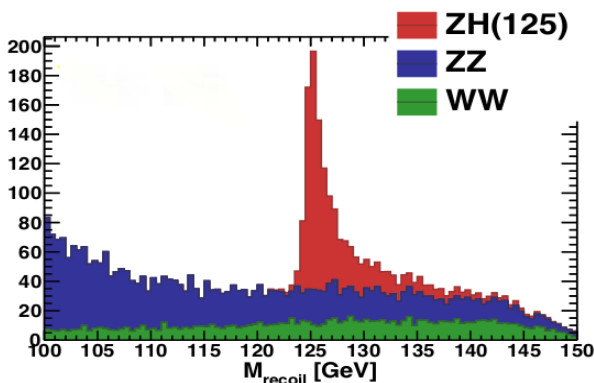


# « ÉTUDE DES DISTORSIONS DUES À LA CHARGE D'ESPACE ET AU RETOUR D'IONS POUR L'OPTIMISATION D'UNE TPC EN VUE DE LA MESURE DES PROPRIÉTÉS DU BOSON DE HIGGS AUPRÈS DES FUTURES EXPÉRIENCES E+/E- »

## DESCRIPTION ET PROBLÉMATIQUE

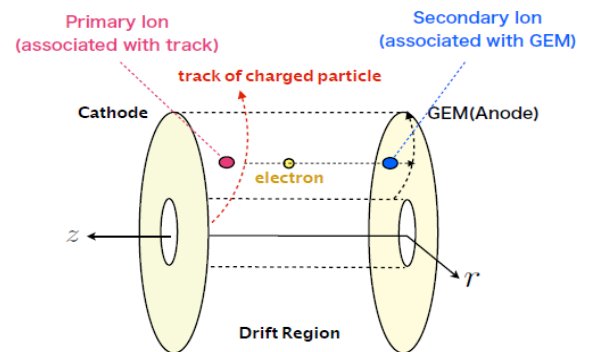
La recherche directe de particules signant l'existence de phénomènes physiques au-delà du Modèle Standard ou l'approche complémentaire consistant à mesurer le plus précisément des observables du Modèle Standard, calculables avec une très grande précision pourront se faire à l'horizon 2030 auprès d'un collisionneur électron-positron, qu'il soit linéaire (projet ILC) ou circulaire (projet FCC-ee/TLEP/CEPC). Une telle machine a aussi pour but d'étudier finement les propriétés du boson de Higgs découvert au LHC en 2012. Dans tous les cas, les détecteurs destinés à exploiter les collisions doivent être d'une stabilité et d'une précision inégalée, afin de permettre des mesures à  $10^{-5} \text{ GeV}^{-1}$  près des impulsions transverses.



**Illustration 1: Spectre de masse reculant contre une paire de muon à 250 GeV.**

Une technique de détection attractive pour les expériences pour détecter les traces chargées est la chambre à projection temporelle (TPC) : Les particules chargées produites au point de collision

voient leur trajectoire courbée par le champ magnétique dans lequel baigne le détecteur. La mesure de la courbure de la trajectoire permet de remonter à l'impulsion de la particule. Lors de leur parcours dans le volume gazeux, les particules chargées ionisent le gaz sur leur passage («primary ionisation»). Les électrons d'ionisation dérivent sous l'effet combiné du champ électrique et du champ magnétique jusqu'à l'extrémité du détecteur, où ils sont amplifiés par effet d'avalanche dans un détecteur gazeux (plans de chambres proportionnelles multi-fils de Charpak par le passé, actuellement plutôt des détecteurs micro-gravés de type Micromegas, dont la résolution est bien meilleure).



**Illustration 2: principe de base d'une TPC**

Le mécanisme d'amplification génère énormément d'ions positifs (« secondary ionisation »), tout comme d'ailleurs l'ionisation primaire due aux traces chargées : le détecteur reste en effet électriquement neutre. Une fraction de l'ionisation (de l'ordre de 1% avec les architectures de détection actuelles) générée par le processus d'amplification parvient dans le volume de dérive, où il génère une charge d'espace qui induit des

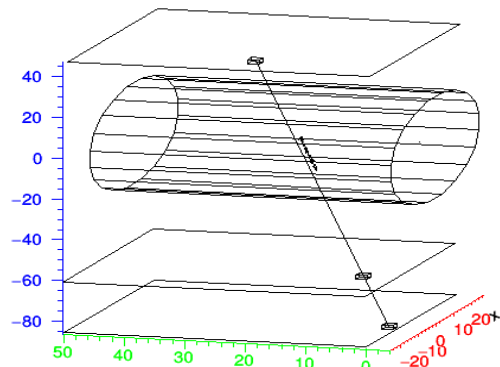
distorsions dans les trajectoires des électrons, et partant, des distorsions sur les paramètres géométriques des traces reconstruites. Or, il faudrait que la fraction d'ions relâchée dans le volume de dérive ne dépasse 0.1%. Il subsiste donc un travail essentiel d'amélioration, qui passe par une compréhension fine des phénomènes mis en jeu, ainsi que la conception de dispositifs de blocage des ions (« gating »), Ceux-ci ne peuvent toutefois pas être utilisés dans tous les cas.



**Illustration 3: Banc test expérimental**

Pour étudier le retour des ions et les distorsions la reconstruction de traces, un banc test expérimental a été mis en place à Saclay. Il est constitué d'une TPC de taille moyenne (50 cm de long, 50cm de diamètre) à plan de lecture Micromegas, d'un télescope, de trois chambres Micromegas 'grande surface' (50x50cm) et de scintillateurs. A l'été 2017, ce dispositif est fonctionnel. Il est en mesure d'étudier les traces induites par les muons cosmiques. La charge d'espace sera générée par effet photoélectrique à

l'aide d'une lampe UV éclairant la cathode de la TPC.



**Illustration 4: rayon cosmique vu dans le banc test**

## DESCRIPTION

### GROUPE/LABO/ENCADREMENT

L'équipe d'accueil de l'IRFU-DPh et de l'IRFU-Dedip a une solide expérience dans la conception et le développement de détecteurs gazeux pour les expériences de physique. Elle a participé par le passé à la construction des TPCs des expériences ALEPH et DELPHI, ainsi que T2K. Elle étudie actuellement les projets de collisionneurs linéaires et circulaires  $e^+/e^-$ . Elle possède une forte expérience sur les détecteurs Micromegas (inventés à l'IRFU) et leurs applications.

## TRAVAIL PROPOSÉ

Nous proposons d'étudier expérimentalement les distorsions induites par les ions positifs sur les traces chargées à l'aide du banc test, ainsi que de mesurer le taux de retour des ions pour différents prototypes de détecteurs. Les mesures expérimentales seront confrontées aux simulations. Dans un deuxième temps, on s'efforcera d'optimiser les paramètres du système de détection pour minimiser les distorsions. L'étudiant aura la possibilité de maîtriser l'ensemble de la chaîne, allant de la conception de prototypes à l'analyse des données, en passant par leur acquisition, avec des muons cosmiques, des sources radioactives ou sur des faisceaux tests (CERN ou DESY). Enfin, les résultats obtenus sur la distorsion seront exploités pour prédire et évaluer les résolutions en impulsion sur



les traces individuelles ainsi qu'en masse invariante sur des canaux tests, par exemple la masse de recul du boson de Higgs dans le processus de Higgsstrahlung, pour différentes géométries du détecteur.

## **FORMATION ET COMPÉTENCES REQUISES**

Master-2 où niveau équivalent en instrumentation ou physique des particules.

Connaissances de base de l'électronique analogique et numérique, de l'acquisition et du traitement de données.

## **COMPÉTENCES ACQUISES**

La thèse permettra au candidat d'acquérir une vue d'ensemble de la conception et la caractérisation détaillée d'un système de détection. Elle lui permettra d'approfondir ses connaissances en physique des particules, et lui donnera l'occasion de collaborer avec le monde industriel. L'aspect international de la collaboration permettra au candidat d'avoir des ouvertures académiques sur l'étranger..

## **COLLABORATIONS/PARTENARIATS**

Au sein d'une collaboration internationale autour des projets ILC et FCC, le doctorant participera à des réunions de discussion et de travail en France et à l'étranger. Il aura également des échanges techniques avec les fabricants de détecteurs. Les résultats obtenus seront présentés dans des conférences internationales et publiés dans des revues à comité de lecture.

## **CONTACTS**

[Boris.Tuchming@cea.fr](mailto:Boris.Tuchming@cea.fr)