

# Physique du positronium et faisceau pulsé de positrons



**Expérimentateurs :** P. Nédélec, **D. Sillou**

**Doctorants :** T. Anthonioz, J. Viret (thèse co-dirigée avec le LMOPS)

*Abstract : This activity covers several fields:*

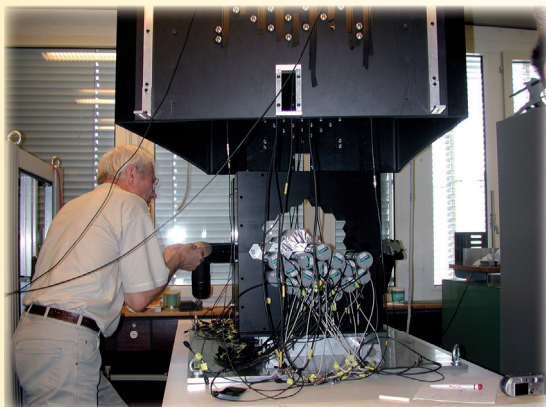
- an experiment « beyond the Standard Model » searching for the disappearance of the orthopositronium (oPs), as predicted by some extra dimension (ED) models. Our setup consists of a positrons source surrounded by a  $4\pi$  BGO calorimeter. The expected attainable limit with such a device has been evaluated to  $\approx 10^{-8}$
- a setup dedicated to material physics measurements has been installed at LMOPS (Laboratoire des Matériaux Organiques à Propriétés Spécifiques, Université de Savoie)
- a pulsed positron beam prototype has been built. The originality of this apparatus lays in its adaptability to different types of experiments and applications.

## Présentation générale

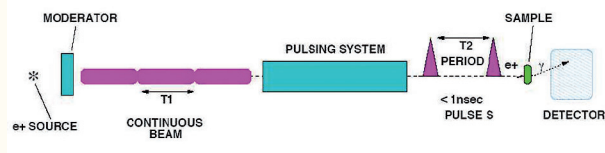
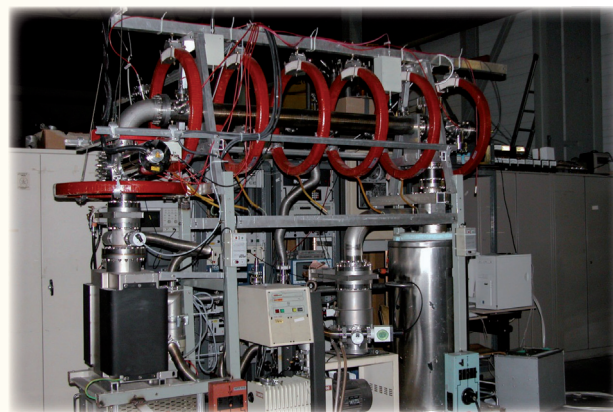
L'activité du groupe couvre à la fois un travail de physique fondamentale « au-delà du Modèle Standard » et, indépendamment, des développements instrumentaux menés en collaboration avec différents laboratoires dont le LMOPS (Laboratoire des Matériaux Organiques à Propriétés Spécifiques, Université de Savoie). Le point commun de ces activités, en apparence lointaines, est le positron fourni par une source ou par un accélérateur.

La partie physique fondamentale recherche la « disparition » d'un orthopositronium (oPs), dans une extra-dimension comme prédit par certaines théories.

La partie instrumentation consiste d'une part à développer un banc de mesure par PALS (Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy), qui permettra aux membres du LMOPS de mener des études fondamentales de physique des matériaux et de caractérisation, et d'autre part à développer un faisceau de positrons pulsé présentant des performances adaptables à différents types d'expériences ou d'applications. Cette activité a reçu le soutien de différentes institutions : Région Rhône Alpes, Ministère des Affaires Etrangères, Ministère de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie.



Calorimètre à scintillateur BGO pour l'expérience de disparition de oPs.



Prototype de faisceau pulsé et schéma de fonctionnement.

## Collaboration

Le LAPP collabore avec le LMOPS-CNRS au Bourget du Lac (France), l'ETHZ à Zürich (Suisse), l'INR à Moscou (Russie) et l'INP à Minsk (Biélorussie).

### Physique fondamentale :

Au problème de la hiérarchie de jauge, les théoriciens ont répondu par l'introduction de dimensions supplémentaires (modèle de Randall-Sundrum, par exemple). Une particule scalaire est alors susceptible de disparaître dans une dimension additionnelle. Un tel processus a été calculé pour l'orthopositronium, sa probabilité est de l'ordre de  $\approx 10^{-9}$ . La limite expérimentale actuelle est de  $2.6 \cdot 10^{-6}$  (Mitsui et al. P.R.L. vol 70, n°15 (1993)). Nos mesures en cours permettent d'atteindre déjà  $5 \cdot 10^{-7}$  et le groupe vise une valeur finale autour de  $5 \cdot 10^{-8}$ . L'obtention d'une limite plus contraignante demandera une amélioration de l'appareillage.

Le dispositif expérimental comprend :

- une source de positron ( $^{22}\text{Na}$ ) déposée sur une fibre scintillante amincie pour laisser passer les positrons
- un calorimètre à scintillateur BGO, de 100 compteurs, dont l'un (T) détecte le gamma de 1.27 MeV associé à l'émission du positron.

Le groupe cherche une absence de signal dans le calorimètre BGO entourant la cible.

Les simulations du détecteur ont été effectuées à l'aide du programme GEANT. Leur validité a été vérifiée sur les données d'expériences précédentes. Les résultats définitifs de cette expérience devraient être acquis début 2006.

### Instrumentation :

Un banc de mesure par PALS (Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy) a été développé pour être installé au LMOPS. Il constitue une première avancée par rapport aux instruments existants car il permet l'enregistrement des événements et leur retraitement en ligne. Ceci permet à l'utilisateur de corriger des dérives instrumentales inévitables lors de longues prises de données.

Les premiers résultats obtenus et leur comparaison avec des résultats existants ont été présentés à la conférence de Coimbra 2005 (2005 Coimbra International Workshop).

Un prototype de faisceau de positrons pulsé a été construit suivant une technique originale. Il permettra, en raison de l'adaptabilité de ses paramètres, de réaliser aussi bien des expériences de physique fondamentale que des mesures de physique des matériaux.

## Faits marquants - Perspectives

La physique fondamentale développée présente l'intérêt d'une expérience « au-delà du Modèle Standard » de faible taille et de faible coût. Elle fait appel à des techniques instrumentales et à des méthodes d'analyse extrêmement formatrices d'un grand intérêt pour les étudiants qui y participent (un étudiant de ETH Zurich, P. Crivelli, effectue sa thèse sur cette expérience). Le groupe a d'ores et déjà dépassé la limite mondiale existante et songe aux améliorations qui pourraient être apportées au dispositif expérimental pour améliorer cette limite d'un autre ordre de grandeur.

Le développement d'un banc de PALS et son utilisation pour la physique des matériaux permet, à travers une activité pluridisciplinaire, de nouer des liens avec d'autres laboratoires et avec l'industrie. Le groupe souhaite ainsi faire la démonstration que la recherche fondamentale a des retombées sur la recherche appliquée et le monde industriel.

## Pour en savoir plus

<http://neutrino.ethz.ch/Positron/>

<http://www.lmops.univ-savoie.fr/>

Conférence PCC8 de Coimbra 2005 : [http://www.uc.pt/ppc8\\_coimbra/](http://www.uc.pt/ppc8_coimbra/)

Voir aussi la liste des publications.