



HAL
open science

Qualification des nodes “ SmartSolo ” pour l’optimisation de la caractérisation des conditions de site des stations RAP et RLBP

Pauline Rischette, Fabrice Hollender

► To cite this version:

Pauline Rischette, Fabrice Hollender. Qualification des nodes “ SmartSolo ” pour l’optimisation de la caractérisation des conditions de site des stations RAP et RLBP. 5èmes Rencontres Scientifiques et Techniques Résif, Nov 2021, Obernai (67210), France. hal-03442524

HAL Id: hal-03442524

<https://hal.science/hal-03442524>

Submitted on 23 Nov 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.

Pauline Rischette^{1,2}, Fabrice Hollender^{1,3}

¹ Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA), DES, CEA Cadarache, Saint Paul Lez Durance | ² Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (EOST), CNRS UMS 830, Strasbourg
³ Institut des Sciences de la Terre (ISTerre), Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, IFSTTAR, Grenoble.

Contexte actuel et objectifs

La caractérisation des stations sismologiques des réseaux RAP et RLBP a longtemps été menée en utilisant des sismomètres large-bande de type CMG6TD développés par Güralp, ou LE-3D/5s par Lennartz Electronic. L'installation et la récupération des données enregistrées par ces sismomètres demandant un certain temps, leur remplacement par les nodes DTCC SmartSolo, plus rapides à installer et déployables en plus grand nombre, permettrait l'optimisation et l'accélération des campagnes de caractérisation. L'étude présentée ici porte ainsi sur la comparaison des performances de ces différents capteurs.



Huddle-tests

Plusieurs expériences de comparaison, dites huddle-tests, ont été menées dans le but d'analyser la similarité des enregistrements de bruit ambiant obtenus par ces différents types de sismomètres, placés proches les uns des autres. Cette comparaison a été réalisée par l'étude de 4 indicateurs calculés sur des couples de sismomètres de même type, et obtenus selon la chaîne de traitement suivante :



Fig 1. Photo d'un huddle-test mis en place dans la cave sismique de Cadarache.

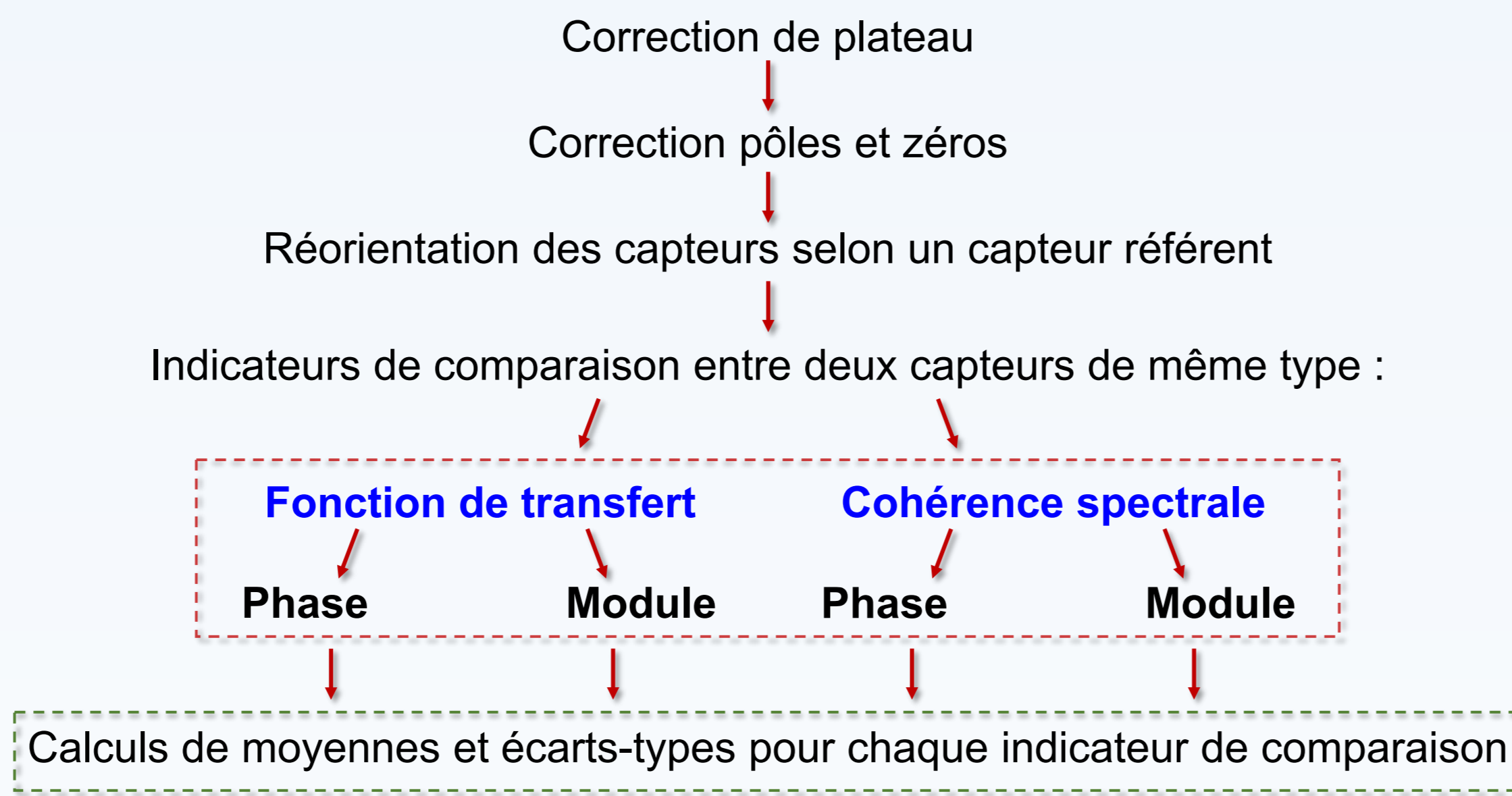


Fig 2. Chaîne de traitement des données appliquée à des couples de capteurs de même type.

De bonnes performances demandent des valeurs de module tendant vers 1. On constate qu'à très basses fréquences, ce sont les Lennartz (LE-3D/5s) qui se comportent le mieux, mais pour les mesures AVA le cœur de cible se situe de 1 à 50Hz. En terme d'amplitudes, les Lennartz sont la référence suivis par les SmartSolo surtout vis-à-vis de la cohérence, puis par les CMG6TD. La Figure 3 montre que les nodes présentent des résultats qui en moyenne dévient plus, mais cela pourrait être amélioré en appliquant une correction node par node lors d'un huddle-test. Sur l'ensemble de nos résultats, les nodes se dispersent beaucoup moins que les autres sismomètres, témoignant une meilleure stabilité surtout à Marcoule, seul huddle réalisé en extérieur et donc plus proche des conditions réelles. On note en effet que sur les composantes horizontales, les SmartSolo présentent les résultats les plus stables et ont donc été moins sensibles à l'impact du vent que les Lennartz et les CMG6TD.

En ce qui concerne nos analyses de phases, les SmartSolo présentent les meilleurs résultats, puis ce sont les CMG6TD suivis par les Lennartz, bien qu'à Cadarache les CMG6TD se dispersent beaucoup.

Nous concluons que les performances des SmartSolo avec un gain de 36dB sur la gamme de fréquence cible des mesures AVA sont au moins d'aussi bonne qualité que celles des sismomètres usuels, voire meilleures surtout pour les mesures de phase. De plus, nous confirmons que les Lennartz sont le meilleur choix pour l'analyse H/V puisqu'ils présentent les meilleures mesures en amplitude.

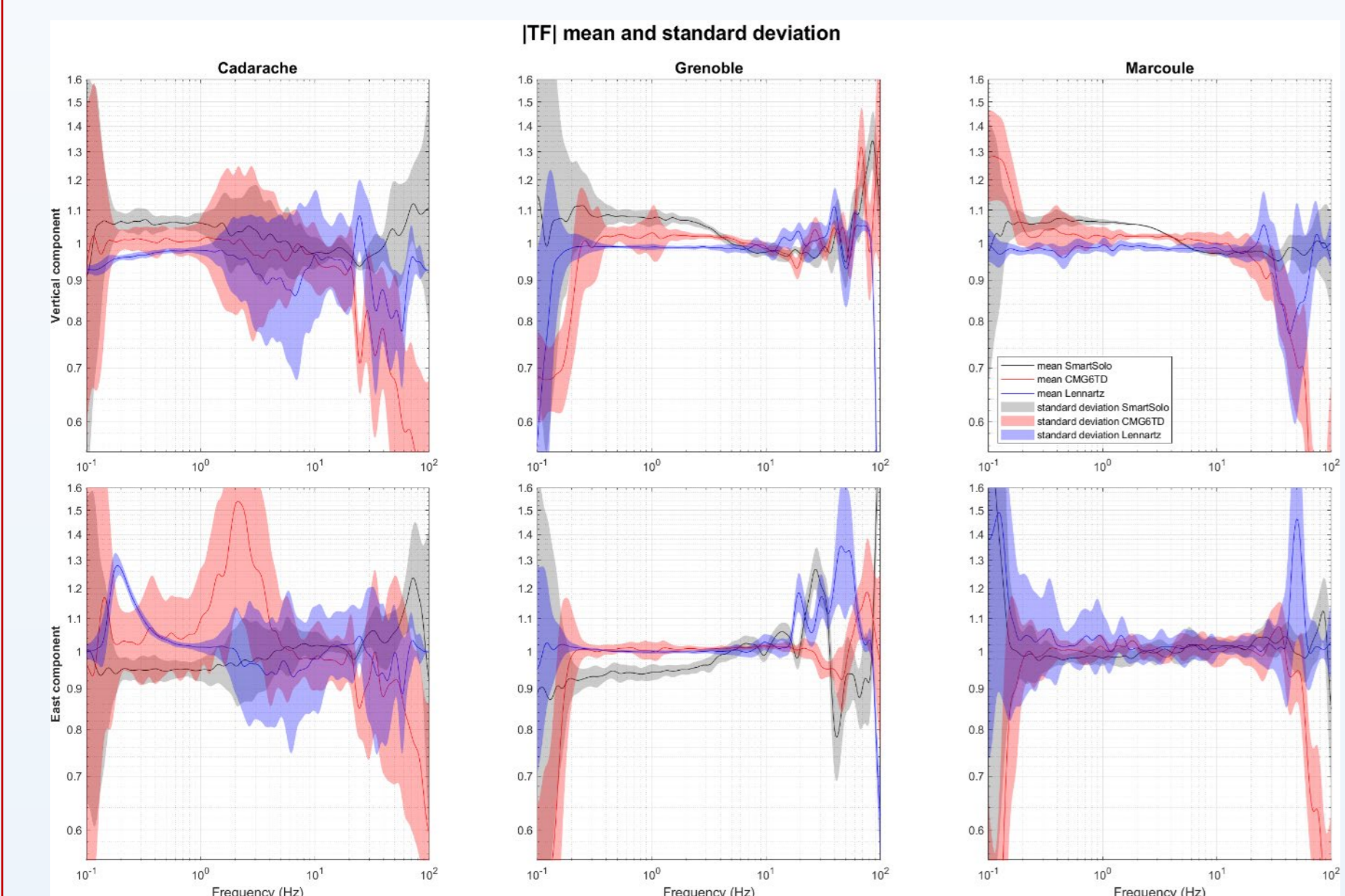


Fig 3. Moyenne (trait) et écarts-types (patch) du module de la fonction de transfert d'un couple de nodes (en noir), de CMG6TDs (en rouge), et de LE-3D/5s (en bleu).

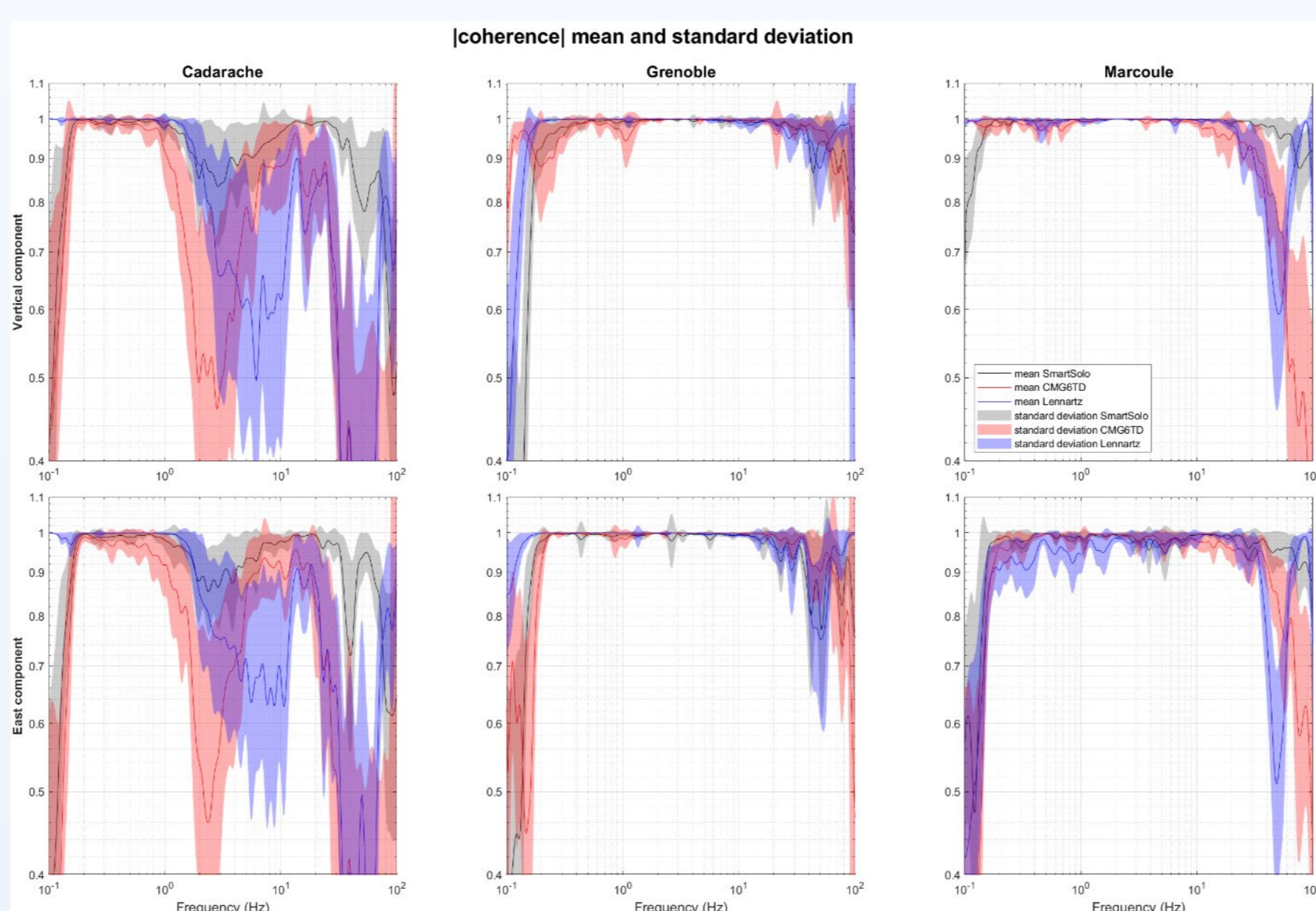


Fig 4. Moyenne (trait) et écarts-types (patch) du module de la cohérence entre un couple de nodes (en noir), de CMG6TDs (en rouge), et de LE-3D/5s (en bleu).

Tests de couplage des nodes

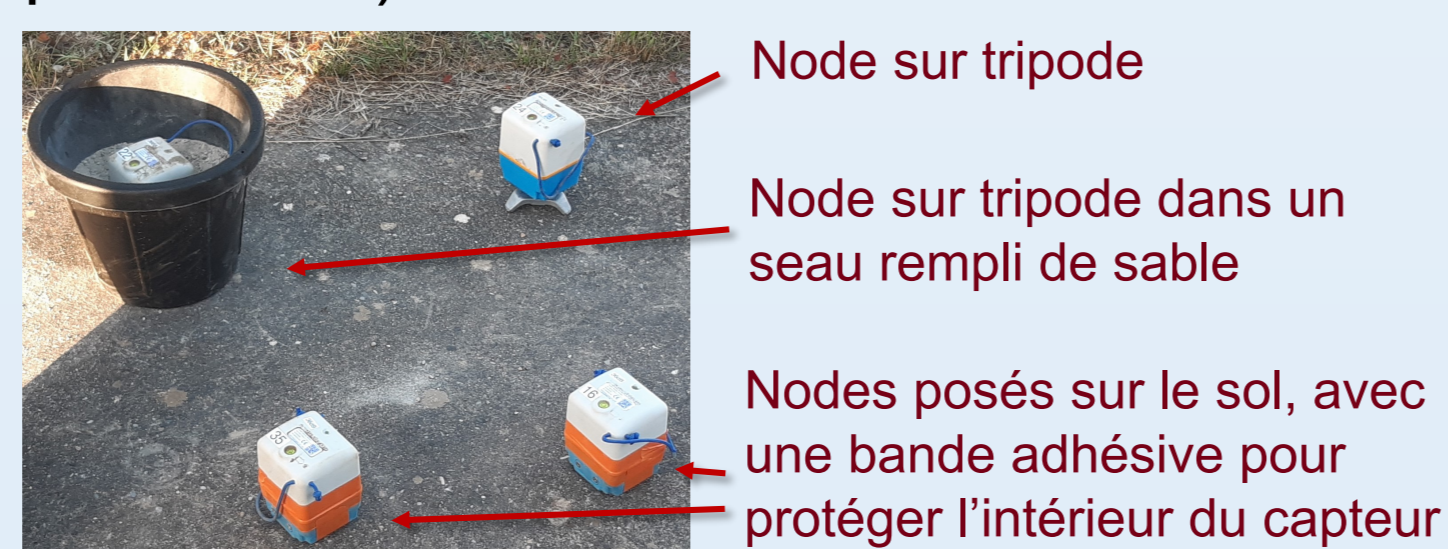
Les nodes comportent un spike relié au bloc batterie permettant l'obtention d'un couplage très satisfaisant dans les sols mous. Néanmoins, ce spike devient un inconvénient non négligeable lorsque l'on doit réaliser des mesures sur surfaces dures. Plusieurs couplages ont ainsi été testés au cours de plusieurs acquisitions :

Sols mous

- Sur spike, entièrement enterré (couplage optimal)
- Seulement le spike enterré
- Sur tripode, entièrement enterré

Surfaces dures

- Sur tripode
- Dans un seau rempli de sable (sur spike puis sur tripode)
- Posé sur le sol (avec bande adhésive protectrice)



Nous constatons que dans des sols mous, enterrer un node avec le bloc batterie relié à un spike ou à un tripode sont deux couplages présentant des performances équivalentes. Sur des surfaces dures, placer le node dans un seau est à proscrire car ce n'est pas une solution assez stable. Les configurations sur tripode ou simplement posé présentent des résultats similaires au couple référent sur la composante verticale, mais manquent encore de stabilité si l'on s'intéresse aux composantes horizontales (Figure 6).

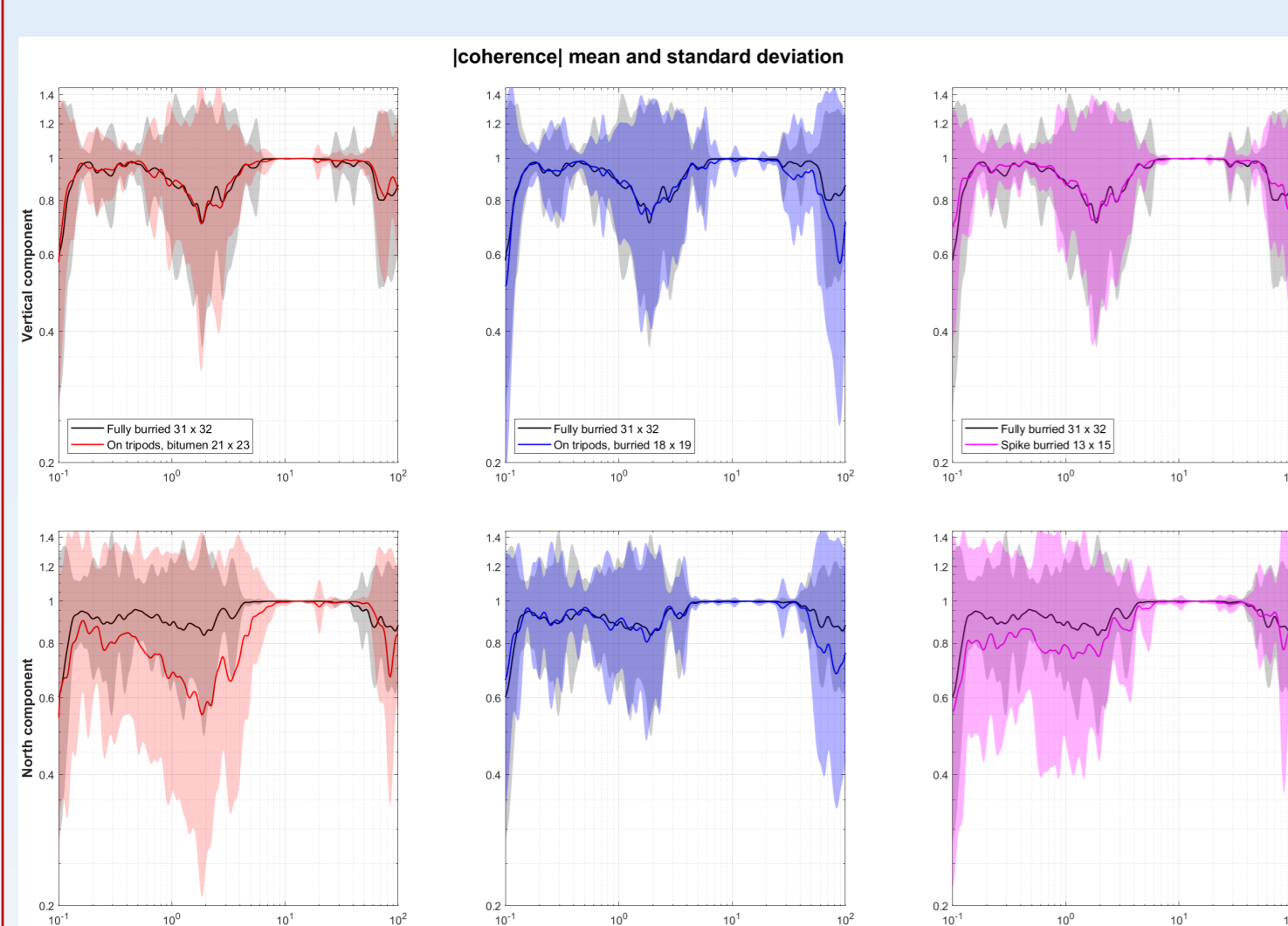


Fig 5. Moyenne (trait plein) et écarts-types (patch) du module de la cohérence entre un couple de nodes posés sur tripode (rouge), enterrés sur tripode (bleu), et où seul le spike est enterré (violet).

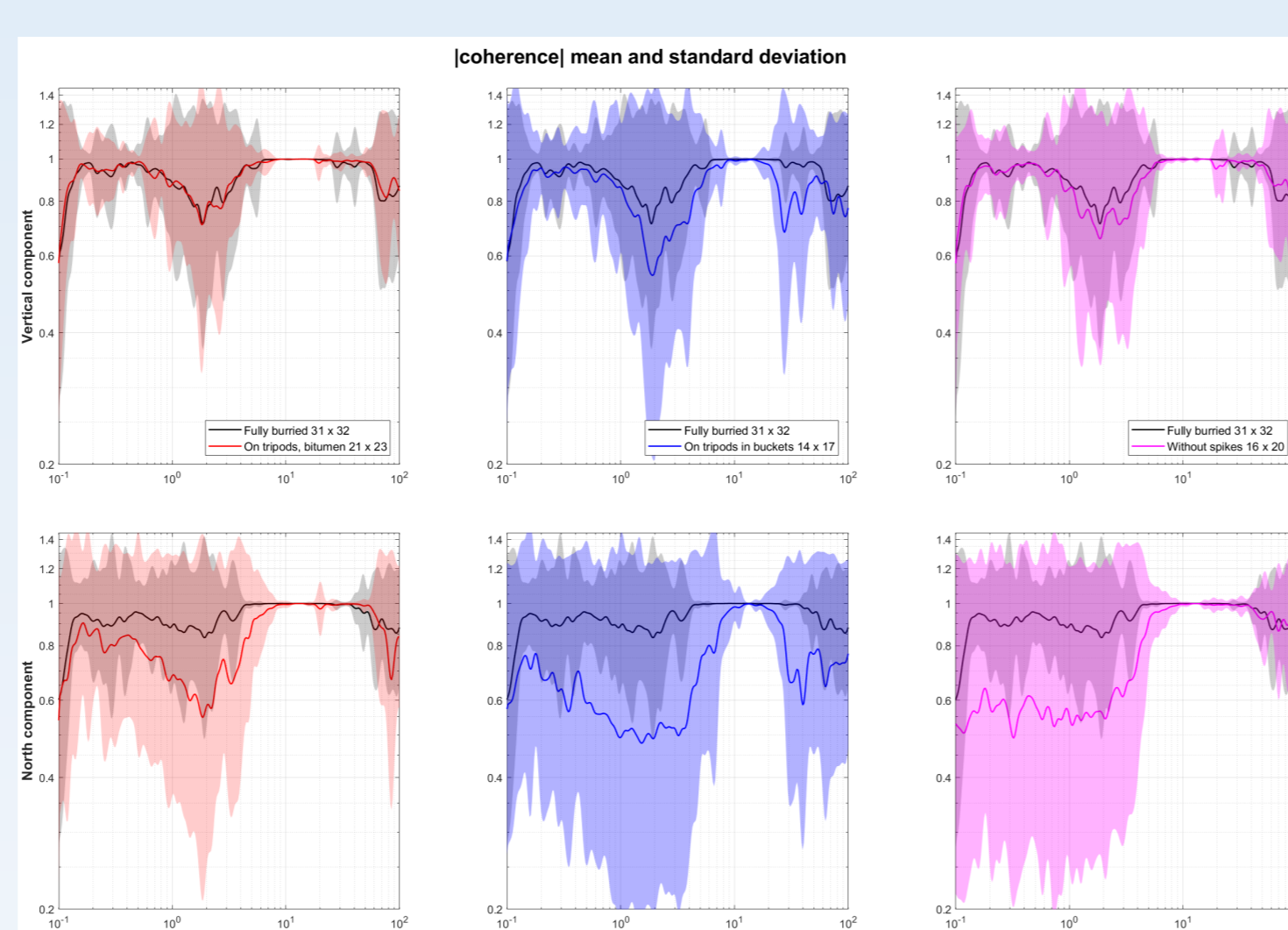


Fig 6. Moyenne (trait plein) et écarts-types (patch) du module de la cohérence entre un couple de nodes posés sur tripode (rouge), sur tripode dans des seaux (bleu), et posés sans spike (violet).

Sur les deux figures 5 et 6 le couplage optimal (sur spike entièrement enterré) est superposé en noir aux autres couplages testés.

Acquisitions en conditions réelles

Les résultats des huddle-tests ne remplacent pas des tests en géométrie réelle, c'est pourquoi nous avons réalisé des acquisitions semblables aux réseaux AVA mis en place lors des caractérisations RAP. Les résultats présentés ici ont été obtenus sur un site à l'intérieur de Cadarache, appelé 'Eole', où les mesures ont été réalisées en co-localisant un SmartSolo et un CMG6TD en chaque point d'acquisition. Pour l'AVA, une bonne mesure de la phase est nécessaire, et nous n'observons pratiquement aucune différence entre SmartSolo et CMG6TD, nous permettant de conclure que les performances des SmartSolo dans ce cadre sont suffisantes.

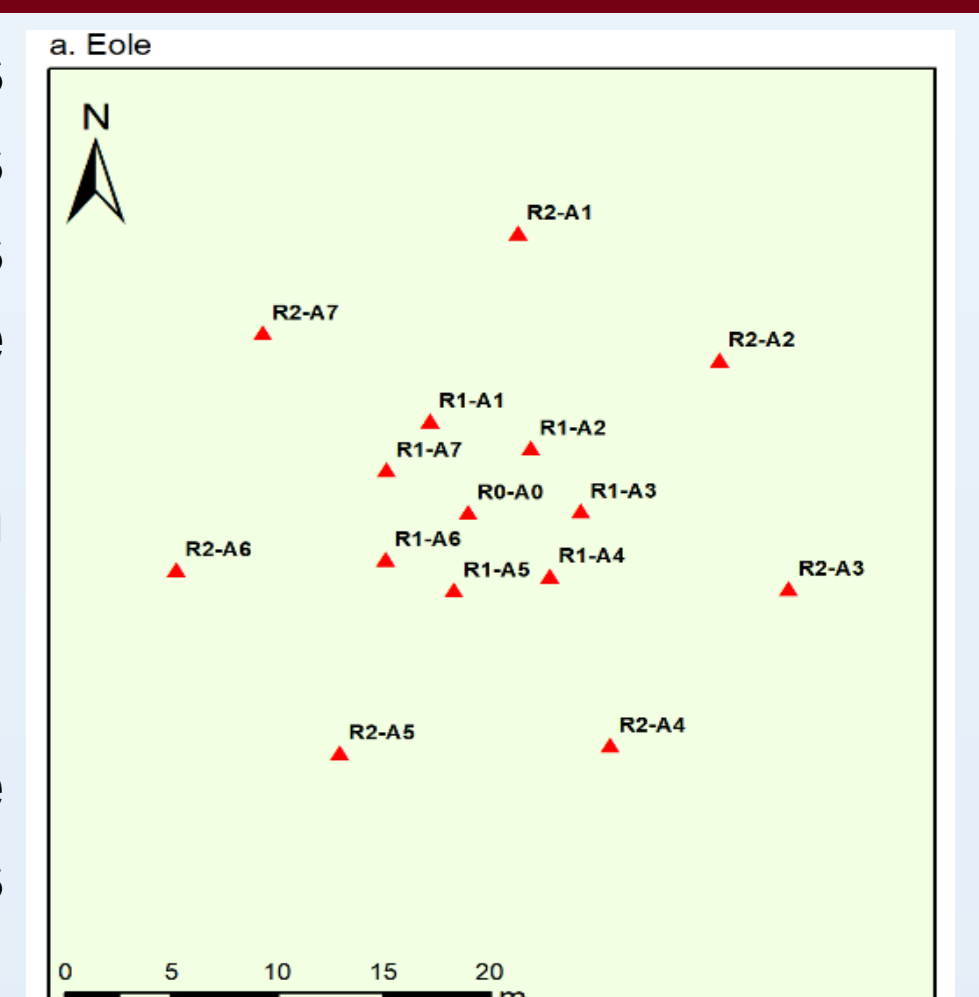


Fig 7. Disposition des sismomètres sur des cercles de rayon 5m (R1) et 15m (R2).

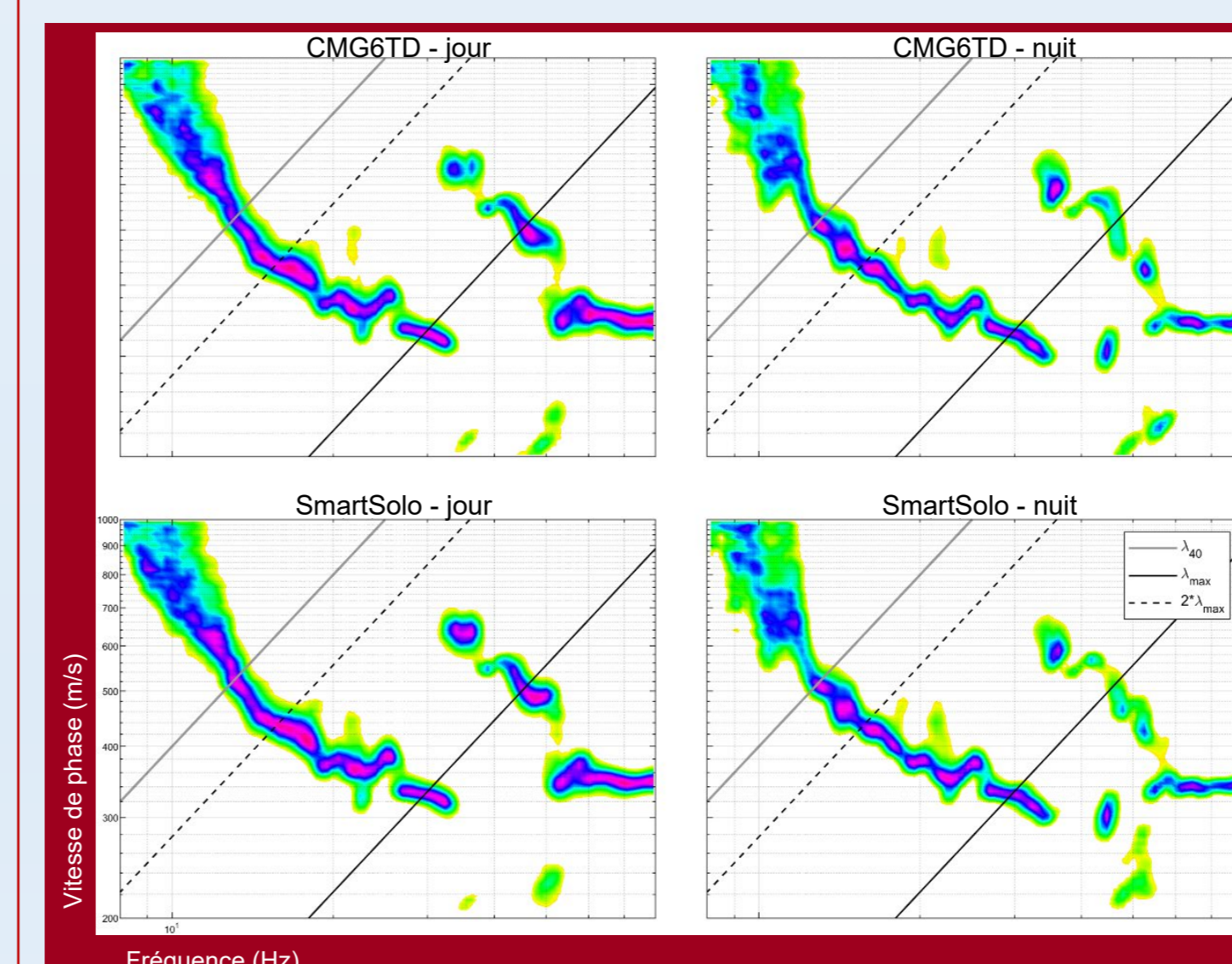


Fig 8. Résultats obtenus par traitement FK issus des CMG6TD (haut) et des SmartSolo (bas).

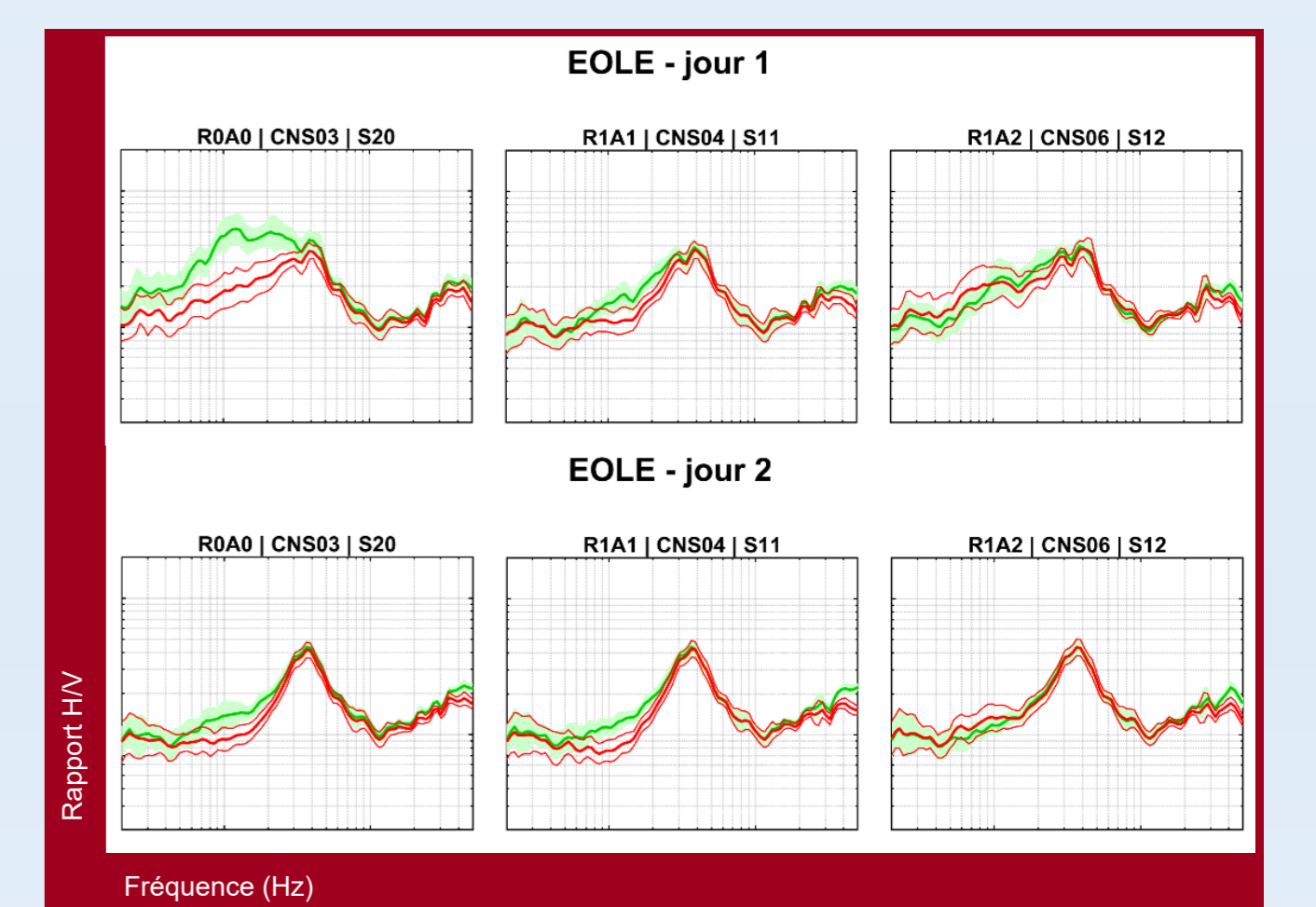


Fig 9. Réponses H/V de SmartSolo (vert) et de CMG6TD (rouge), le premier jour d'acquisition (haut) et le lendemain (bas).

Pour le traitement H/V, c'est l'amplitude du signal qui est prise en compte. Nous notons des résultats décevants sur le premier jour d'acquisition où les réponses H/V des nodes dévient de celles des CMG6TD. Des courbes beaucoup plus satisfaisantes ont été obtenues le lendemain, indiquant ainsi que les SmartSolo, dans des contextes à bas-bruit, semblent avoir besoin d'un certain temps de chauffe avant de produire des amplitudes fiables.

Conclusions et perspectives

Les résultats obtenus montrent qu'il est tout à fait envisageable d'utiliser exclusivement les nodes SmartSolo pour les mesures AVA. En revanche, pour les mesures H/V nous recommandons de continuer à utiliser les sismomètres classiques en l'attente de travaux complémentaires. Concernant le couplage des nodes, nous conseillons des les enterrer entièrement pour analyses sur les composantes horizontales, et sur surfaces dures l'usage d'un tripode semble être à ce stade la meilleure solution.