

Expérimentateurs : D. Boutigny, J. Damet, D. Duchesneau, J. Favier, **H. Pessard**

Equipe Technique : L. Fournier, G. Gaillard, R. Gallet, L. Giacobone, J. Jacquemier, T. Le Flour, S. Lieunard, I. Monteiro, F. Moreau, P. Mugnier, F. Peltier, V. Riva

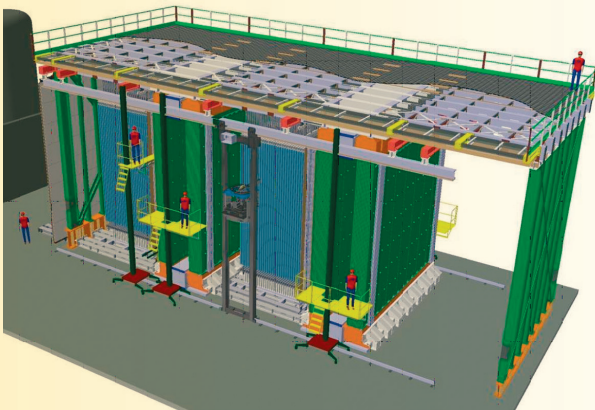
Doctorants : M. Lavy, M. Besnier

Stagiaires : DUT (3), Maîtrise (4), DESS (1), DEA (1)

Abstract : The OPERA neutrino experiment is part of the long baseline neutrino program launched in Europe after the discovery of neutrino oscillations with atmospheric neutrinos. A new CERN neutrino beam called CNGS will be directed to the Gran Sasso underground laboratory (Italy) where the OPERA detector is presently in construction. OPERA will look for tau-neutrino appearance in a muon-neutrinos beam. The experiment is designed to detect tau-neutrinos using 200000 targets made of lead and nuclear photographic emulsions, complemented by electronic detectors. It will search also for electron-neutrino appearance to measure the angle θ_{13} entering in the PMNS matrix of neutrino mixing.

LAPP is involved in the preparation of the physics analysis and contributes to the detector construction with the realisation of an automated system to manipulate the targets.

Présentation générale



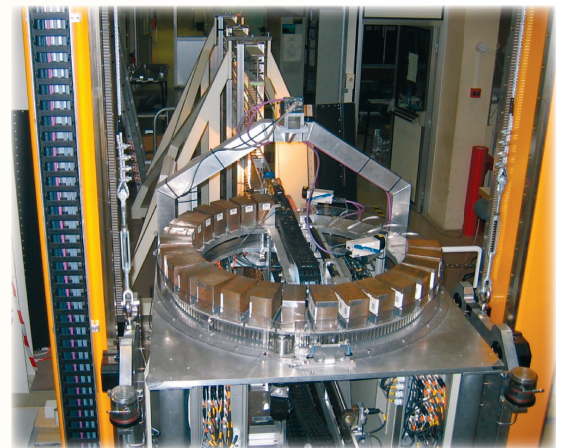
Le détecteur OPERA se compose de sections de cible (en bleu) suivies de spectromètres (en vert).

OPERA est une expérience neutrino destinée à mesurer le changement de saveur des neutrinos à longue distance, après un parcours permettant de reproduire l'effet des oscillations observées avec les neutrinos atmosphériques. Dans le cadre d'un programme neutrino à grande distance lancé en Europe, le CERN construit un faisceau de neutrino dirigé vers le laboratoire souterrain du Gran Sasso (Italie), distant de 730 km. OPERA y mesurera l'apparition de neutrino-tau parmi les neutrino-muon de ce faisceau et recherchera également un excès de neutrino-électron pour accéder à l'angle θ_{13} de la matrice PMNS de mélange des neutrinos.

Pour signer les interactions des neutrino-tau, le détecteur OPERA utilise des émulsions photographiques dont la résolution de l'ordre du micron permet d'identifier la très courte trace du lepton tau produit par courant chargé. Les modules de cible, empilages de films d'émulsions et de fines feuilles de plomb, sont au nombre de 206.000 pour une masse approchant 1.800 tonnes. Les sections de cibles (dessin ci-dessus, en bleu) sont instrumentées par des hodoscopes de scintillateur et suivies d'un spectromètre (en vert) équipé de RPC (Resistive Plate Chambers) et de tubes à dérive.

Le groupe OPERA du LAPP a la responsabilité de réaliser deux manipulateurs automatisés pour les modules-cibles. Ces systèmes se composent chacun d'un portique circulant le long du détecteur et d'une plateforme se positionnant verticalement dans le portique, équipée pour l'insertion et l'extraction des cibles.

Le groupe du LAPP est également actif dans la préparation de l'expérience au niveau des logiciels de simulation et d'extraction des données, ainsi que dans les analyses de physique.



La plateforme du manipulateur de cibles se déplace entre les montants verticaux du portique.

Collaboration

OPERA est une collaboration internationale regroupant 34 instituts dont 4 laboratoires français : LAPP Anncy, IPN Lyon, LAL Orsay, IRoS Strasbourg. Les activités de la composante française sont regroupées autour de la cible du détecteur. Elles comportent, outre la construction des traceurs à scintillation entourant les modules-cibles, leur électronique et leur acquisition de données, la manipulation automatique des cibles et l'extraction des données des émulsions photographiques. Le LAPP est en étroite collaboration avec les laboratoires INFN de Frascati et de Naples qui réalisent la construction des cibles et de leurs structures de support.

Le groupe du LAPP couvre la physique des oscillations des neutrinos et plus particulièrement la préparation à l'analyse des données d'OPERA dont la prise de données doit commencer en 2006.

Une première activité est orientée vers le traitement des informations sortant des tables de lecture des émulsions sous forme de segments de traces laissés par le passage des particules chargées. Le groupe s'est impliqué dans le développement d'une simulation des traces dans les émulsions, intégrée au programme général de simulation d'OPERA, basé sur GEANT dans l'environnement ROOT. Ce programme, qui à terme doit être remplacé par un logiciel construit sur le modèle des données d'OPERA, a été employé en 2004 pour une campagne de production d'événements simulés afin de ré-estimer les performances du détecteur OPERA en appliquant les récentes techniques d'analyse.

Un travail d'analyse des données de tests en faisceau a également été réalisé et a permis la mise en place des outils d'analyse d'OPERA au LAPP. Une première analyse d'un test sur la séparation pion-muon a été effectuée.

Une autre contribution majeure a consisté à lancer l'étude du canal de désintégration du tau en 3 hadrons chargés, étude qui n'avait pas été développée, le rapport signal sur bruit étant moins favorable que dans les autres canaux. Le taux de branchement de ce canal est de l'ordre de 15% et le groupe LAPP a montré que son utilisation améliore les performances d'OPERA. La spécificité de ce canal repose sur l'existence de deux vertex séparés caractérisés par leurs multiplicités en particules chargées. Ce travail a fait l'objet de la thèse de M. Lavy et ses résultats servent maintenant de référence pour décrire les améliorations attendues sur les performances d'OPERA.

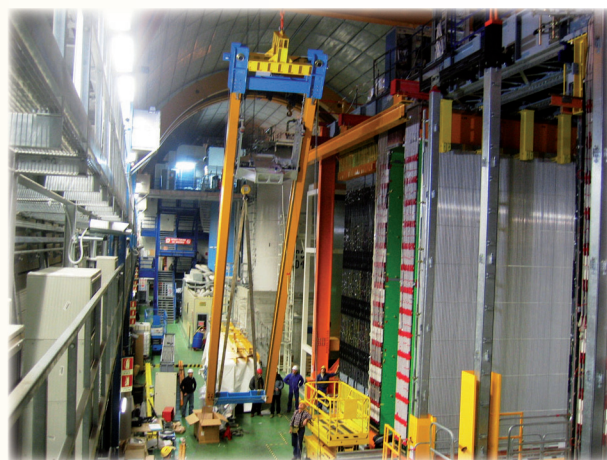
Conceptions et réalisations

Le LAPP a la responsabilité de concevoir et de réaliser le système de manipulation automatisé des éléments de cible. Ce système a pour fonction d'installer les 206.000 cibles dans leurs structures de support, puis d'assurer pendant l'exploitation du faisceau, l'extraction et le remplacement des briques désignées par les détecteurs électroniques comme contenant une interaction neutrino.

La conception mécanique globalement achevée, le manipulateur définitif a été assemblé, puis équipé et testé au LAPP en 2004 et 2005 :

- le premier portique a été installé en janvier 2004 dans un hall de test
- la première plateforme a été équipée et rendue opérationnelle en 2004
- les stations de chargement des plateformes et leurs paniers de transport de cibles ont été développés en 2005.

Un manipulateur a été mis en place au Gran Sasso fin 2005.



Installation d'un premier manipulateur au Gran Sasso en décembre 2005

Les manipulateurs, qui intègrent un grand nombre de capteurs, sont commandés par des automates industriels. Leur programmation a été reprise dans une orientation « objet » et mise au point en 2005.

Les tests du premier ensemble complet ont été menés à bien. Un système de vision a été mis au point pour ajuster la position de la plateforme. Un logiciel de supervision des automates a d'autre part été développé. Le groupe réalise également un projet informatique pour permettre le suivi et la gestion de la manipulation des briques tout au long de leur parcours, en liaison avec un système de base de données. La réalisation est en cours. Des tests d'intégration avec la supervision et les programmes des automates se poursuivent.

Faits marquants - Perspectives



La première section de cibles terminée.

La construction du détecteur OPERA, débutée en mai 2003, s'est poursuivie en 2004 et 2005. Le montage des deux spectromètres et leur équipement en RPC se sont terminés en 2005. L'installation des parties cible a redémarré en mai 2005. La première des deux sections de cibles a été complétée début novembre 2005 (photo ci-contre).

L'installation du manipulateur de cibles et sa mise en œuvre au Gran Sasso débutée fin 2005 se poursuivra au premier trimestre 2006, juste avant le début du chargement des cibles, qui durera environ une année. Les premiers faisceaux neutrino sont attendus au Gran Sasso à partir de juillet 2006. Les prises de données doivent durer cinq ans.

En dehors de son implication dans la physique d'OPERA, le groupe participe activement au GDR neutrino et travaille sur la prospective à plus long terme. Il examine notamment le potentiel des futurs projets neutrinos utilisant des faisceaux de haute intensité et des faisceaux d'ions radioactifs dans le but d'approfondir la détermination des paramètres de mélange des neutrinos et d'étudier la possible violation de CP dans le secteur leptonique.

Pour en savoir plus

<http://lapp.in2p3.fr/Opera/>

<http://operaweb.web.cern.ch/operaweb/>