

# UN LABORATOIRE SECRET

## au cœur de la montagne

**Le Laboratoire souterrain de Modane est situé au milieu du tunnel routier du Fréjus, protégé des rayons cosmiques par 1700 m de roche de montagne. Un site unique en Europe dans lequel une poignée de chercheurs mène des expériences de physique uniques. Reportage**

Par Eric Soudan et Gautier Guigon. Photos Eric Soudan

Modane, dans la vallée de la Maurienne en Savoie. Ce petit village situé dans le parc national de la Vanoise, voit passer chaque jour 4 500 véhicules et poids lourds qui empruntent le tunnel du Fréjus, reliant la France à l'Italie à travers les Alpes. Mais combien de routiers savent qu'au milieu de ce tunnel long de 13 km, se trouve un espace scientifique unique en Europe : le Laboratoire souterrain de Modane (LSM). Il fait  $-9^{\circ}\text{C}$ . Nous montons emmitouffés dans une fourgonnette du CNRS et au bout de 6,5 km, la technicienne qui nous accompagne arrête le véhicule dans un renforcement, sur le bas-côté. Gilets jaunes fluo sur les épaules, on traverse la voie à double sens, entre deux passages de camions, pour s'engouffrer immédiatement dans le ventre de la montagne, par une porte de sécurité. Mais derrière cette zone destinée à accueillir le public en cas d'accident dans le tunnel du Fréjus, nous entrons par une autre porte hautement sécurisée. A l'intérieur : un laboratoire souterrain de  $3500\text{ m}^3$  interdit au public. "Vous êtes dans l'en-



L'entrée du LSM dans le tunnel du Fréjus

droit le moins radioactif du monde. L'anti Tchernobyl en quelque sorte", s'enthousiasme Xavier-François Narvick, chercheur de l'Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers (Irfu). Ce physicien du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) nous accueille dans son "bordel de chercheur", une petite salle de pilotage à l'étage du laboratoire où sont branchés tous les ordinateurs. Il est tellement passionné par ses recherches qu'il est impossible de l'arrêter. Pendant presque une heure, il va nous faire un cours très pointu sur la recherche de la matière noire, en T-shirt et chaussettes blanches... Voyant les formules et les chiffres défilier sur le tableau blanc, j'assiste, incrédule, à un cours surréaliste.

### RADIOACTIVITÉ

Créé en 1982 au moment du percement du tunnel du Fréjus, le LSM a été construit pour accueillir une équipe franco-allemande, qui voulait mesurer une éventuelle instabilité du proton, un élément important du noyau atomique. Depuis la fin des années 80, les recherches sur la compréhension de notre Univers se sont diversifiées avec des études internationales sur la stabilité de la matière, les neutrinos et la matière noire. Des recherches qui nécessitent un environnement avec une radioactivité très faible. La surface du sol reçoit ainsi 8 millions de rayons cosmiques par  $\text{m}^2$  et par jour. Mais dans le laboratoire souterrain de Modane, la couverture rocheuse réduit la densité de particules secondaires, produites par l'interaction entre les rayons cosmiques primaires constitués de protons et de noyaux d'hélium qui ►►





**Passionné par ses recherches, le physicien va nous faire un cours très pointu sur la matière noire, en T-shirt et chaussettes blanches...**





Un détecteur germanium d'Edelweiss

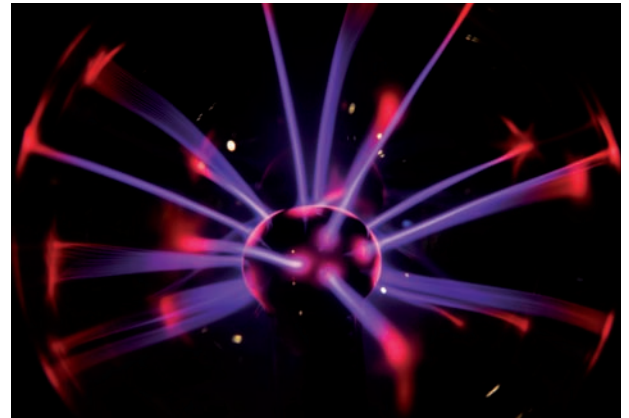
**Dans cet environnement quasi neutre, les scientifiques observent des phénomènes physiques extrêmement rares**

►► pénètrent dans l'atmosphère et les noyaux atomiques de l'air, composés essentiellement d'azote et d'oxygène. Résultat : seulement 4 rayons cosmiques par m<sup>2</sup> et par jour. Dans cet environnement quasi neutre, les scientifiques peuvent ainsi observer des phénomènes physiques extrêmement rares, impossibles à observer à la surface de la Terre. Le projet phare de ce laboratoire est Edelweiss, une expérience convoitée par des équipes de chercheurs du monde entier. De quoi s'agit-il ? En réalité la galaxie qui est composée de planètes et d'étoiles a une masse. Mais les scientifiques ont découvert dans les années 70 que la galaxie tourne plus vite et donc qu'il y a plus de matière que ce qui est observé dans l'univers : c'est la matière noire. Une masse invisible qui permet de lier toute la galaxie pour éviter qu'elle n'éclate avec la vitesse de rotation. Afin de détecter cette matière noire, les chercheurs du projet Edelweiss utilisent le Germanium, une matière sur laquelle on peut observer le moindre impact de particules élémentaires très massives, appelées les WIMPs, qui constituent la matière noire. "En réalité on observe trois impacts par an de la matière noire... Mais on n'est pas sûrs que ces impacts soient les bons", murmure Xavier-François Narvick. On se demande alors à quoi jouent ces professeurs "foldings", qui trafiquent des machines du futur à la recherche d'une poussière invisible ! Pourtant il faut bien les prendre au sérieux, car l'enjeu est de taille. Aujourd'hui on connaît environ 5% de l'univers. La matière manquante, invisible ou "noire", représente donc un défi immense pour les astronomes.

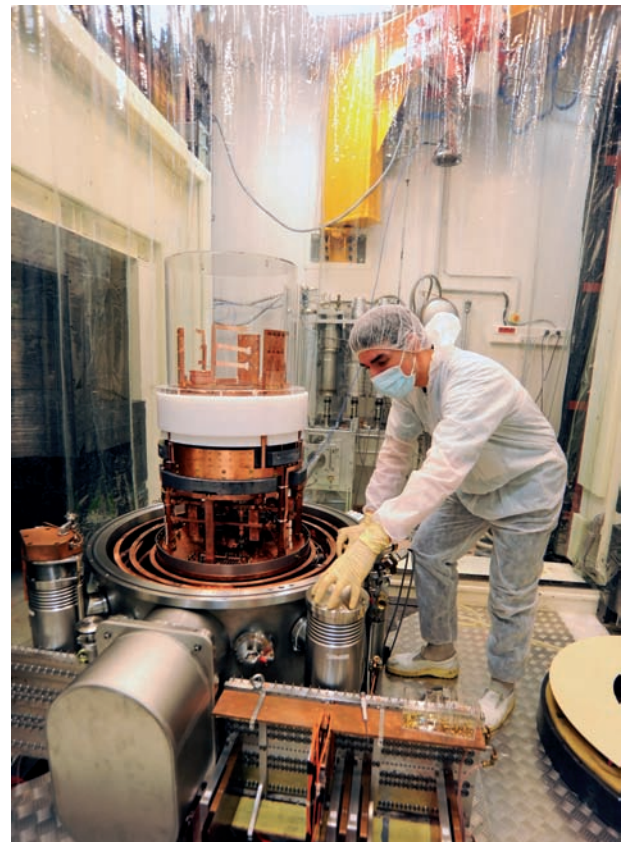
**EURECA**

Avant de pénétrer dans la "salle blanche" dans laquelle est menée l'expérience Edelweiss 2, on doit d'abord quitter nos chaussures, nettoyer notre matériel puis entrer dans un sas pour enfiler un équipement complet : combinaison intégrale

On connaît environ 5% de l'univers...

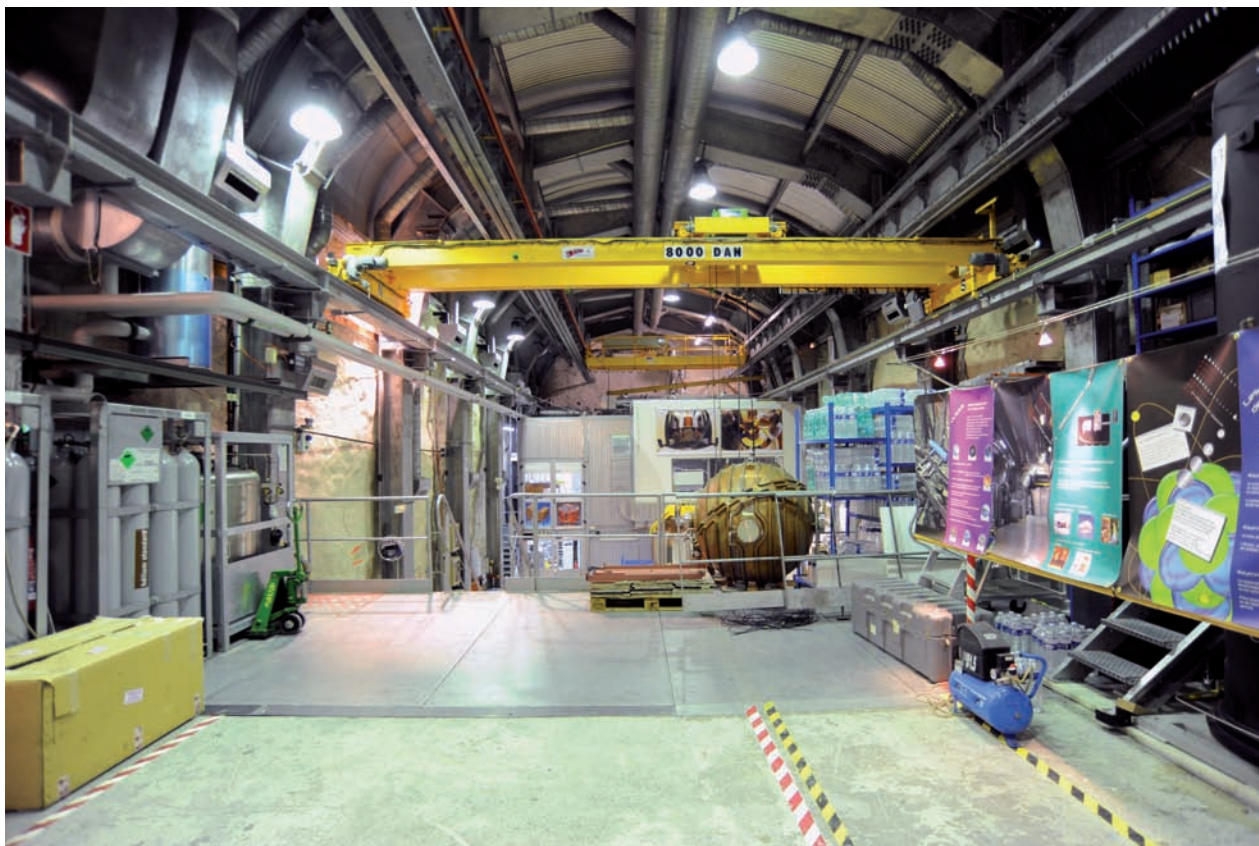


Manipulation du cryostat Edelweiss dans la "salle blanche"



Le LSM accueille des chercheurs du monde entier





blanche, masque et charlotte. Objectif : réduire au maximum notre radioactivité. A l'intérieur, tous les matériaux comme les vis, les fils ou les puces informatiques sont "ultra purs". Comprendre sans radioactivité. Le cryostat Edelweiss, un instrument de physique permettant d'obtenir des températures cryogéniques par l'inertie thermique d'un liquide très froid, est entouré de plomb pour atténuer encore la radioactivité. Mais pas n'importe lequel ! Les blindages utilisés pour les expériences du laboratoire sont en effet composés de plomb "archéologique", repêché dans la cargaison d'un navire britannique échoué dans les Côtes d'Armor, 400 ans après Jésus Christ. Ce plomb antique contient en effet un niveau très faible de radioactivité.

Le cryostat est aussi recouvert d'une cloche de cuivre. A l'intérieur, 16 détecteurs germanium de 800 g, qui fonctionnent à une température de  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , très proche du zéro absolu (échelle Kelvin)! Chaque détecteur est équipé d'un pavé central, qui permet de mesurer la chaleur et d'anneaux extérieurs, qui captent l'ionisation. Ces informations enregistrées 24/24 h sont ensuite étudiées par les équipes de chercheurs qui travaillent sur ce projet. Dans la salle des machines, on voit d'ailleurs les écrans d'ordinateurs pilotés à distance depuis plusieurs pays : Royaume-uni, Russie, Allemagne, Japon... Plus d'une centaine de chercheurs suivent cette expérience. Mais ce qui est surprenant, c'est qu'il n'y a physiquement que trois chercheurs permanents sur ce site. Depuis quelques années, le LSM a aussi développé un pôle de mesures d'ultra faible radioactivité. Une salle unique au monde, équipée de 14 détecteurs, permet par exemple aux Douanes de vérifier le millésime d'un vin, qui garde en mémoire le Césium 137 produit par les essais nucléaires

## Oufs d'Astro au Planétarium de Vaulx-en-Velin

Les chercheurs du laboratoire souterrain de Modane présenteront un parcours découverte pendant la 3<sup>e</sup> Biennale du ciel et de l'espace, qui aura lieu du 12 au 24 février, au Planétarium de Vaulx-en-Velin. Ce parcours découverte "Au temps pour nous" propose ainsi de partir à la recherche de la matière la plus ancienne de l'univers, qui n'est pas observable par l'ensemble de la communauté scientifique : la matière noire. Un parcours ludique et pédagogique.

atmosphériques et l'accident de Tchernobyl. Pour cela, il suffit de comparer le taux de radioactivité contenu dans chaque bouteille avec les taux de radioactivité référencés chaque année depuis 1950... D'autres projets sur la mesure des sédiments de lac ou la mesure de radioactivité dans l'environnement sont également menés. C'est pourquoi l'extension de la galerie du tunnel de sécurité du Fréjus devrait accueillir un laboratoire cinq fois plus grand, soit  $17\,000\text{ m}^3$ , en 2015. Mais ce projet "Domus" a un coût : 7 millions d'euros, financés par l'Etat, la Région et le Fonds européen de développement régional Feder. "Notre projet scientifique est de développer des aspects interdisciplinaires comme l'océanographie, la nanobioélectronique, l'environnement climatique. Par exemple la surpêche au large du Pérou", explique Fabrice Piquemal, chercheur au CNRS et directeur du site de Modane. De quoi faire rêver un peu plus les fous d'astronomie. ♦