



**HAL**  
open science

# Apport des réseaux de neurones convolutifs dans la détection et le pointé automatique des phases sismiques régionales Pg / Sg dans les Pyrénées

Benoît Derode, Jean Letort, Sébastien Chevrot, Maximilien Lehujeur, Matthieu Sylvander, Hélène Pauchet, Frank Grimaud, Y. Canot

## ► To cite this version:

Benoît Derode, Jean Letort, Sébastien Chevrot, Maximilien Lehujeur, Matthieu Sylvander, et al.. Apport des réseaux de neurones convolutifs dans la détection et le pointé automatique des phases sismiques régionales Pg / Sg dans les Pyrénées. 5èmes Rencontres Scientifiques et Techniques Résif, Nov 2021, Obernai (67210), France. hal-03463696

**HAL Id: hal-03463696**

**<https://hal.science/hal-03463696v1>**

Submitted on 2 Dec 2021

**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.

# Apport des réseaux de neurones convolutifs dans la détection et le pointé automatique des phases sismiques régionales Pg / Sg dans les Pyrénées

## - De l'échelle d'un réseau instrumental régional à celle de déploiements temporaires locaux -

Derode B.<sup>1</sup>, Letort J.<sup>1</sup>, Chevrot S.<sup>2</sup>, Lehujeur M.<sup>2,3</sup>, Sylvander M.<sup>1</sup>, Pauchet H.<sup>1</sup>, Grimaud F.<sup>1</sup>, & Cano Y.<sup>4</sup>

(1) IRAP, UMR 5277, OMP, Université de Toulouse, CNRS, CNES, UPS (Toulouse), France

(2) GET, UMR 5563, OMP, Université Paul Sabatier, CNRS, IRD, Toulouse, France

(3) Université Gustave Eiffel, Route de Bouaye - CS 5004 - 44344 Bouguenais Cedex, France

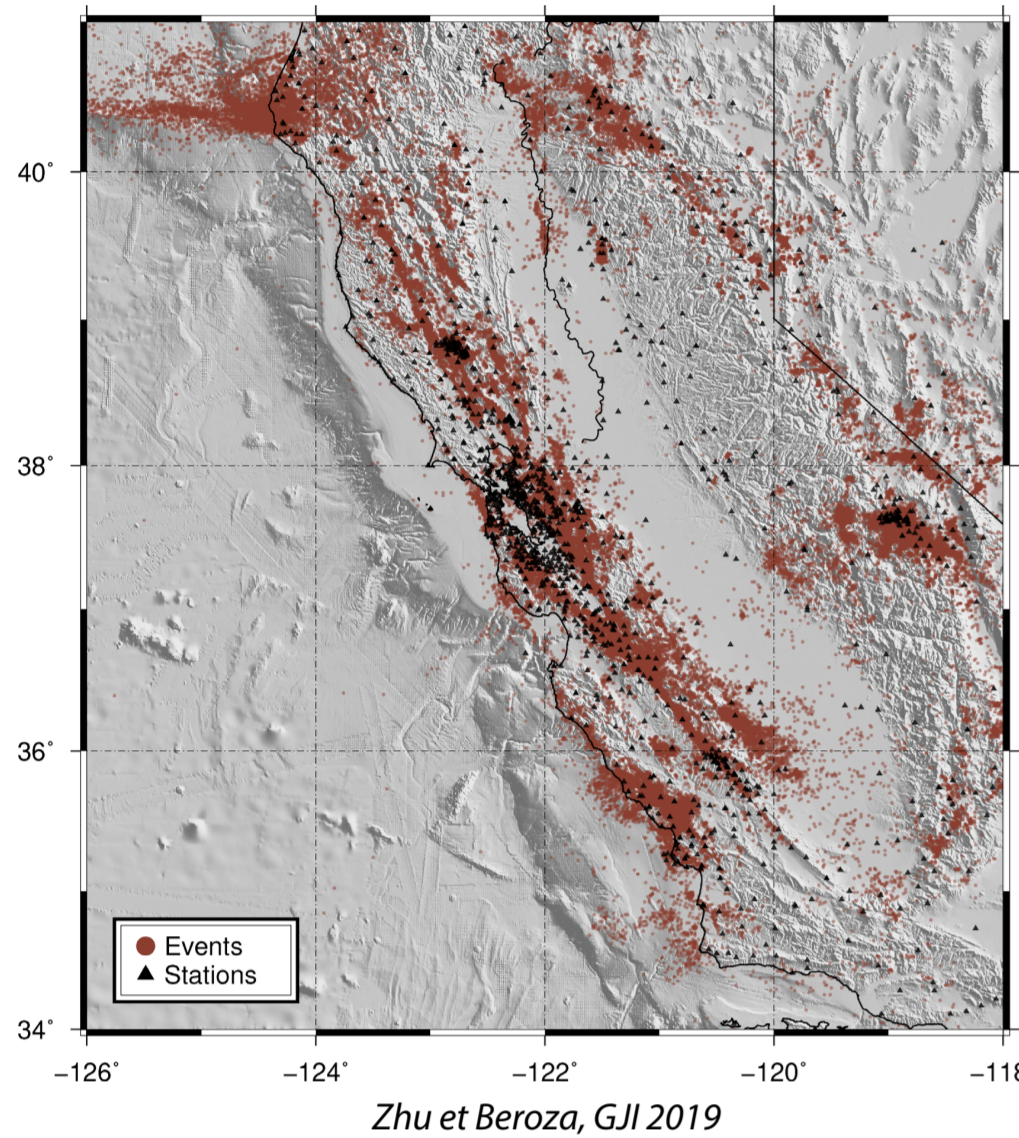
(4) CEA, Direction des Applications Militaires Ile-de-France (DAM-DIF), Arpajon Cedex, France

### RÉSUMÉ

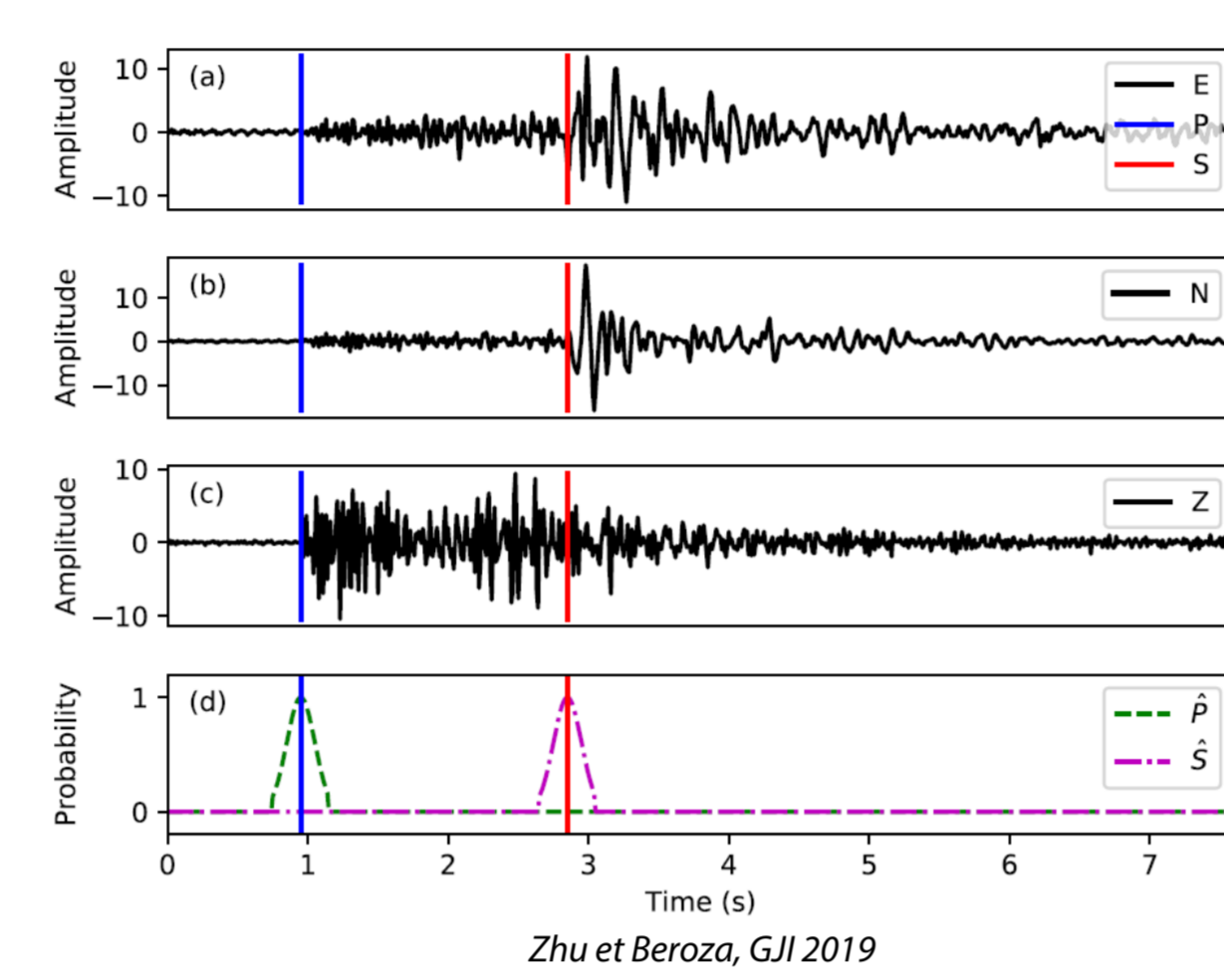
Construire des catalogues d'informations sismologiques des plus complets représente un enjeu majeur en sismologie. L'implémentation régulière d'instruments sur le territoire national et l'accroissement massif de la quantité de données qui y est associée rend cependant difficile le traitement et l'analyse exhaustive des données obtenues. Depuis peu des techniques d'apprentissage machine sont développées par la communauté scientifique pour aider à l'automatisation du traitement de la donnée et palier à ce problème. Parmi ces méthodes, PhaseNet, un algorithme de détection et de pointé des phases sismiques régionales basé sur les réseaux de neurones convolutifs, semble particulièrement efficace. Nous présentons ici une analyse des performances et de l'apport potentiel de cet algorithme dans différents cas de figures, de l'utilisation dans le cas d'une antenne sismique temporaire à faible ouverture géométrique (10 km<sup>2</sup>) à celle d'un réseau permanent régional (105 km<sup>2</sup>), en passant par des installations temporaires en réseaux denses (103 km<sup>2</sup>), et en intégrant plusieurs types de capteurs.

1

### Machine Learning Supervisé: PhaseNet, détection et pointés automatiques



Apprentissage Machine:  
≈ 200.000 séismes  
≈ 889 stations  
Distance < 200km  
Catalogue du NCE (Northern California Earthquake Catalog)

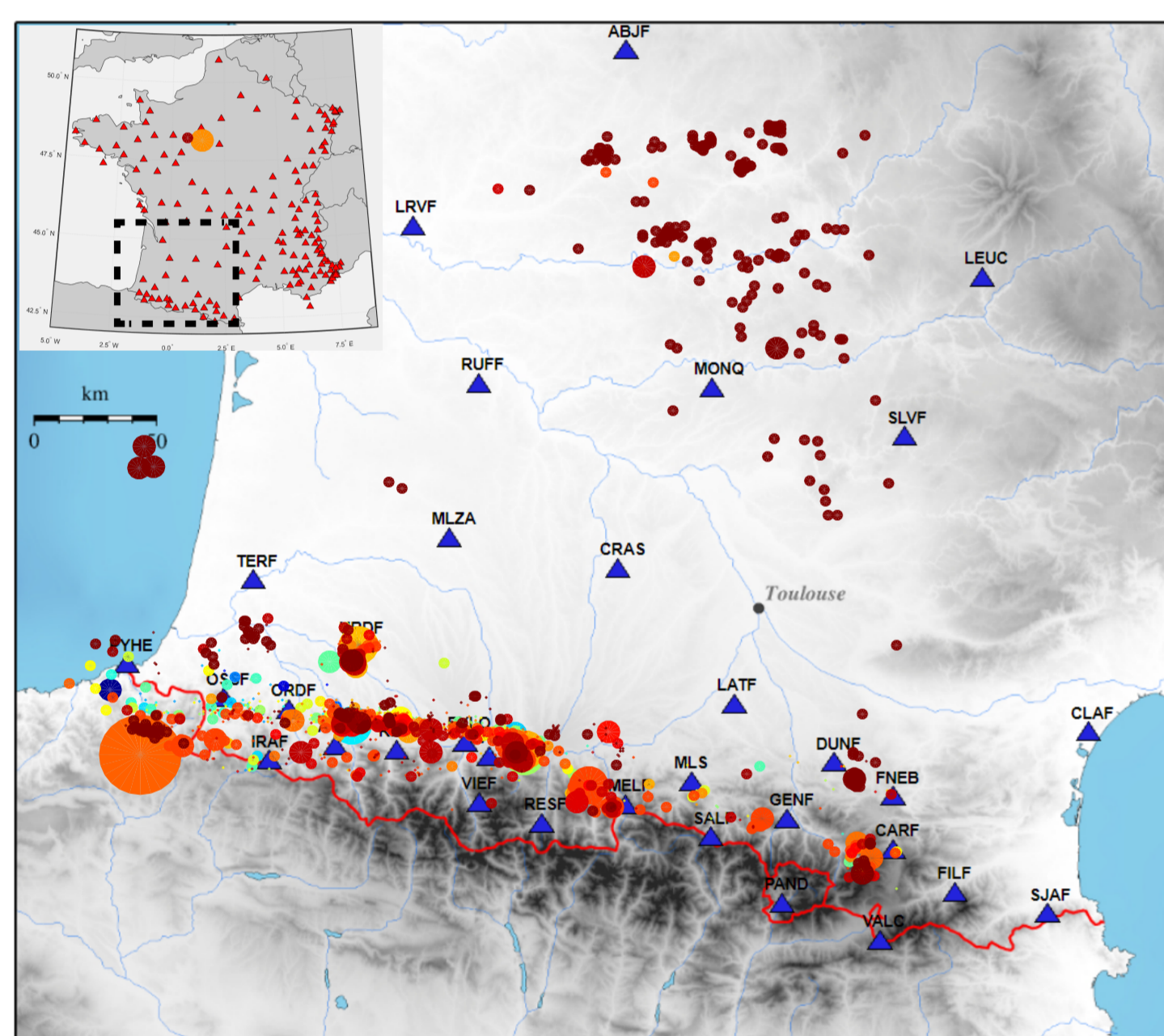


- Dépendance au contexte sismo-tectonique?
- Invariance Capteurs / Taille et Géométrie des Réseaux?
- Implications des seuils de détection dans l'exhaustivité et la complexité des catalogues...?

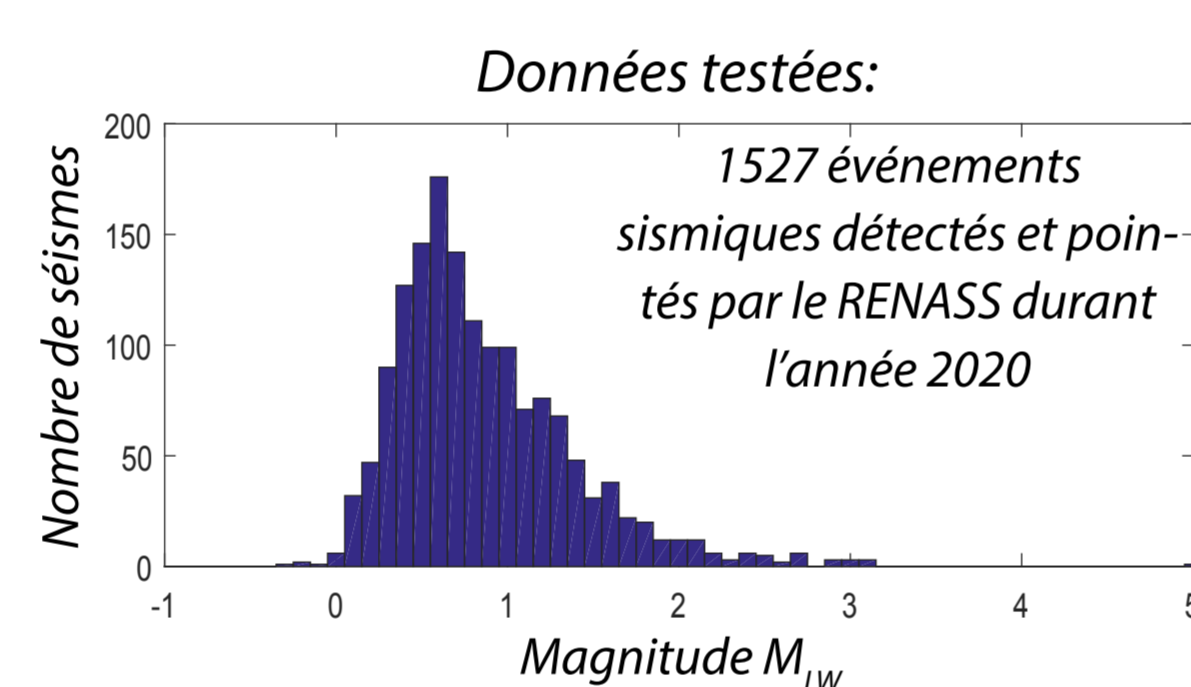
Applicable en France à l'échelle d'un réseau de stations d'échelle régionale?

2

### Echelle régionale: Réseau permanent Large-Bande RESIF (FR)

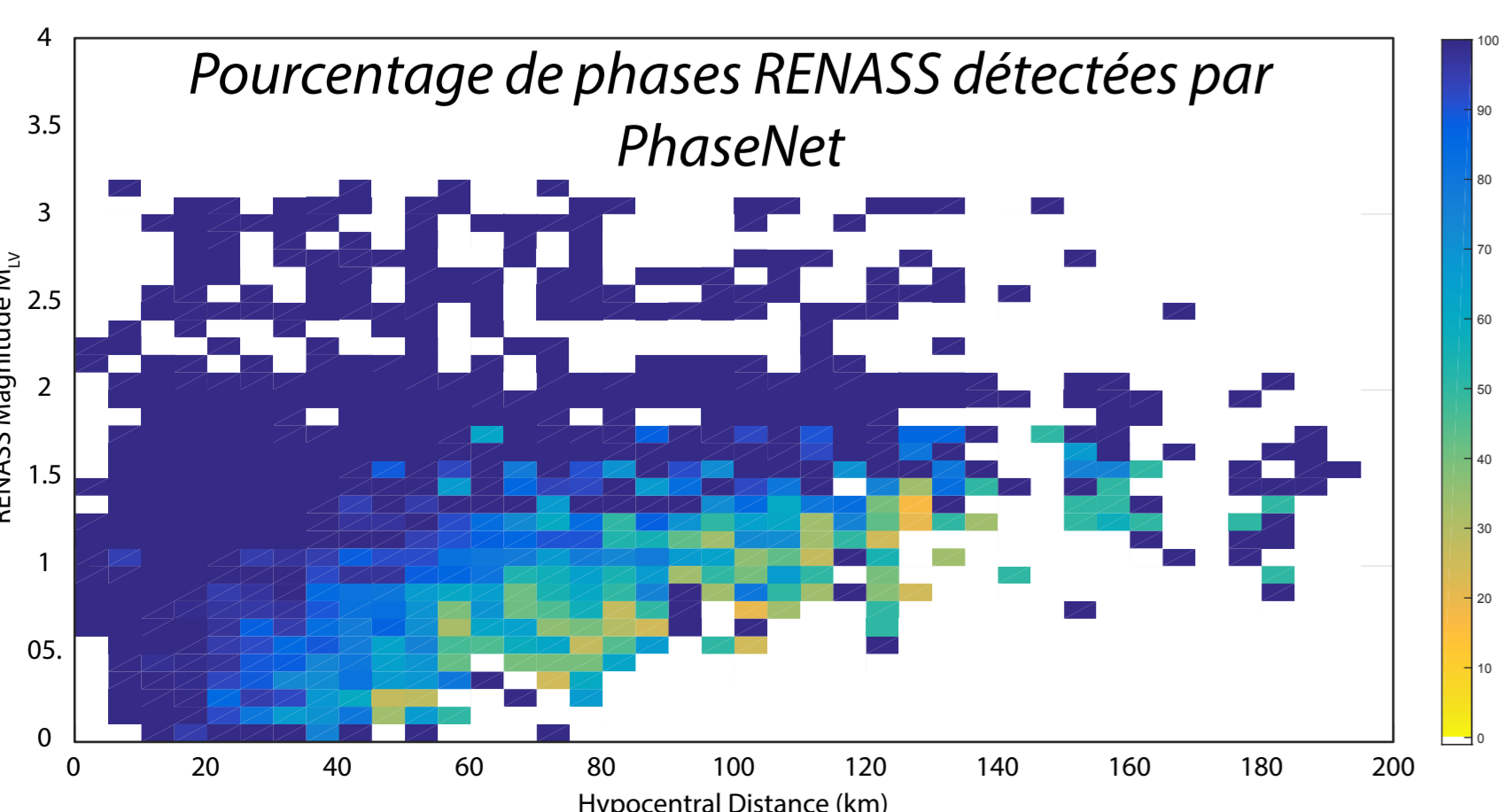
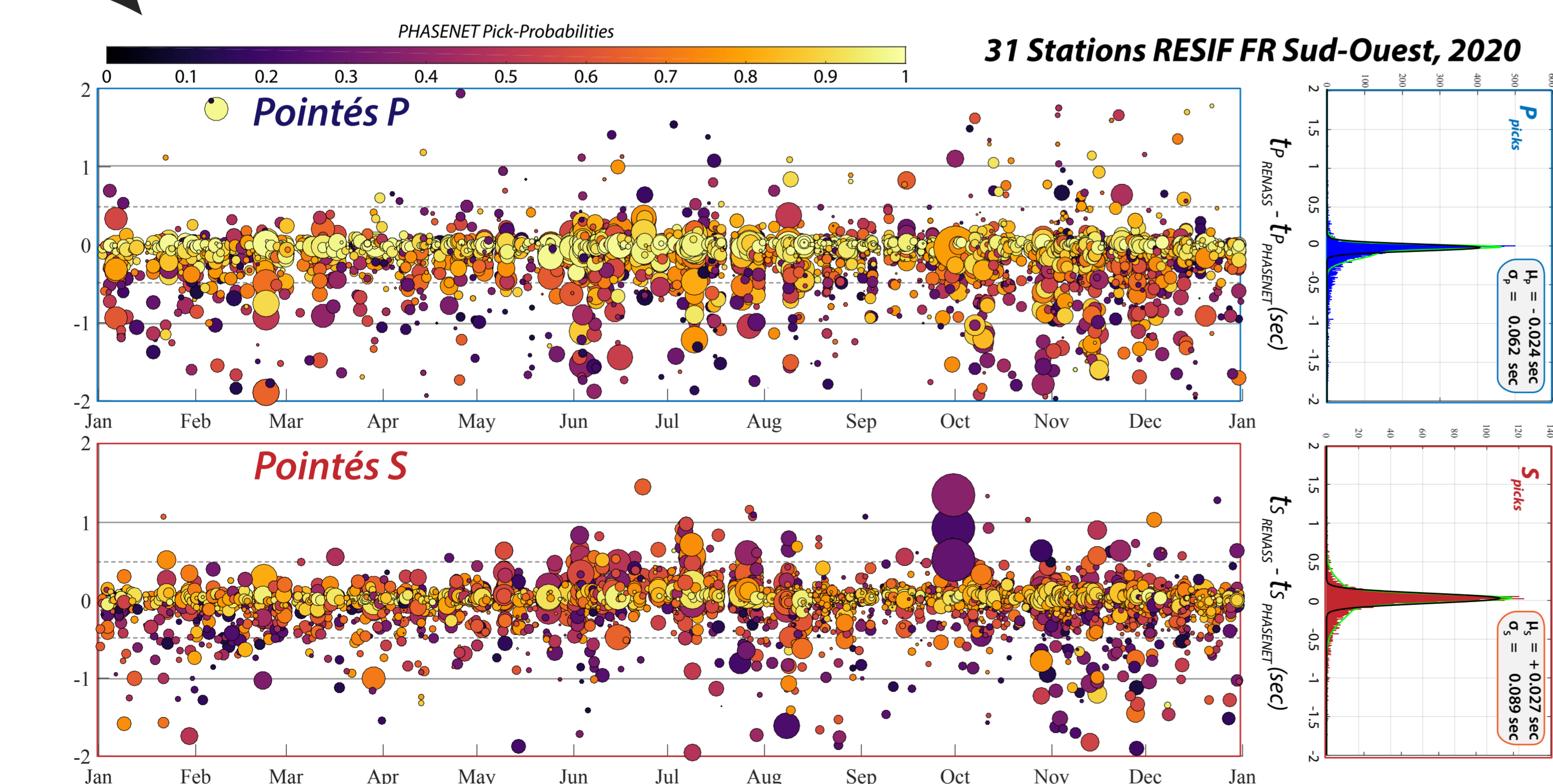
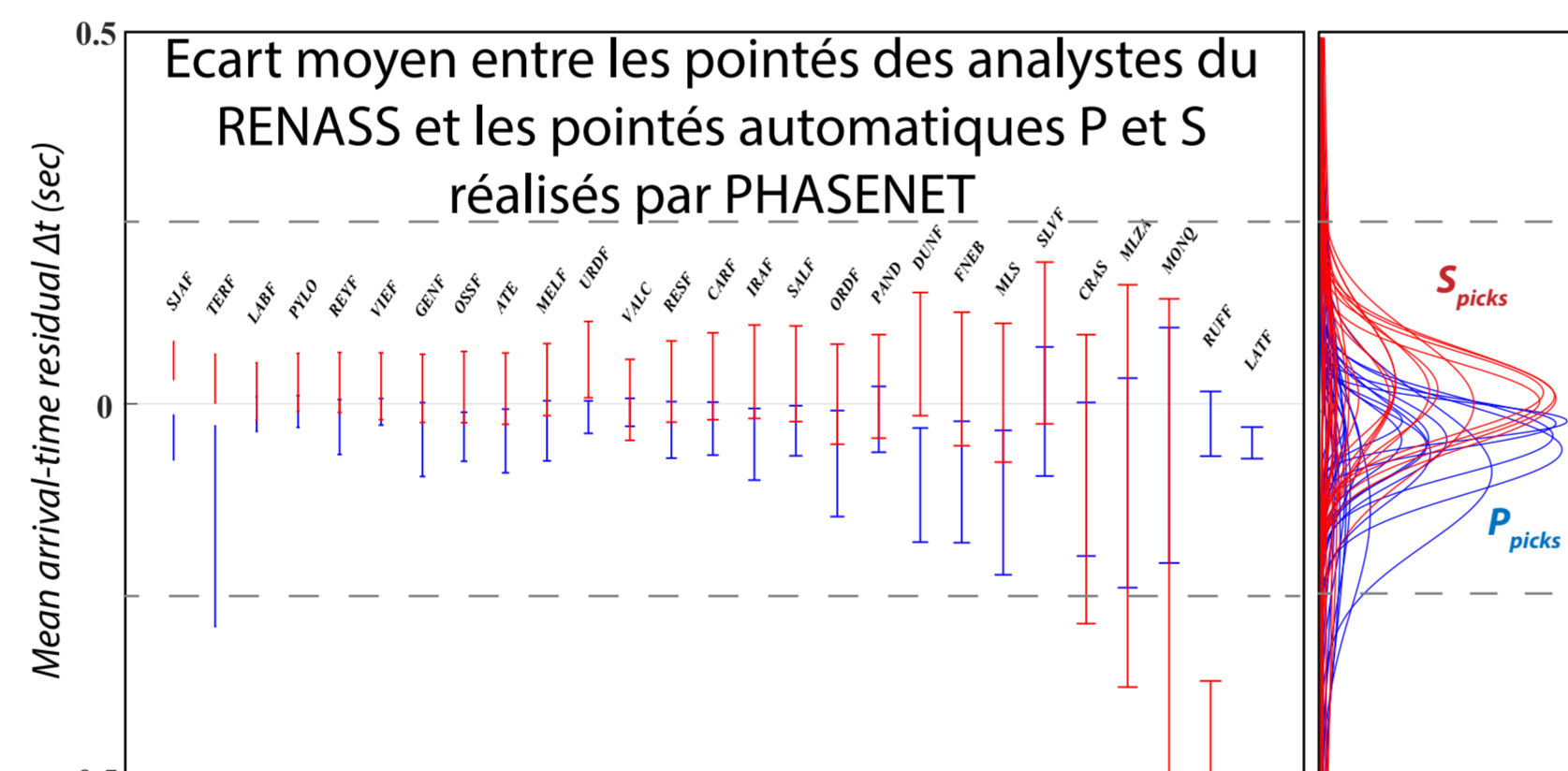


### Sismicité catalogue RENASS 2020, région Sud-Ouest



Qualité des pointés lorsqu'une phase sismique est détectée par PhaseNet:

Délais moyen entre les pointés analystes et les pointés automatiques < 0.1 sec



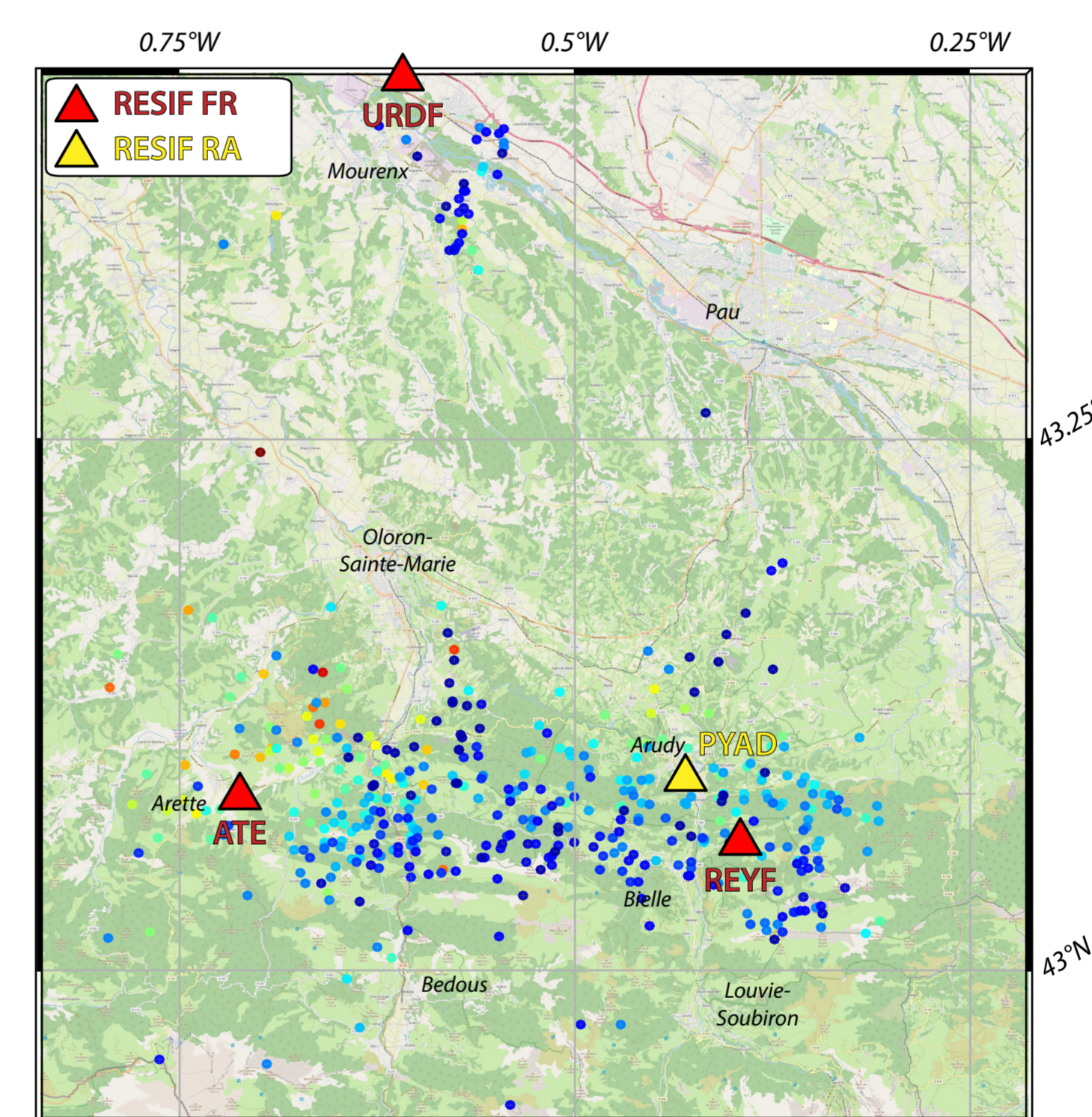
Forte réduction des capacités de pointés automatiques avec la distance et la magnitude.

Domaine optimal:  
Dist < 50 km  
Mw > 1.5

3

### Echelle locale: Réseaux d'antennes sismiques et réseaux temporaires locaux

#### Localisations pointés RENASS

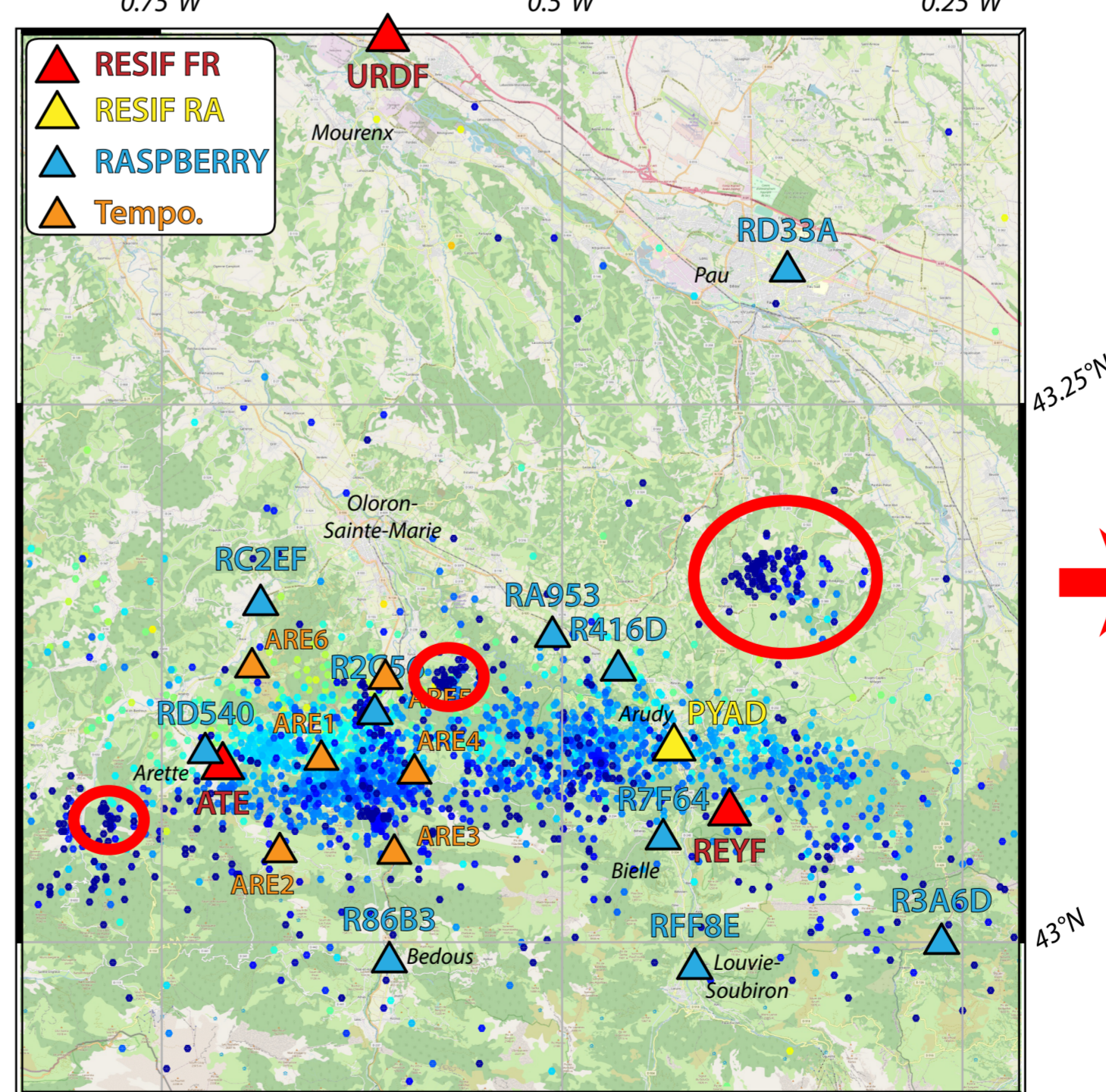


475 séismes pointés et localisés par le RENASS

Sismicité diffuse, peu de capteurs, distance moyenne entre capteurs ~ 30 - 50 km

Représentation des structures tectoniques macroscopiques

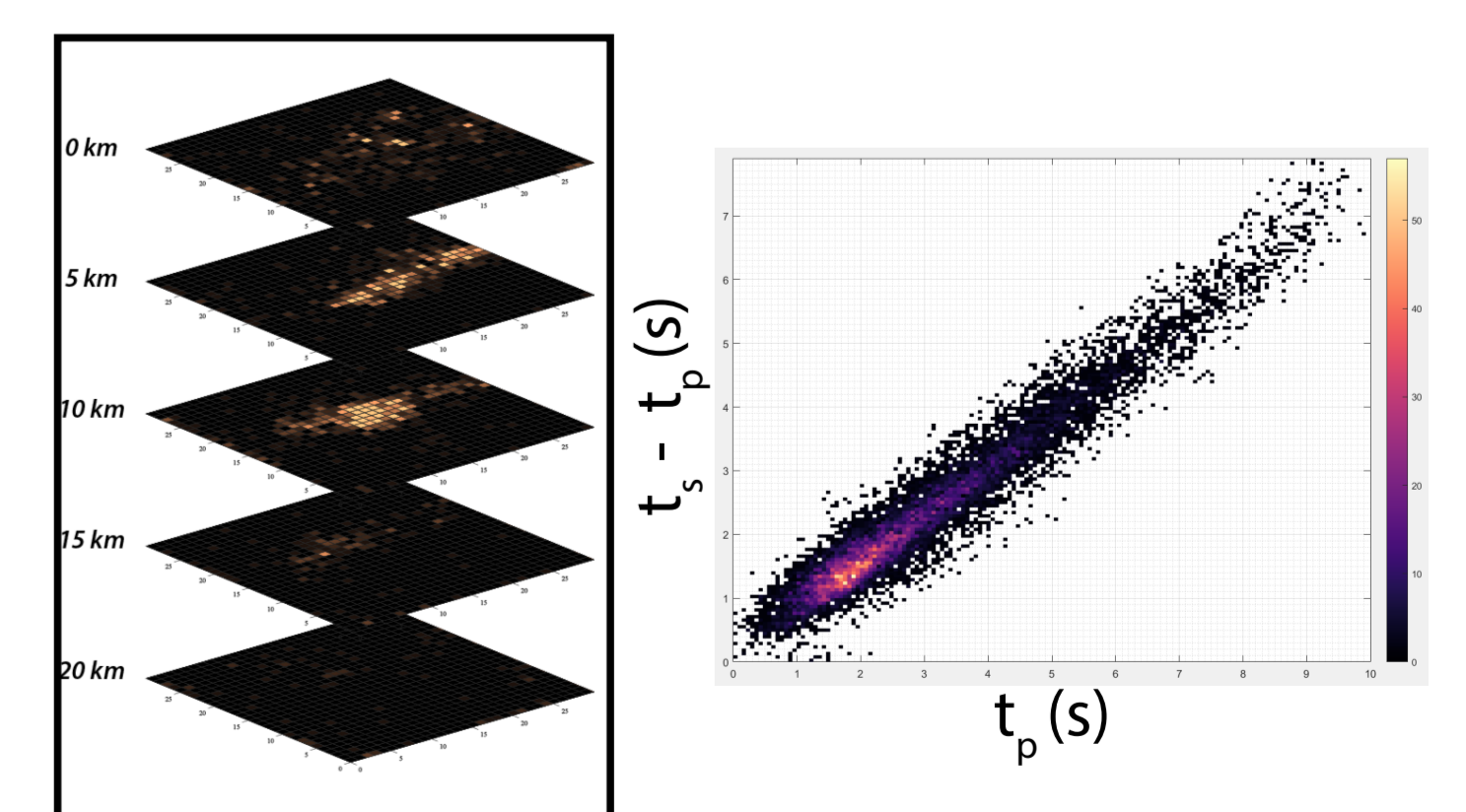
#### Localisations pointés PHASENET Multi-capteurs



Efficacité de la méthode PHASENET + Loc. Détection + Pointés P/S + Association des phases + Localisation

Plus de 2500 événements localisés sur la séquence

Sismicité localisée en nids / essaims sismiques. Représentation et analyses de processus sismo-tectoniques locaux



Excellentes performances de PHASENET comme Détecteur et Pointeur

Efficace à plusieurs échelles régionales / Locales.

Forte dépendance des performances avec les distances séisme / station, principalement pour les petits séismes à distances > 50 km.

Amélioration substantielle des catalogues de données sismologiques