

Un projet de super détecteur de neutrinos au Fréjus

Plusieurs dizaines de physiciens internationaux se sont réunis à Aussois, du 7 au 9 avril, à l'invitation de l'IN2P3/CNRS, du CEA et du Laboratoire Souterrain de Modane.

Il s'agit pour ces physiciens de présenter les dernières avancées en matière de recherche fondamentale sur la physique des particules, notamment l'étude de la vie du proton, et celle des neutrinos. Des recherches qui doivent permettre de mieux comprendre l'évolution de notre univers depuis le big bang, il y a 15 milliards d'années.

Il s'agit surtout de faire le point sur les différents projets de construction d'un super détecteur enterré dont la recherche a aujourd'hui besoin pour développer ses expériences. Ce grand laboratoire constituerait, entre autres, un observatoire de valeur inestimable pour l'étude des neutrinos en provenance des supernovas (étoiles géantes dans l'univers).

Il y a actuellement plusieurs études pour construire ce détecteur d'un million de mètres cubes. Trois régions du monde sont candidates : le Japon, les USA et l'Europe.

Ancien directeur du LSM, aujourd'hui chargé de mission par les tutelles CEA et IN2P3 pour les grands projets du LSM, Luigi Mosca a bien voulu répondre à nos questions.

Terra Modana : Pourquoi un tel rassemblement de physiciens à Aussois ?

Luigi Mosca : "Cette conférence internationale rassemblant notamment les Etats-Unis, l'Europe et le Japon a pour but de faire le point sur des projets d'expériences de physique fondamentale nécessitant d'être réalisées dans des sites souterrains profonds, c'est-à-dire à l'abri du rayonnement cosmique.

Pour passer à des stades supérieurs et donc optimiser la recherche, différents projets internationaux de super détecteurs sont à l'étude à travers le monde. Il s'agit donc, dans des confé-



Luigi Mosca et Gilles Gerbier, directeur du LSM

rences comme celle d'Aussois, de définir une stratégie globale de réalisation pour les deux prochaines décennies".

Pourquoi Aussois ?

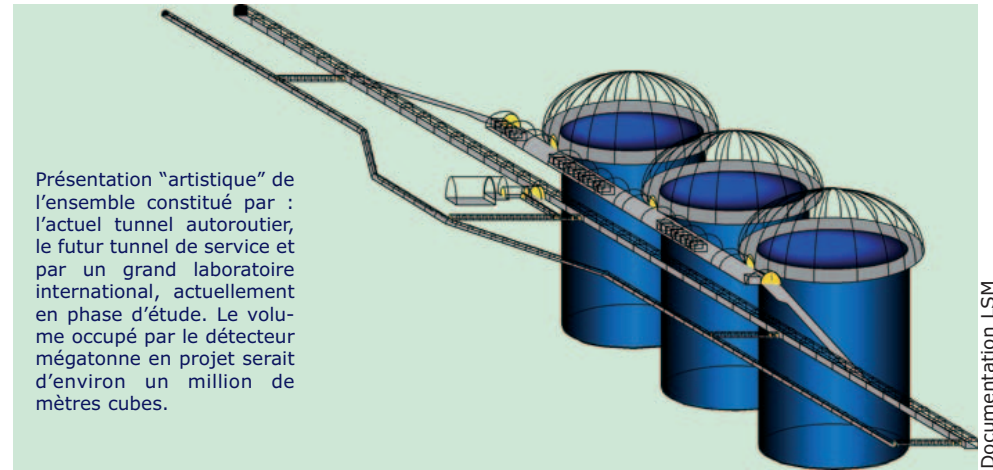
"Le choix d'Aussois est tout d'abord lié à sa proximité avec le site du Fréjus, actuellement le principal site souterrain candidat pour ce type d'expériences en Europe, mais aussi à son cadre très agréable et à ses capacités d'accueil (Centre du CNRS Paul Langevin, Fort Marie-Christine, etc)".

Quels sont les travaux de recherche qui concerneraient le super détecteur en projet ?

"Ce sont des expériences qui visent, d'une part la mesure de la vie moyenne du proton (constituant de base, avec le neutron, de tous les noyaux atomiques) et donc de mieux appréhender le problème de l'instabilité de la matière, et d'autre part l'étude des neutrinos : aussi bien ceux qui sont produits au centre des étoiles ou des galaxies, que ceux qui sont produits par les collisions des rayons cosmiques primaires avec les noyaux de l'atmosphère terrestre. Il y a également les neutrinos produits en laboratoire par des accélérateurs permettant d'engendrer des faisceaux de ces particules, que l'on dirige vers des détecteurs éloignés, à des fins expérimentales. Le CERN de Genève, pourrait participer à ce dernier type d'expérience".

"Les neutrinos sont des particules presque insaisissables, produites au coeur des étoiles. Elles voyagent dans l'espace à une vitesse très proche de celle de la lumière, tels des "messagers" venant nous raconter la vie de l'univers"...

Luigi Mosca



Présentation "artistique" de l'ensemble constitué par : l'actuel tunnel autoroutier, le futur tunnel de service et par un grand laboratoire international, actuellement en phase d'étude. Le volume occupé par le détecteur mégatonne en projet serait d'environ un million de mètres cubes.

CERN de Genève ce qui permettrait d'optimiser les expériences".

Quand ce grand détecteur enterré pourrait-il être réalisé ?

"L'excavation devrait pouvoir commencer vers 2010 et la mise en service vers 2015, si tout va bien ! Mais le travail de préparation a déjà commencé !"

Quel financement ?

"Bonne question ! Les sources de financement devraient pouvoir se situer à tous les échelons, depuis le département, jusqu'au niveau mondial en passant par la Région, l'Etat, et l'Europe. (Nous avons déjà reçu une contribution à la pré-étude d'une grande cavité dans le site du Fréjus, de la part de la Région Rhône-Alpes)".

Enjeux pour le LSM ?

"Je dirais plutôt pour la Maurienne, pour la Savoie, pour la Région Rhône-Alpes. Pour le CERN et l'Europe, c'est un enjeu considérable, tant sur le plan scientifique et technique, que culturel et économique".

Au fait, qu'est-ce qu'un neutrino ?

"Les neutrinos sont des particules (presque) insaisissables, produites au coeur des étoiles. Elles voyagent dans l'espace à une vitesse très proche de celle de la lumière, tels des messagers venant nous raconter la vie de l'univers. L'étude de ces neutrinos nous renseigne sur la naissance des étoiles, leur fonctionnement qui permet de produire, à partir de l'hydrogène, tous les éléments jusqu'au fer, en fournissant par là même l'énergie qui, entre autres, nous permet de vivre sur la planète Terre ! L'étude des neutrinos nous éclaire également sur la mort des étoiles massives, les fameuses supernovae, leur transformation en étoiles à neutrons, voire même, si elles sont suffisamment massives, en trous noirs !"

Sur quoi peut déboucher la recherche sur le neutrino ?

"Le neutrino est donc une particule très difficile à étudier puisque dotée

d'une très faible probabilité d'interaction avec la matière (la Terre entière est presque totalement transparente pour les neutrinos !). Mais, en même temps son étude est très fondamentale pour parvenir à connaître les lois ultimes de la physique et pour la compréhension de notre Univers. En particulier l'étude comparée du neutrino et de son anti-particule, l'anti-neutrino (une sorte de "neutrino-miroir") devrait pouvoir nous aider à comprendre pourquoi notre Univers actuel est composé presque uniquement de matière, alors qu'au moment du "big bang", il y a un quinzaine de milliards d'années, très certainement autant d'anti-matière que de matière a été engendrée (nous en avons la preuve tous les jours dans les expériences faites en laboratoire à l'aide des accélérateurs à très haute énergie, approchant ainsi les conditions du big-bang). En d'autres termes, l'étude des propriétés ultimes des neutrinos pourrait aider, d'une manière décisive, à répondre à la question : où est passée l'anti-matière ?"

Au-delà de la recherche fondamentale, y a-t-il des applications civiles ou militaires ?

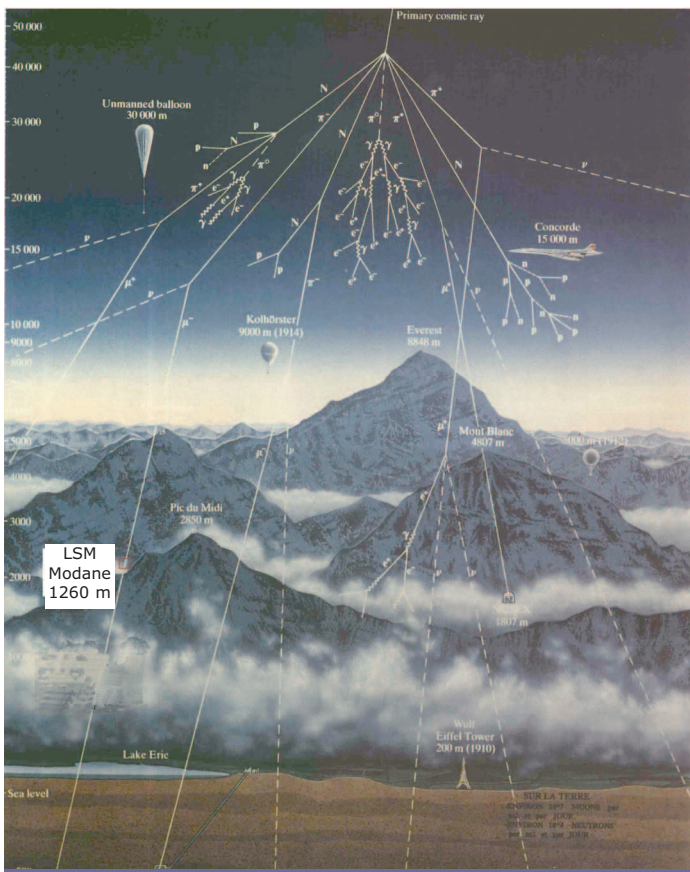
"Il y a, en perspective, une possibilité de principe de surveillance de l'activité nucléaire tant civile que militaire, à l'aide de la détection des neutrinos produits dans les réacteurs nucléaires et dans les essais nucléaires sur toute notre planète. Seulement, pour obtenir une surveillance vraiment efficace, il faut un détecteur d'une taille gigantesque (de l'ordre du milliard de tonnes) que nous n'avons encore jamais réalisé."

Ces expériences peuvent-elles avoir un impact sur l'environnement et sur l'homme ?

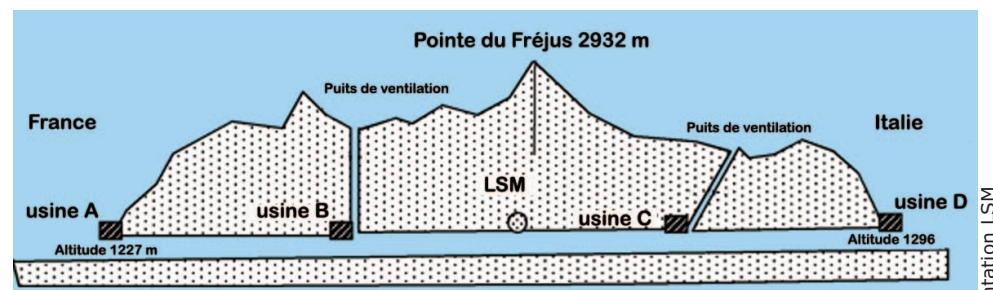
"Aucun. Il n'y a absolument aucune dangerosité. Et si ce détecteur est enterré c'est pour placer ces expériences à l'abri de rayonnements naturels parasites (rayonnement cosmique, provenant donc de l'univers lui-même) et non pour protéger l'environnement de ces expériences puisqu'elles n'ont aucune incidence sur lui."

Propos recueillis

par Bruno CILIO



Un rayon cosmique "primaire" produit, par interaction dans l'atmosphère terrestre, un grand nombre de rayons cosmiques "secondaires". La roche située au dessus des laboratoires souterrains en absorbe la plus grande partie, protégeant ainsi les expériences qui s'y déroulent.



Profil de la montagne au-dessus du Tunnel Autoroutier du Fréjus et position du laboratoire actuel, ainsi que du futur Grand Laboratoire, actuellement en projet.