

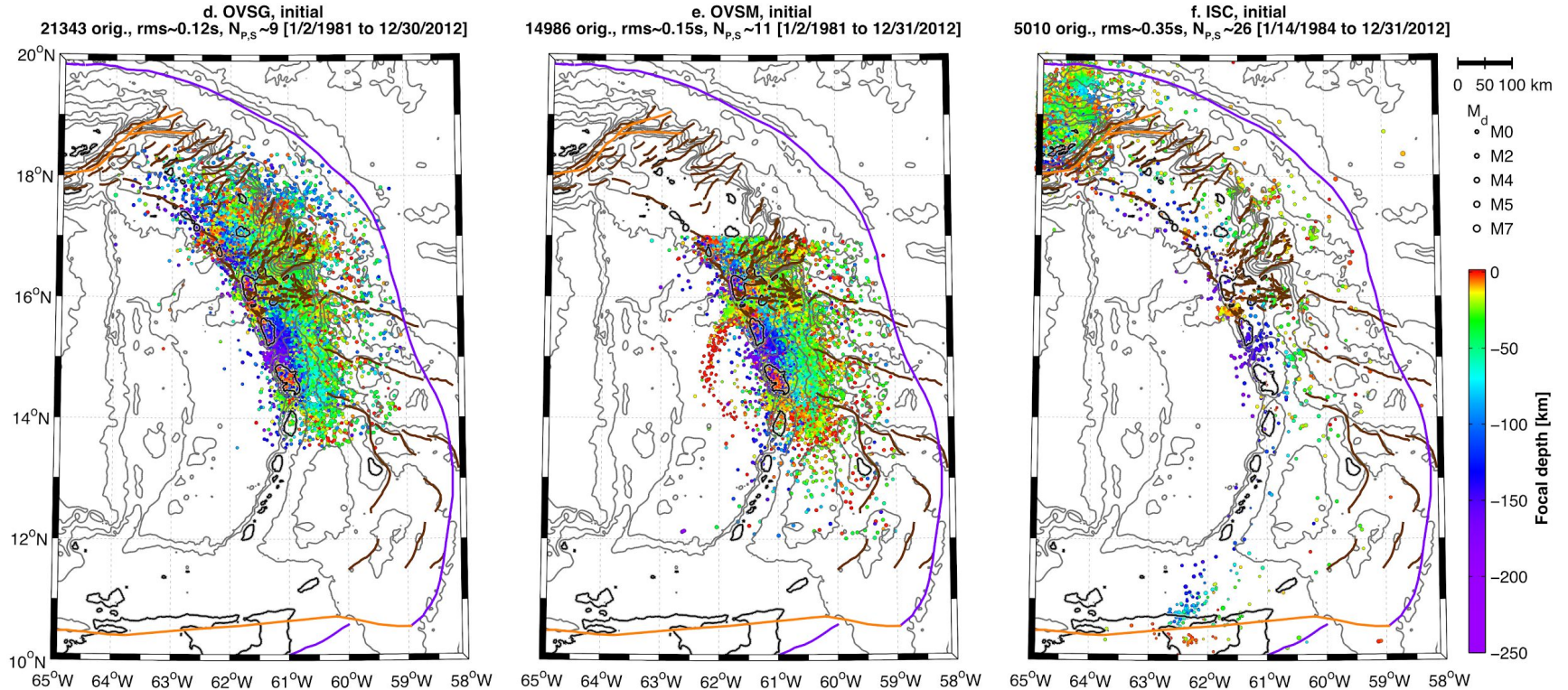


# Le catalogue sismologique des Petites Antilles (1972-2012)

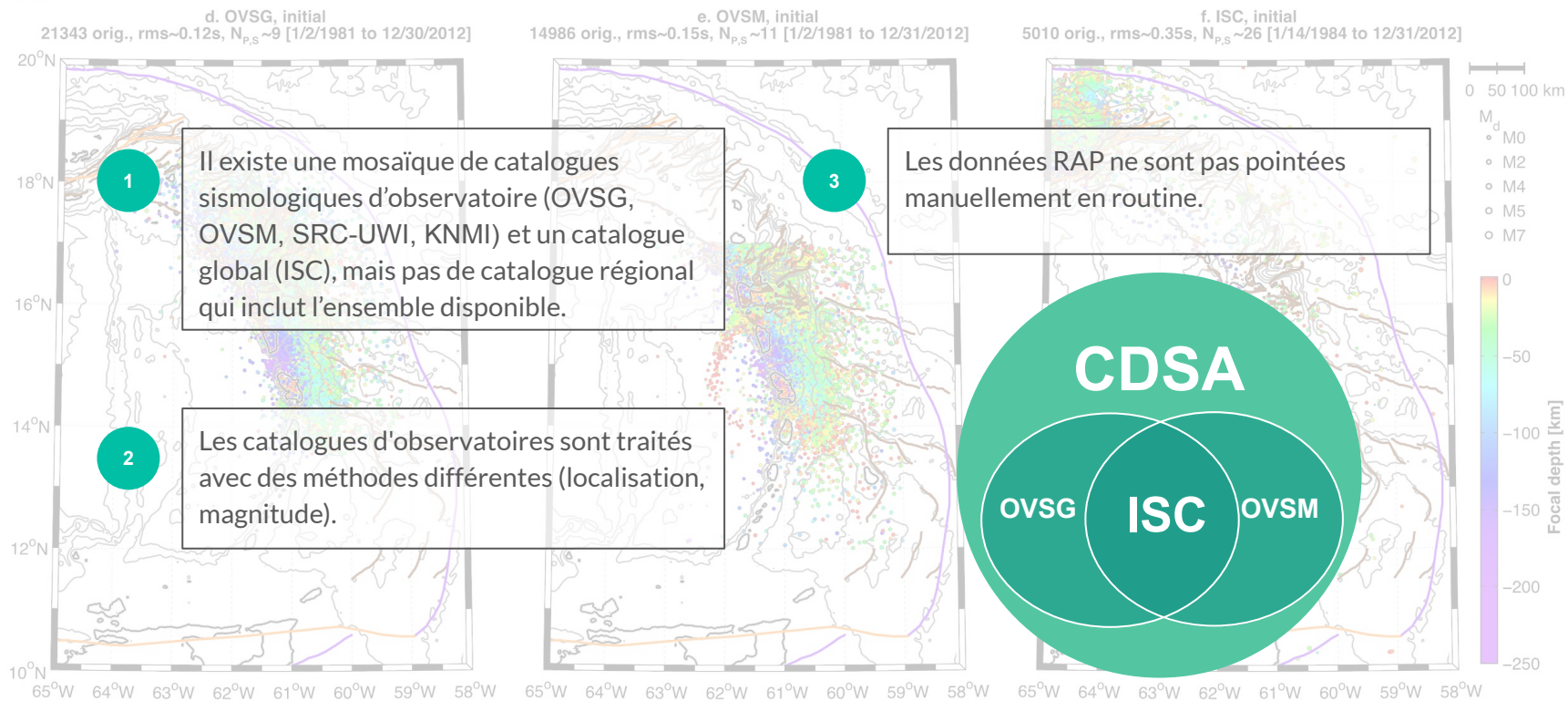
Frédéric Massin ; Valérie Clouard ; Inessa Vorobieva ; François Beauducel ;  
Jean-Marie Saurel ; Claudio Satriano ; Marie-Paule Bouin ; Didier Bertil



# Le problème : plusieurs catalogues



# Le problème : plusieurs catalogues





Objectif générale

Un catalogue unifié, avec tous les séismes répertoriés, et une résolution optimale des hypocentres

# La première phase du CDSA (2002-2007)

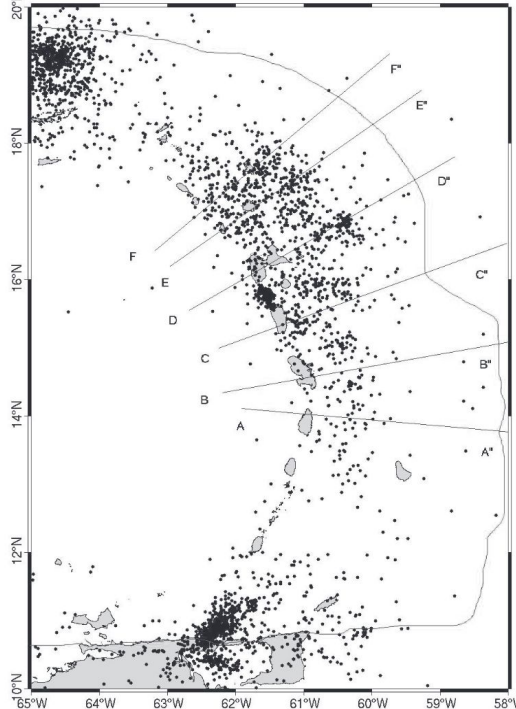
- Investissement et mise à disposition de moyens humains et matériels de l'IPGP et le BRGM.
- Soutenu par deux projets CPER-DOCUP 2000-2006 pilotés par le BRGM et co-financés par le FEDER, la Région Guadeloupe et le Ministère de l'Environnement



# La première phase du CDSA (2000-2006)



Catalogue 1999-2005

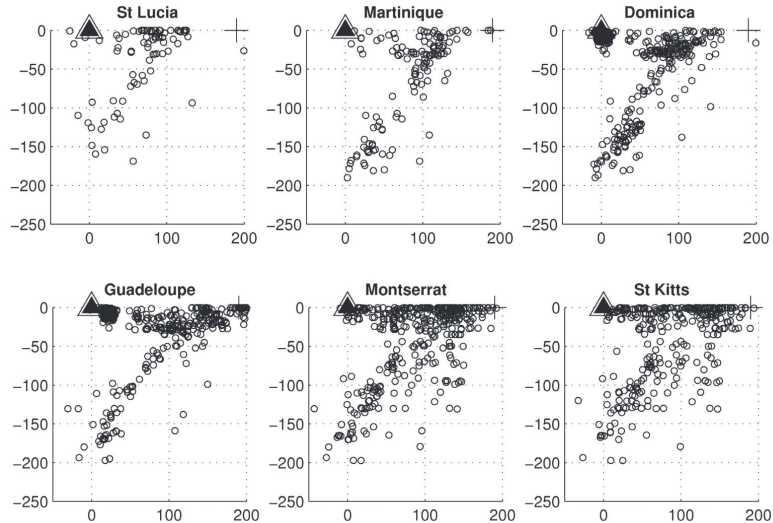


SRL Seismological Research Letters

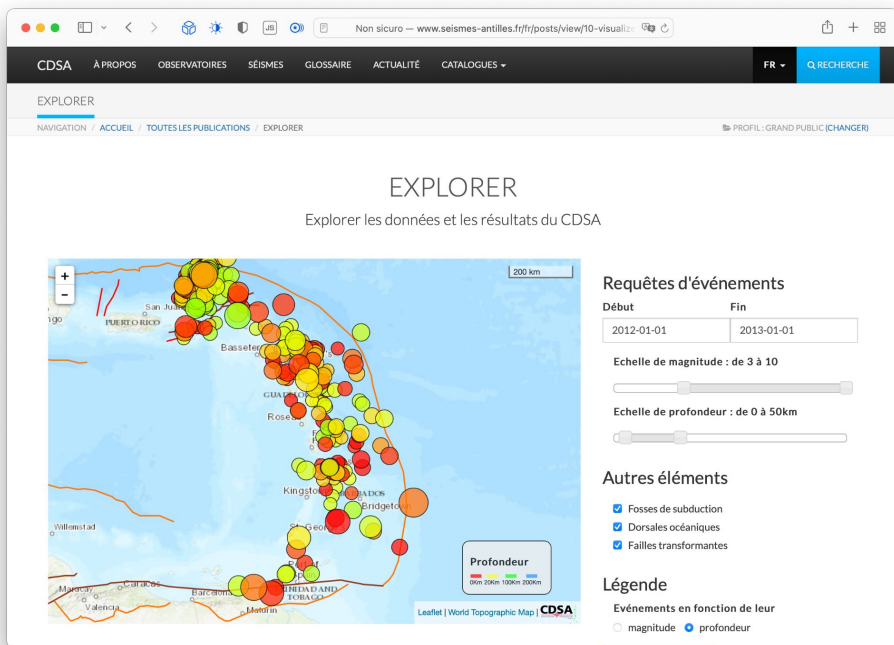
2008

## *CDSA: A New Seismological Data Center for the French Lesser Antilles*

Mendy Bengoubou-Valerius,<sup>1,2</sup> Sara Bazin,<sup>2</sup> Didier Bertil,<sup>3</sup> François Beauducel,<sup>2</sup> and Alexis Bosson<sup>2</sup>



# La première phase du CDSA (2000-2006)



Création du site web  
[www.seismes-antilles.fr](http://www.seismes-antilles.fr)

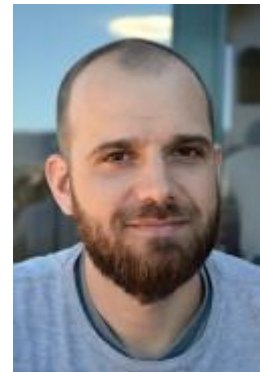
Accès aux données par webservice FDSN

# La deuxième phase du CDSA (2013-2015)

---

- Hébergé par l'Observatoire Volcanologique et Sismologique de Guadeloupe
- Financé par le programme opérationnel FEDER Guadeloupe du CPER (2007-2013), piloté par l'IPGP
- Contribution des trois partenaires IPGP, BRGM et UAG en moyens humains et/ou matériels.

Post-Doc de Frédérick Massin :  
*Extension et amélioration du catalogue  
sismique unifié des Petites Antilles*





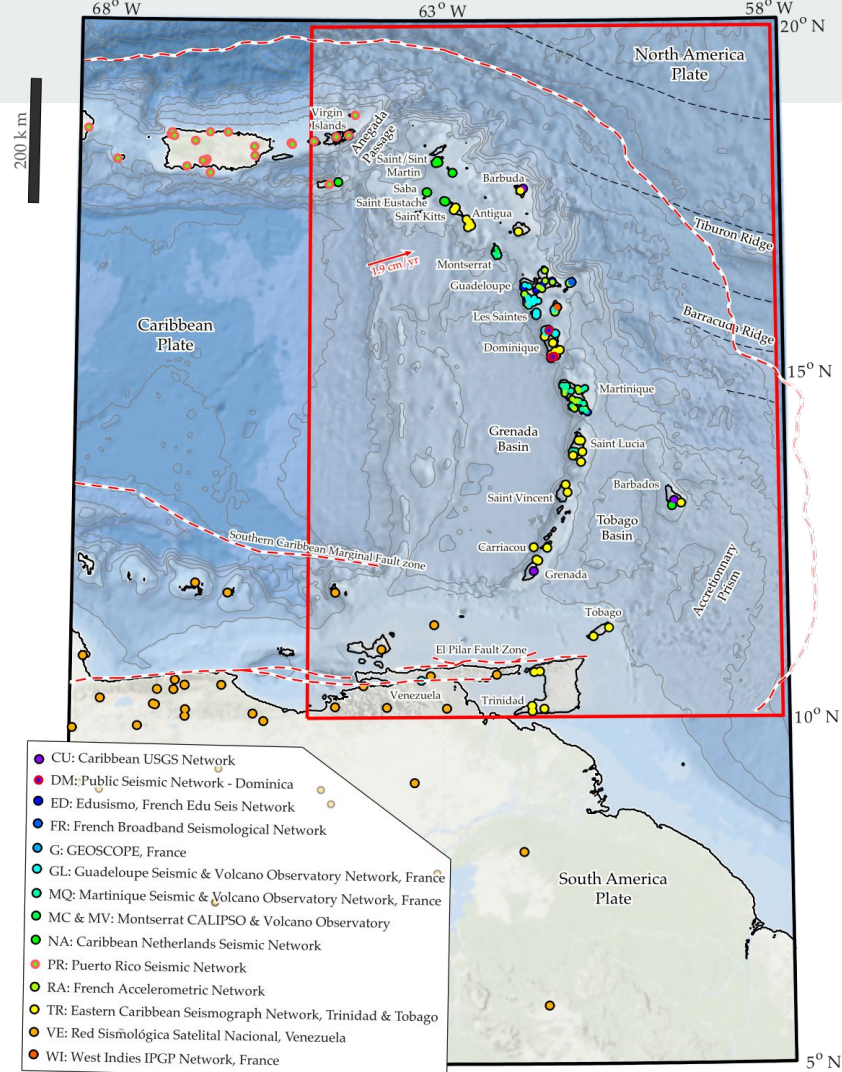
# Réseaux de surveillance

L'activité sismique dans les Petites Antilles est enregistrée séparément par cinq instituts régionaux (PRSN, FUNVISIS, KNMI, SRC-UWI et IPGP), qui opèrent 14 réseaux sismiques pendant la période d'étude.

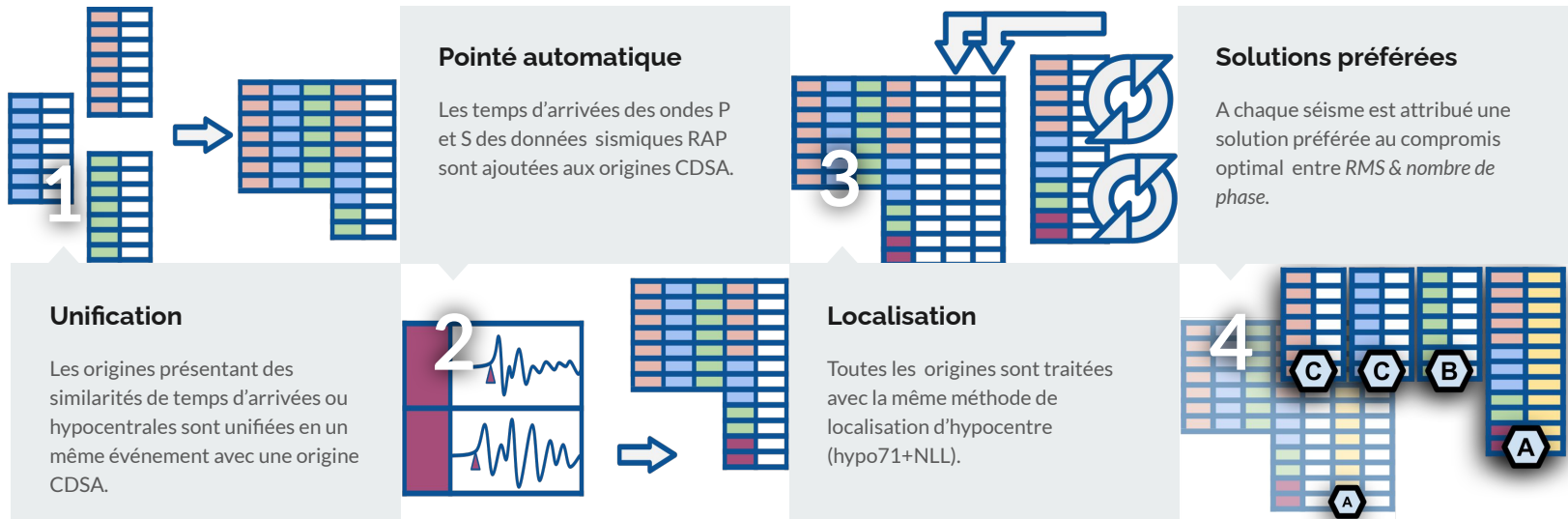
L'ISC re-distribue les catalogues PRSN, FUNVISIS, KNMI et SRC-UWI.

## Réseaux partagés :

Le réseau **WI**, par exemple, permet la comparaison des pointés redondant depuis 2008 ce qui facilite la mise à jour automatique du catalogue.



# Approche



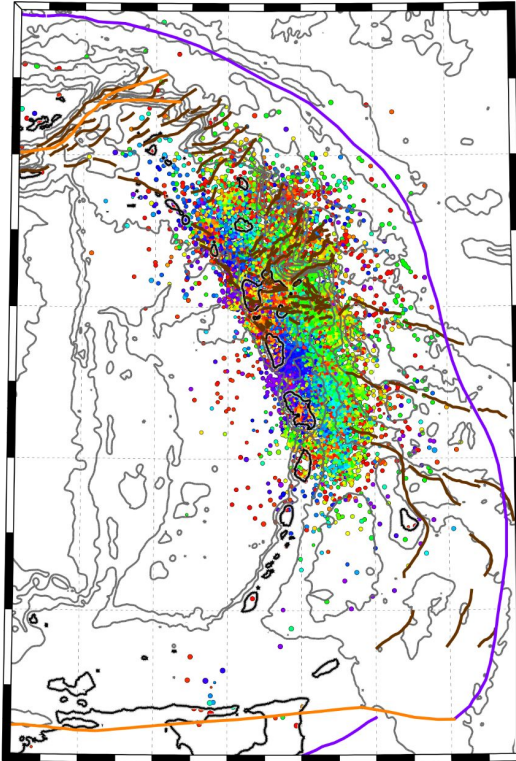
# Catalogues unifiés

Le catalogues d'origines CDSA inclut des hypocentres améliorés en nombre de temps d'arrivées et RMS.

- 01 | Catalogue *hypo71* : comparaison directe avec les OVS.
- 02 | Catalogue *NonLinLoc* : améliorations supplémentaires.
- 03 | Les études de milieu requièrent une méthode de localisation homogène.
- 04 | Un catalogue complet - *hybride*, est préférable pour les études de source.

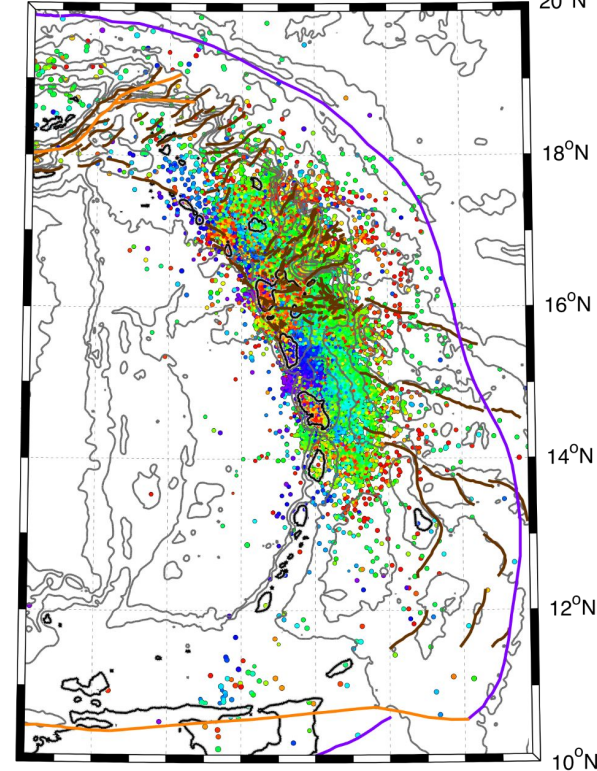
b. CDSA, hypo71  
20355 orig., rms~0.25s,  $N_{p,s} \sim 12$  [3/24/1976 to 12/31/2012]

65°W 64°W 63°W 62°W 61°W 60°W 59°W 58°W



c. CDSA, nlloc  
22433 orig., rms~0.19s,  $N_{p,s} \sim 12$  [3/24/1976 to 12/31/2012]

65°W 64°W 63°W 62°W 61°W 60°W 59°W 58°W 20°N





## Chiffres clés

Les séismes n'ayant pas été améliorés sont conservés tel que fourni initialement. Toutes les origines de chaque séismes peuvent être téléchargées, et le catalogue des origines préférées est fourni par défaut.

Catalogue total

46,703

séismes tectoniques

Catalogue d'origines unifiées

24,528

séismes avec des temps  
d'arrivées supplémentaires

Catalogue d'origines améliorées

28,324

séismes avec un compromis  
*N* & *RMS* amélioré

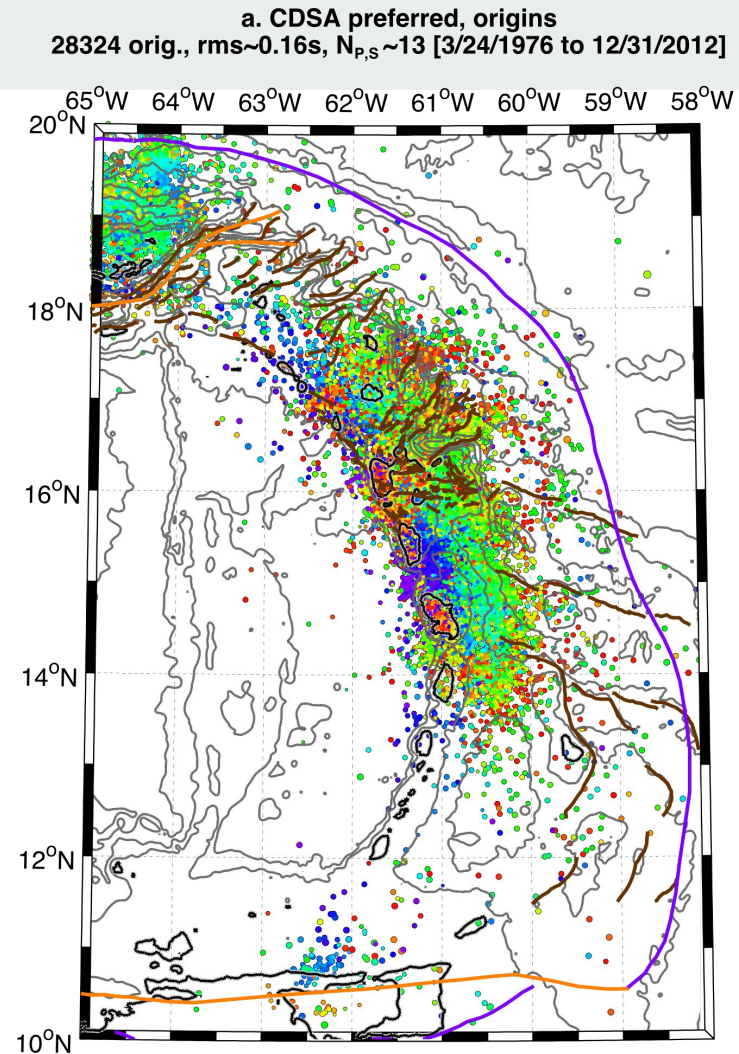
# Catalogue CDSA

Les incertitudes de localisations sont liées à la couverture instrumentale limitée, et au modèle de vitesse 1-D. Des analyses de milieu préliminaires (Barnoud et al., 2015, González et al., 2012, 2018) suggèrent des anomalies de vitesse sismique d'environ 5% par rapport au modèle de Dorel et al. (1979):

Incertitudes de localisation  $\geq$  erreur du modèle de vitesse.

## Lacunes de sismicité (?):

Lacunes (instrumentale? réelle [Rijsingen et al., 2021]?) de sismicité au sud de la Martinique (<14.5° N) et au nord d'Antigua (>17° N) identifiées précédemment (e.g., Schlaphorst et al., 2016 ; Feuillet et al., 2001).





Conclusion (1/2)

Le catalogue CDSA permet une observation continue des séismes sur 40 ans avec une magnitude de complétude de 3.5.

# Completude

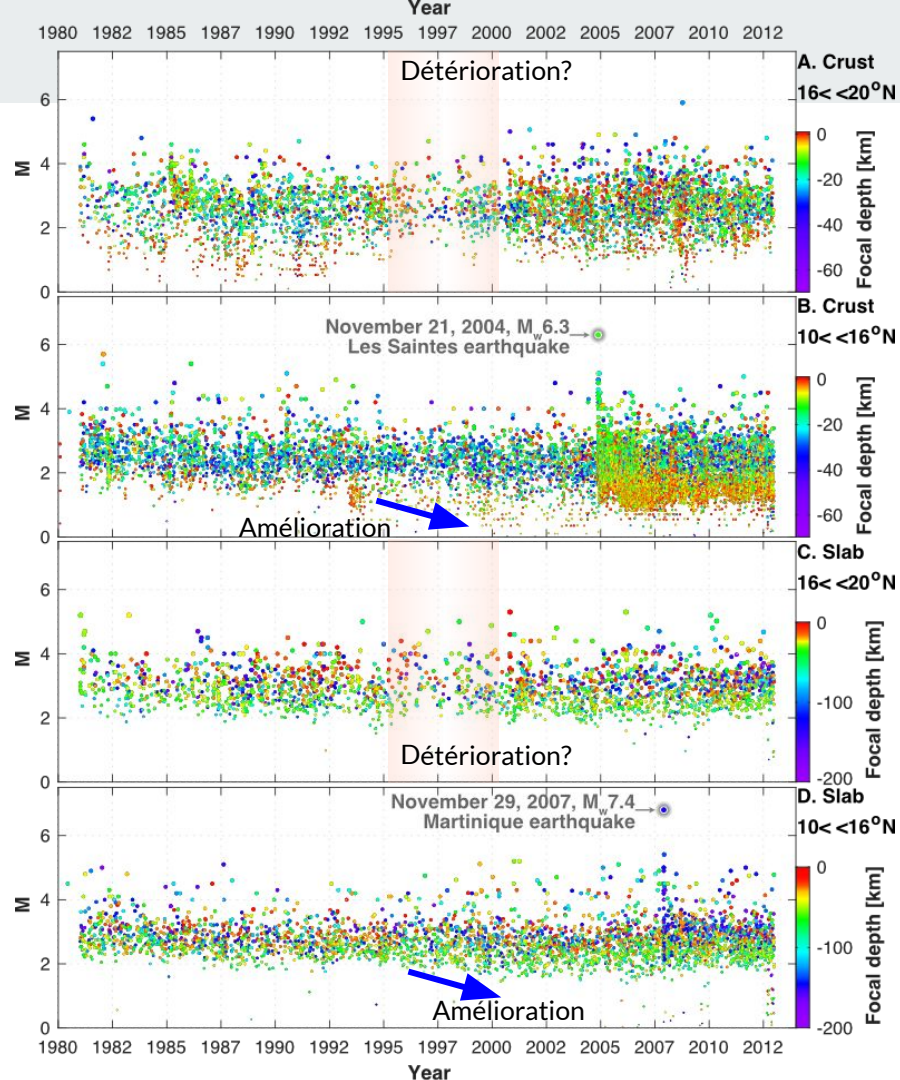
Nous évaluons les variations de la magnitude de complétude ( $M_c$ ) du catalogue total entre 1981 et 2012, avec la même approche multi-échelle, paramètres, zone d'étude, et biais que Vorobieva et al. (2013).

## Types de sismicité:

Le catalogue est séparé entre le slab (22%) et la croûte caraïbe (65%) - 13,7% des séismes ne sont pas classés de manière fiable.

## Variation temporelle:

Nous considérons deux périodes différentes : avant et après 2000 - variations temporelles de premier ordre.



# Completude

La zone de  $M_C$  3.2 initialement limitée dans Vorobieva et al. (2013) est étendue sur quasiment toutes la zone d'étude.

Pas de différence significative entre le sud de la Martinique et le nord d'Antigua.

Les M3.2 sont complètement enregistrés en 2000-2012.

## Sismicité crustale:

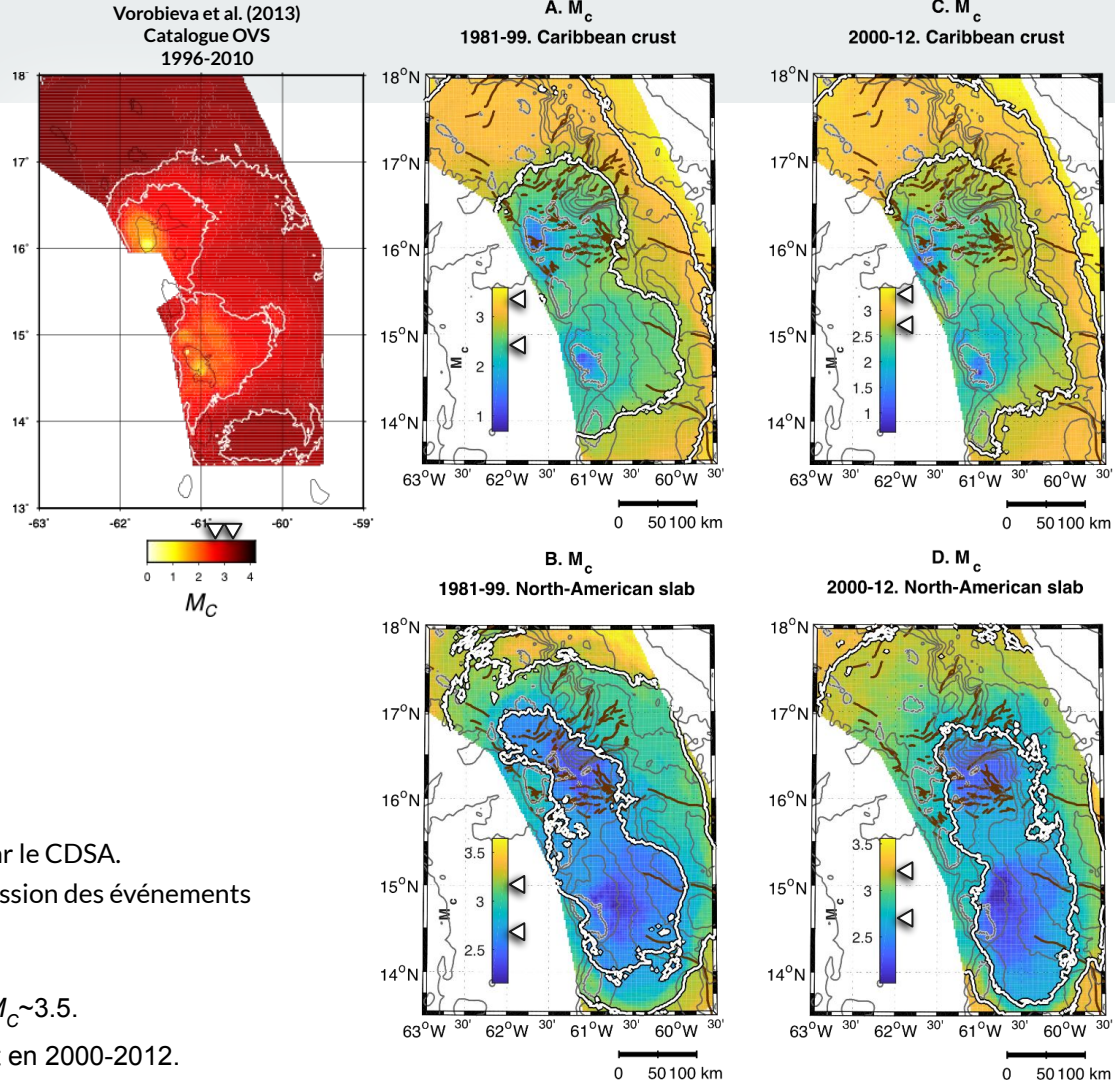
01 | Les contours  $M_C$  2.7 et  $M_C$  3.2 sont étendues par le CDSA.

02 |  $M_C$  augmente à terre avec le CDSA et la suppression des événements volcaniques.

## Sismicité du slab:

01 | En 1981-1999, la zone septentrional affiche  $M_C \sim 3.5$ .

02 | La zone de  $M_C$  2.7 ne s'étend que légèrement en 2000-2012.







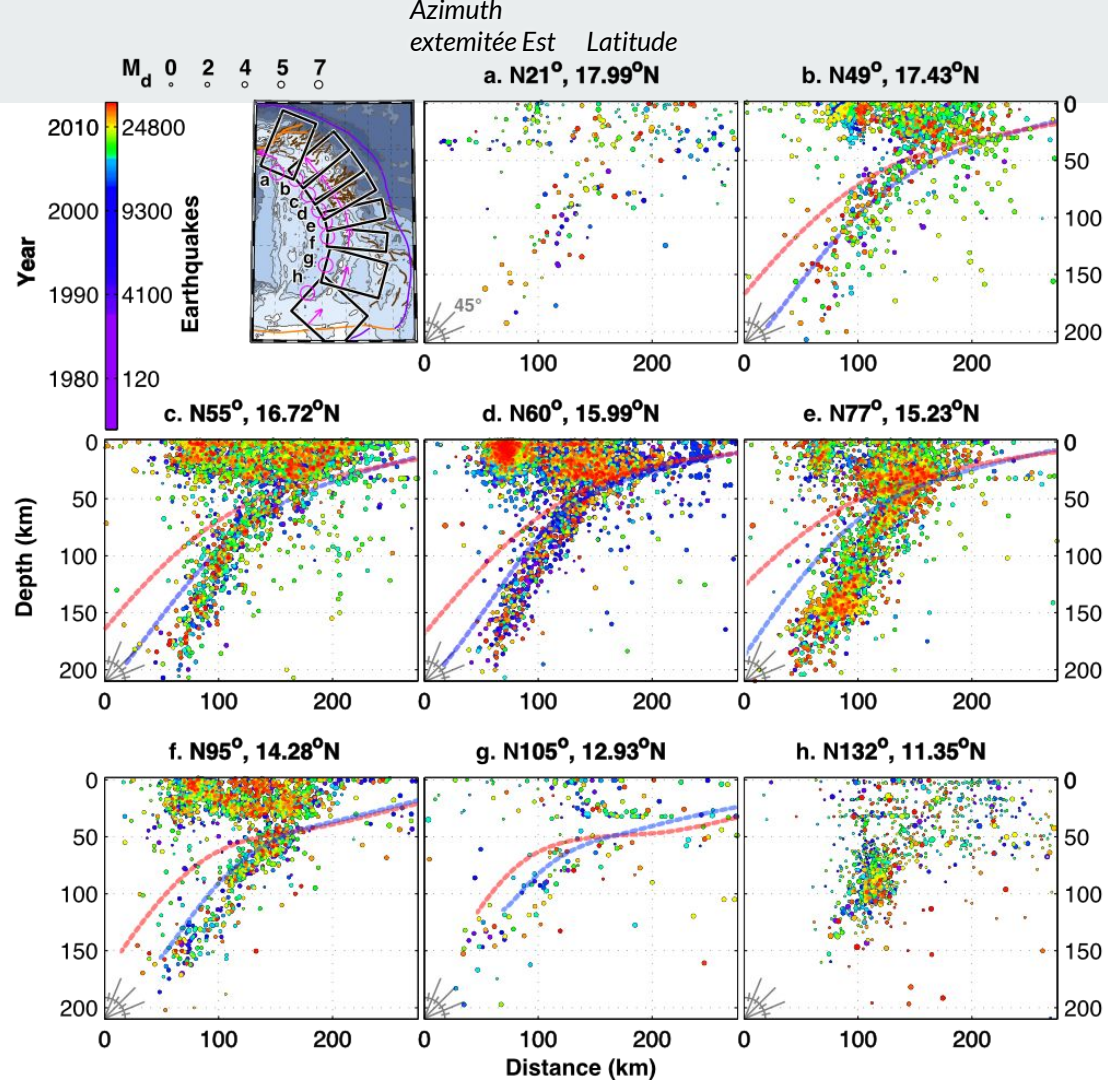
Conclusion (2/2)

Le catalogue CDSA permet de définir et d'étudier les structures sismogènes

# Structure

Caractéristiques principales:

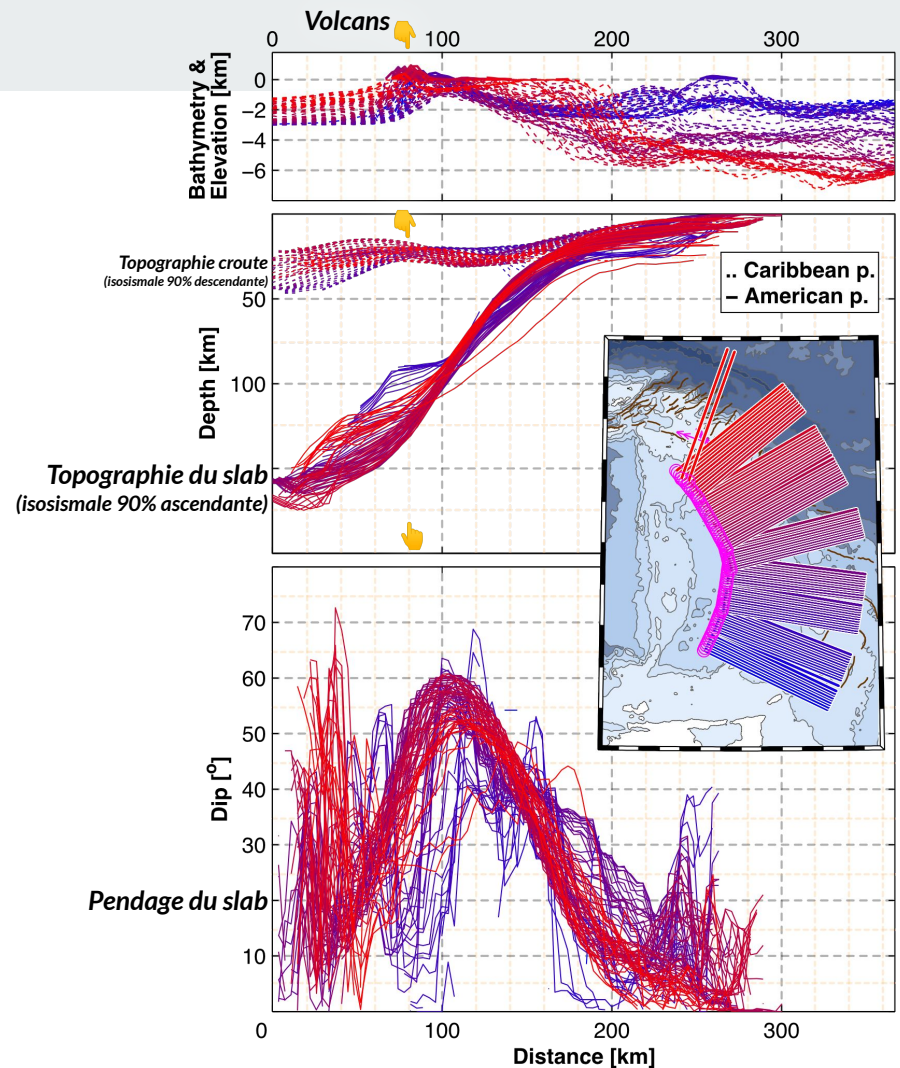
- 01 | Épaisseur sismogénique d'environ 35 km pour la croûte caribéenne, et de 20 km pour le slab (~González et al., 2018)
- 02 | [Bie et al. \(2019\)](#) semble être plus cohérent avec nos résultats que [Hayes et al. \(2018\)](#) - attendu.
- 03 | Augmentation de la densité des séismes peu profonds entre 18° N et 16° N



# Structure

Caractéristiques principales:

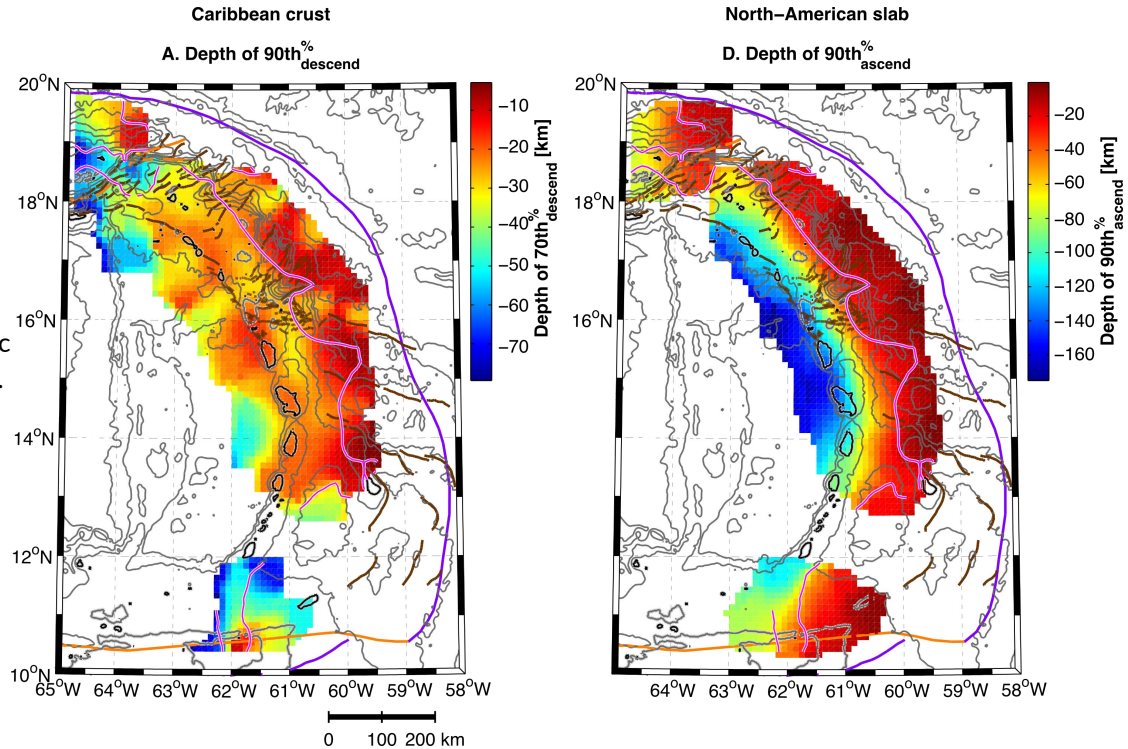
- 01 | Épaisseur sismogénique d'environ 35 km pour la croûte caribéenne, et de 20 km pour le slab (~González et al., 2018)
- 02 | Bie et al. (2019) semble être plus cohérent avec nos résultats que Hayes et al. (2018) - attendu.
- 03 | Augmentation de la densité des séismes peu profonds entre 18° N et 16° N
- 04 | Pendage du slab: ~45° en moyenne  
Pendage maximal à 16,8° - 16° N:  
Profondeur < 50 km: pendage ~22°  
Profondeur > 50 km: pendage ~56°



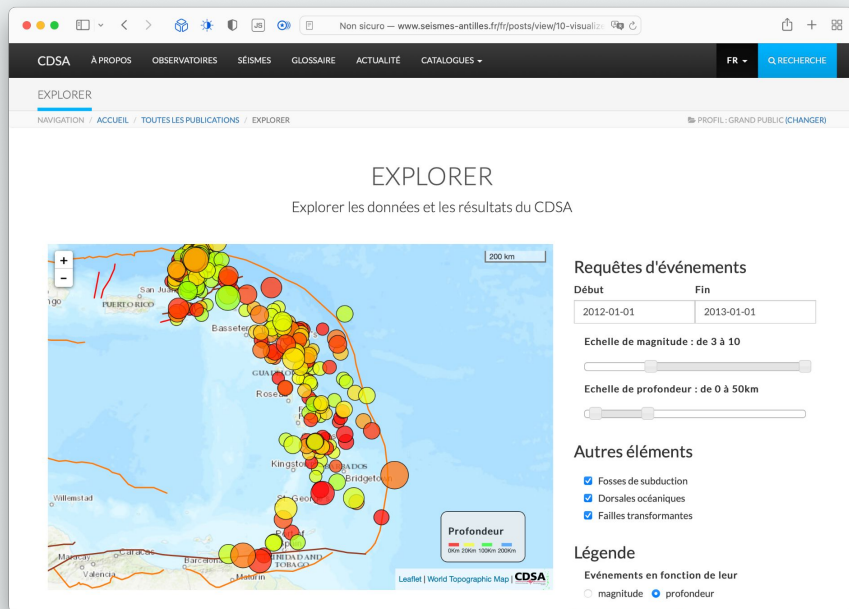
# Structure

Caractéristiques principales:

- 01 | Épaisseur sismogénique d'environ 35 km pour la croûte caribéenne, et de 20 km pour le slab (~González et al., 2018)
- 02 | Bie et al. (2019) semble être plus cohérent avec nos résultats que Hayes et al. (2018) - attendu.
- 03 | Augmentation de la densité des séismes peu profonds entre 18° N et 16° N
- 04 | Pendage du slab: ~45° en moyenne  
Pendage maximal à 16,8° - 16° N:  
Profondeur < 50 km: pendage ~22°  
Profondeur > 50 km: pendage ~56°



# Merci.



[www.seismes-antilles.fr](http://www.seismes-antilles.fr)

*Comptes Rendus  
Géoscience — Sciences de la Planète*

Online first, 15th October 2021

<https://doi.org/10.5802/crgeos.81>



Seismicity in France / *Sismicité en France*

## Automatic picking and probabilistic location for earthquake assessment in the Lesser Antilles subduction zone (1972–2012)

Frédéric Massin<sup>\*,a,d</sup>, Valérie Clouard<sup>b</sup>, Inessa Vorobieva<sup>c</sup>, François Beauducel<sup>d</sup>, Jean-Marie Saurel<sup>d</sup>, Claudio Satriano<sup>d</sup>, Marie-Paule Bouin<sup>d</sup> and Didier Bertil<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Eidgenössische Technische Hochschule (ETH), Swiss Seismological Service (SED), Zurich, Switzerland

<sup>b</sup> Géosciences Environnement Toulouse, Université de Toulouse, CNES, CNRS, IRD, UPS, Toulouse, France

<sup>c</sup> Institute of Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>d</sup> Université de Paris, Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP), CNRS, Paris, France

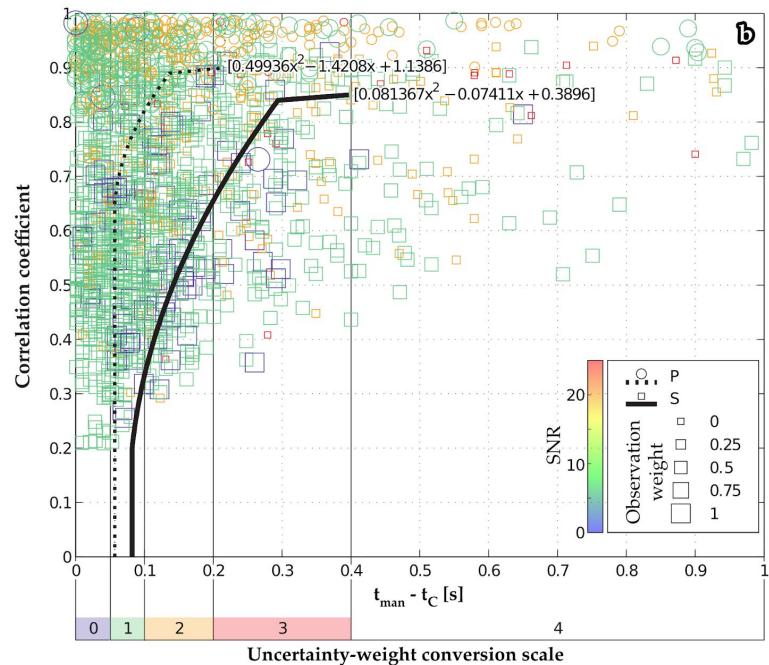
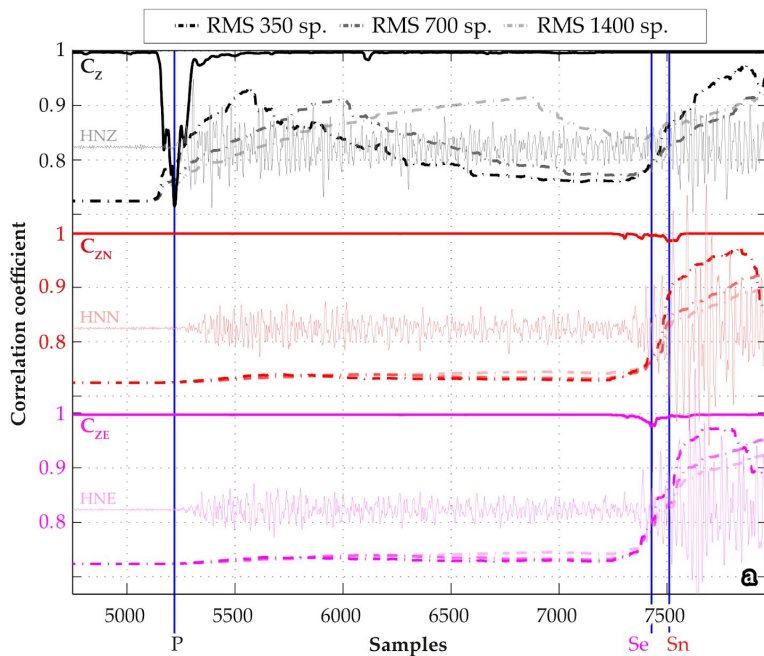
<sup>e</sup> Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), Orléans, France

*E-mails:* fmassin@ethz.ch (F. Massin), Valerie.clouard@Get.omp.eu (V. Clouard), vorobieva@mitp.ru (V. Vorobieva), beauducel@ipgp.fr (F. Beauducel), saurel@ipgp.fr (J. M. Saurel), satriano@ipgp.fr (C. Satriano), bouin@ipgp.fr (M. P. Bouin), d.bertil@brgm.fr (D. Bertil)



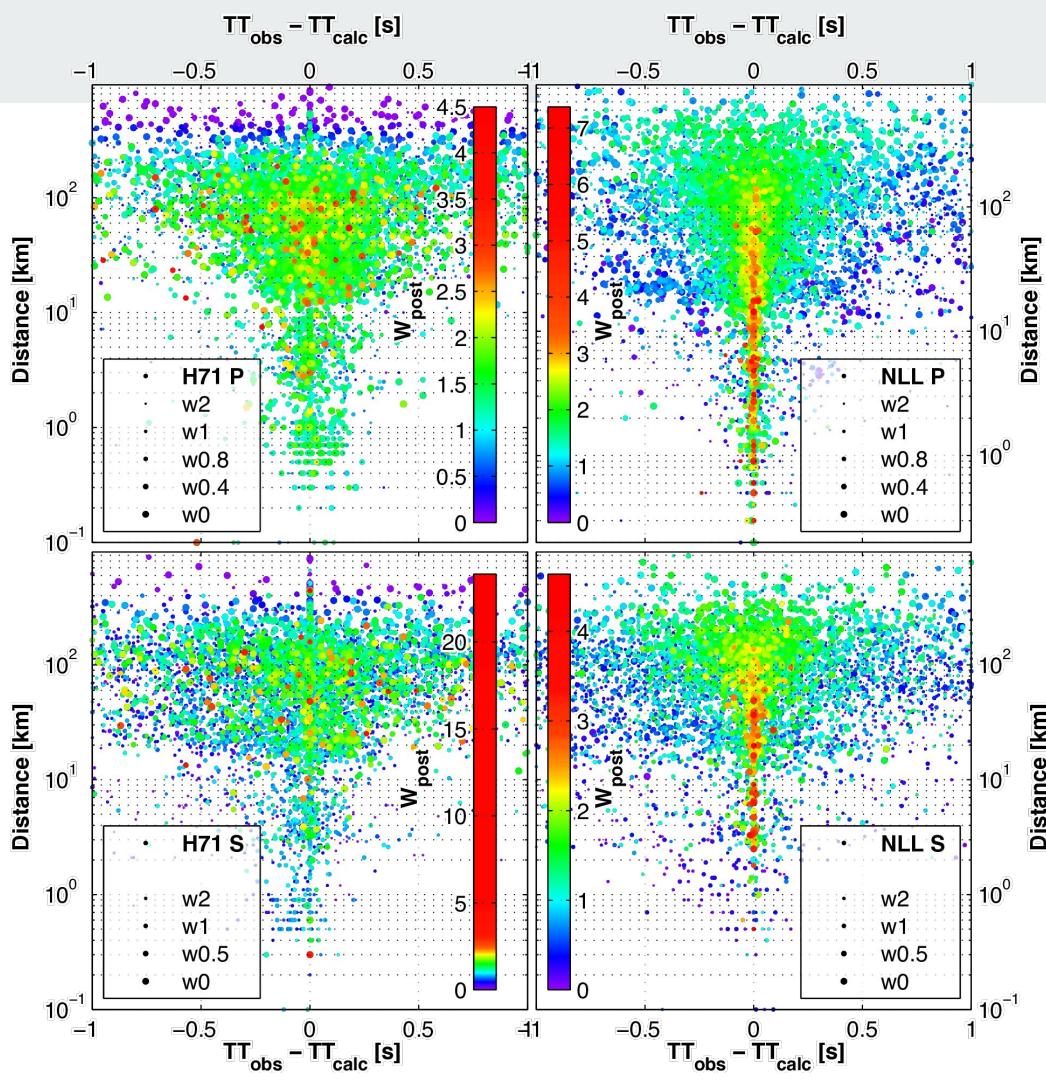
**Supp. slides**

# Pointé automatique



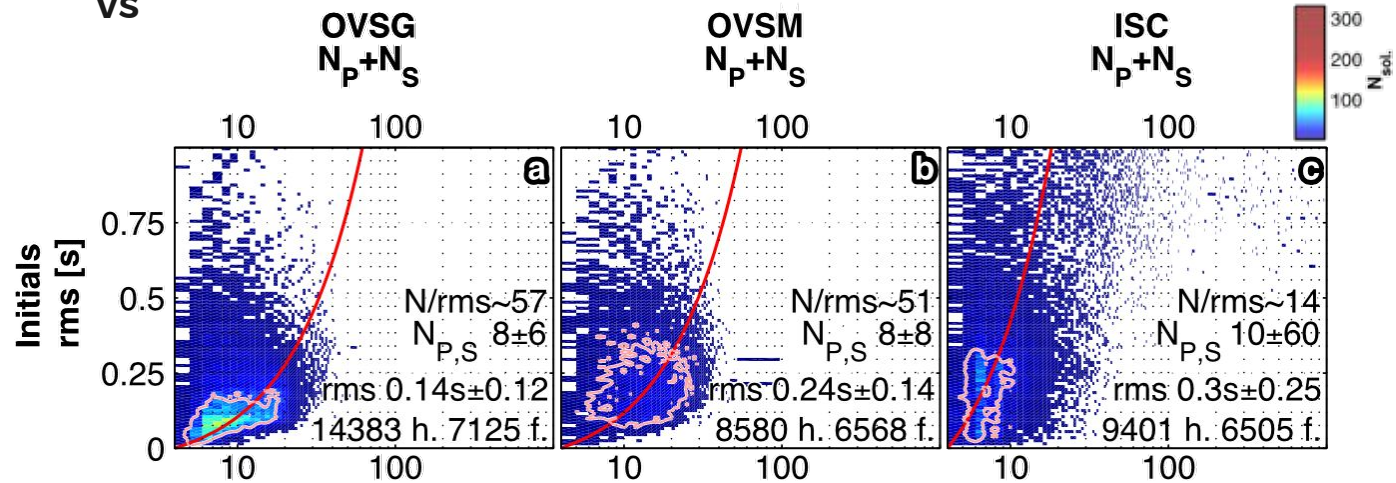


# Hypo71 vs NonLinLoc

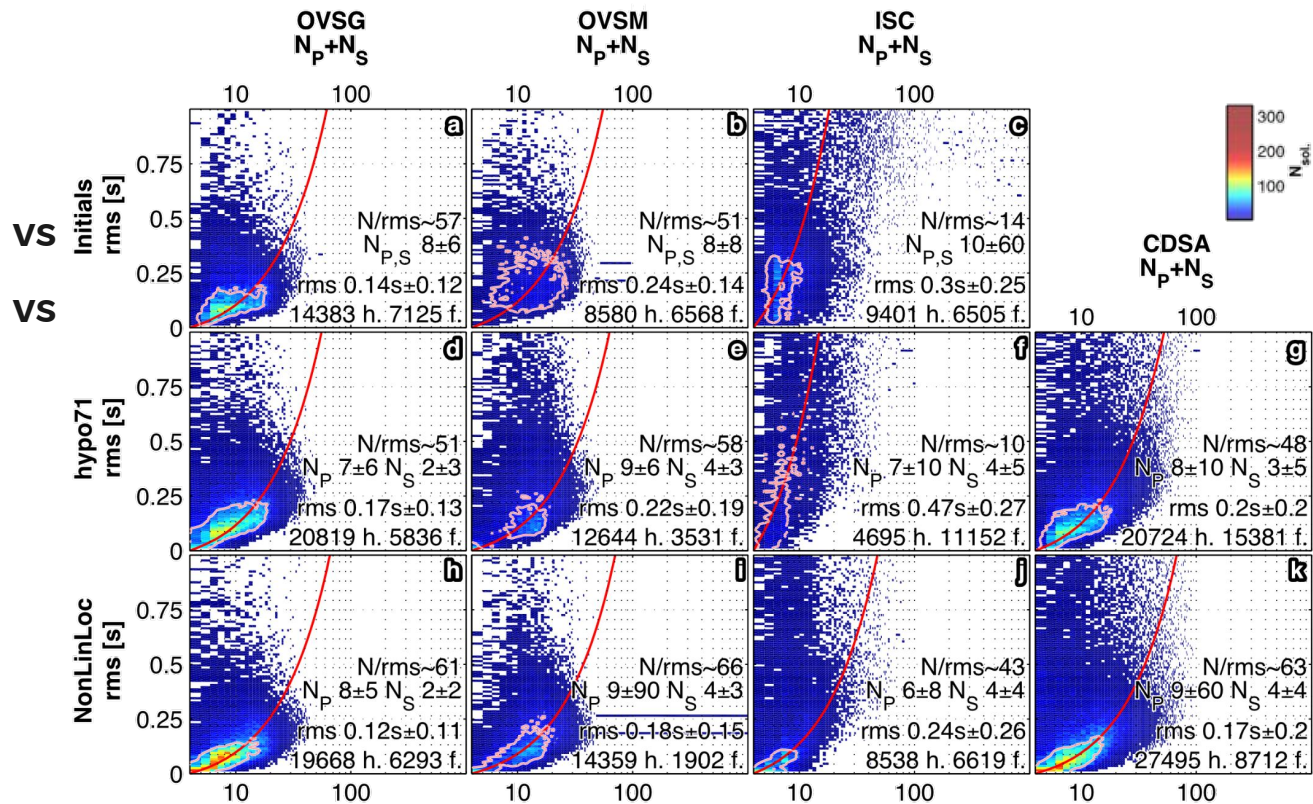




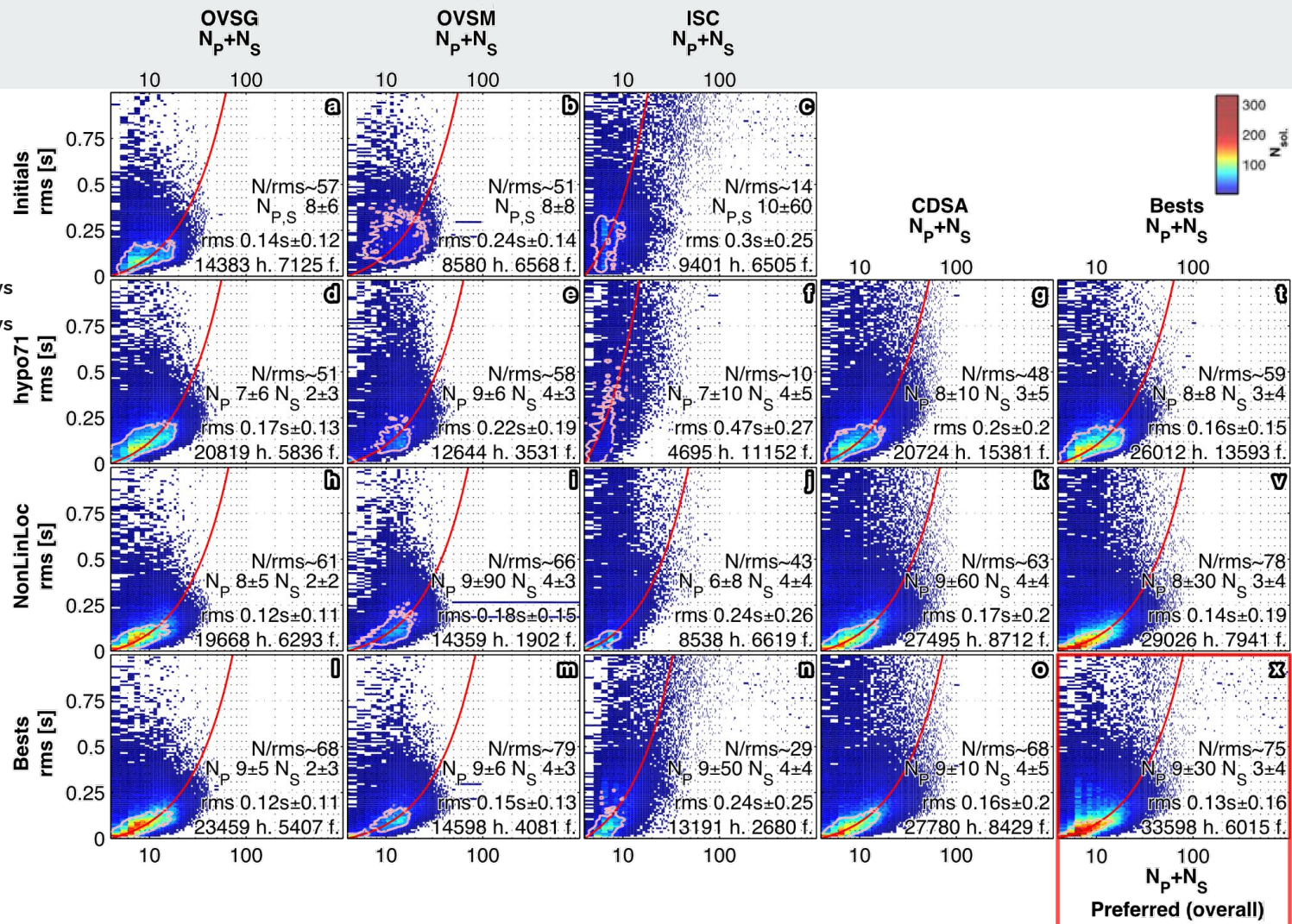
# Observatoires vs Observatoires vs CDSA



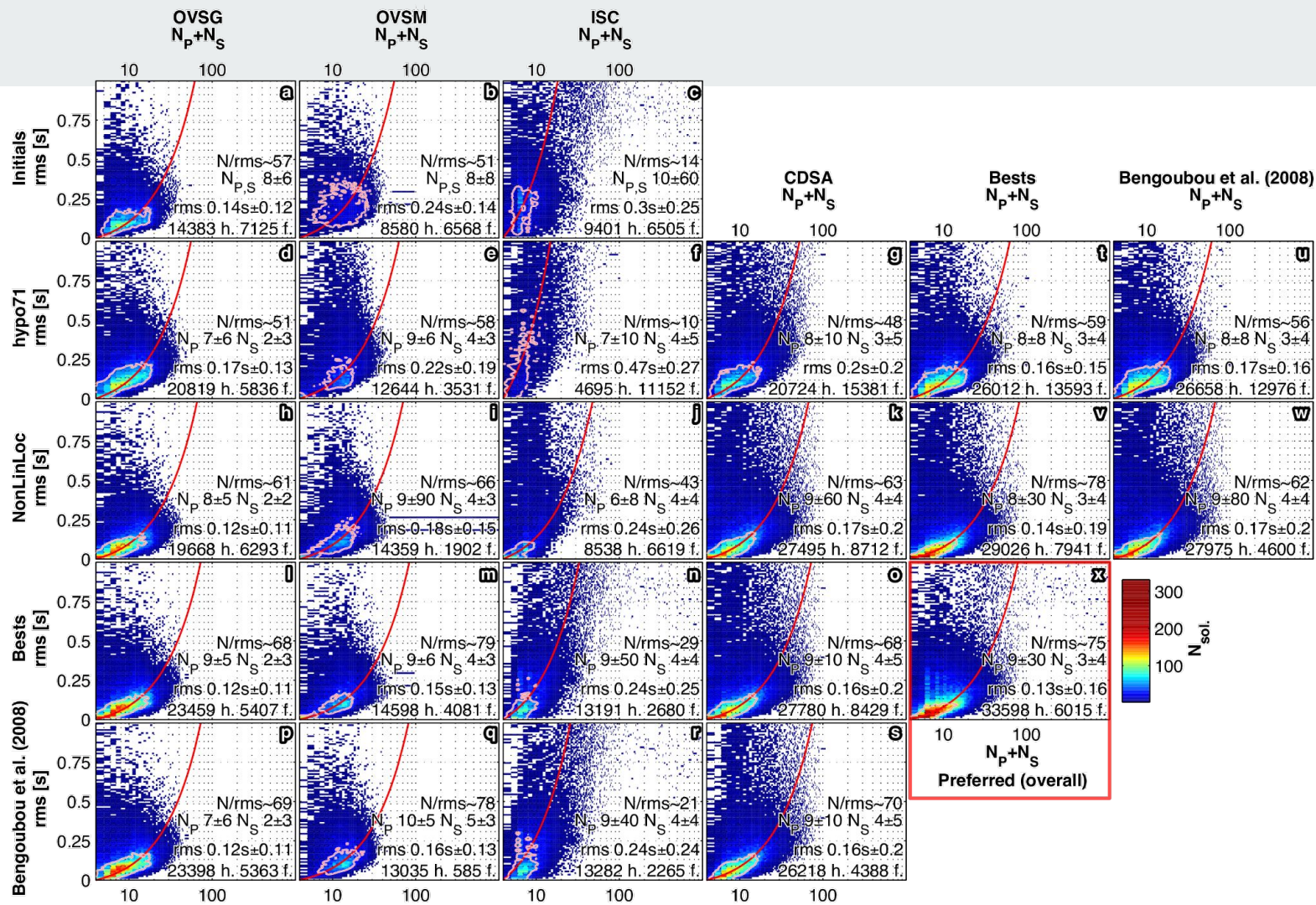
# Observatoires vs Observatoires vs CDSA



Observatoires  
vs  
Observatoires  
CDSA



Observatoires vs Observatoires  
 CDSA vs CDSA<sub>vo.o</sub>



# Catalogue unifiés

