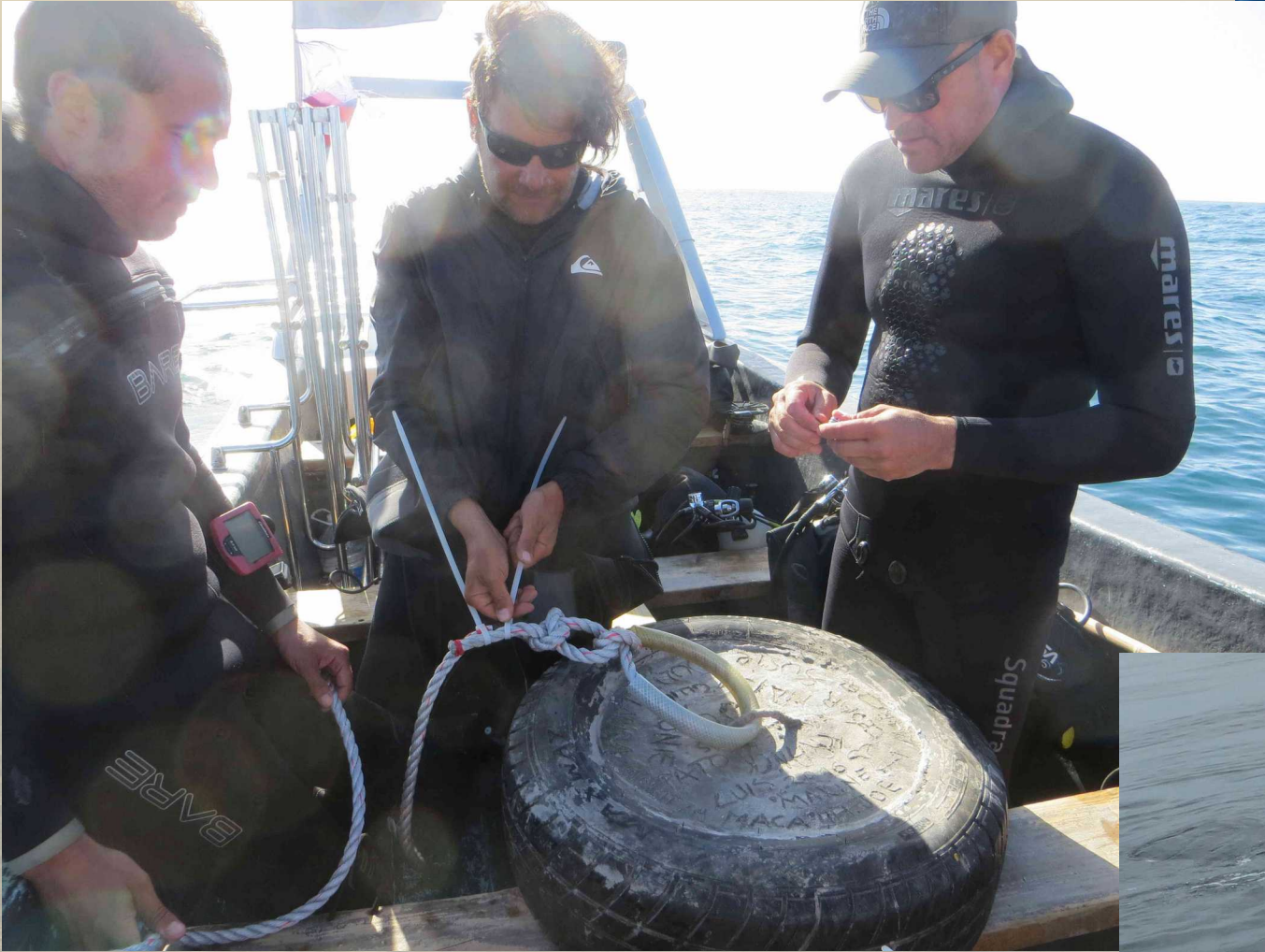
Conception, construction et pose d'un appareil d'enregistrement autonome



4. Validation terrain



4. Validation terrain



4. Validation terrain

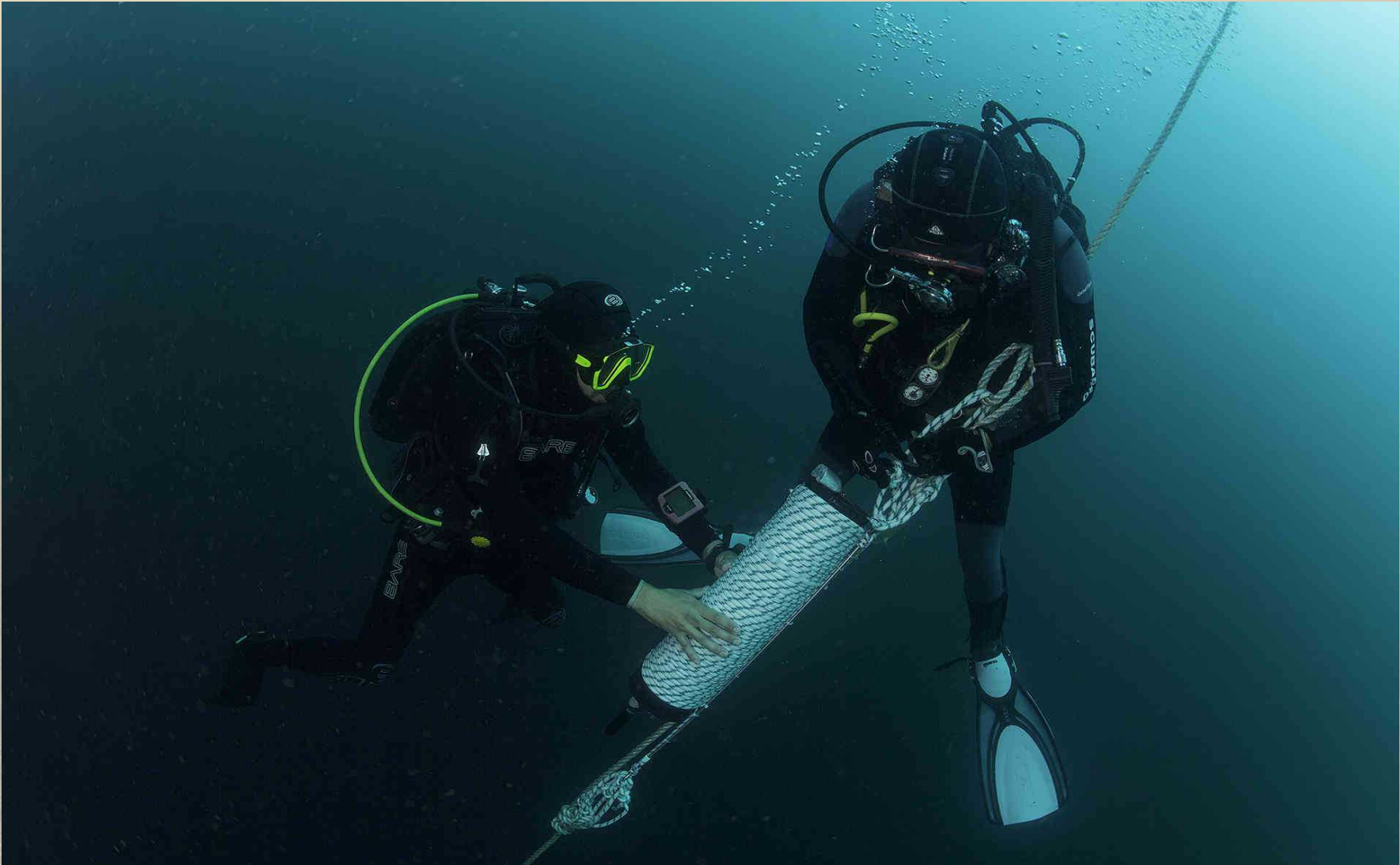


Foto Francis Perez

4. Validation terrain

Equipe de suivi visuel sur l'île

Données brutes
(source : M. Santos)



N° Escaneo	Hora (hh:mm:ss)	Lectura Teodolito		Individuos	Especie	Observación
		Horizontal	Vertical			
1	11:09:00	Inicio				
	11:20:54	17 31 08	90 12 59			Buque al Norte de Playa Tetillas, buque identificado como Abate Molina
	11:21:15					Moto de agua al sur de Palo Gordo pegada al continente
	11:32:41				B.Indef	1 Ballena al norte de la isla, pegada a la isla
	11:33:40	Término				

4. Validation terrain

900 heures d'enregistrement

- 3 x 15 jours
- deux périodes avec suivi visuel (9h par jour)
- large bande, de 5 Hz à 48 kHz



5. Futur et projets

Les données recueillies seront au centre de plusieurs autres projets :

- Traitement automatique des données (LSIS)
- Analyse de la population de baleines bleues (S. Buchan)
- Gestion durable du tourisme (M. Santos)

Bartcus et
al. 2015

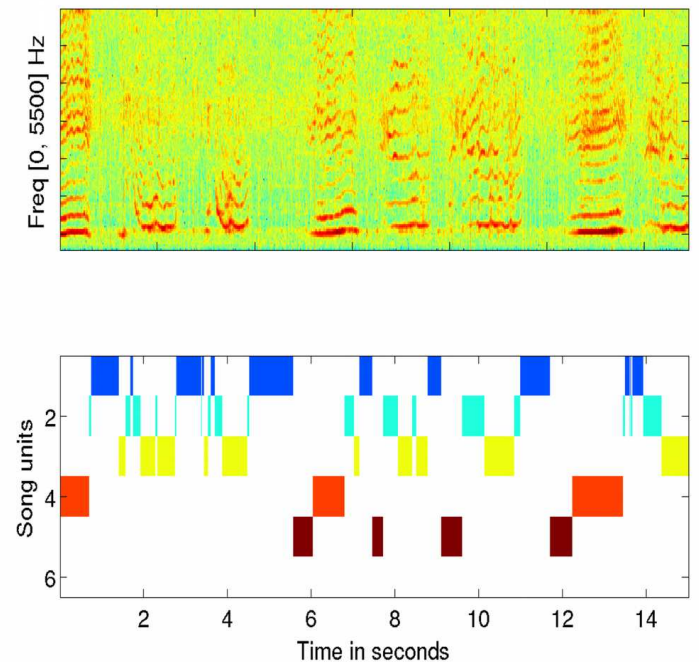
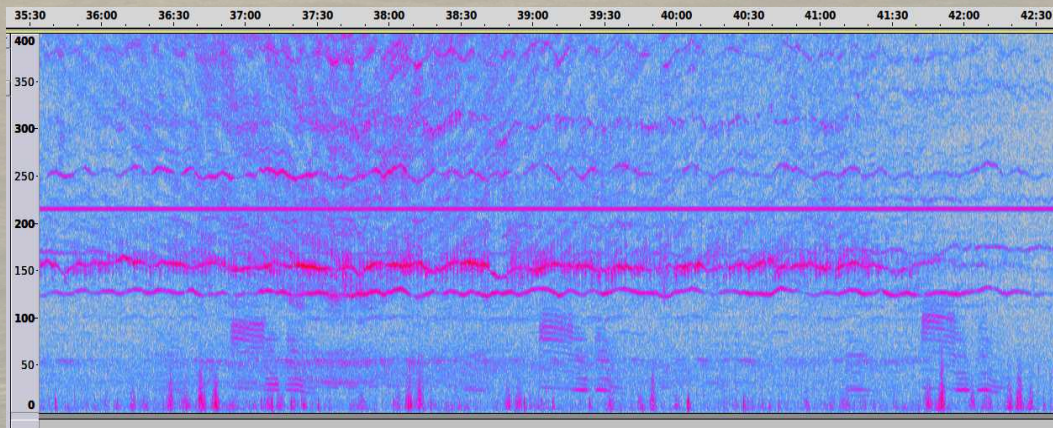


Fig. 5. The spectrogram of the whale song (top), starting with 60 seconds and the obtained state sequences (bottom) by the Gibbs sampling inference approach for the HDP-HMM.

5. Futur et projets

Notre projet se poursuit avec l'utilisation des données obtenues, l'amélioration et le test de la méthode mais aussi un nouveau projet de terrain dans le détroit de Magellan



5. Futur et projets

utilisation des données obtenues pour notre méthode monohydrophone :

- construction et maillage d'une boîte autour du canal de Chañaral
- introduction de la variation de vitesse en fonction de la profondeur
- récupération des données annotées de l'équipe à terre
- test à l'échelle et validation terrain



5. Futur et projets

Notre projet se poursuit avec l'utilisation des données obtenues, l'amélioration et le test de la méthode mais aussi un nouveau projet de terrain dans le détroit de Magellan

