



**HAL**  
open science

## Avez-vous dit “ champ-libre ” ? Importance des choix d’installation des stations sismologiques sur le contenu fréquentiel des signaux enregistrés

Fabrice Hollender, Hélène Jund, Isabelle Douste-Bacqué, Emeline Maufroy,  
Paola Traversa

### ► To cite this version:

Fabrice Hollender, Hélène Jund, Isabelle Douste-Bacqué, Emeline Maufroy, Paola Traversa. Avez-vous dit “ champ-libre ” ? Importance des choix d’installation des stations sismologiques sur le contenu fréquentiel des signaux enregistrés. 5  mes Rencontres Scientifiques et Techniques R  sif, Nov 2021, Obernai (67210), France. hal-03482625

**HAL Id: hal-03482625**

**<https://hal.science/hal-03482625>**

Submitted on 16 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.

### Introduction :

En « sismologie de l'ingénieur », les signaux enregistrés par les stations sismologiques (essentiellement réseaux accélérométriques, mais aussi réseaux large-bande) sont considérées comme étant en « champ libre », c'est-à-dire comme enregistrant les mouvements du sol en surface et exempts de toute interaction sol-structure (ISS). Certaines observations récentes ont montré que ces conditions pouvaient ne pas être respectées, même pour de faibles profondeurs d'installation ou de petites structures, telles que les petites dalles en béton souvent utilisées pour ancrer les accéléromètres.

Ces observations ont motivé :

1/ des mesures spécifiques réalisées sur des stations RAP et des stations couplées RAP-RLBP, afin de mieux comprendre et documenter les ordres de grandeur des effets que ces phénomènes engendrent (projet « appel d'offre RAP INSTAL ») ;

2/ une enquête menée auprès des opérateurs des stations RAP afin de dresser un premier diagnostic des modalités d'installation du réseau accélérométrique Français.

Ce poster présente les résultats obtenus par ces deux actions.

### Analyse des effets d'ISS et de profondeur : approche suivie

Les effets potentiels de profondeur et d'interaction sol-structure ont été estimés de manière empirique, en déployant des stations temporaires, positionnées en vrai champ libre, à proximité de stations permanentes (HOHE, ECH, STMU en Alsace ; OGFO, OGSA et OG35 dans les Alpes). Ces stations ont enregistré les mouvements du sol en continu pendant environ une année.

A partir de ces enregistrements, nous avons appliqué un traitement SSR classique :

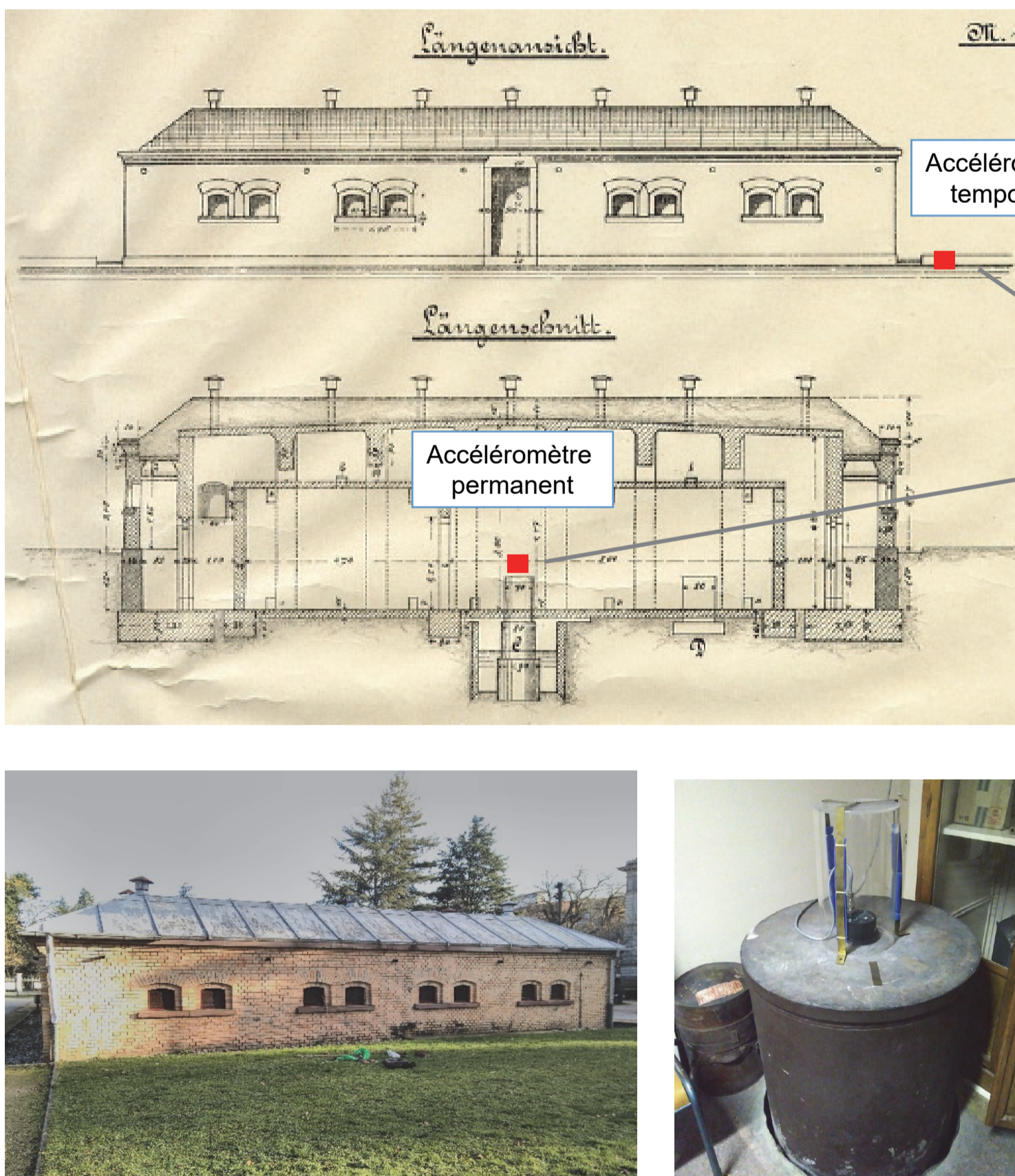
- identification des séismes enregistrés avec un rapport signal sur bruit satisfaisant,
- calcul des rapports de spectres de Fourier sur des fenêtres d'ondes S entre stations temporaires en champ libre (référence) et stations permanentes,
- calcul des moyennes et écarts type sur les quelques dizaines de séismes utilisés sur chaque site.

Sur chaque figure sont représentés :

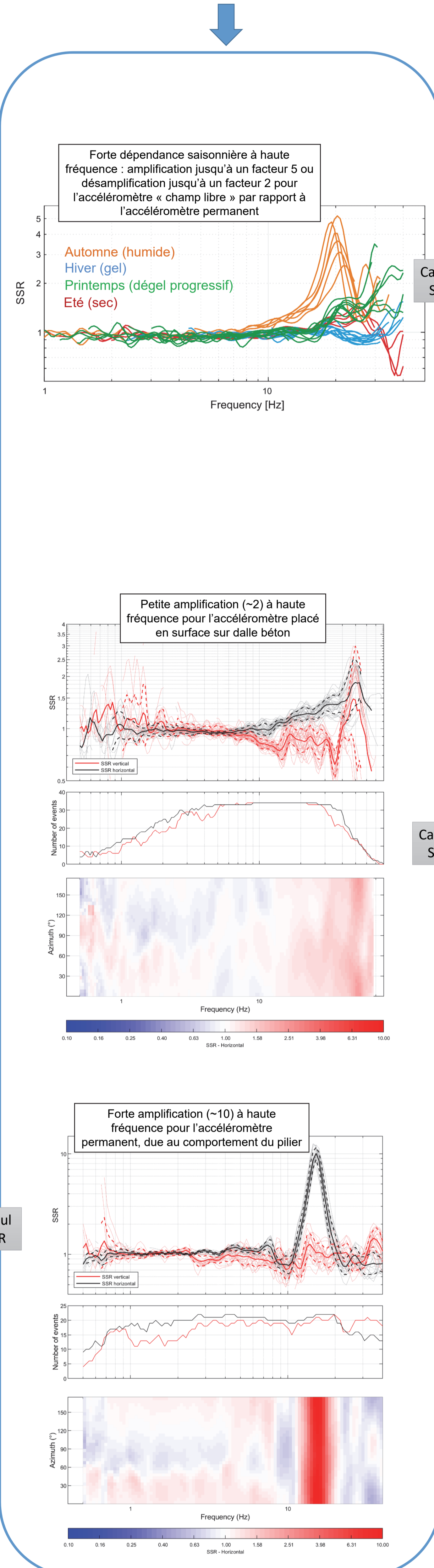
- pour les composantes horizontale et verticale : les rapports SSR pour chaque séisme, les moyennes et écarts type des rapports SSR,
- le nombre de séismes utilisé par fréquence,
- la variation azimutale des rapports SSR moyens.

### STMU

Accéléromètre placé sur un « pilier sismique » dans la station sismologique historique de Strasbourg



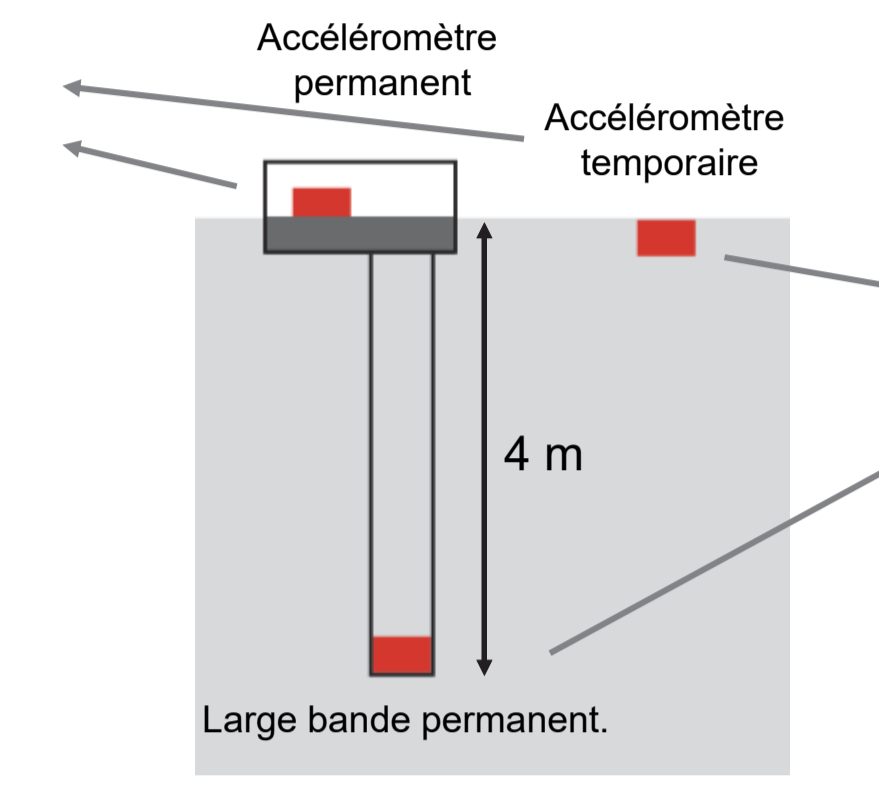
### Effets d'interaction sol-structure



### Effets de profondeur

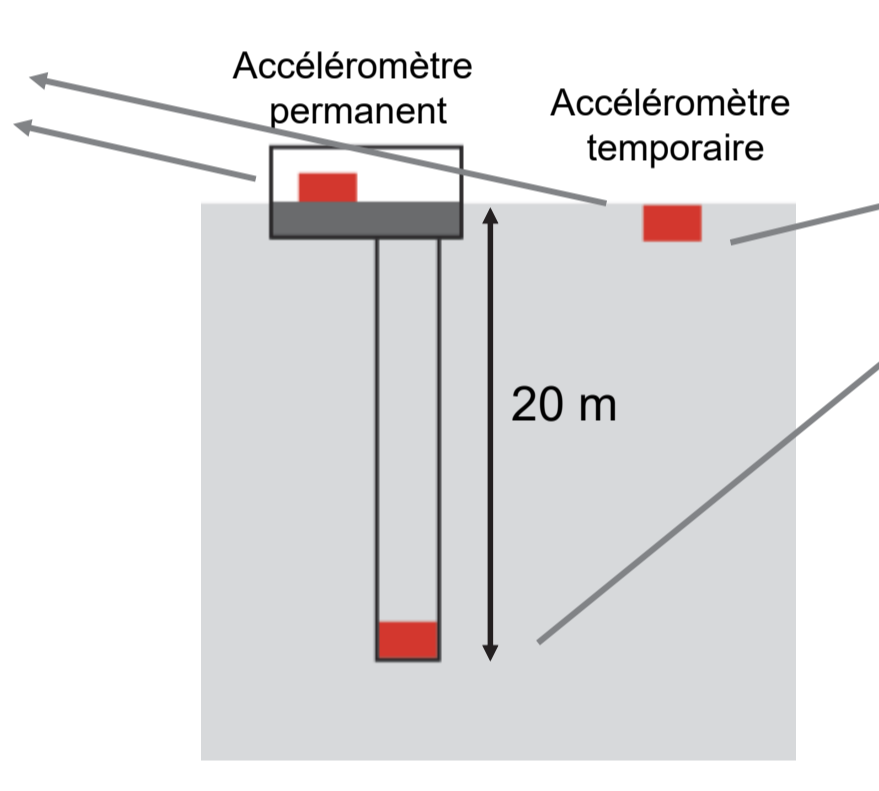
### OGSA

Station RESIF standard, accéléromètre sur dalle en surface, large-bande en post-hole à 4 m de profondeur



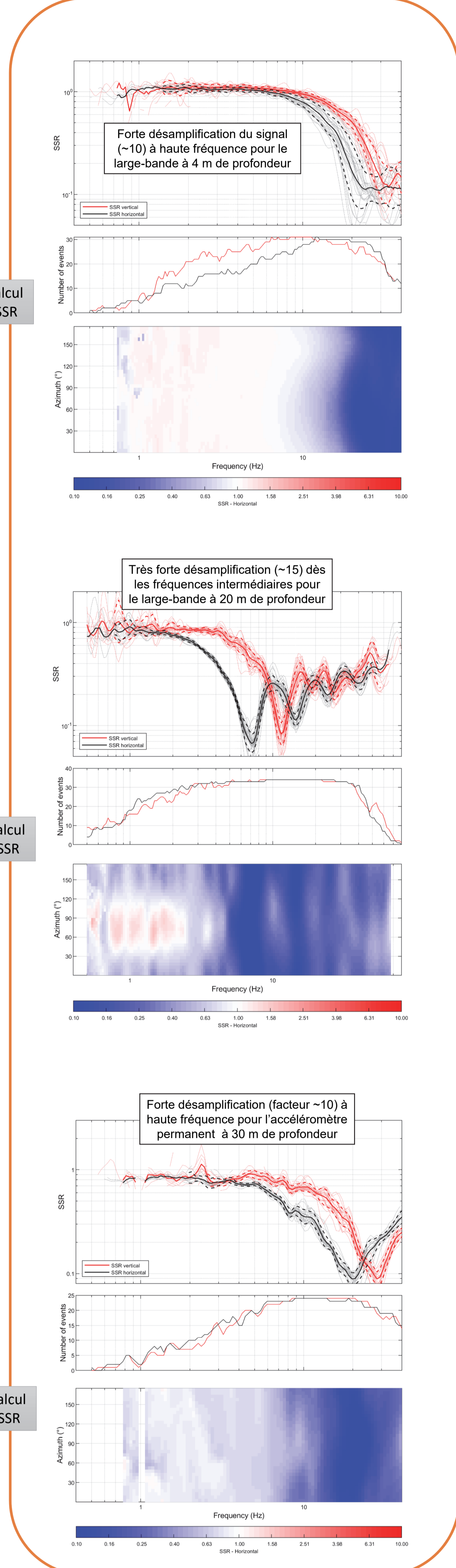
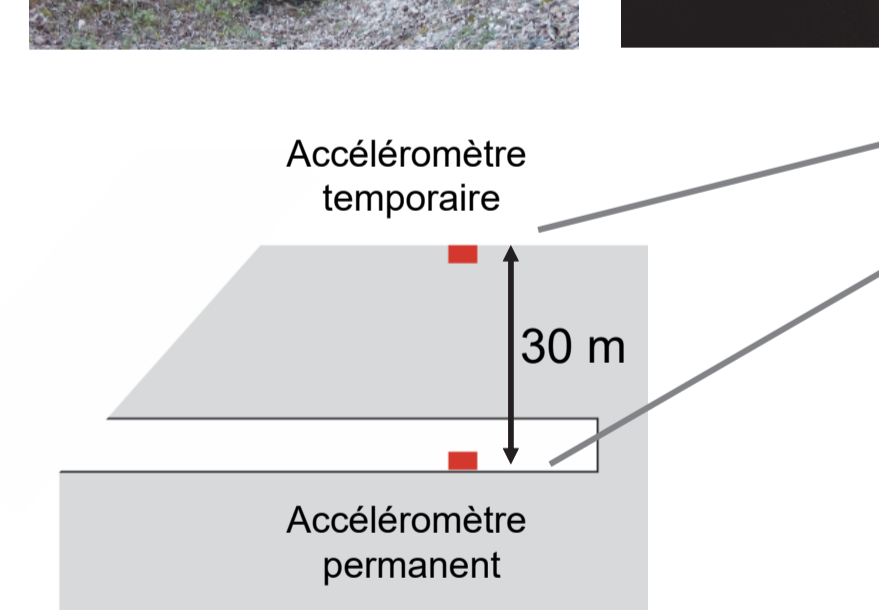
### HOHE

Station RESIF standard, accéléromètre sur dalle en surface, large-bande en post-hole à 20 m de profondeur



### ECH (ex STSM)

Accéléromètre placé dans une ancienne galerie de mine, à environ 30 m de profondeur, « station de référence » pour le Nord-Est



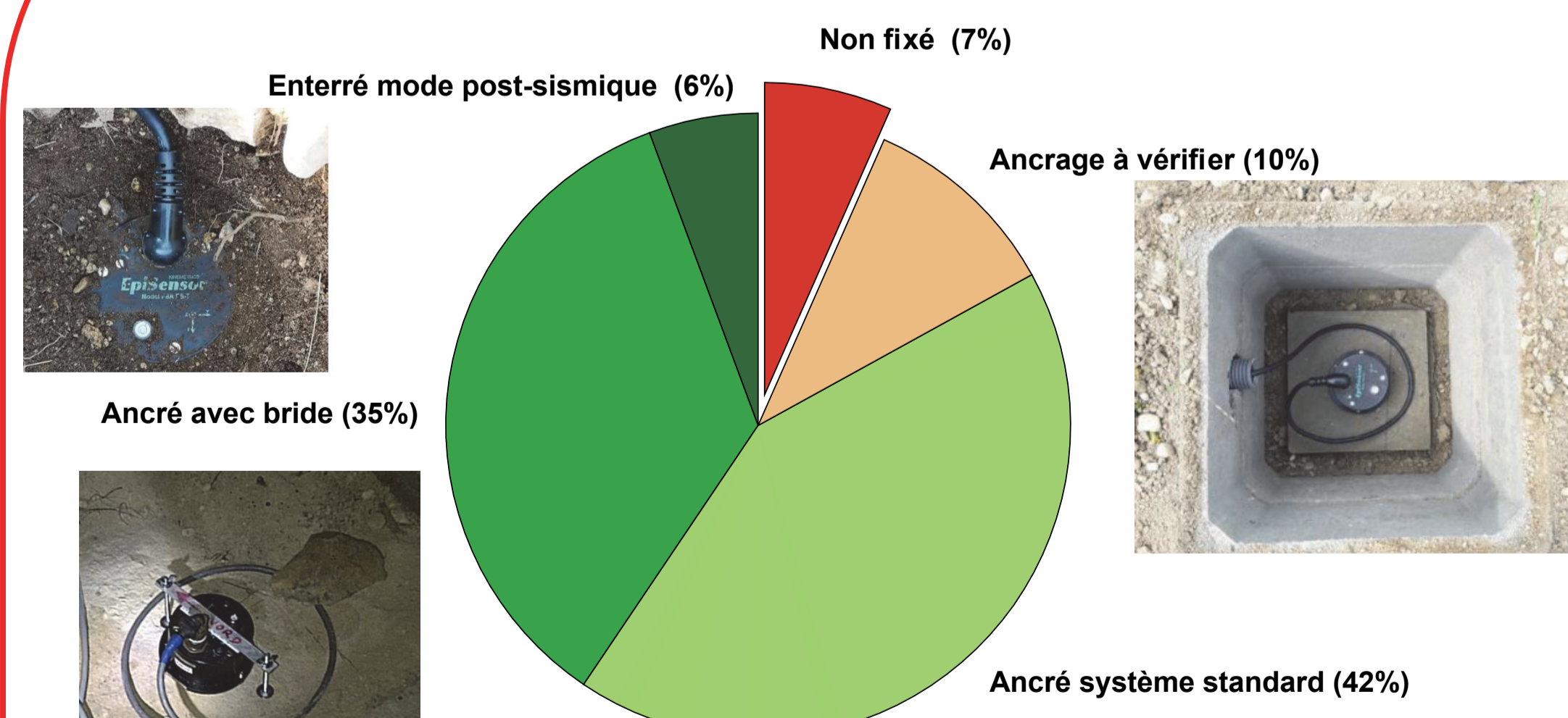
### Enquête sur les modalités d'installation des accéléromètres du RAP

Un questionnaire sur les modalités d'installation des accéléromètres a été envoyé à l'ensemble des opérateurs du réseau. Les différents « camemberts » présentés ici synthétisent les résultats obtenus sur la base des réponses données pour 106 stations.

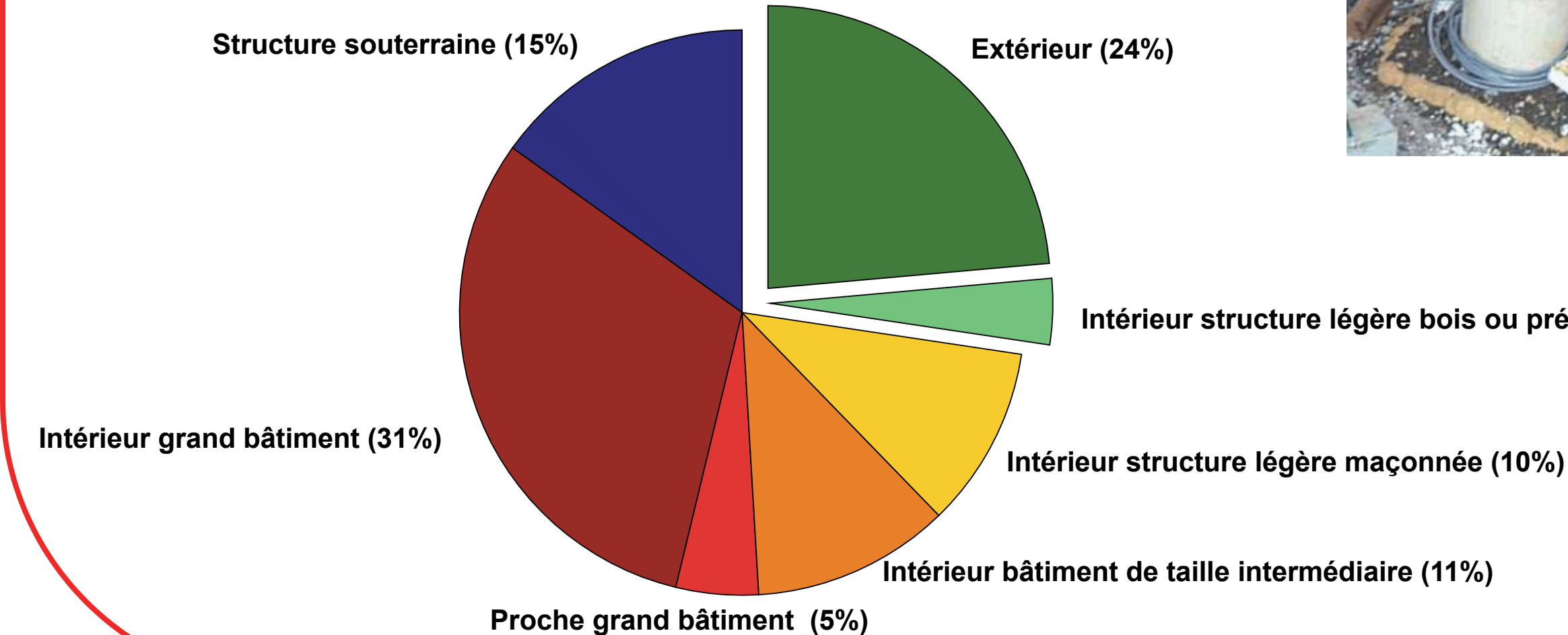
On observe une grande hétérogénéité dans les choix retenus, que ce soit dans la localisation des stations (en intérieur, parfois dans de grands bâtiments en structures souterraines, en extérieur...) ou dans les modalités de couplage. On observe également de grandes disparités régionales dans ces choix.

Compte tenu des possibles altérations du signal dues aux différents phénomènes « parasites » (effets de profondeur – même pour de faible profondeur ; effets d'interaction sol-structure – même pour de petites dalles), les stations qui peuvent a priori être considérées comme « vrai champ libre » sont peu nombreuses.

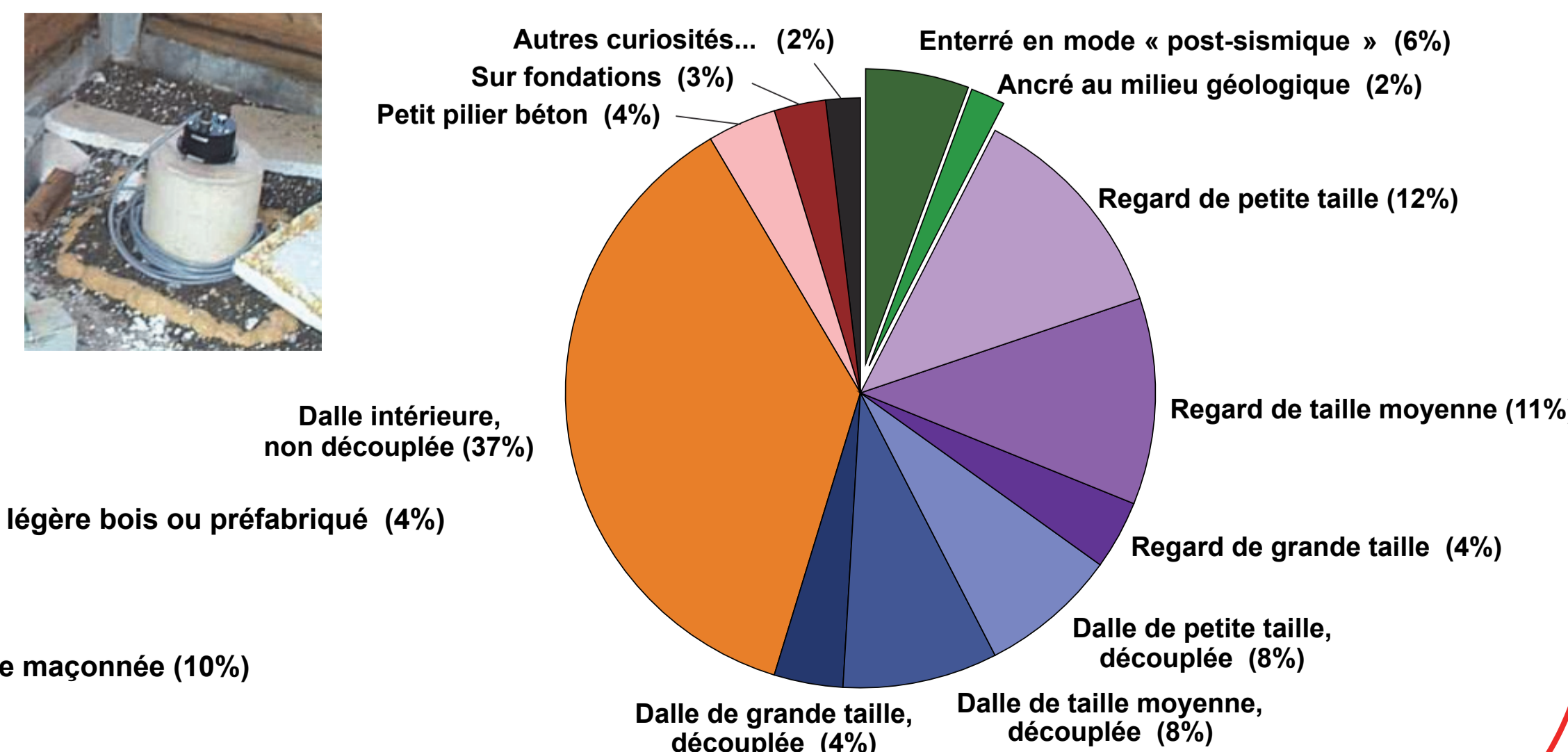
### Ancrage des accéléromètres



### Localisation des accéléromètres



### Couplage des accéléromètres



### Conclusions :

Les travaux présentés ici montrent que les choix d'installation peuvent engendrer des effets importants qui affectent sensiblement le contenu fréquentiel des enregistrements :

- Concernant les effets d'interaction sol-structure, on observe que même pour de petites dalles en béton, les effets peuvent être sensibles à haute fréquence (en général, amplification du signal), parfois assortis de variations saisonnières. Un effet maximal a été observé à la station STMU compte tenu du comportement du pilier de la station.
  - Concernant l'effet de profondeur, on observe des effets drastiques de désamplification du signal, pouvant dépasser un facteur 10, même pour de faibles profondeurs (4 m par exemple pour OGSA). Au-delà de la « sismologie de l'ingénieur », il est nécessaire de se questionner sur l'impact de ces effets sur les estimations des magnitudes (les grands écarts d'estimation observés d'une station à l'autre peuvent en partie trouver leur explication ici), et ce, d'autant plus que le « standard » des installations RESIF actuelles est d'installer les sismomètres large bande en « post-hole », c'est-à-dire justement en profondeur.
- Ces effets doivent être mieux documentés, les informations correspondantes introduites dans les « métadonnées » associées aux stations et pris en compte par les utilisateurs des bases de données.

Le premier bilan des caractéristiques d'installation des stations RAP montre de grandes hétérogénéités et une majorité de stations potentiellement sujettes aux effets décrits plus haut. Ici aussi, il sera d'abord nécessaire de mieux spécifier ces modalités d'installation dans les métadonnées des stations pour une meilleure exploitation des signaux. Ensuite, dans le cadre du déploiement de nouvelles stations ou de la modernisation de stations existantes, se posera la question d'une meilleure homogénéité des choix de mise en œuvre et de la recherche d'une plus grande proportion de stations en champ libre.