

Introduction

Mon premier stage dans le cadre du régime coopératif de l'Université de Sherbrooke s'est déroulé à l'Université McGill, au sein du département de physique. Ce compte-rendu a pour but de décrire sommairement le déroulement de mon stage, en décrivant le milieu de travail, le travail accompli, ainsi que les acquis aux niveaux professionnel et personnel. À l'annexe F se trouve également un résumé de mon stage en 210 caractères, pour les fins de la coordination de l'Université de Sherbrooke.

Milieu de travail

L'Université McGill constitue une université réputée et reconnue au sein des universités canadiennes. Située sur le flanc du Mont-Royal à Montréal, son campus comprend de nombreuses facultés sises dans des édifices d'une très grande beauté architecturale. Les édifices Rutherford et le Foster Radiation Laboratory, situés au nord-est du campus, abritent le département de physique de l'Université. Le département de physique comprend 41 professeurs, 53 stagiaires post-doctoraux, assistants de recherche ou scientifiques invités, et autour de 125 étudiants et étudiantes gradué(e)s répartis dans les groupes de physique de l'état solide, de physique nucléaire, de sciences de l'atmosphère ainsi que de physique des hautes énergies, en théorie ou en expérimental.

C'est au sein du groupe expérimental de physique des hautes énergies que s'est déroulé mon premier stage coopératif. Installé dans l'édifice Rutherford, ce groupe comprend, outre les nombreux stagiaires post-doctoraux, étudiants et étudiantes gradué(e)s, techniciens et personnel de soutien,

huit professeurs, dont Francois Corriveau, mon superviseur de stage. Chercheur expérimental, celui-ci, et d'autres professeurs de McGill, font partie d'une équipe de recherche à l'accélérateur de particules HERA, une des expériences du centre de recherches DESY situé à Hambourg, en Allemagne. Pour ce groupe de chercheurs expérimentaux en physique des particules de McGill, le travail d'analyse et de traitement des données se fait à l'université, alors que le travail expérimental d'installation des appareils de mesure, de prise de données, d'entretien des appareils et autres se fait à Hambourg, au cours de périodes de travail pouvant varier d'une semaine à plusieurs mois.

DESY regroupe 450 chercheurs provenant de 11 pays. La délégation canadienne comprend des chercheurs de quatre universités canadiennes: Manitoba, McGill, Toronto, et York. HERA est un accélérateur-collisionneur de protons et d'électrons d'un diamètre de 5.2 mètres, ce qui en fait le plus important de son genre dans le monde. Ses détecteurs H1 et ZEUS permettent de suivre tous les événements du processus de collision mettant en jeu des protons de 820 GeV et des électrons de 30 GeV. On peut donc y étudier les interactions entre protons et électrons ainsi que tous les produits des désintégrations qui succèdent aux collisions.

Mon stage s'est effectué principalement sous la direction du professeur Corriveau, avec l'aide précieuse du physicien-technicien Richard Fernholz et de plusieurs autres personnes qui m'ont apporté des solutions à un moment ou un autre, que ce soit au niveau informatique, au niveau de la réalisation de mon projet, ou pour tout autre chose. Mon travail s'est effectué au laboratoire des HEP (High Energy Physics), où toutes les activités de laboratoire pour tout le groupe se concentrent. J'avais à ma disposition une table et un support pour installer mon montage, ainsi que tous les outils et instruments nécessaires à la réalisation de mon projet de stage. J'ai aussi eu largement

accès à l'atelier de mécanique de l'établissement, installé au soul-sol de l'édifice Rutherford. Les machinistes sur place m'ont enseigné les méthodes et manipulations requises pour la fabrication des pièces.

Mon rôle au sein de toute cette équipe, comme stagiaire, était de concevoir une chambre à étincelles, qui constituera essentiellement un démonstrateur utile à des fins pédagogiques pour le département de physique de l'Université McGill.

Travail accompli

Le but principal de mon stage était de construire une chambre à étincelles, un détecteur de rayons cosmiques utile en physique des hautes énergies, et de m'assurer de son bon fonctionnement à un coût modique. La technologie de la chambre à étincelles étant maîtrisée depuis les années 60, le projet de stage n'était donc pas dans le cadre de la recherche. La chambre devait servir comme outil pédagogique et comme démonstrateur pour le département. Les différentes étapes prévues pour le stage étaient de dessiner les plans des différents constituants de la chambre dans le but d'acheter le matériel requis, de mettre sur pied l'électronique régissant tout le système, de fabriquer les pièces maîtresses de la chambre (boîte, plaques, connections), de mettre en place toutes les composantes (chambre proprement dite, détecteurs, électronique, système acoustique d'acquisition de données), de réaliser et d'utiliser l'acquisition de données (par des méthodes acoustique et informatique) et enfin d'effectuer une courte analyse des résultats obtenus. Par contre, la recherche étant ce qu'elle est, les dernières étapes de la fabrication de la chambre à étincelles n'ont pu être complétées au

cours de mon stage. En fait, j'ai construit un prototype de la véritable chambre à étincelles qui siégera d'ici peu au département de physique de McGill.

Le principe général de la chambre à étincelles réside dans le fait que des particules énergétiques (les rayons cosmiques) ionisent les molécules de gaz qui se trouvent sur leur passage dans une boîte transparente. En appliquant une haute tension aux plaques entourées de gaz, des étincelles sont produites et nous indiquent l'endroit du passage de la particule. La chambre à étincelles, illustrée à l'annexe A, est constituée d'une boîte transparente, qui contient un gaz rare et des plaques espacées de 1 cm. La chambre est appuyée par les détecteurs et l'électronique, chargés de détecter le passage d'une particule et d'envoyer un signal déclenchant la mise sous haute tension des plaques.

La première tâche de mon travail fut d'organiser la détection des particules. On utilise alors un grand scintillateur qui doit être coupé et poli pour faire deux scintillateurs dont la partie active est de 20 cm x 45 cm. Les scintillateurs sont constitués de molécules qui s'excitent au passage d'une particule qui y laisse une partie de son énergie, et qui se désexcitent en émettant un photon. Ce photon est récolté par un photomultiplicateur qui produit un signal électrique. Ce signal est ensuite envoyé à la logique du système. Les photomultiplicateurs utilisés fonctionnent sous une tension de 1850 V, qui a été déterminée selon un graphique du signal récolté en fonction de la tension appliquée (voir l'annexe B). Les deux signaux qui proviennent des deux scintillateurs sont transmis à deux discriminateurs dont le rôle est de transmettre un signal constant, d'une largeur et d'une valeur données, à chaque fois qu'un signal dépassant un seuil déterminé lui arrive comme entrée. Les signaux nettoyés sont ensuite transmis à une unité logique qui fait la coïncidence, c'est-à-dire un ET logique entre les deux signaux. Ainsi, lorsque l'on place les scintillateurs au-dessus

et au-dessous de la chambre, on peut s'assurer qu'une particule est passée dans la boîte quand un signal est récolté au même moment aux deux photomultiplicateurs.

La sortie de la coïncidence est amplifiée et ensuite transmise à un circuit électrique chargé d'appliquer la haute tension lorsqu'un signal lui arrive. Ce circuit électrique, le "spark gap", est alimenté par la haute tension qui charge un très gros condensateur. L'arrivée d'un signal induit une petite étincelle entre deux électrodes, ce qui produit un court-circuit qui a pour effet de décharger très rapidement le condensateur dans la chambre à étincelles, ce qui applique la haute tension aux plaques de la chambre. Un schéma de l'électronique se trouve à l'annexe A.

L'amplificateur et le "spark gap" utilisés dans le système de la chambre à étincelles ont été fournis par un professeur du département, qui les avait déjà utilisés pour une application antérieure. Les circuits décrivant ces composantes (fournis par le fabricant), sont présentées à l'annexe C . L'existence de ces composantes m'a permis de gagner du temps. Je n'ai eu qu'à dépoussiérer les appareils, à comprendre leur fonctionnement et à réparer quelques connections cassées.

Après de nombreuses discussions, j'ai fait les premiers plans de la chambre à l'aide du logiciel de dessin XFIG disponible sur les terminaux. Ces premiers dessins ont ensuite été repris et modifiés par le technicien, pour les besoins précis de l'atelier de mécanique. De plus, il a été convenu qu'on débiterait par la construction d'un prototype, alors les dimensions ont été réduites et le nombre de plaques a été diminué à trois. Les plans finaux du prototype sont présentés à l'annexe D.

Enfin, j'ai passé près de deux semaines à l'atelier de mécanique pour la fabrication des différentes pièces de la chambre. Les plaques sont en aluminium, les coins et les arêtes ont été arrondis pour

éviter les étincelles indésirées à ces endroits. Les tiges, les anneaux espaceurs et les boulons pour serrer le tout sont en plastique isolant. Le polycarbonate d'abord utilisé ne s'est pas avéré assez résistant. La boîte est en plexiglass: les parois de côté sont trouées pour une entrée et une sortie de gaz, ainsi que pour la mise sous haute tension et la mise à la terre des plaques. Les quatre parois de la boîte ont été collées à la base, tandis que le dessus est vissé en plusieurs endroits aux parois, pour assurer une étanchéité adéquate.

À la fin du stage, j'ai effectué les premiers essais: tests des fils, de l'amplificateur, du "spark gap", de la source à haute tension. J'ai nettoyé la chambre (boîte, plaques, tiges) de tous ses contaminants. Enfin, j'ai pu réaliser les premiers essais de la chambre dans son ensemble.

Les premiers résultats obtenus avec la chambre semblent encourageants. Quelques problèmes techniques l'indisposent un peu (fuites dans la chambre, coins trop carrés, et autres problèmes non-identifiés), mais elle fonctionne assez bien en certaines circonstances. En fait, le plus gros défi sera de contrôler la qualité et le débit du gaz dans la chambre. Le sprint final aura permis d'obtenir plusieurs bonnes étincelles, au bon endroit, et entre les deux paires de plaques. Ouf!

Tout au long du stage, j'ai dû prendre contact avec différentes compagnies dans le but d'acheter du matériel pour la chambre. Nous avons ainsi commandé des connecteurs et différentes facilités pour l'électronique. De plus, la chambre à étincelles a nécessité l'achat d'une source de haute tension pouvant atteindre une tension de 15 kV et un courant de 1,5 mA. Aussi, nous avons acheté une bombonne d'hélium gazeux pur à 99.995%. L'utilisation d'un gaz rare, avec leur grande énergie d'ionisation, assure que les particules chargées proviennent du passage d'une particule, ce qui diminue le bruit.

Les problèmes rencontrés au cours de ce projet se situent principalement au niveau de petits problèmes techniques: tel fil ne fonctionne pas, tel connecteur ne supporte pas cette tension, etc... La résolution de ces problèmes est assez simple: j'ai recours à des solutions de rechange que je trouve ou qui me sont proposées par les diverses personnes-ressources. En fait, le principal problème rencontré au cours de mon stage fut de pouvoir commencer à vraiment travailler! Il y a eu plusieurs délais dûs à l'attente de pièces, alors ce n'est qu'à la mi-stage que j'ai eu vraiment du travail sans relâche et que j'ai vraiment pu progresser de façon un peu plus autonome. Malheureusement, ces délais font que je n'ai pu terminer la chambre complètement avant la fin de mon stage. Par contre, le prototype est terminé, il fonctionne assez bien, et il pourra très bien jouer son rôle de guide dans la construction d'une plus grande chambre à étincelles!

Outre ma principale occupation qu'a été celle de la construction de la chambre à étincelles, j'ai effectué la mise à jour de bibliographies pour le groupe de recherche. J'ai ainsi appris les rudiments du logiciel de traitement de texte L^AT_EX. De plus, diverses applications m'ont permis d'approfondir ma connaissance du système d'exploitation Unix et de l'éditeur Vi. J'ai, de plus, appris à utiliser le logiciel de dessin XFIG, comme il est déjà mentionné, ainsi que PAW, un logiciel permettant d'exécuter une grande variété de graphiques. Enfin, j'ai pu découvrir Mosaic et son accès à l'Internet.

Acquis

Ce stage en milieu de travail m'a apporté énormément autant du point de vue professionnel que personnel. Professionnellement, j'ai appris à connaître la physique des particules, et plus spécifiquement un type de milieu de travail pratique dans cette discipline. De plus, ayant vécu quatre mois dans la peau d'une étudiante graduée, je connais maintenant une bonne partie de cette vie qui m'attend probablement à la fin de mon baccalauréat. Mon travail fut stimulant et comportait une grande variété de tâches: dessin, électronique, mécanique, physique des hautes énergies, détection des particules. J'ai ainsi acquis, outre l'expérience en informatique, de nombreux trucs pratiques: de l'organisation du milieu de travail à l'installation et l'utilisation de nombreux connecteurs, en passant par la mise en application des connaissances en détection des particules énergétiques. Aussi, et c'est un aspect non-négligeable de mon stage, j'ai acquis une expérience concrète à l'atelier de mécanique qui me sera très utile par la suite. En ayant fait le tour de plusieurs machines et de plusieurs types de besognes, je pourrai dorénavant déterminer quels seront les avantages et désavantages d'utiliser telle méthode ou tel matériau dans la fabrication des pièces. Enfin, le milieu anglophone dans lequel s'est déroulé mon stage constitue un autre élément positif de mon expérience, la connaissance de plusieurs langues étant très recherchée et même obligatoire souvent sur le marché du travail.

Du côté personnel, certaines qualités et aptitudes étaient requises ou ont dues être développées au cours de mon stage. Premièrement, j'ai dû faire preuve d'autonomie et de débrouillardise à certains moments, pour tenter de régler un certain nombre de problèmes par moi-même. De plus, la connaissance de l'anglais me fut très utile. L'amélioration de cette langue a favorisé le

développement de bonnes relations humaines qui m'ont permis de mieux apprécier mon stage et de progresser plus facilement et plus rapidement. Enfin, ce sont ma patience et mes habiletés manuelles qui m'ont le mieux servi au cours de ce stage. Les manipulations délicates à l'occasion me demandaient être minutieuse et persévérante pour bien les réussir. Mon habitude d'être perfectionniste, cette fois-ci, m'a aussi été très utile, pour respecter les paramètres critiques des pièces, et pour assurer que la totalité de la chambre fonctionne assez bien.

Quant à mes objectifs de stage, je crois les avoir atteint en ce qui a trait au savoir et au savoir-faire. L'énumération de ces objectifs se trouve à l'annexe E. Je connais maintenant la physique des particules. J'ai eu plusieurs occasions de m'y familiariser avec les séminaires et les colloques auquel j'ai pu assister. Par contre, il me manque encore certaines notions de base qui me viendront dans la poursuite de mon baccalauréat. Quant au système d'exploitation UNIX, je m'en sers maintenant beaucoup plus facilement, mais bien sûr il me reste encore énormément à apprendre. Aussi, j'ai appris au cours de ce stage à organiser mon horaire en fonction de la disponibilité des gens et des ressources. Bien que cela ait été difficile à certains moments, je crois avoir réussi à m'en sortir avec une bonne efficacité. Pour les objectifs reliés au savoir-être, il m'est plus difficile de les atteindre. Bien que je crois avoir progressé et que mon anglais se soit beaucoup amélioré, je considère que j'ai encore du travail de ce côté-là. J'aimerais pouvoir demander de l'aide plus facilement et je voudrais surtout établir des relations humaines de qualité plus rapidement que ce que j'ai pu faire au cours de ce stage. C'est essentiellement les points que je devrai surveiller lors des prochains stages.

Conclusion

Finalemment, mon premier stage dans le cadre du système coopératif de l'Université de Sherbrooke s'est avéré enrichissant sur plusieurs points. Professionnellement, l'expérience pratique acquise au cours de ces quinze semaines de stage me donnera un bon coup de main pour la fin du baccalauréat et pour les prochains stages. L'expérience humaine vécue à McGill, ainsi que les contacts qui y ont été établis constituent d'autres éléments positifs de mon stage. Je retourne donc sur les bancs d'école avec une grande satisfaction de mon stage à l'Université McGill.