

Visite à 1 700 mètres sous la roche : le **Laboratoire Souterrain de Modane**

15 décembre 2009

DOSSIER DE PRESSE



Contacts presse

CNRS | Elsa Champion | T 01 44 96 43 09 | elsa.champion@cnrs-dir.fr

CEA | Damien Larroque | T 01 64 50 20 97 | damien.larroque@cea.fr

SOMMAIRE

Présentation du Laboratoire Souterrain de Modane (LSM)

Le laboratoire le plus profond d'Europe

Les recherches menées au LSM

Collaborations et partenaires

Les expériences au LSM

NEMO : *Neutrino Ettore Majorana Observatory*

- Dévoiler la nature des neutrinos
- Caractéristiques de l'expérience NEMO 3
- NEMO demain

EDELWEISS : Expérience pour DÉtecter Les WIMPs en Site Souterrain

- Découvrir la matière cachée de l'Univers
- Description de l'expérience EDELWEISS II
- Parmi les expériences les plus sensibles au monde
- Au-delà d'EDELWEISS : EURECA

Les autres expériences du LSM

- Les mesures de très faibles radioactivités : sélection de matériaux, datation, environnement, expertises
- TGV : *Telescope Germanium Vertical*
- SHIN : *Super Heavy elements In Nature*
- Développement d'un nouveau détecteur à bille

Le nouveau bâtiment du LSM : Carré Sciences

ULISSE : le projet d'agrandissement du laboratoire

Les intervenants

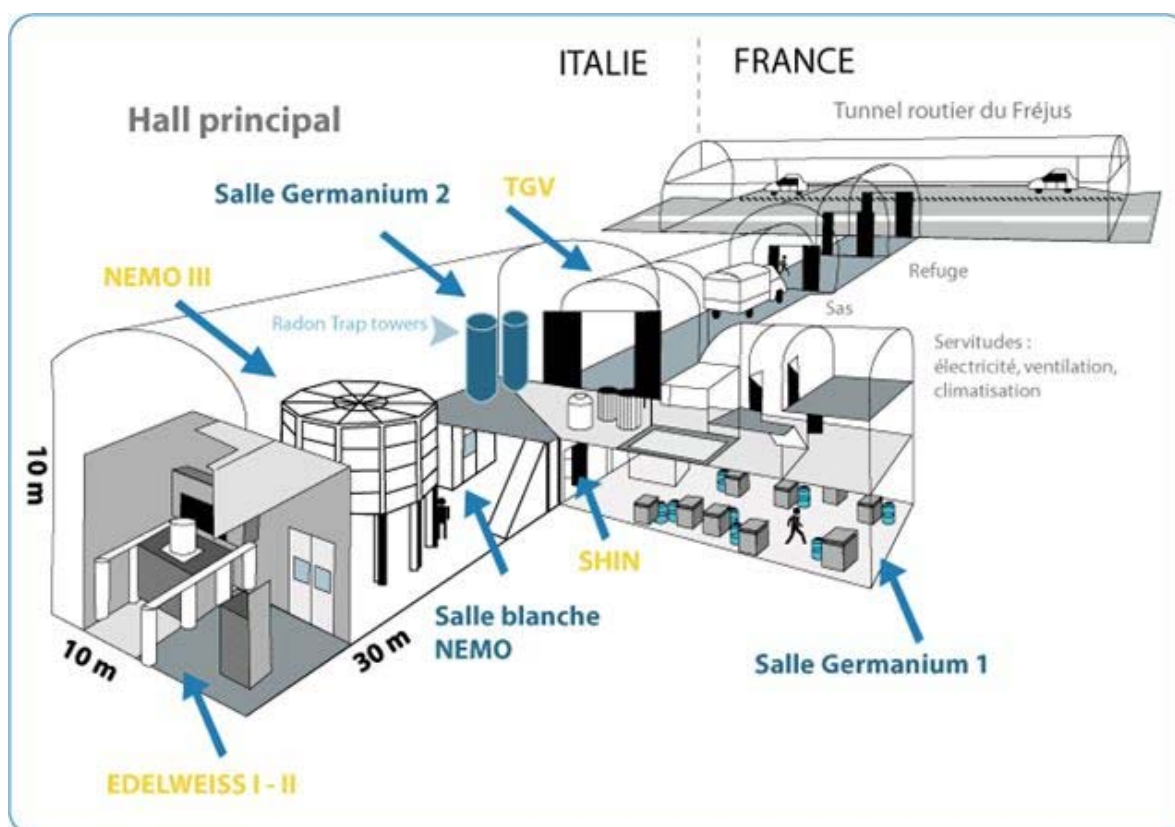
Présentation du Laboratoire Souterrain de Modane (LSM)

Le laboratoire le plus profond d'Europe

Enfoui à 1 700 mètres sous la roche et situé au milieu du tunnel du Fréjus, le Laboratoire Souterrain de Modane (LSM) est le laboratoire le plus profond d'Europe. Il n'existe qu'un seul autre laboratoire installé plus profond sous terre dans le monde : il se trouve au Canada (le laboratoire SNOlab). Le LSM est une unité mixte de recherche de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3) du CNRS et de l'Institut de Recherche sur les lois fondamentales de l'Univers (Irfu) du CEA. Depuis 1983, le laboratoire accueille de nombreuses expériences françaises et étrangères de physique fondamentale (stabilité de la matière, neutrino, matière noire...) ainsi que des bancs de mesure de très faible radioactivité pour la sélection des matériaux ou l'étude de l'environnement (datation, sédimentologie, expertise).

La situation géographique exceptionnelle du LSM permet aux scientifiques de mener des recherches sur des phénomènes physiques extrêmement rares impossibles à observer en surface du fait du rayonnement cosmique. En effet, la Terre est bombardée en permanence par des particules arrivant du cosmos. En interagissant avec les atomes de la haute atmosphère, ces particules produisent une pluie de particules secondaires appelées rayonnement cosmique. Au niveau du sol, le flux de rayons cosmiques est de 8 millions par m² et par jour. La couverture rocheuse qui protège le LSM atténue d'un facteur 2 millions ce flux et il ne reste donc plus que 4 rayons cosmiques par m² et par jour au niveau du laboratoire !

Ce sont 10 physiciens, ingénieurs et techniciens qui travaillent en permanence au LSM et plus d'une centaine de chercheurs et ingénieurs du monde entier qui participent aux expériences qui y sont menées. Aujourd'hui, un projet d'agrandissement est à l'étude. Fin 2011, le LSM pourrait profiter du creusement d'une galerie de sécurité dans le tunnel du Fréjus pour devenir 20 fois plus grand. Par ailleurs, depuis juin 2009, un nouveau bâtiment du LSM est opérationnel : le Carré Sciences. Situé à Modane, ces locaux rassemblent l'administration, les bureaux, des ateliers et des chambres d'hôtes. Il abrite également un espace de communication permanent pour le grand public : l'exposition « *Petits secrets de l'Univers* ».



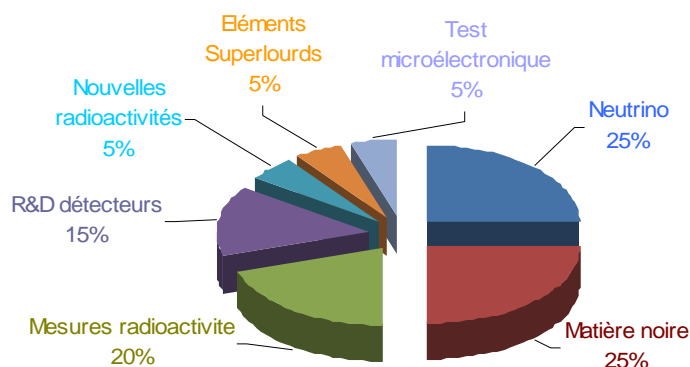
Les recherches menées au LSM

Construit entre 1981 et 1982, le LSM est né de la volonté franco-allemande de mener une grande expérience sur la stabilité de la matière, en recherchant une éventuelle désintégration du proton, pour mieux comprendre notre Univers.

La première expérience, qui a eu lieu entre 1983 et 1988, a abouti à la détermination d'une limite inférieure de la durée de vie du proton et a ainsi permis de rejeter certains modèles d'unification des forces.

Depuis 1988, les activités du LSM se sont diversifiées et aujourd'hui, les expériences de recherche fondamentale y côtoient des recherches appliquées dans des domaines très variés. Le principal sujet d'étude reste cependant la compréhension de l'origine de la matière, la composition de l'Univers et son évolution. Au travers de collaborations internationales, les scientifiques tentent de décrypter les propriétés du neutrino, particule de matière la plus abondante dans l'Univers (programmes NEMO et TGV). Ils étudient la matière noire (EDELWEISS) ou encore recherchent des atomes super lourds (expérience SHIN). Le laboratoire a également développé un pôle de mesures d'ultra faible radioactivité utilisé pour des recherches dans des disciplines très variées (physique, sciences de la Terre, environnement...). A ce jour, le LSM est doté du parc de détecteurs d'ultra faible radioactivité par spectrométrie gamma le plus important au monde en site souterrain profond (14 détecteurs Germanium dont 2 appartenant au LSM). De plus, le LSM accueille des bancs de tests de l'industrie de la microélectronique.

Au LSM, les expériences consistent à rechercher des signaux extrêmement rares : seules quelques interactions par an sont détectées par les instruments. C'est pourquoi, il est nécessaire de limiter le bruit de fond radioactif au maximum en utilisant pour les expériences de recherche fondamentale des matériaux le moins radioactifs possible. La pureté radioactive de tous les matériaux est ainsi testée depuis les inox, les cuivres ou le plomb, jusqu'aux câbles électriques, tuyaux, vis, soudures... Au final, un détecteur comme NEMO 3 qui pèse 250 tonnes est moins radioactif qu'un homme !



La répartition des différents types d'activités du LSM

Collaborations et partenaires

De nombreuses collaborations se sont mises en place avec des universités, des centres et organismes de recherche en France, en Europe et dans le monde. Aujourd'hui, plus d'une centaine de physiciens participent aux expériences sur le site du LSM, impliquant en moyenne près de 1 000 visites de scientifiques chaque année.

En 2005, un premier accord de partenariat (Laboratoire International Associé) a été signé avec le *Joint Institute for Nuclear Research* de Dubna en Russie (équivalent du CERN pour les anciens pays de l'Est). Il a été reconduit en 2009 en intégrant un nouveau partenaire, l'Université Technique Charles de Prague (République Tchèque). De 2004 à 2009, le LSM a activement participé au programme européen ILIAS¹, qui a permis de constituer un réseau d'échange entre les quatre laboratoires souterrains que compte l'Europe pour tout ce qui concerne la science, la sécurité, les infrastructures et la communication vers le grand public. Depuis 2007, le LSM est laboratoire de référence pour le *Joint Electron Devices Engineering Council* (JEDEC), organisme qui définit les normes de test des matériaux en microélectronique.

¹ Le programme européen ILIAS (5 ans, 22 contractants, 7,5 M€) rassemble des chercheurs travaillant dans le domaine de la physique des astroparticules. Ces investigations requièrent en particulier des infrastructures souterraines, notamment Les laboratoires souterrains de Modane (LSM), du Gran Sasso en Italie, de Canfranc en Espagne et de Boulby au Royaume Uni.

Les expériences menées au LSM

NEMO : *Neutrino Ettore Majorana Observatory*

- Dévoiler la nature du neutrino

La radioactivité bêta, connue depuis plus de 90 ans, correspond à l'émission spontanée par un noyau d'un électron, accompagné d'une particule neutre appelée neutrino.

Le neutrino joue un rôle prépondérant en cosmologie et en astrophysique car il s'agit de la particule de matière la plus abondante dans l'Univers. Ainsi, des centaines de milliards de neutrinos nous traversent chaque seconde, en provenance principalement du Soleil, mais aussi de la Terre, des centrales nucléaires... De temps en temps, nous recevons des bouffées de neutrinos produits par des cataclysmes cosmiques lointains et extrêmement violents tels que les supernovae, quasars, blazars... Cependant, cette particule, qui n'interagit quasiment pas avec la matière, est extrêmement difficile à étudier et la plupart de ses propriétés, comme sa masse, sont encore inconnues.



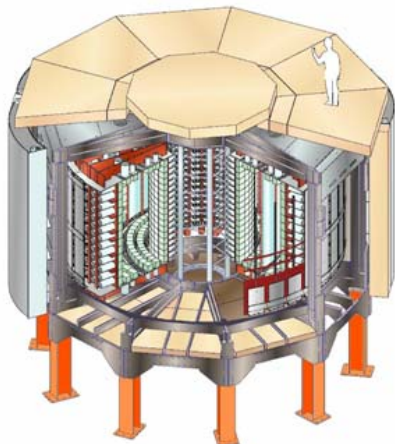
Détecteur NEMO 3 au cœur du LSM : une expérience de recherche de désintégration double bêta sans émission de neutrino.

Quelques centièmes de secondes après sa création, l'Univers aurait transité par une phase dominée par les neutrinos lesquels, en se désintégrant, auraient produit la matière nous constituant. Ainsi, le neutrino pourrait être à l'origine de la matière qui compose notre Univers et pour cela, selon la théorie développée par le physicien Ettore Majorana en 1932, il doit être sa propre anti-particule.

Il a été démontré que le neutrino possède une masse mais personne n'a pu la mesurer jusqu'à présent. Cette masse, influant directement sur la répartition de la matière dans l'Univers, est un paramètre crucial pour la cosmologie. Prouver que le neutrino est sa propre anti-particule et mesurer sa masse permettrait de faire avancer les théories sur la physique des particules, sur la compréhension de l'origine de la matière et sur sa répartition dans l'Univers.

C'est l'objectif de l'expérience NEMO. Les scientifiques espèrent en effet mesurer ces propriétés du neutrino en étudiant une forme particulière de radioactivité, dite **double désintégration bêta**. C'est le rayonnement le plus rare jamais observé dans la nature. Cette radioactivité correspond à l'émission spontanée par un noyau de deux électrons uniquement. Deux types de double désintégration bêta existent. L'une est « classique » : il s'agit de l'émission de deux neutrinos, sans conséquence sur les propriétés du neutrino. L'autre est « interdite » par la théorie : il n'y a pas de neutrino émis et cette radioactivité n'est possible que si le neutrino est son anti-particule. Seuls quelques noyaux, tels ceux du molybdène 100 (^{100}Mo), sont des émetteurs possibles de cette radioactivité. Le temps nécessaire pour que, à partir de 1 kg de Molybdène 100, la moitié se soit désintégrée par la "voie classique", est de 8 milliards de milliards d'années. Une double désintégration bêta « sans neutrino » est encore au moins 10 000 fois plus rare.

- Caractéristiques de l'expérience NEMO 3



La collaboration NEMO a démarré en 1989. Deux détecteurs prototypes, NEMO 1 et NEMO 2, ont été fabriqués et utilisés jusqu'en 1997. Puis, la collaboration NEMO a conçu et mis en place un important détecteur de double désintégration bêta : NEMO 3 (voir schéma ci-contre).

Le détecteur NEMO 3 mesure trois mètres de haut et six mètres de diamètre. Il est constitué de feuilles minces de ^{100}Mo disposées verticalement, suivant un cylindre. Sept kilogrammes de ^{100}Mo de très grande pureté sont utilisés comme source susceptible d'être la source de désintégration double bêta. Une électronique complexe permet d'enregistrer les informations provenant à la fois des 6 180 compteurs Geiger et des 1 940 scintillateurs. Chacun de ces scintillateurs plastiques, couplé à un photomultiplicateur, permet de mesurer l'énergie des électrons avec une précision d'environ 10 %. En effet, lorsqu'un électron termine sa trajectoire dans un de ces « blocs », il y dépose toute son énergie et provoque une émission de lumière par scintillation. L'intensité de cette lumière est proportionnelle à l'énergie de l'électron. Toutefois, cette lumière a une très faible intensité. Elle est donc détectée par un photomultiplicateur qui la transforme en signal électrique. L'acquisition des événements et le contrôle des compteurs peuvent être pilotés à distance, via le réseau informatique internet. Ce système permet de retracer la trajectoire et d'effectuer la mesure des temps d'arrivée des particules. Ainsi, le détecteur reconnaît un événement correspondant à une double désintégration bêta et le distingue du bruit de fond radioactif.

De plus, NEMO 3 est recouvert de plus de 200 tonnes de blindages de fer, d'eau et de bois. Tous les matériaux du détecteur, des structures métalliques jusqu'aux vis ont été sélectionnés pour leur très bas niveau de radioactivité. L'installation d'une usine « anti-radon » dans le laboratoire (un système de purification d'air installé) a permis à l'expérience NEMO d'accumuler des données dans les meilleures conditions.

Le détecteur fonctionne depuis 2003 et devrait s'arrêter fin 2010. Les résultats intermédiaires correspondant à 4 ans de données ont été publiés en juillet – août 2009. Lors de conférences sur le ^{100}Mo , les chercheurs ont présenté une limite sur la période du phénomène : elle est supérieure à 10^{24} ans, ce qui correspond à une masse du neutrino inférieure à 50 eV (électron-volt). NEMO 3 est l'une des 3 expériences les plus sensibles au monde parmi les 12 projets existants.

- SuperNEMO

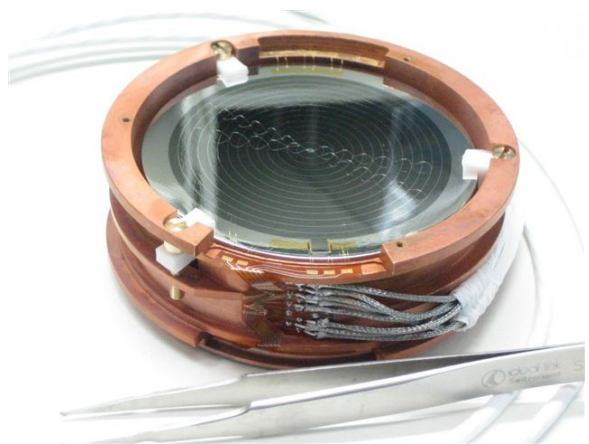
NEMO est une collaboration à laquelle participent la France², la Russie, le Royaume-Uni, la République Tchèque, les Etats-Unis, l'Espagne, l'Ukraine et le Japon. Actuellement, les physiciens impliqués dans cette collaboration travaillent activement à la prochaine étape : SuperNEMO (regroupant les mêmes pays avec la Corée du Sud et la Slovaquie). Cette nouvelle expérience modulaire fonctionnera sur le même principe que NEMO 3 mais sera beaucoup plus massive puisque elle utiliserait 100 kg d'une source émettrice double bêta. La sensibilité de SuperNEMO sera ainsi améliorée d'un facteur 100 et, d'ici 2015, ce sera l'une des expériences parmi les plus sensibles au monde.

Plus d'informations sur le site de Nemo 3 : <http://nemo.in2p3.fr/nemow3/>
 et sur le site de SuperNEMO : <http://nemo.in2p3.fr/supernemo/>

² En plus du LSM, participent à cette collaboration : le Laboratoire de physique corpusculaire de Caen (CNRS / ENSICAEN / Université de Caen), l'Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien de Université Louis Pasteur, le Laboratoire de l'accélérateur linéaire (CNRS / Université Paris Sud 11), le Centre d'études nucléaires de Bordeaux Gradignan (CNRS / Université de Bordeaux 1), le laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CNRS / CEA / Université de Versailles Saint-Quentin en Yvelines), le Centre de Physique des particules de Marseille (CNRS / Université Aix-Marseille).

EDELWEISS : Expérience pour DÉtecter Les WIMPs en Site Souterrain

- Découvrir la matière cachée dans l'Univers



L'hypothèse de l'existence de matière cachée dans notre galaxie repose entre autre sur la mesure des vitesses de rotation des étoiles autour de son centre. Ces vitesses mesurées sont nettement plus grandes que celles calculées à partir de la seule masse des étoiles visibles. La présence de matière non visible, dans la Voie Lactée, permettrait d'expliquer ce phénomène également observé dans les autres galaxies de l'Univers. La matière noire tire son nom du fait qu'elle est insensible aux interactions électromagnétiques qui pourraient donner lieu à un rayonnement lumineux. Elle constituerait tout ou partie des 23% de la masse manquante dans l'Univers et aurait joué un rôle primordial dans la répartition de la matière en son sein.

Selon l'hypothèse la plus consensuelle, la matière noire serait constituée de particules stables massives, interagissant peu avec la matière, survivantes du Big Bang : les **WIMPs** (acronyme anglo-saxon de *Weakly Interacting Massive Particles* ; particules massives interagissant faiblement). Ces particules furtives seraient concentrées dans les galaxies et formeraient des nuages de gaz en particulier autour de notre Voie Lactée, dans laquelle baigne notre système solaire.

- Description de l'expérience EDELWEISS II

L'expérience souterraine EDELWEISS a été mise en œuvre pour détecter les WIMPs et ainsi vérifier l'hypothèse selon laquelle ils seraient les constituants de la matière noire.

Pour mettre en évidence les WIMPs, EDELWEISS utilise des détecteurs ultra sensibles puisque ces particules interagissent très faiblement avec la matière ordinaire (et donc avec un détecteur). Les signaux induits par les WIMPs sont de très faible énergie (quelques dizaines de keV soit 10^3 eV) et sont très rares. Pour atteindre la sensibilité requise, les chercheurs d'EDELWEISS ont choisi des détecteurs fonctionnant à une température extrêmement faible : 20 milli Kelvins (soit environ $-273,13^\circ\text{C}$).

Ces détecteurs ultra-sensibles et ultra-purs sont des **bolomètres en germanium** (élément atomique (Ge) de numéro atomique 32). Il s'agit de cristaux ultra-purs de quelques centaines de grammes couplés à des thermomètres ultra-sensibles d'une surface de 16 mm^2 . Grâce à ces bolomètres, les physiciens sont capables de mesurer les chocs infimes causés par les WIMPs. Ils mesurent à la fois la chaleur (un millionième de $^\circ\text{C}$) et les électrons libérés par le recul d'un atome de germanium suite à la collision avec une WIMP. Cette double mesure permet de distinguer les WIMPs des parasites résiduels radioactifs 10 000 fois plus intenses.

Pour améliorer la sensibilité, une nouvelle installation EDELWEISS II a été mise en œuvre en 2005. Elle est unique au monde par la taille de son cryostat, d'un volume de 100 litres, capable de refroidir à une température proche du zéro absolu jusqu'à une quarantaine de kilogrammes de détecteurs Germanium (soit près d'une centaine). Protégé par un blindage multiple de 80 tonnes de plomb et de polyéthylène et par une couverture de scintillateurs plastiques, EDELWEISS II constitue un outil décisif pour les équipes d'EDELWEISS dans la course à la recherche des WIMPs.



- Parmi les expériences les plus sensibles au monde

La collaboration EDELWEISS réunit aujourd'hui une équipe d'environ 60 personnes dont 30 physiciens spécialistes de disciplines très variées (physique des particules, physique du solide, astrophysique, cryogénie...) qui sont répartis dans cinq laboratoires français³, deux laboratoires allemands, un laboratoire russe et un laboratoire anglais. Depuis 2 ans, les équipes d'EDELWEISS ont mis au point de nouveaux détecteurs « InterDigit » (ID), avec un pouvoir de réjection des parasites amélioré. Dix de ces détecteurs ont été mis en œuvre au LSM au printemps 2009.

En décembre 2009, EDELWEISS a présenté les résultats obtenus à la suite d'une campagne de prise de données de six mois (pré-publication disponible sur le site de *Physics Letter B*). La grande qualité des données obtenues lui a permis de rejoindre avec cette seule campagne le peloton de tête des expériences les plus sensibles au monde dans ce domaine. Les prises de données se poursuivent et de nouveaux détecteurs sont en production pour accélérer le rythme des recherches.

- Au-delà d'EDELWEISS : EURECA

Les nouveaux détecteurs EDELWEISS ont démontré que leur capacité à rejeter les parasites radioactifs est suffisante pour envisager une expérience plus ambitieuse capable de détecter un signal WIMP cent fois plus faible. Afin de préparer cette nouvelle génération d'observatoire de WIMPs, les équipes actuelles se sont jointes à un plus large consortium européen, appelé EURECA. Les objectifs sont d'augmenter la masse des détecteurs à plus d'une centaine de kilogrammes dans une première étape, puis de permettre l'étude des propriétés des WIMPs en offrant une diversité de matériaux pour cible.



Un blindage en plomb archéologique

En plus de protéger leur site du rayonnement cosmique, les physiciens du LSM doivent aussi protéger les détecteurs du rayonnement issu de la radioactivité naturelle. Tous les composants des détecteurs sont donc sélectionnés et, une fois montés, ils sont mis à l'abri de la radioactivité de l'environnement.

Même le plomb utilisé comme blindage ne doit pas être radioactif. Or, le plomb moderne a une faible radioactivité résiduelle, contrairement au plomb ancien qui n'en a plus. Les expériences menées au LSM, dont EDELWEISS, utilisent un plomb récupéré d'un ancien navire celtique, en provenance de Grande Bretagne, est venu faire naufrage, vers 400 après JC sur le site des Sept Iles en Bretagne. La coque a entièrement disparu, laissant apparaître la cargaison de plomb (270 lingots, 22 tonnes). Purifié et refondu, ce plomb romain de 1 600 ans protège maintenant les détecteurs ultra sensibles du LSM.

Plus d'informations sur le site d'EDELWEISS : <http://edelweiss.in2p3.fr/>

³ Irfu et Iramis (CEA/DSM), Institut de physique nucléaire de Lyon (CNRS / Université de Lyon1), Centre de spectrométrie nucléaire et de spectrométrie de masse (CNRS-IN2P3 / Université Paris-Sud 11), Institut NEEL du CNRS

Les autres expériences du LSM

- Les mesures de très faibles radioactivités : sélection de matériaux, datation, environnement, expertises

Depuis quelques années, les demandes de mesures de taux de radioactivité de plus en plus faibles en provenance de différentes disciplines se sont multipliées. Pour y répondre, des physiciens ont développé la **spectrométrie gamma « ultrabas bruit de fond »** dans laquelle chaque spectromètre est construit à partir d'un cristal de Germanium placé dans un cryostat pour y être refroidi à la température de l'azote liquide (-196°C). Tous les matériaux ont été sélectionnés pour leur très grande pureté radioactive.

Les 14 détecteurs de rayonnement gamma en service à Modane sont ainsi utilisés pour des études environnementales, océanographiques, géologiques et même pour la datation.

Concernant l'environnement, le suivi des basses activités permet la détection d'éventuelles pollutions radioactives découlant de l'activité industrielle ou d'incidents.

Autre exemple : la datation. La période des isotopes radioactifs constitue un bon chronomètre utilisable pour des datations dans des domaines variés. Cependant les activités des isotopes choisis sont souvent très faibles. C'est pourquoi, il est nécessaire d'avoir une grande sensibilité de mesure. Les détecteurs développés au LSM ont des sensibilités 100 à 1 000 fois supérieures à celles atteintes dans des laboratoires conventionnels. Avec ce niveau de performance, ils ont permis aux chercheurs d'aborder des sujets variés et souvent innovants parmi lesquelles on peut citer : la datation des sédiments marins ou continentaux (notamment celle des lacs alpins), l'étude du rôle des nuages en cas d'incident nucléaire, le contrôle de l'environnement, l'âge moyen des carapaces des crustacés en fonction de leur taille pour la régulation de la pêche, diverses expertises juridiques, le contrôle des millésimes des vins de Bordeaux, l'origine géographique des sels marins, des crustacés ou des pruneaux d'Agen...

Dans le cadre du programme européen ILIAS, le LSM a développé son propre détecteur en spectrométrie gamma. Il s'agit d'un détecteur germanium ultra-bas bruit de fond avec cryogénérateur.

- TGV : Telescope Germanium Vertical

L'expérience TGV franco-russe vise à rechercher tout comme NEMO la désintégration double bêta avec 32 détecteurs germanium. Il s'agit donc de rechercher la capture simultanée de 2 électrons du cortège électronique par le noyau atomique, ce qui permettrait de mieux comprendre la structure nucléaire des noyaux atomiques.

Le principe consiste à placer une très fine source (en l'occurrence du cadmium 106) entre de fines plaques de cristaux de germanium refroidis à la température de l'azote liquide et de détecter 2 rayonnements X émis simultanément qui serait la signature de ce phénomène. La sensibilité de ce détecteur sur la période de cette possible radioactivité est de 10^{21} ans, ce qui correspond à certaines prédictions théoriques.

Côté français, c'est le Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse (IN2P3-CNRS / Université Paris-Sud 11) à Orsay qui participe à TGV ainsi qu'à l'expérience SHIN.

- SHIN : Super Heavy elements In Nature

Au cours de l'évolution de l'Univers, dans la nature, certains noyaux plus lourds que l'uranium (98 protons) ont pu être synthétisés. L'expérience SHIN recherche ce type d'éléments, qualifié de superlourds (possédant 108 ou 114 protons), qui auraient la spécificité d'émettre simultanément de nombreux neutrons lors de leur désintégration.

Un nouveau test a débuté en avril 2009, visant à rechercher l'élément $Z = 114$, qui a été le principal objet de recherche du programme "*Super Heavy In Nature*" dans les années 1970 et 1980. Partant de l'hypothèse que cet élément serait un homologue du xénon ($Z=114$), les chercheurs du LSM utilisent un échantillon de ce dernier pour détecter les événements rares de la fission spontanée de ces noyaux superlourds ou de ses noyaux fils.

- Développement d'un nouveau détecteur à bille

Un nouveau détecteur gazeux basé sur une géométrie sphérique combinant simplicité, robustesse et faible coût est à l'étude. Son principe est le suivant : une bille métallique placée au centre d'une sphère et portée à haute tension, recueille les signaux électriques des interactions de particules qui ont lieu dans le gaz. Un prototype de ce détecteur à bille, basé sur une ancienne cavité accélératrice utilisée au CERN, est actuellement étudié au LSM. Doté d'une très bonne résolution en énergie et d'une excellente stabilité, il constitue un détecteur de neutrons extrêmement sensible, particulièrement adapté aux bas flux des environnements souterrains. Il peut également détecter des traces infimes de radioactivité dans le gaz.

Avec un seuil en énergie de détection remarquablement bas, ce type de détecteur, pourrait aussi permettre d'étudier la détection des neutrinos émis lors d'une explosion de supernova, pour un encombrement relativement modeste (sphère de 4 mètres de diamètre). Ce type de détecteur, s'il était dupliqué et installé dans d'autres environnements souterrains répartis dans le monde, pourrait constituer un réseau mondial de détecteurs extrêmement sensible aux explosions de supernova. De plus, il pourrait être utilisé pour des applications industrielles de détection de neutrons ou de neutrinos.



Le nouveau bâtiment du LSM : Carré Sciences

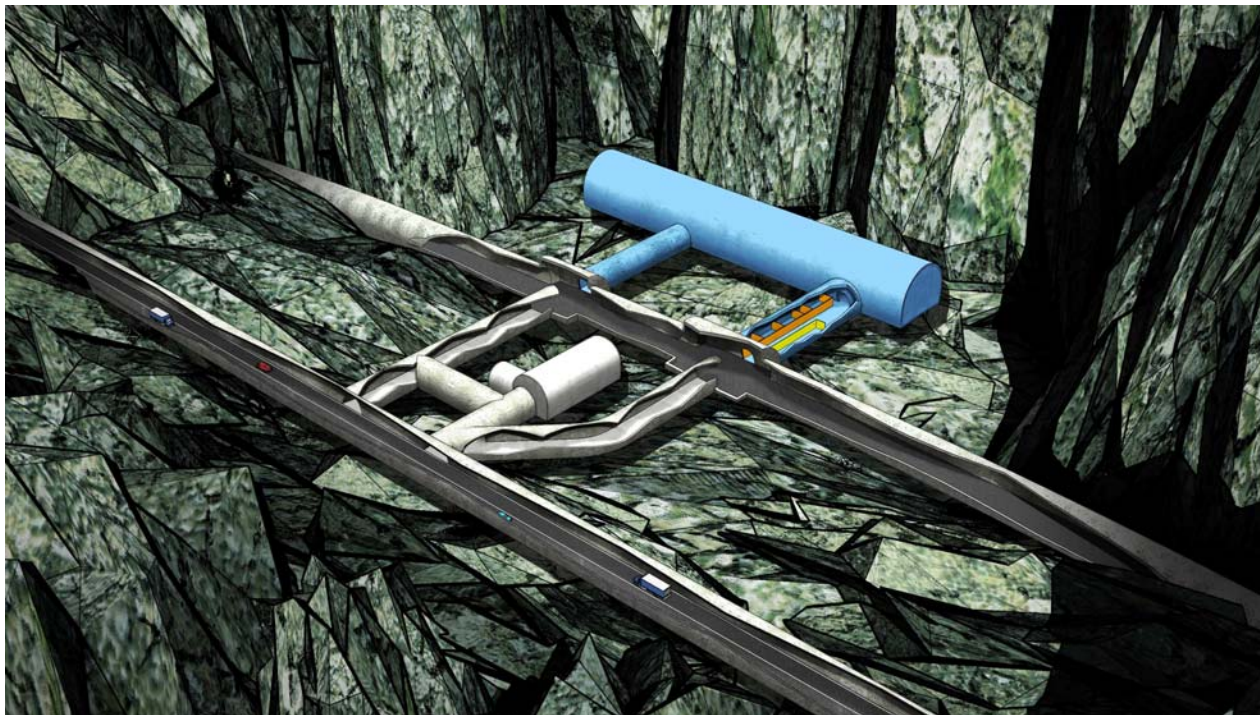


Ce nouveau bâtiment du LSM est situé à Modane, à quelques minutes du tunnel du Fréjus. Il rassemble les bureaux, des locaux techniques, un laboratoire de radiochimie, des chambres d'hôtes. De plus, un espace de communication de 120 m² destiné au grand public abrite une exposition permanente : « *Petits secrets de l'Univers* » qui vise à faire connaître le laboratoire, présenter ses activités...

ULISSE : le projet d'agrandissement du laboratoire

Depuis vingt cinq ans, le LSM accueille un nombre croissant d'expériences de physique des particules, de physique nucléaire, d'astroparticule, de sciences de l'environnement, de mesures de radioactivité gamma, ou de recherche appliquée en microélectronique, qui ne peuvent être menées qu'en site souterrain très profond. Aujourd'hui, le taux d'occupation des installations souterraines du LSM arrive presque à saturation, alors même que de nouvelles expériences très prometteuses pour la prochaine décennie prévoient déjà de s'y installer. Ainsi, le projet d'agrandissement du LSM, baptisé ULISSE, est né de ce besoin du LSM de gagner en superficie mais également d'une opportunité : le creusement d'une galerie de sécurité parallèle au tunnel du Fréjus.

Le projet d'extension du LSM incluant les successeurs des expériences actuelles NEMO 3 (SuperNEMO) et Edelweiss II (EURECA) est classé comme prioritaire dans la feuille de route du Ministère de la Recherche et de la Technologie. Ce projet a aussi le soutien du Département de Savoie et de la région Rhône-Alpes au travers du Contrat plan Etat-Région qui permet de financer les études du creusement de la nouvelle cavité et la possibilité de récupérer la chaleur dégagée par la roche ainsi que par les expériences pour chauffer des bâtiments à Modane au moyen d'une boucle d'eau chaude.



Le projet ULISSE : en bleu : la future extension du laboratoire accessible depuis la galerie de sécurité du tunnel du Fréjus.

Le projet ULISSE atteindrait un volume de 40 000 m³, soit 10 fois le volume du laboratoire actuel. Ceci permettrait au LSM de rester parmi les meilleurs laboratoires souterrains mondiaux dans les 15 prochaines années. Il existe en effet de nombreux projets de laboratoires souterrains dans le monde mais très peu ont les avantages du site de Modane (profondeur, accès horizontal et facile contrairement aux laboratoires installés dans des mines, qualité de la roche pour creuser de large cavité, un accès facile à Modane grâce au TGV, autoroute et proximité des aéroports de Lyon et Turin...). Cette nouvelle cavité permettra d'accueillir des expériences inscrites dans la feuille de route européenne des astroparticules mais également d'autres expériences de recherche fondamentale en sciences de la Terre (géophysique, sismologie, ...), sciences de l'environnement (océanographie, sédimentation,...), etc. Le parc de 14 détecteurs de spectrométrie gamma pourra lui aussi être étendu et de nouvelles applications pourraient voir le jour.

Le projet prévoit le début des travaux d'excavation de ces nouvelles cavités au cours du second semestre 2011 et le nouveau laboratoire ULISSE deviendrait opérationnel en 2013. L'ensemble de l'opération d'extension du LSM a été estimé à 11 millions d'euros. Elle sera financée par l'Etat français et des partenaires étrangers pour donner à ce nouveau laboratoire un statut d'infrastructure internationale. La décision pour creuser ce nouveau laboratoire doit être prise avant mai 2011.

Les intervenants



- **Fabrice Piquemal**, directeur de recherche au CNRS

Fabrice Piquemal est directeur du Laboratoire Souterrain de Modane (CNRS-IN2P3 / CEA-Irfu). Depuis 2007, il est porte-parole et responsable du projet international SuperNEMO (recherche des propriétés du neutrino).

Contact : fabrice.piquemal@ism.in2p3.fr / Tel: 04 79 05 22 57



- **Gilles Gerbier**, directeur de recherche au CEA

Gilles Gerbier est porte parole et responsable scientifique de Edelweiss (expérience de recherche de matière noire). Ancien directeur du LSM, il est coordinateur du réseau européen ILIAS de laboratoires souterrains.

Contact : gilles.gerbier@cea.fr / Tel : 01 69 08 35 20

© O. Dau



- **Jean-Louis Reyss**, directeur de recherche CNRS

Jean-Louis Reyss est spécialisé depuis plus de 30 ans dans le développement de nouvelles méthodes d'investigation nucléaires pour étudier l'environnement.

Contact : Jean-Louis.Reyss@lsce.ipsl.fr / Tel : 01 69 82 35 35



- **Jules Gascon**, professeur à l'Université Lyon1

Jules Gascon est responsable à Lyon de l'équipe Edelweiss (expérience de recherche de matière noire), il est directeur adjoint de l'Institut de physique nucléaire de Lyon (IPNL : CNRS-IN2P3 / Université de Lyon 1).

Contact : j.gascon@ipnl.in2p3.fr / Tel : 04 72 43 10 68