

## Proposition de stage

**Analyse des variations spatiales et temporelles du radon dans les sols et l'atmosphère : mise en place d'une expérience pilote sur le site du Centre de Recherche Atmosphérique, dédiée au suivi environnemental par spectrométrie gamma.**

**Encadrants :** Pierre-Yves Meslin (IRAP, pmeslin@irap.omp.eu), Marie Lothon (Laboratoire d'Aérodologie, marie.lothon@aero.obs-mip.fr), François Gheusi (Laboratoire d'Aérodologie, francois.gheusi@aero.obs-mip.fr)

Avec la participation de : Julien Amestoy (IRAP), Carlos Roman-Cascon (LA), Fabienne Lohou (LA), Solène Derrien (LA), Patrick Richon et Aude Delpuech (CEA/DAM/DASE, Bruyères-le-Châtel)

### **Lieu :**

Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie (IRAP)  
Observatoire Midi-Pyrénées  
9 avenue du Colonel Roche, 31028 TOULOUSE

Le stage inclura plusieurs missions au Centre de Recherche Atmosphérique (CRA) de Lannemezan.

### **Contexte :**

Lorsqu'un site présente des teneurs significatives en radionucléides, naturels ou artificiels, il est important de mettre en place une méthodologie de surveillance permettant de contrôler l'évolution de ces radionucléides dans l'environnement. Actuellement, aucun système de cartographie gamma aéroporté, qui est la technique de référence pour la surveillance de grandes surfaces, ne permet d'atteindre complètement cet objectif de "sensibilité environnementale", car les sources de variations des spectres gamma mesurés peuvent être multiples et mal contrôlées. Afin de mieux comprendre l'influence sur la mesure de chaque paramètre environnemental (pédologie, humidité des sols, radioactivité atmosphérique, précipitations, émanation en radon, pression, etc.) ou instrumental (altitude de vol, fréquence d'acquisition, calibration en énergie, etc.), d'optimiser les campagnes de vol, et d'améliorer l'inversion des données, l'étude d'un site pilote (OMP/CRA) a été initiée en partenariat avec le CEA (DAM/DASE), l'IRAP, le LA et le LEGOS. Le mât météorologique de 60 m du CRA est équipé depuis plusieurs mois d'un spectromètre gamma identique à celui du système aéroporté HELINUC™ du CEA et enregistre de façon continue la radioactivité ambiante, avec une haute résolution temporelle, avant d'envisager une campagne aéroportée sur ce site, pour comparaison. Un ensemble d'instruments ont été déployés sur le site pour caractériser, de façon indépendante, la radioactivité des différents compartiments (sol et atmosphère) et l'humidité des sols.

En particulier, des mesures de radon, gaz radioactif qui migre dans les sols et l'atmosphère sont effectuées ou envisagées : profil du radon dans les sols, mesures du flux en surface, profil atmosphérique, et mesure du facteur d'équilibre entre radon et ses descendants. En effet, la mobilité du radon-222 (et dans une moindre mesure, du radon-220) est susceptible d'affecter

significativement les mesures d'uranium (et de thorium) faites par spectroscopie gamma aéroportée. A l'inverse, une bonne compréhension de l'influence du radon atmosphérique sur ces mesures (par des mesures indépendantes) devrait permettre de mettre au point un modèle d'inversion des données gamma qui fournirait à la fois la cartographie en uranium d'un site, mais aussi la cartographie du radon atmosphérique. Outre l'intérêt scientifique lié au traçage des masses d'air, cet objectif a d'importantes implications sanitaires, étant donné l'impact radiologique de ce gaz radioactif.

### **Objectifs du stage :**

Le stage comporte trois volets.

- Une première partie du stage consistera à aider à la mise en place des instruments de mesure du radon et d'humidité des sols sur le site de Lannemezan, avec au préalable une phase de calibration de ces instruments en laboratoire (à l'IRAP). Des séries de mesures ponctuelles de radon dans les sols et de flux de radon en surface seront réalisées à Lannemezan, et le coefficient d'émanation d'échantillons de sol prélevés sera mesuré en laboratoire (IRAP).
- Une deuxième partie consistera à dépouiller les jeux de données collectés : profil du radon dans les sols, mesures du flux en surface, profil atmosphérique, et mesure du facteur d'équilibre entre radon et ses descendants. Il sera important de déterminer l'incertitude des mesures et la résolution temporelle effective que l'on peut atteindre avec les instruments utilisés.
- Enfin, des comparaisons entre les mesures de radon et de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et flux de chaleur sensible effectuées de façon concomitante (à Lannemezan et au Pic du Midi) seront effectuées, pour mettre en évidence l'éventuelle influence de la dynamique de la couche limite et les effets de brise de montagne sur le cycle diurne du radon, et les effets de la circulation atmosphérique régionale sur les variations de radon mesurées.

### **Connaissances et Compétences requises ou qui seront développées :**

Le stage est assez pluridisciplinaire et permettra de développer des compétences assez larges et transverses, tant instrumentales que scientifiques, sur les points suivants :

Radioactivité dans l'environnement ; Instrumentation nucléaire ; Développement d'une expérience, de sa mise en place jusqu'à l'analyse des mesures; Analyse croisée de plusieurs jeux de données ; Analyse du transport atmosphérique de gaz en trace.

En fonction des compétences initiales et des motivations du candidat, l'accent pourra être mis plus spécifiquement sur l'une des parties du stage.



Mât météorologique de 60 m du Centre de Recherches Atmosphériques à Lannemezan, sur lequel sont installés détecteur gamma et instruments de mesure du radon. En arrière-plan, le Pic du Midi où est installé un autre détecteur de radon.



Sondes d'humidité du sol et système de mesure du flux de radon installés dans les champs alentours

Montage du détecteur gamma sur le mât