



Dans le cadre de ses explorations géothermiques, Electerre de France s'est intéressé à la mesure des flux de CO_2 du sol et a développé son expertise concernant :

- La réalisation et la mise au point de stations de mesures.
- La réalisation de campagnes d'acquisition.
- Le traitement des mesures et l'analyse statistique des résultats.

Pourquoi mesurer les flux ?

Le dioxyde de carbone est, après la vapeur d'eau, le principal élément volatil relâché par les réservoirs géothermiques de haute ou moyenne enthalpie. C'est à la faveur de fuites le long de failles actives que le flux de CO_2 présente des anomalies à la surface. La reconnaissance de telles anomalies indique la présence en profondeur d'un massif rocheux perméable produisant du CO_2 , c'est-à-dire d'un potentiel réservoir géothermal.

Cela permet également de distinguer les fractures perméables parmi les autres discontinuités structurales.

Outre le cas des explorations géothermiques, la mesure des flux de CO_2 trouve son utilité par exemple dans la recherche de ressources en eau potable, eau minérale...

Quelle méthode ?

Une campagne de mesure de flux de CO_2 consiste à établir une cartographie de la zone étudiée à partir d'un nombre important de mesures ponctuelles (entre 20 et 50m d'écart). La grandeur mesurée est la quantité de gaz CO_2 évacuée à la surface du sol, rapportée à une unité de temps. Une valeur de flux s'exprime généralement en $\text{g/m}^2/\text{jour}$.

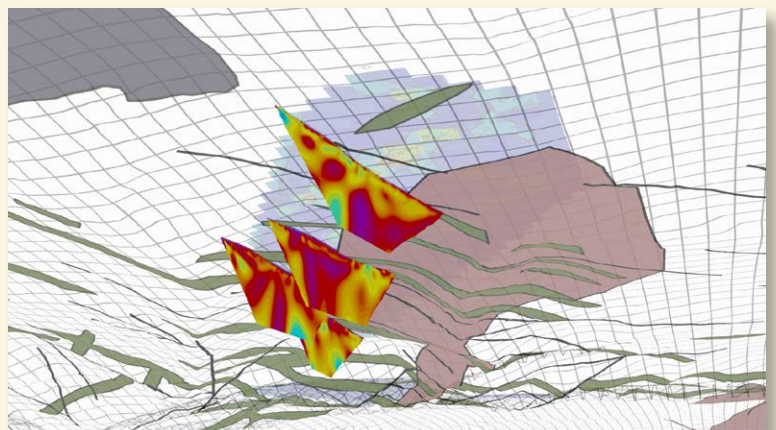
La technique utilisée pour la mesure des flux de CO_2 est celle dite de « la chambre d'accumulation » (voir Chiodini et al. 1978 pour une description détaillée).

Il s'agit de mesurer l'augmentation de la concentration en CO_2 en fonction du temps, dans le volume délimité par la chambre d'accumulation. Cette dernière est hermétique, excepté sur la surface de contact avec le sol, de sorte que l'apport de CO_2 dans le volume de la chambre est directement lié au flux de CO_2 à travers la surface du sol.

Analyse conjointe avec des méthodes géophysiques

Recherche de concordance entre des zones singulières en flux de CO_2 et zones à conductivité élevée identifiée par des profils électriques.

Cette corrélation augmente la probabilité de découverte de circulations hydrothermales associées à certaines structures géologiques particulières de cette zone.



Station de mesure

Conçu et fabriqué par Electerre de France, l'équipement de mesure est un matériel évolutif.



Fonctions de base

- **Mesures du CO₂**

Capteur de CO₂ exploitant la technologie infra-rouge non-dispersive (NDIR). La gamme de mesure s'étend de 0 à 10000 ppm (0% - 1%), ce qui permet une utilisation dans la plupart des contextes géologiques, y compris les zones volcaniques.

- **Mesures de température**

Capteur température ambiante et capteur numérique de température placé directement dans le flux d'air. Ceci permet une mesure représentative des conditions dans la chambre d'accumulation tout au long de la séquence de mesure.

- **Mesure d'humidité relative**

Capteur d'humidité pour corriger la mesure.

- **Mesures de la pression barométrique**

Capteur de pression atmosphérique pour corriger la mesure.

- **Localisation par GPS**

Localisation automatique par GPS du point de mesure.

- **Affichage graphique**

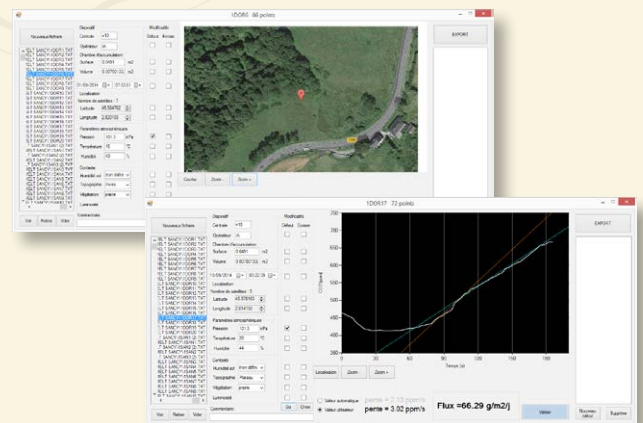
Écran embarqué permettant la représentation en temps réel des paramètres mesurés.

- **Stockage des données**

Carte SD et format CSV.

Software complémentaires

- Visualiser les paramètres de base
- Localiser sur fond d'image satellite de chaque point de mesure, avec rectification éventuelle par un simple clic.
- Afficher la courbe de dosage du CO₂ en fonction du temps, validation de la pente calculée automatiquement ou choix d'une autre pente par l'utilisateur par simple *clic & drag*.



- Calculer le flux.
- Exporter les données vers divers formats (tableur, SIG - MapInfo, Shapefile).

Le traitement statistique

- Filtrage des points aberrants, pondération des valeurs de flux selon différents paramètres (humidité du sol, relief, végétation).
- Mise en évidence des valeurs singulières par rapport à un modèle de distribution (prédiction) prenant en compte le bruit de fond local.
- Cartographie des variations du flux avec un krigeage.

