



# Développement des détecteurs germanium bas bruit au LSM

Guillaume Warot

# LABORATOIRE SOUTERRAIN DE MODANE

## UMR 6417 UGA-CNRS

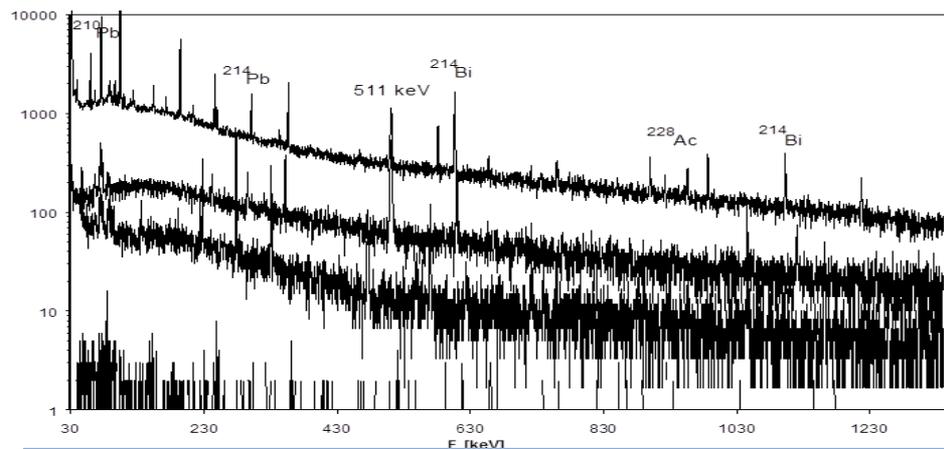
- Situé dans la vallée de la Maurienne au milieu du tunnel du Fréjus ; 1700m de couverture rocheuse
- Abrité des rayons cosmiques ; condition de basse radioactivité
- 5 techniciens, 2 IE, 1 postdoctorant, 2 administratifs, 2 IR et 1 DR
- 150 scientifiques français ou étrangers utilisent le LSM
- Laboratoire qui accueille des expériences de :
  - Physique des particules
  - Physique nucléaire
  - Recherche environnementale
  - Microélectronique
  - Microbiologie
- Spectrométrie gamma nécessaire pour toutes ces expériences



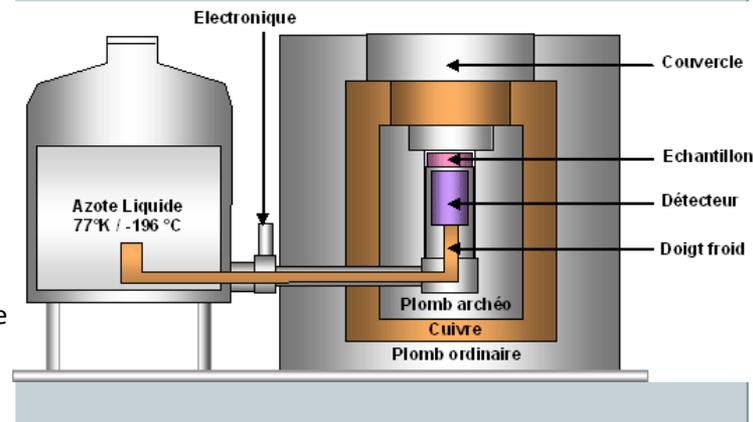
# SPECTROMÉTRIE GAMMA



- Mesure non destructive de la radioactivité d'un échantillon
- Spécificité du LSM : la spectrométrie gamma très basse radioactivité avec des détecteurs germanium
- Différence de bruit de fond entre la surface et le laboratoire souterrain



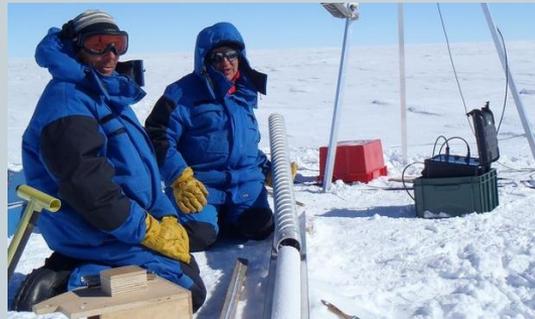
- a) Standard
- b) Bas bruit
- c) anti cosmique
- d) Modane



# MESURE D'ÉCHANTILLONS ENVIRONNEMENTAUX



- Application des mesures de très faible radioactivité à datation de carottes de glace ou de sédiment
- Mesure de carottes de glace et de sédiments pour des laboratoires du CNRS
- Analyse et simulation des échantillons par le LSM
- Traitement de 50 échantillons par carotte



# MESURES PAR SPECTROMÉTRIE GAMMA



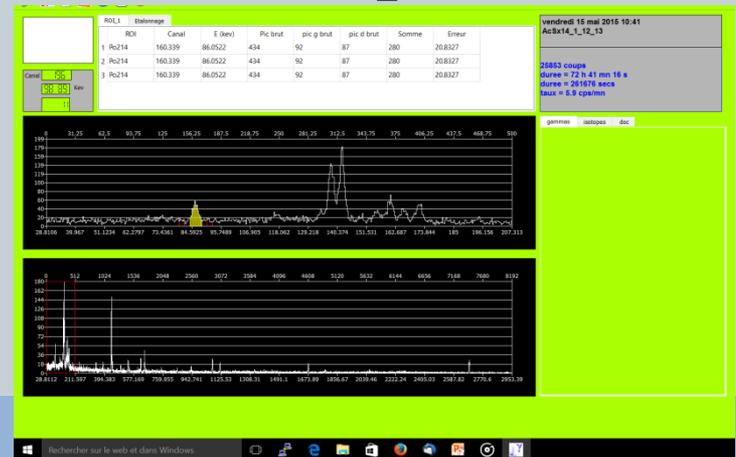
- Sélection des matériaux, spectroscopie nucléaire, recherches environnementales, mesures pour des industriels, des laboratoires et des services publics
- Accréditation Autorité de Sûreté Nucléaire(ASN) et intégration du réseau Becquerel de l'IN2P3
  - Mise en place de la Norme ISO 17025 qui régit la qualité des mesures et essais
  - Réussite à l'exercice d'intercomparaison de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire(IRSN)
- Mesure des retombées de Fukushima pour l'ASN et l'IRSN

*P. Loaiza et al. Journal of environmental radioactivity 04/2012; 114:66-70*

# DÉVELOPPEMENT D'UN LOGICIEL ADAPTÉ AU LSM



- Détecteurs livrés avec des logiciels commerciaux
- Tous différents, adaptés aux contrôles d'usine
- Nécessité d'harmoniser nos 15 détecteurs
- Obtenir un logiciel adapté au bas bruit et utilisable sans clef
- Chaîne de mesure numérique, 30% de plus FWHM



# SPECTROMÉTRIE GAMMA



- Compétence instrumentale
  - Développement des HPGe très basse radioactivité
  - Installation, mise en route et exploitation
  - Réparation et maintenance
  - Collaboration avec les utilisateurs
- Mesure des échantillons
  - Analyses des spectres
  - Simulations des détecteurs et des échantillons sous GEANT



# INSTALLATION ET MISE EN ROUTE D'UN DÉTECTEUR GERMANIUM

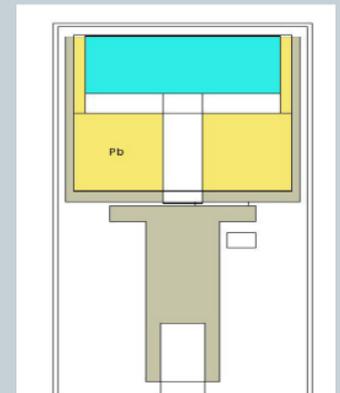
- Installation d'un détecteur :
  - Mécanique, blindage avec les techniciens du LSM
  - Isolation électrique, microphonique et contre le radon avec P. Loaiza et J. L. Reyss
  - Etalonnage de l'électronique et contrôle de la résolution



Détecteur avec son cryogénérateur



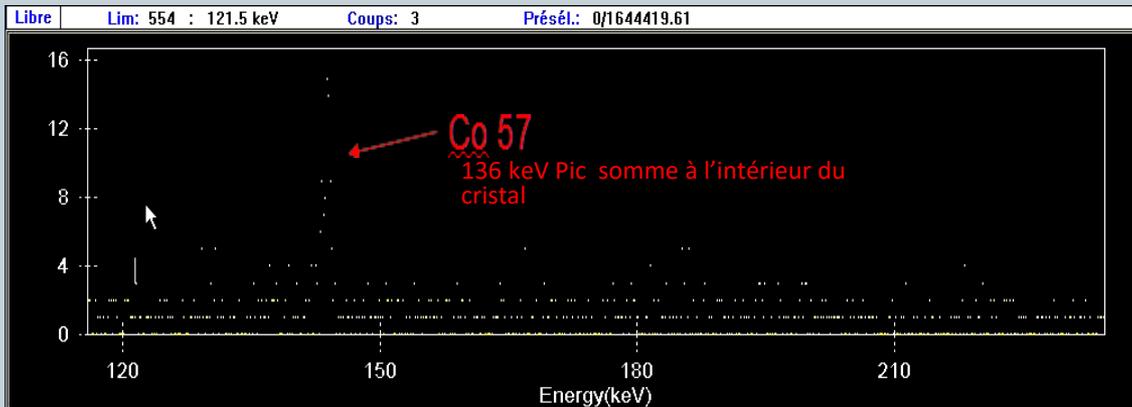
Détecteur dans son blindage



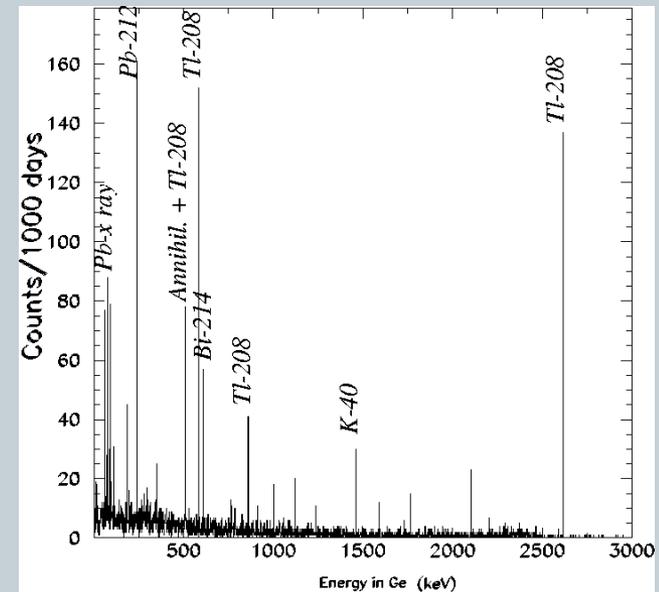
Simulation d'un  
détecteur

# INSTALLATION ET MISE EN ROUTE D'UN DÉTECTEUR GERMANIUM

- Étude de son bruit fond
  - Modélisation et simulation du détecteur sous GEANT 3.21
  - Mesure du rendement et étalonnage de la simulation
  - Simulation du bruit de fond « naturel » pour comprendre l'origine du bruit de fond
  - Bruit de fond attendu : 98 c/jour
  - Bruit de fond mesuré : 164 c/jour
- Mesures très basse radioactivité en routine



*Loaiza et al. NIMA 01/2011*



Bruit de fond simulé à partir  
des contaminations connues

# CONSTRUCTION D'UN DÉTECTEUR GERMANIUM



- Discussion avec les constructeurs Canberra et Ortec
- Etude des améliorations possibles du bruit de fond, blindage interne
- Mesure des pièces internes du nouveau détecteur
- 20 pièces mécaniques différentes à mesurer
- Pièces à changer par une alternative bas bruit

# CONSTRUCTION D'UN DÉTECTEUR GERMANIUM



- Exemple des isolants
- Isolant classique en BN ; radiopureté trop faible
- Isolant issu d'EDELWEISS saphir
- Incident sur Obélix
- Remplacement des FET envisagé
- Mesure des FET => trop radioactifs
- Changement par du saphir compliqué car le FET est sensible aux IR
- Possibilité d'utiliser du pBN

# RÉPARATION D'UN DÉTECTEUR GERMANIUM



- Remise en état d'un détecteur en collaboration avec E.A. Yakushev et S.V. Rozov du JINR Dubna (Russie)
  - Démontage, pompage, remise en froid, calibration
  - Amélioration du bruit de fond remplacement de pièces interne par des pièces de basse radioactivité
  - Changement du cristal pour mesurer les très basses énergies
- Acquisition de compétences réutilisables sur d'autres détecteurs du laboratoire



# COMPÉTENCES DU LSM



- Gestion des échantillons
- Mesures très bas bruit de fond
- Sélection des matériaux, développement nouveaux matériaux
- Réparation et amélioration des détecteurs