

De nombreux articles scientifiques en sciences de la Terre s'appuient sur des données recueillies sur le terrain, soit en continu via des instruments installés durablement, soit lors de campagnes spécifiques. Mais que sont exactement ces « campagnes de terrain » ? Qui les accomplit ? Qu'y fait-on exactement ? Comment cela se passe-t-il concrètement ?

Voici quelques réponses au travers d'un exemple : la campagne menée dans le Briançonnais du 29 juin au 8 juillet 2021.

### Le contexte

Le réseau du Briançonnais est un réseau GPS pilote particulièrement dense (une trentaine de sites sur une superficie d'environ 375 km<sup>2</sup> autour de Briançon) installé pour mesurer la déformation des Alpes françaises dans sa zone la plus sismique. Il a été mesuré en 1996, 2006, 2011 et 2016. La campagne 2021 a permis de prolonger les séries temporelles (c'est-à-dire les données collectées) sur une durée de 25 ans, ce qui est exceptionnel et permettra d'obtenir des évaluations des faibles taux de déformation (de quelques dixièmes de mm/an à travers le réseau) avec des précisions encore affinées.



Répartition des sites autour de Briançon

## Les équipes

Au total, 25 personnes aux profils variés (et pas forcément scientifiques) originaires de la région grenobloise, Lyon, Paris, La Rochelle et Strasbourg (et même Milan), se sont portées volontaires pour cette opération. Il s'agit pour moitié d'étudiants en géophysique, et pour l'autre moitié de personnels ingénieurs, techniciens ou administratifs de divers laboratoires.

Ces opérateurs sont répartis en onze équipes de deux ou trois qui assurent chacune les mesures sur 3 sites différents durant les 10 jours de campagne.

Concrètement, les équipes sont déployées sur le terrain et mesurent chaque site de manière continue durant au moins 48h, à raison de deux points de mesure par site. Chaque équipe effectue ainsi 6 mesures durant les 10 jours de campagne.



Les participants le jour du départ © V. Bertrand, Eost/Résif

## Les instruments

Les points de mesure sont matérialisés par des repères en métal fixés dans la roche : soit un « clou » rond et plat gravé d'une croix, soit un cylindre fileté permettant un centrage forcé du mat d'antenne. Les instruments sont posés au centre du clou ou leur pied vissé dans le cylindre, ce qui garantit la stabilité du point de mesure à chaque campagne, depuis 25 ans.

Le dispositif de mesure est constitué d'une antenne qui capte les signaux des satellites GNSS (GPS, GLONASS et GALILEO), reliée à un numériseur qui enregistre les informations en provenance de ces satellites (un fichier par point et par jour de mesure). L'alimentation électrique de l'ensemble est assurée par des batteries de voiture et des panneaux solaires. Chaque point de mesure représente ainsi entre 25 et 30 kg de matériel (dont 20 kg pour la seule batterie !). S'y ajoutent divers outils tels qu'un GPS de poche pour la recherche des points, un voltmètre pour vérifier la charge des batteries, des câbles et prises, un régulateur et une batterie de rechange, etc. Le « pack campagne » représente ainsi environ 80 kg par équipe.

## Avant le départ

Douze véhicules ont été loués pour l'occasion, permettant de transporter ces équipements, ainsi que le matériel de camping et les vivres nécessaires. Les opérateurs doivent en effet rester à proximité immédiate des instruments, souvent loin de toutes commodités, pour surveiller leur bon fonctionnement et effectuer des relèves régulières. L'un des véhicules est réservé aux deux pilotes de l'opération qui vont visiter l'ensemble des sites durant la campagne afin de vérifier le bon fonctionnement des dispositifs, assister les équipes, assurer les remplacements en cas de pannes d'instruments, etc.

Les volontaires se sont réunis le 29 juin au matin au laboratoire ISTerre de l'université de Grenoble-Alpes afin de recevoir les informations indispensables au bon déroulement de l'opération : présentation du réseau, modalités d'accès aux sites, mode d'emploi des instruments. Avant le départ, une séance de travaux pratiques s'est déroulée à l'extérieur afin de permettre à chacun de bien maîtriser le processus d'installation.

Après un sandwich et les dernières recommandations, chaque équipe a chargé son véhicule avant de partir pour la montagne, à plus de 3h de route, avec pour consigne d'installer les deux premières stations dès leur arrivée.



Travaux pratiques d'installation des instruments avant départ © V. Bertrand, Eost/Résif

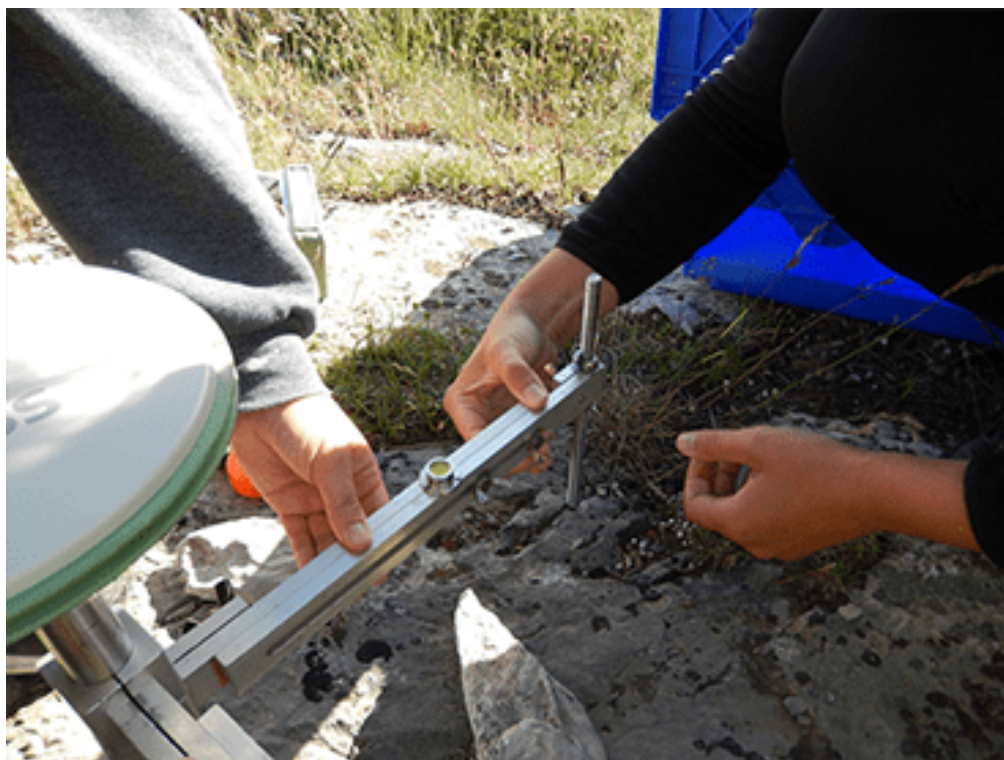
## L'installation des instruments

Une « fiche de site » explique, pour chaque site, le chemin d'accès (parfois peu visible et peu praticable), présente des photos des points de mesure et les coordonnées exactes de chacun. Le GPS de poche permet de localiser à 2 mètres près les points de mesure à partir de ces coordonnées.

Le premier point est un clou sur lequel sera installée une antenne GPS Leica AS10. La pointe centrale d'une sorte de compas composé de trois pointes reliées par deux bras réglables est posée au centre de la croix gravée sur le clou. Les opérateurs procèdent ensuite au réglage des bras, qui doivent être parfaitement horizontaux afin de garantir que le pied central du compas est, lui, parfaitement vertical. Sur ce pied est vissée l'antenne, dont le repère doit être orienté au nord. La hauteur du petit mât d'antenne est vérifiée. Elle a toute son importance pour valider le point de mesure effectif.

L'antenne est ensuite connectée au numériseur par un câble coaxial par lequel transitent les données (deux types de numériseurs sont utilisés pour la campagne : Leica GR25 et Trimble Alloy, qui présentent quelques différences mineures). Le numériseur est par ailleurs relié à la batterie, elle-même alimentée par deux panneaux solaires par l'intermédiaire d'un régulateur qui garantit le fonctionnement complémentaire des deux sources d'énergie. Une fois l'installation finalisée, le numériseur est allumé puis paramétré : entrée du code station qui va servir à identifier le fichier de données, vérification du nombre de satellites captés, de la mémoire disponible et de l'alimentation en énergie. Le numériseur et la batterie sont installés dans une caisse de protection enveloppée d'une bâche étanche. La mesure peut commencer.

Le second point de mesure est un repère à vis, fiché dans le rocher à proximité du premier. Il est destiné à recevoir une antenne Choke Ring, beaucoup plus grande et lourde que l'antenne AS10. Entre les deux, un pied en métal dont une extrémité se visse dans le repère (une fois dévissé le capuchon qui le protège entre deux campagnes) et l'autre dans l'antenne. Le reste du dispositif est identique à celui de l'antenne AS10.



Mise à niveau du bipied destiné à supporter l'antenne AS10 sur le site ARV © V. Bertrand, Eost/Résif – [En savoir plus](#)



Paramétrage du numériseur lors de son installation sur le site ARV © V. Bertrand, Eost/Résif

## Exemple de site : Saint-Hippolyte

Le site de Saint-Hippolyte est situé à 1550 m d'altitude, sur un rocher surplombant la commune de Saint-Martin-de-Queyrières (05120), à 10 km au sud-ouest de Briançon. Une chapelle (Saint-Hippolyte) a été construite au sommet, sur cette surface à peu près plate d'environ 50 m<sup>2</sup>.

Le véhicule peut être approché jusqu'à environ 100 mètres des points de mesure. Après 80 mètres de prés en pente, un sentier très escarpé permet d'accéder au sommet du rocher. Un brin d'escalade est nécessaire pour y parvenir. Il s'agit donc, dans un premier temps, de transporter environ 60 kg de matériel et deux grandes caisses en plastique peu maniables destinées à protéger les instruments des intempéries.



Site de Saint-Hippolyte (HIP), sur la commune de Saint-Martin-de-Queyrières © V. Bertrand Eost/Résif – [En savoir plus](#)

## L'activité sur les sites de mesure

Les équipes arrivent sur site, installent les instruments et lancent les mesures le jour 1. L'enregistrement se poursuit durant les jours 2 et 3. L'installation est démontée le jour 4, qui correspond également au jour 1 de mesure sur le site suivant.

Une fois les instruments installés, l'équipe monte le campement et s'installe pour 3 nuits en bivouac, avec le nécessaire pour être autonome. Des jerricans assurent les besoins en eau, mais la région du Briançonnais est (en tout cas à cette époque) plutôt riche en torrents et ruisseaux qui sont bienvenus.

Les instruments sont vérifiés toutes les 3 ou 4 heures en journée afin de s'assurer de leur bon fonctionnement : vérification de la charge des batteries, vérification du nombre de satellites captés et de la diminution de la mémoire disponible (donc de l'augmentation de la taille des fichiers de données).

Ces informations sont reportées sur des fiches mentionnant également le numéro de série des instruments, le nom des opérateurs, les dates et heures des relèves, etc. qui permettront de gérer et exploiter les fichiers de données de manière optimale à l'issue de la campagne.

## Les aléas techniques et climatiques

De nombreux petits incidents émaillent les campagnes. Le défi pour les opérateurs est de s'assurer qu'aucun de ces incidents n'interrompe les mesures en cours, ce qui n'est pas toujours simple.

L'un des problèmes les plus fréquents est la baisse de charge des batteries, notamment lorsque la source complémentaire des panneaux solaires est trop faible du fait d'une météo peu clémente. Il faut alors installer la batterie de rechange (le numériseur lui-même dispose d'une petite batterie interne qui lui permet de fonctionner durant l'opération) et trouver localement une prise électrique pour recharger une batterie durant une demi-journée ou une journée.

Un autre incident qui s'est produit sur 5 sites durant la campagne est la défaillance du régulateur faisant la liaison entre les panneaux solaires et la batterie, en général à cause d'une erreur de manipulation. Heureusement, le « kit de survie technique » de chaque équipe comporte un régulateur de rechange.

La météo peut également être plus ou moins favorable aux mesures. Un vent violent peut emporter les bâches de protection et/ou les panneaux solaires. Dans ce cas, une grande vigilance et une présence renforcée sont nécessaires pour garantir le suivi de la mesure.



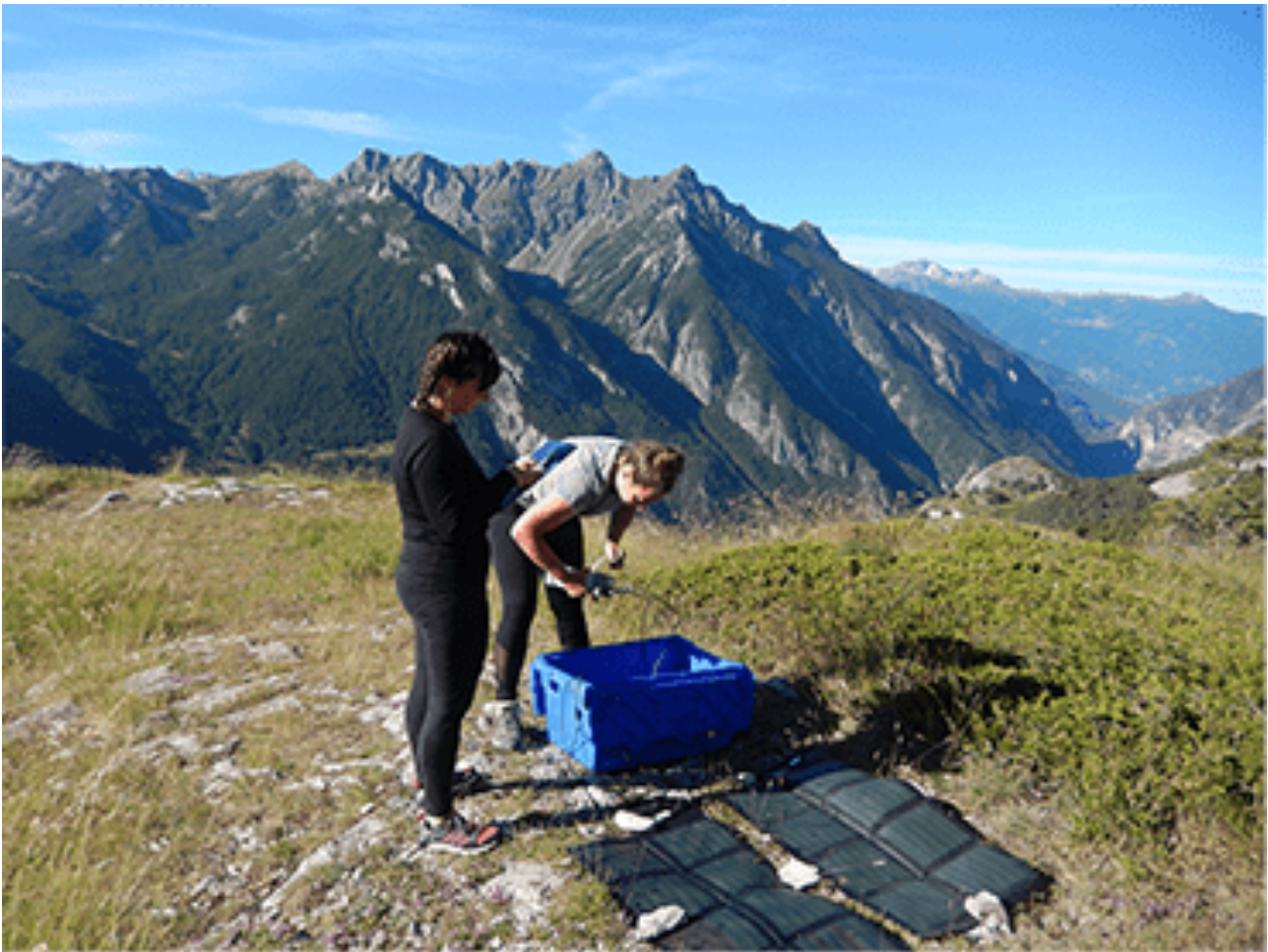
Site de BUZ sur la commune de Chateauroux-Les-Alpes après une nuit pluvieuse © V. Bertrand, Eost/Résif – [En savoir plus](#)

## La désinstallation des instruments

A J+4 au matin, les instruments sont désinstallés après une dernière relève de la mémoire des numériseurs, qui est éteint en premier. Suivent les éléments d'alimentation électrique et leurs câbles. Les antennes et leurs supports sont dévissés, le repère à vis est refermé et l'ensemble du



matériel est rapatrié dans le véhicule avec le matériel de camping. l'équipe part ensuite installer le point de mesure suivant.



Désinstallation des instruments sur le site ARV © V. Bertrand, Eost/Résif – [En savoir plus](#)

## Le retour au « camp de base »

Le 8 juillet au matin, toutes les équipes désinstallent une dernière fois les instruments et lèvent le camp avant de rentrer à Grenoble, où les données seront récupérées et regroupées immédiatement à partir des cartes mémoire des numériseurs. Les matériels sont séchés (il a plu la veille et tout est trempé). Les instruments prêtés par le CNRS-Insu rejoignent les caisses de transport, le reste est stocké sur place.

## Fin de la campagne 2021 !

Cette campagne a mobilisé 27 personnes pendant 10 jours (25 opérateurs et 2 PIs) et a permis de recueillir près de 3800 heures d'enregistrement. Ces 10 Go de données seront exploitées durant trois ans par la communauté scientifique ayant conduit la campagne (A. Walpersdorf, C. Sue, J. Martinod et leurs étudiants en Master et thèse) avant d'être ouvertes à tous via le site web du parc mobile GPSSmob (<https://gpsmob.resif.fr>).

## Casting

### Responsables

- Andrea Walpersdorf, ISTerre Grenoble
- Christian Sue, OSU Theta, Besançon

## Opérateurs

Veleda Astarte Paiva Muller (Univ. Milan), Léo Barrois (Univ. Lyon 1), Aurélien Beaufrère (ISTerre), Céline Beauval (ISTerre), Véronique Bertrand (Eost Strasbourg et Résif), Maïder Bloch (Eost Strasbourg), Delphine Bourlier (ISTerre), Christophe Clément (IRSN), Juliette Cresseaux (ISTerre), Léa David (Eost Strasbourg), Zaccaria El-Yousfi (ISTerre), Louis-Marie Gauer (IPGP/IGN), Shan Gremion (ENS Lyon / ISTerre Chambéry), Estelle Hannouz (ISTerre), Agnès Helmstetter (ISTerre), Lucas Jurain (ISTerre Chambéry), Victor Kerebel (LIENs La Rochelle), Léo Marconato (ISTerre), Joseph Martinod (ISTerre), Stéphane Mercier (ISTerre), Nathan Minon (ISTerre Chambéry), Alban Planchat (LMD, Ens Paris), Mathilde Radiguet (ISTerre), Yann Thomas (ISTerre), Anuar Togaibekov (ISTerre)

## Remerciements

- Les numériseurs, les antennes, les bi-pieds (compas), les panneaux solaires et les régulateurs utilisés durant cette campagne font partie du parc mobile géré par la Division technique du CNRS-Insu (Resp. : Olivier Charade)
- Outre sa participation sur le terrain, Delphine Bourlier a assuré la gestion administrative de la campagne : établissement des ordres de mission, réservations de train et d'hôtel et paperasses nombreuses.
- Le financement de cette campagne était assuré par le CNRS-Insu (programme Tellus-ALEAS), l'Observatoire des Sciences de l'Univers THETA (Besançon) et l'UMR ISTerre Grenoble.

[Voir plus de photos de la campagne](#) (Archive ouverte Hal-Résif)