



**HAL**  
open science

## Caractéristiques des signaux d'explosions de contre-minage en mer, enregistrés sur les côtes et aux stations permanentes RESIF

Beucler É., Mickaël Bonnin, Anne Deschamps, Thierry Garlan, Nathalie Cristini, Fang Wang, Diego Mercerat, Paul Cristini, Xavier Martin, David Ambrois, et al.

### ► To cite this version:

Beucler É., Mickaël Bonnin, Anne Deschamps, Thierry Garlan, Nathalie Cristini, et al.. Caractéristiques des signaux d'explosions de contre-minage en mer, enregistrés sur les côtes et aux stations permanentes RESIF. RESIF 2019, 4èmes Rencontres Scientifiques et Techniques Résif, Nov 2019, Biarritz, France. , 2019. hal-02445825

**HAL Id: hal-02445825**

**<https://hal.science/hal-02445825>**

Submitted on 20 Jan 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Caractéristiques des signaux d'explosions de contre-minage en mer, enregistrés sur les côtes et aux stations permanentes RESIF

Éric Beucler<sup>1</sup>, Mickaël Bonnin<sup>1</sup>, Anne Deschamps<sup>2</sup>, Thierry Garlan<sup>3</sup>, Nathalie Favretto Cristini<sup>4</sup>, Fang Wang<sup>4</sup>, Diego Mercerat<sup>5</sup>, Paul Cristini<sup>4</sup>, Xavier Martin<sup>2</sup>, David Ambrois<sup>2</sup>, Xavier Mathias<sup>3</sup>, Émeric Brenon<sup>3</sup>, Olivier Morio<sup>3</sup>, Yann Stéphane<sup>3</sup>, Michel Pernoud<sup>5</sup>, Philippe Langlaude<sup>5</sup>

- Laboratoire de planétologie et géodynamique (UMR-CNRS 6112), OSUNA, Nantes Université, Université d'Angers
- Géoazur (UMR-CNRS 7329/UR-IRD 082), OCA, Université Nice Sophia Antipolis

- Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, Brest
- Laboratoire de mécanique et d'acoustique (UMR-CNRS 7031), Aix Marseille Université, École Centrale de Marseille
- Service Risque Sismique, CEREMA Méditerranée

Le projet POSA (Caractérisation de la Propagation des Ondes Sismiques d'origine Anthropique, ANR ASTRID 2015-2019) a pour but de décrire et quantifier l'énergie sismique se propageant sur les côtes lors des opérations de contre-minage menées par la Marine. Des engins explosifs de la seconde guerre mondiale, dont la charge varie de quelques unités à quelques centaines de kilogrammes (eq. TNT), sont retrouvés chaque semaine sur les côtes françaises. Dans un délai très bref après leur découverte, ces engins doivent être détruits par les services spécialisés de la Marine. Si les risques liés aux engins sont bien maîtrisés par les démineurs, les conséquences de l'action de contre-minage sur l'environnement sont beaucoup plus difficiles à évaluer.

Deux campagnes d'acquisition ont eu lieu en nov. 2016 et déc. 2018. Durant la 2<sup>e</sup> campagne, un déploiement de capteurs proches des côtes et dans les terres a permis d'enregistrer les champs d'ondes sur une large gamme de distances épicentrales, d'azimuts et de fréquences. Le signal sismique lié aux explosions se caractérise par deux phases distinctes d'énergie que nous interprétons comme une propagation d'ondes majoritairement de compression dans le substrat solide et dans la couche d'eau. L'efficacité de la conversion d'ondes acoustiques en ondes sismiques lors du passage du front d'onde de l'eau à la terre semble dépendre fortement de la morphologie du rivage. Dans les terres, les stations RLBP n'enregistrent que la partie basse-fréquence de ce signal.

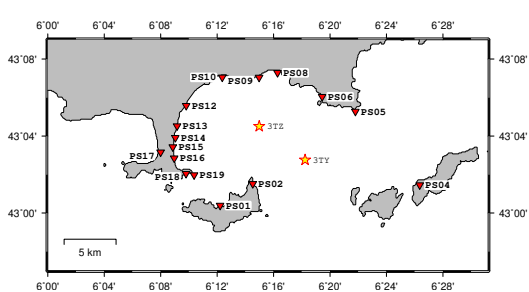


Fig. 1: Localisation des deux jalons durant la campagne de contre-minage de déc. 2018 (3TZ pour S1,S2 et 3TY pour S3, S4, S5, S6, S7 et S8).

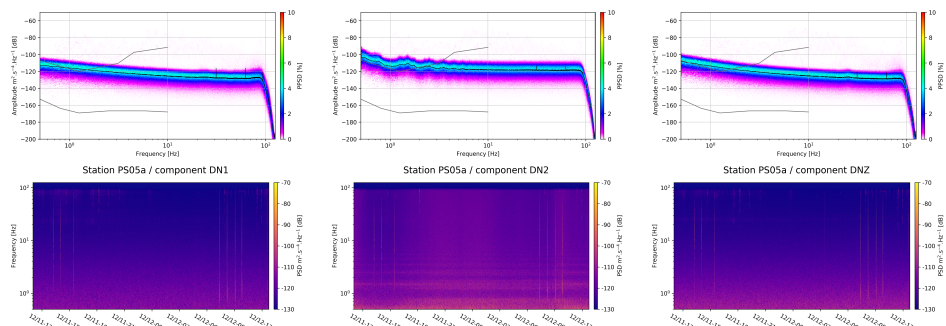
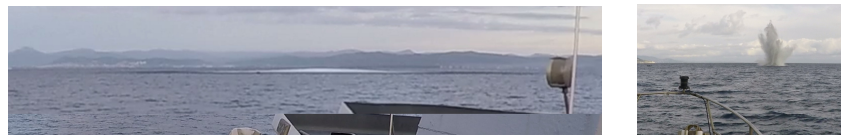


Fig. 2: Probabilités de densités de puissances spectrales et spectrogrammes de PS05 (DSU3) pour chaque composante, calculés durant les deux jours de campagne.



### Description des tirs

- S1 (3TZ) 11/12 80 kg
- S2 (3TZ) 11/12 80 kg
- S3 (3TY) 11/12 80 kg
- S4 (3TY) 12/12 680 kg
- S5 (3TY) 12/12 600 kg
- S6 (3TY) 12/12 400 kg
- S7 (3TY) 12/12 200 kg
- S8 (3TY) 12/12 80 kg (sf)

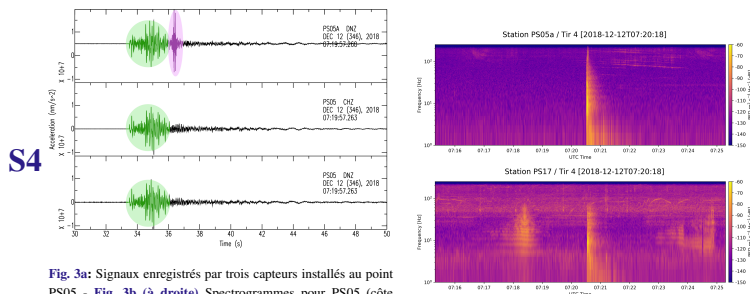


Fig. 3a: Signaux enregistrés par trois capteurs installés au point PS05 - Fig. 3b (à droite) Spectrogrammes pour PS05 (côte rocheuse) et PS17 (côte sableuse).

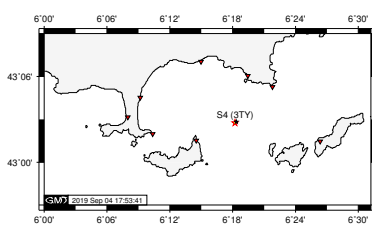


Fig. 4: Localisation de S4 par inférences bayésiennes source-structure [Haugmard, 2016].

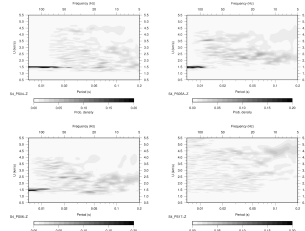


Fig. 5: Densités de probabilités de vitesse de groupe utilisant la distance obtenue par inversions.

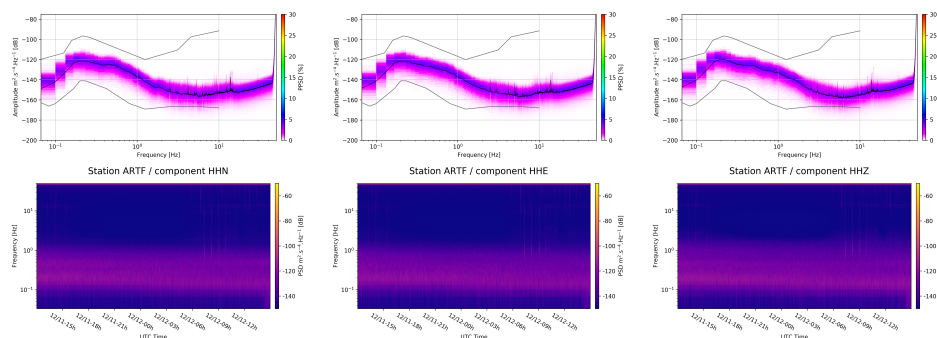


Fig. 6: Probabilités de densités de puissances spectrales et spectrogrammes de la station ARTF (gauche HHN, milieu HHE, droite HHZ).

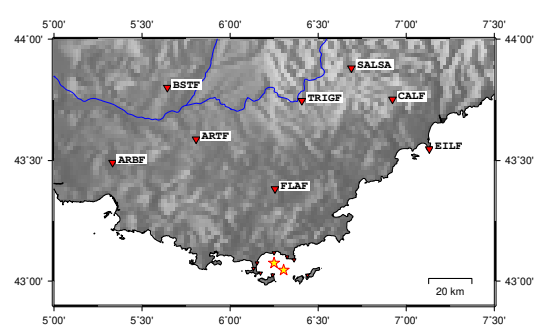


Fig. 7: Localisation des stations RESIF les plus proches des explosions.

# tir	latitude [°]	longitude [°]	profondeur [km]	$V_{p,air}$ [km.s <sup>-1</sup> ]	$V_{high}/V_{low}$	$t_0$ [TU]
1	43.074 5	6.251 3	0,09	4,73	3,117	13:13:29,57
2	43.074 5	6.250 2	0,08	4,88	3,183	14:03:03,75
3	43.046 2	6.304 6	0,11	4,67	3,078	15:28:20,53
4	43.047 2	6.305 5	0,09	4,86	3,200	07:20:29,25
5	43.046 9	6.305 3	0,09	4,85	3,203	08:10:44,42
6	43.046 7	6.304 9	0,09	4,87	3,188	09:03:19,97
7	43.046 7	6.304 9	0,09	4,79	3,165	09:48:35,27
8	43.048 6	6.303 8	0,09	4,95	3,206	12:37:50,93

Fig. 8: (gauche) Synthèse des modèles obtenus par explorations bayésiennes pour les localisations. (droite) Relation entre la magnitude du séisme équivalent en fonction des charges des explosifs contre-minés (eq. kg TNT) établie à partir des données à terre (carrés : stations RESIF seules, losanges : stations proches + RESIF).

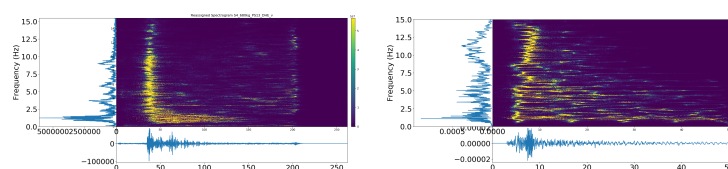


Fig. 9: Comparaison signaux réels et synthétiques au point PS13 (source S4, 680 kg, composante verticale)