

# La stabilisation des quadripôles d'un collisionneur linéaire CLIC

## Participation du LAPP

Expérimentateurs : Y. Karyotakis, L.Di Ciaccio

Support Technique : A. Jérémie

## Abstract

*A linear collider accelerator in the energy range of 500 GeV to 1 TeV is recognized to be one of the highest priorities for high energy physics for the next years. In order to ensure a high luminosity it is important to stabilize actively the final focus quadrupoles for a motion above  $\sim 4\text{Hz}$ . The requirement for the vertical displacement is below 1nm. In this R&D program we aim to develop the stabilization method, using seismic sensors and a corrective feedback loop.*

## Présentation générale

La physique de particules sur accélérateur sera dominée les prochaines années par la construction et la mise en service du LHC et des expériences associées. En même temps les trois grands, Europe, Amérique et Asie, reconnaissent que le prochain accélérateur qui pourra certainement contribuer de façon significative à la compréhension de la matière est un collisionneur linéaire (LC) d'énergie autour d'un TeV. Un certain nombre de projets pour une telle machine sont à l'étude aujourd'hui, à travers le monde : NLC à SLAC, TESLA à DESY, CLIC au CERN. Plusieurs problèmes de physique fondamentale liés à l'accélérateur restent à étudier et nous estimons qu'il est très important que la communauté de physiciens des particules participe significativement à leur solution.

## Stabilité de la focalisation finale

La luminosité d'un accélérateur est inversement proportionnelle au produit de la taille des faisceaux,  $\sigma_x \times \sigma_y$ , laquelle dépend fortement des qualités optiques de la ligne de transfert. A titre d'exemple pour le LEP ces dimensions étaient :  $\sigma_x = 300000\text{nm}$  et  $\sigma_y = 3000\text{nm}$ , pour une luminosité de  $10^{32}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  et  $\sigma_x = 1700\text{nm}$ ,  $\sigma_y = 900\text{nm}$  pour le SLC. La rareté des phénomènes à étudier sur un LC exige des luminosités supérieures à  $10^{34}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  ou même  $10^{35}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  qui ne pourront être atteintes qu'avec une taille de faisceaux très petite, respectivement  $\sigma_x = 553, 235, 43\text{nm}$  et  $\sigma_y = 5, 3.2, 1\text{nm}$ , pour TESLA, NLC et CLIC. Les erreurs d'alignement des aimants, dues aux mouvements du sol ou aux vibrations induites par les

changements de température et de pression, contribuent à augmenter l'émittance et à réduire la luminosité. Pour un LC, le mouvement des deux derniers quadripôles, situés de part et d'autre du point d'interaction, contribue à l'écartement vertical des faisceaux  $\Delta y$ , et à une réduction de luminosité par un facteur  $\exp(-\Delta y^2/4\sigma_y^2)$ . Ainsi, la tolérance sur la stabilité et l'alignement des deux derniers quadripôles (5m de long 3cm de diamètre dans le cas du CLIC) est très sévère sur le plan vertical,  $\sim 1/3$  de la taille des faisceaux, soit  $\sim 1\text{nm}$  pour le NLC et  $\sim 0.3\text{nm}$  pour le CLIC, au delà de 4Hz ! Cette fréquence est déterminée par la fréquence de répétition des faisceaux multipliée par l'efficacité des feedbacks, et sépare les mouvements lents qui peuvent être corrigés en utilisant les informations du faisceau, et les mouvements rapides qui eux sont difficiles à corriger. Une telle performance ne peut être atteinte que par une stabilisation active. Pour les autres aimants, les tolérances sont moins sévères, quelques nm pour CLIC et  $\sim 10\text{nm}$  pour NLC. Il en est de même pour tous les aimants, concernant le plan horizontal. La technologie doit fonctionner dans un environnement hostile, forts champs magnétiques et rayonnements ionisants.

Le LAPP, en collaboration avec les laboratoires de l'ESIA, le CERN et SLAC, met en place un programme de R&D pour étudier la meilleure solution aux problèmes de stabilisation. Il inclut l'étude de la réponse des capteurs sismiques commerciaux ou fabriqués maison, les algorithmes de feedback et les mécanismes d'actionneurs. Notre effort s'inscrit dans les traces des développements pionniers entrepris au CERN et à SLAC.

Collaboration internationale regroupant 4 instituts dont 2 laboratoires français : LAPP Annecy, ESIA Annecy

Pour en savoir plus :  
<http://clic-stability.web.cern.ch/clic-stability>

# Les Positrons

## Participation du LAPP

**Expérimentateurs** : J-P. Peigneux, P. Nédélec, **D. Sillou**

**Stagiaire** : J. Viret

## Abstract

*PALS (Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy) is a widely used technique to study the structure of materials. We are developing this technique with radioactive source. In a second step we will study the feasibility of a pulsed positron beam. This project is supported by the Rhône-Alpes region.*

Notre groupe ayant un intérêt pour des expériences de physique fondamentale qui requièrent un accélérateur de positrons lents pulsé, nous avons développé, en collaboration avec des laboratoires de différentes disciplines (ETH-Zürich, INR-Moscou, LMOPS-Le Bourget-du-Lac) un projet qui a reçu le soutien de la région Rhône-Alpes. Il inclut :

- Le développement d'un banc de mesure de PALS sur source (année 2003).
- L'étude de faisabilité d'un faisceau pulsé (années 2004-2005).

Le positron, anti-particule de l'électron, s'annihile avec celui-ci en produisant deux gammas de 511keV. Cette interaction est mise à profit, par différentes techniques pour étudier la structure de certains matériaux. L'une de ces techniques, le PALS (Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy), permet d'accéder à des dimensions de défauts intéressantes dans plusieurs domaines.

Cette technique peut être mise en œuvre soit à partir de sources de positrons ( $^{22}\text{Na}$  par exemple) soit à partir d'un faisceau de positrons lents. Dans le premier cas, les positrons sont émis avec un spectre d'énergie continu, tandis que dans le second cas, on dispose d'un faisceau monoénergétique d'énergie ajustable dans le domaine de quelques dizaines de keV.

Alors que l'utilisation d'une source ne permet d'obtenir que des informations globales, le faisceau permet une analyse fine en fonction de la profondeur du matériau.

Ce type d'outil d'analyse des matériaux est utilisé couramment dans de nombreux pays (Allemagne, Japon, USA, Finlande, Grande Bretagne, Danemark, Suède...), cependant, la France ne dispose que d'un seul accélérateur de positrons lents, non pulsé.

## Banc de mesure par PALS

La mise au point de ce banc constitue typiquement une activité de transfert technologique dans laquelle les techniques et les développements réalisés en physique des hautes énergies sont adaptés à une application, ensuite validée par mesures croisées avec d'autres laboratoires.

## Faisceau pulsé de positrons

Cette étude de faisabilité sera menée pendant les années 2 et 3 du projet. Dans ce but, nous avons mis au point un faisceau de positrons lents continu réalisé grâce au financement des plusieurs laboratoires (ETH, INR, LMOPS). Les premiers positrons ont été obtenus en juillet 2003. Le dispositif permettra de mener à bien les tests nécessaires au projet proprement dit.

Le projet fait appel à de nombreuses techniques de pointe : ultra-vide, traitements thermiques, modération des positrons, transport de faisceau, techniques de «pulsage» et «chopping» du faisceau, spectroscopie temporelle.... Celles-ci apportent, aux laboratoires impliqués, des retombées stimulantes sur le plan technique.

Le faisceau final permettra d'une part de réaliser des expériences de physique fondamentale, et pourra être adapté à des mesures de physique appliquée concernant les polymères et des matériaux plus denses.

## Perspectives de physique fondamentale

Le positronium, en raison de ses propriétés particulières (état lié purement électromagnétique, symétries...) permet d'envisager de nombreuses expériences de physique fondamentale :

- Recherche d'effets liés à des extra-dimensions.
- Recherche d'effets liés au modèle d'univers «miroir» proposé initialement par S. Glashow.

Certains d'entre nous participent individuellement à ces développements.

Collaboration internationale regroupant 4 instituts dont 2 laboratoires français : LAPP Ancey, LMOPS-Le Bourget-du-lac

### Pour en savoir plus

<http://ops.in2p3.fr>

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

<http://positron.physik.uni-halle.de>

# Valorisation et relations industrielles

**Coordinateur : B. Aubert**

**B**ien qu'étant un laboratoire de recherche fondamentale, nos activités de construction, d'analyse de données, la prise en compte d'une quantité importante d'informations, et les collaborations internationales, nous ont fait acquérir des expertises précieuses pouvant être mises à profit dans d'autres domaines que celui de la physique des particules. Nous avons pu développer des programmes de valorisation avec de grands organismes comme l'ESA et le CERN ainsi qu'avec des entreprises privées et des collectivités locales.

Dans ces programmes, les techniques de pointe développées dans nos services mais surtout les méthodes et procédés, les problèmes liés à l'intégration de systèmes complexes, la gestion de projet avec ses aspects de contrôle, de qualité, de gestion de documentation, de respect de calendrier, nous ont rapprochés des besoins de l'industrie. Pour mener à bien ces entreprises de valorisation, des contraintes de confidentialité peu habituelles dans notre domaine sont respectées.

Le CNRS apporte un soin particulier à l'information tout public des expertises présentes dans ses laboratoires. Un répertoire des compétences est en cours d'élaboration : il est possible d'y trouver les domaines dans lesquels le LAPP peut apporter une aide particulière. De même, notre Institut l'IN2P3 dans un souci d'efficacité a créé un réseau de «correspondants valorisation» qui permet de mutualiser les demandes et les ressources afin de répondre plus efficacement et plus rapidement aux besoins du milieu industriel.

Le laboratoire entretient un tissu de relation avec les organismes spécialisés comme l'Anvar, le FIST, la DRIRE, l'Agence économique départementale et les plates-formes technologiques mises en place par le Conseil Général de la Haute Savoie. Il participe à l'association THESAME mise en place par le Département de Haute Savoie pour promouvoir les liens entre les laboratoires universitaires et le tissu industriel local. Dans ce cadre, il est membre du comité de rédaction du mensuel technologique le JITEC.

La valorisation se construit suivant deux facettes qui toutes deux, respectent une règle stricte de non concurrence avec les propositions existantes dans le monde industriel. Celles-ci sont d'une part la réalisation d'études spécifiques, et d'autre part la mise à disposition auprès de PME/PMI de «consultance», lorsque le milieu industriel ne peut satisfaire le besoin.

Nous donnerons deux exemples particuliers :

## **Adaptation d'un logiciel de simulation.**

**D**epuis le printemps 2000, différentes études d'utilisation du logiciel GEANT pour la simulation du passage des particules dans les matériaux constituant des capteurs électroniques ont été réalisées par un informaticien du laboratoire pour le compte d'une société française. Un contrat permet de réaliser un transfert de compétences de l'IN2P3 vers la société pour l'installation et la prise en main par son personnel de l'environnement de simulation GEANT 3 et le démarrage des études spécifiques de l'industriel.

## **Aide à la création d'une startup.**

**D**ans le cadre de l'expérience CMS, le LAPP, le CERN et l'Université West of England (Bristol), ont développé un logiciel de gestion de production et de contrôle de la qualité pour la construction du calorimètre électromagnétique. Une étude d'opportunité a évalué les possibilités de valorisation du logiciel CRISTAL dans le monde des PME/PMI et conclu qu'il était possible de proposer aux PME/PMI un logiciel de pilotage des processus industriels intégrant bon nombre des concepts mis en œuvre dans le projet original : la modélisation des processus (d'assemblage ou de caractérisation d'un détecteur de physique), la synchronisation des activités et la gestion des ressources de centres de production répartis. Le produit proposé aux PME se situe dans le domaine de l'EAI - Workflow (Enterprise Application Integration) qui vise à synchroniser des applications logicielles en entreprise, de nature différente et dans des environnements informatiques hétérogènes.

Appuyée par le Conseil Général de Haute Savoie, une start up a été créée. Afin de lancer celle-ci dans les meilleures conditions, le LAPP a mis à disposition à plein temps un ingénieur informaticien. Il a réalisé des démonstrateurs qui ont permis à cette jeune entreprise d'Annecy de collecter ses premiers contrats.

Evidemment, nous continuons nos relations privilégiées avec les grands organismes comme l'ESA et avec des entreprises de niveau national et international. Mais nous souhaitons souligner que le LAPP apparaît comme un pôle privilégié pour permettre aux entreprises haut-savoyardes d'accéder à l'expertise des technologies de pointe utilisées en physique des particules, et en particulier au CERN.

