

Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire

Stage de découverte du 14 au 18 décembre 2009

Christopher Simon
3ieme Newton

Sommaire

1. INTRODUCTION 4

2. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE 5

2.1 L'ORGANISATION EUROPEENNE DE LA RECHERCHE NUCLEAIRE 5
2.2 LE GRAND COLLISIONNEUR DE HADRONS (LHC) 7
2.3 LE COMPACT MUON SOLENOIDE (CMS) 7
2.4 LE CALORIMETRE ELECTROMATIQUE 9

3. DEMARCHE DE RECHERCHE DE STAGE 10

3.1 CHOIX D'UN SUJET D'INTERET 10
3.2 RECHERCHE DE STRUCTURES D'ACCUEIL POSSIBLES 10
3.3 OBTENTION D'UN STAGE 10

4. DESCRIPTION DES ACTIVITES REALISEES 12

4.1 SYNTHESE DES ACTIVITES DE LA SEMAINE 12
4.2 APPRENTISAGE RELATIFS AUX NOTIONS THEORIQUES 12
4.3 PRESENTATIONS DES INSTALATIONS VISITEES 13
4.3.1 Centres de commandes et de contrôles 13
4.3.2 Système et ressources de calcul 14
4.3.3 Expérience ATLAS 15
4.3.4 Expérience CMS 16
4.4 DETAILS DES EXPERIENCES REALISEES 18

5. GRILLE D'ANALYSE D'UNE PROFESSION 20

5.1 ANALYSE DE LA PROFESSION MECANICIEN 20
5.2 ANALYSE DE LA PROFESSION PHYSICIEN THEORICIEN 21
5.3 INTERVIEW AVEC GERALDINE SERGENT 22

6. CONCLUSION ET BILAN DU STAGE 23

7. EVALUATION DU STAGE PAR LE TUTEUR 24

8. DOCUMENTS RELATIFS AU STAGE 25

8.1 LETTRE DE DEMANDE DE STAGE 25
8.2 LETTRE DE REMERCIEMENT 26
8.3 CURRICULUM VITAE 27
8.4 CONVENTION 28

ANNEXE A. REFERENCES 29

A.1 OUVRAGES DE PHYSIQUE GENERALE 29
A.2 OUVRAGES DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE 29
A.3 DOCUMENTATION RELATIVE AU CERN 29

ANNEXE B. PRINCIPALES CARATERISTIQUES DU LHC 30

ANNEXE C. HISTORIQUE DU CERN 31

ANNEXE D. INFORMATIONS GENERALES A PROPOS DU CERN ET DU LHC 32

Liste des figures

Figure 1 : Participation (en %) des états membres au budget du CERN en 2008 5
Figure 2 : Les principales activités et missions du CERN 6
Figure 3 : Organigrame du CERN 6
Figure 4 : Schéma du LHC et de ses expériences 7
Figure 5 : Schémas de l'expérience CMS 8
Figure 6 : Organigrame du CMS 8
Figure 7 : Organigrame du ECAL 9
Figure 8 : Structure de la matière et thèmes de discussion 13
Figure 9 : Complexe des centres de contrôle et des accélérateurs du CERN 14
Figure 10 : Ressources de calcul et illustration relative aux données produites 15
Figure 11 : Schéma d'ensemble du détecteur ATLAS 16
Figure 12 : Vues du détecteur CMS et des trajectoires des particules au sein du détecteur 18
Figure 13 : Photographies relatives à des expériences réalisées durant le stage 19

Liste des tableaux

Tableau 1 : Informations relevées pour la recherche du stage 11

1. INTRODUCTION

J'ai réalisé mon stage au CERN au sein du grand collisionneur d'hadrons (Large Hadron Collider ou LHC) sous la responsabilité d'Etiennette Auffray. Etiennette Auffray travaille sur le Calorimètre Electromagnétique (ECAL) de l'expérience Compact Muon Solenoid (CMS). Initialement, l'organisation Européenne de la Recherche Nucléaire, s'appelait le Centre Européen de Recherche Nucléaire (CERN) et cette abréviation reste encore d'actualité. Ce paragraphe présente le CERN, le LHC et le CMS pour décrire l'entreprise qui m'a accueillie durant ce stage.

Ce document contient :

- une présentation du CERN,
- ma démarche de recherche de stage,
- les activités réalisées pendant le stage,
- la grille d'analyse d'une profession,
- des documents relatifs au stage,
- des annexes.

2. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

2.1 L'ORGANISATION EUROPEENNE DE LA RECHERCHE NUCLEAIRE

L'organisation Européenne de la Recherche Nucléaire, dénommée CERN, se situe près de Genève, sur la frontière Franco-suisse avec deux adresses postales :

- Suisse : CERN, CH-1211 Genève 23
- France : France Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire F-01631 CERN Cedex France.

Le CERN, dont le logo figure sur la couverture de ce rapport, est une organisation intergouvernementale c'est à dire qu'il est composé de multiples états membres. Seuls des états peuvent donc s'y joindre. Le CERN a une structure juridique propre, indépendant de ses états membres, définie par la convention du CERN du 1er juillet 1953.Environ 8400 salariés sont employés au CERN mais 10000 visiteurs envoyés par leur société s'y ajoutent.

Chaque pays membre contribue au budget en fonction de son revenu national net, sans dépasser 25 % du budget total. La Figure 1 présente la répartition annuelle de 2008 qui s'élève environ à un montant de 675 millions d'euros. Cette figure illustre la diversité des pays contributeurs.

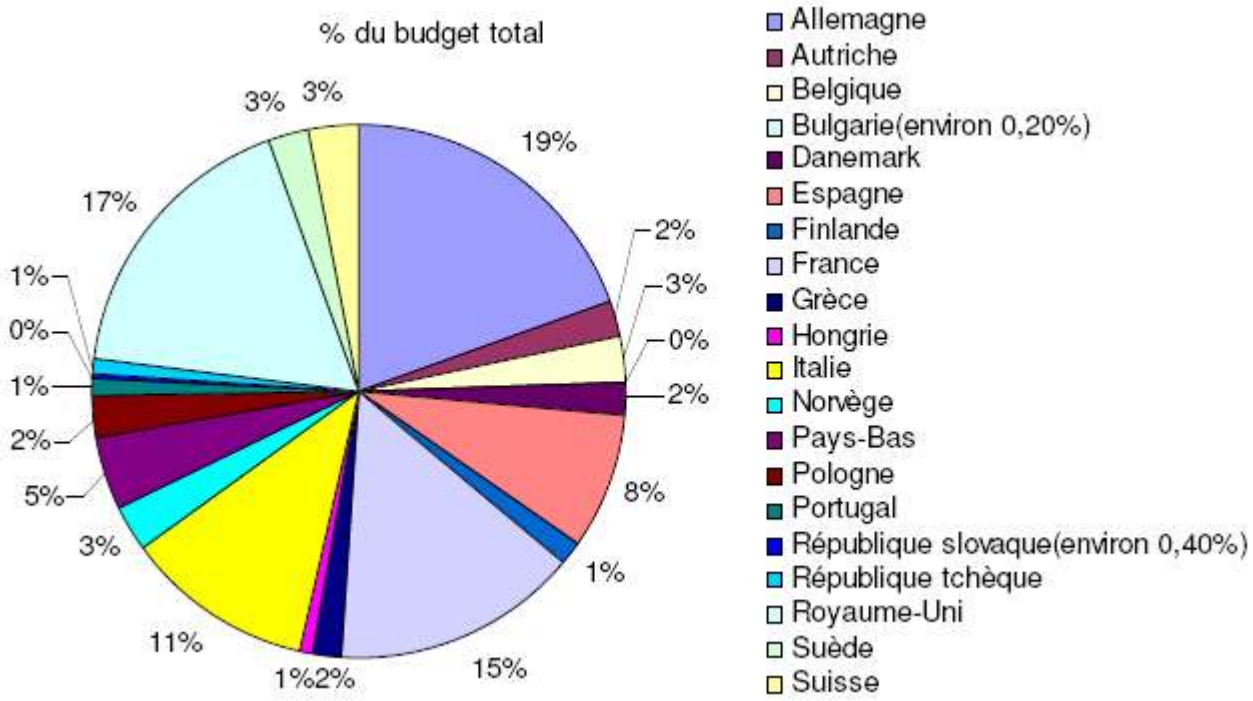


Figure 1 : Participation (en %) des états membres au budget du CERN en 2008

La recherche, la technologie, l'éducation et la collaboration sont les principales activités et missions du CERN ; celles-ci sont indiquées sur la Figure 4.

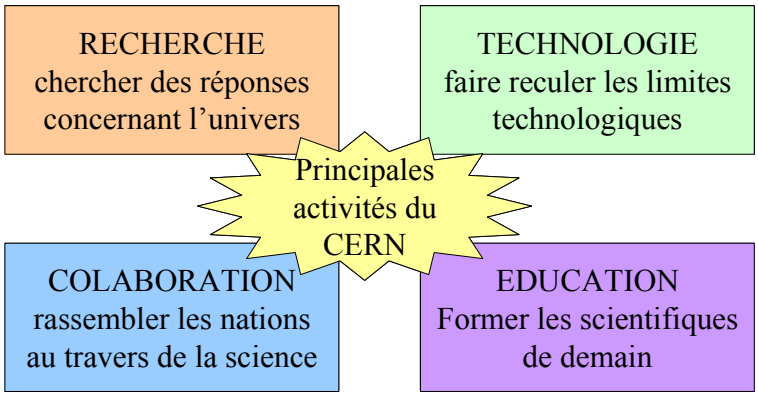


Figure 2 : Les principales activités et missions du CERN

L'organigramme du CERN (Figure 3) se fonde sur trois secteurs principaux (administration et infrastructure, recherche et calcul scientifique, accélérateur et technologie). Des départements spécifiques sont ensuite rattachés à ces secteurs. Un contour de couleur rouge désignera la zone dans laquelle mon stage s'est déroulé.



Figure 3 : Organigrame du CERN

2.2 LE GRAND COLLISIONNEUR DE HADRONS (LHC)

L'outil essentiel utilisé au CERN est un accélérateur de particules, (Large Hadron Collider ou LHC) qui comporte quatre expériences majeures : CMS, ATLAS, ALICE et LHcb. Ces expérimentations sont destinées à répondre à des questions fondamentales que l'on se pose sur l'univers comme :

- De quoi est-il constitué et comment a-t-il évolué ?
- Le boson de higgs, existe t-il en tant que particule élémentaire (ou pas)?
- Les nouvelles théories construites, comme par exemple la SUperSYmétrie (SUSY), sont-elles conformes aux résultats expérimentaux ?

Le LHC incarne le plus grand accélérateur et laboratoire de physique des particules jamais crée au monde ; ces principales caractéristiques sont données en ANNEXE B.

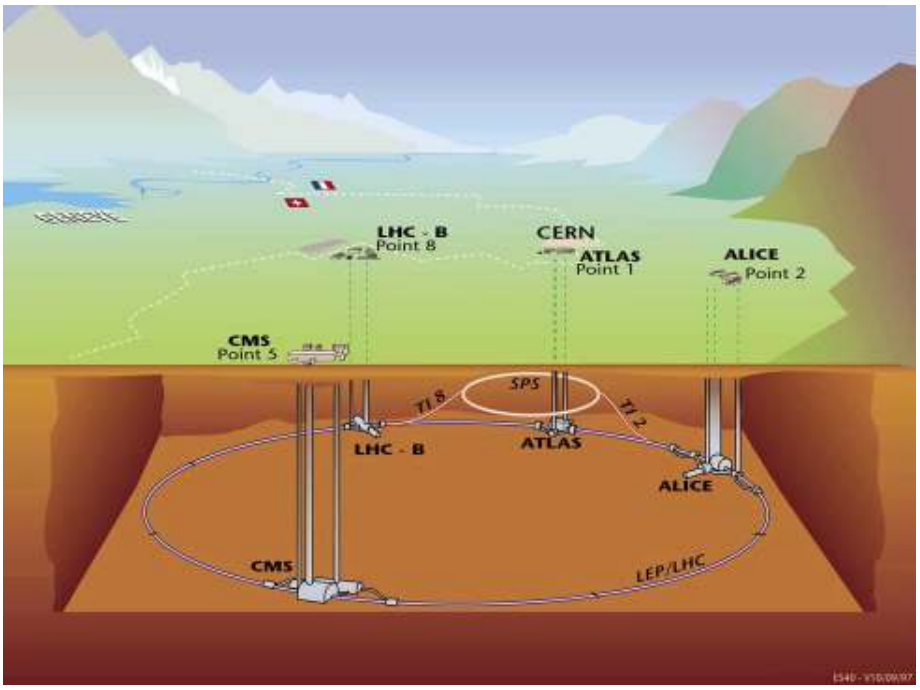


Figure 4 : Schéma du LHC et de ses expériences

2.3 LE COMPACT MUON SOLENOIDE (CMS)

Le Solénoide à Muon Compact représente l'une des expériences majeures du LHC. C'est une collaboration internationale qui regroupe plus de 2200 personnes appartenant à près de 150 instituts d'Europe, d'Amérique et d'Asie. Son objectif est d'identifier des particules et de mesurer leurs énergies.

La Figure 5 représente une vue schématique du détecteur CMS ; elle donne une idée de sa complexité et de ces dimensions impressionnantes (longueur 21.6 mètres, rayon externe 7.5 mètres, masse 14500 tonnes).

Les composants hiérarchiques du CMS sont structurés selon l'organigramme de la Figure 6, ils abritent :

- les représentations régionales avec des contributions hors de la zone Europe (Russie, USA),
- les coordinations techniques avec d'autres moyens du LHC tels que les calculs et la physique,
- les différents sous détecteurs, comme le Tracker, ECAL, HCAL, MUONS, ...
- la gestion administrative et des infrastructures.

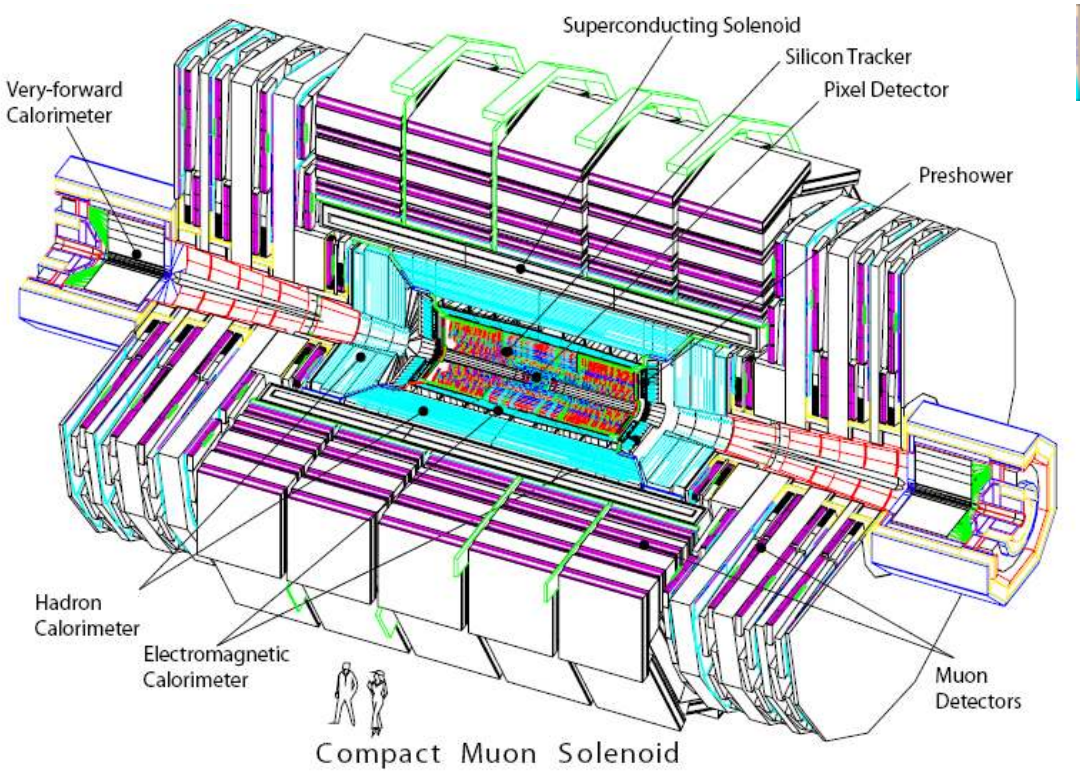


Figure 5 : Schémas de l'expérience CMS

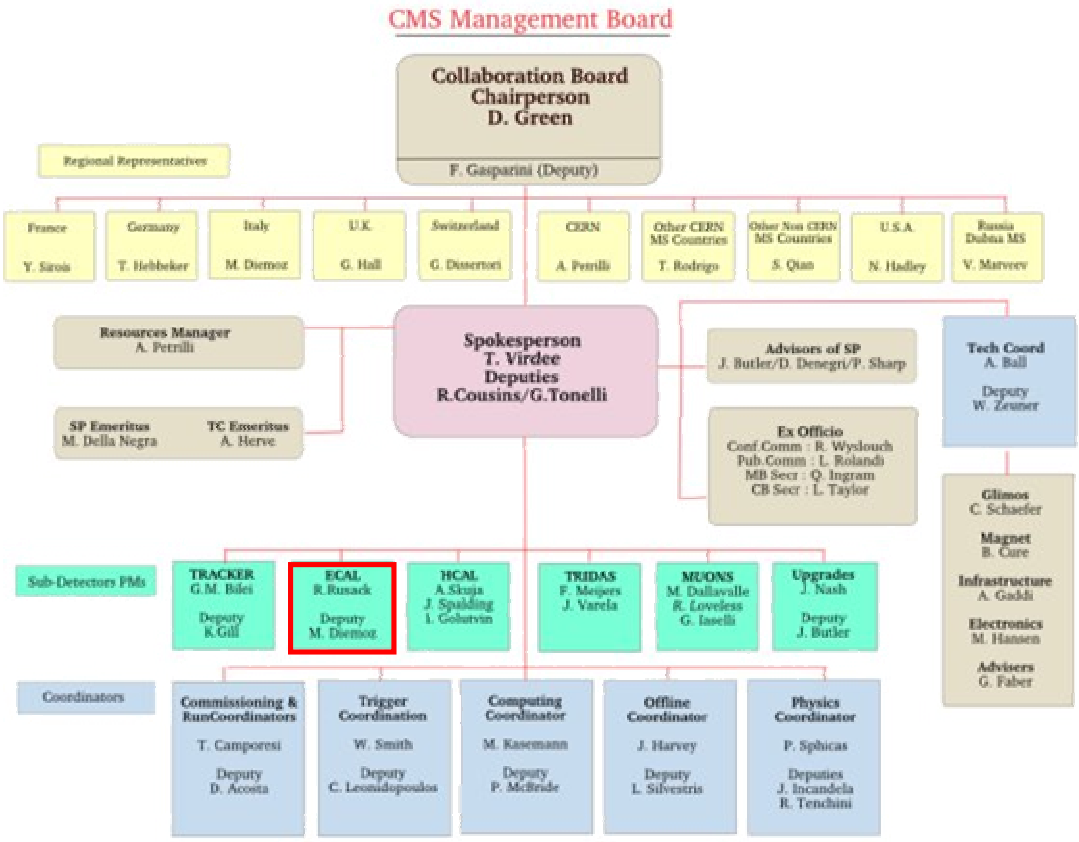


Figure 6 : Organigrame du CMS

2.4 LE CALORIMETRE ELECTROMATIQUE

L'identification d'une particule et la mesure de son énergie sont réalisées :

- à partir de détecteurs qui retracent le trajet de la particule

Et

- au moyen de calorimètres qui mesurent l'énergie des particules qui y interagissent et s'y arrêtent.

Le fonctionnement du sous détecteur CMS obéit à une organisation assez complexe avec des activités relatives à la surveillance du contrôle de qualité des données (effectué par les ordinateurs) et d'autres spécifiques à la coordination technique. Ma tutrice contribue en particulier à la coordination des activités techniques du calorimètre électromagnétique (ECAL). Le détail de cette organisation est présenté sur la Figure 7.

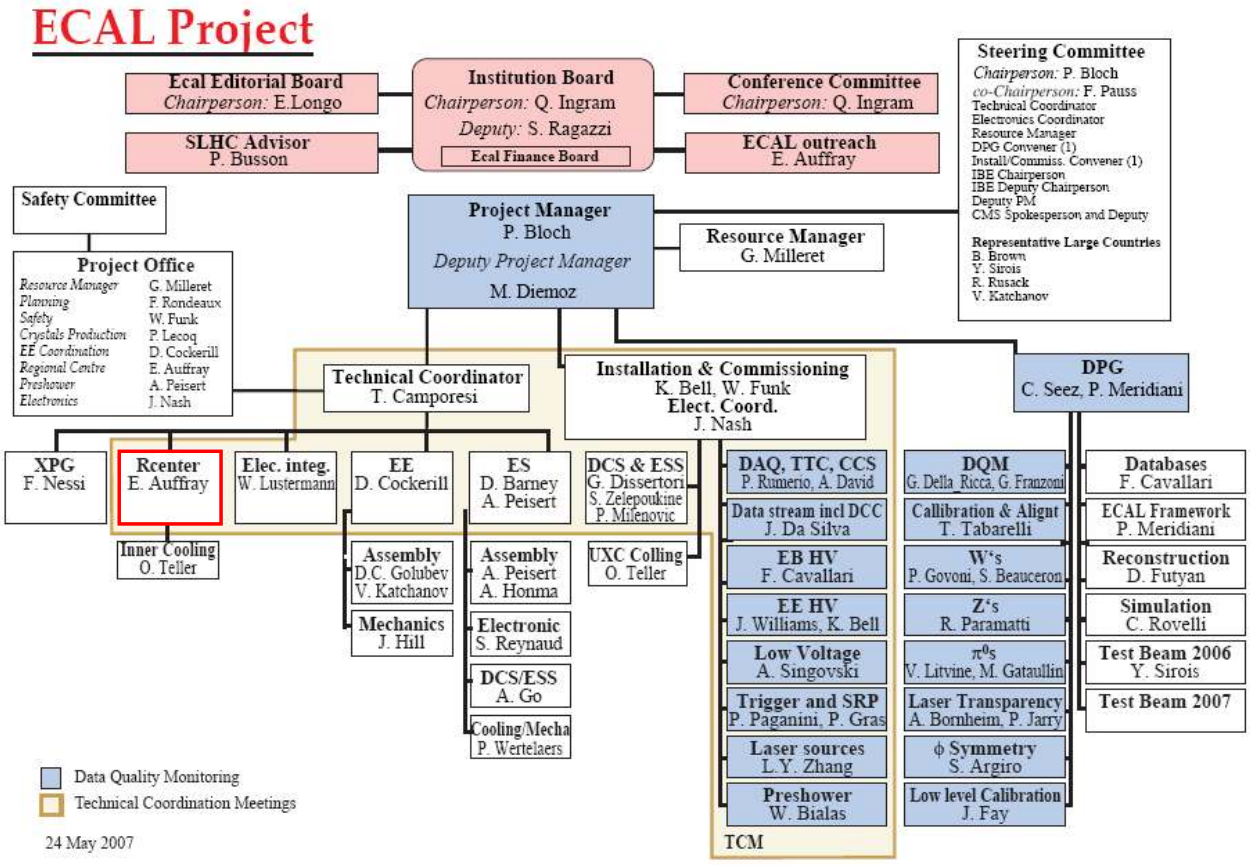


Figure 7 : Organigrame du ECAL

3. DEMARCHE DE RECHERCHE DE STAGE

3.1 CHOIX D'UN SUJET D'INTERET

Je maintien un intérêt particulier pour les sciences physiques depuis près de six ans, aussi la recherche d'un sujet d'intérêt pour la réalisation de mon stage d'observation s'est naturellement portée sur ce domaine.

Plus précisément deux axes d'études m'interpellaient, celui de l'astronomie et celui de la physique de la matière. Mon objectif suivant a été de recherchée des structures susceptibles de m'accueillir.

3.2 RECHERCHE DE STRUCTURES D'ACCUEIL POSSIBLES

Comme ce domaine ne me semblait pas très répandu d'une part et que beaucoup de sociétés s'ouvrent seulement aux enfants de salariés travaillant dans l'entreprise, j'ai débuté ma recherche sur les structures d'accueil pour ce type de stage dès la 4ième.

Pour ce faire j'ai notamment utilisé des revues scientifiques dans lesquelles j'ai relevé des noms et adresses de physiciens pour mes activités d'intérêts.

Ces informations m'ont permis d'établir différentes personnes et structures à contacter (voir Tableau 1). J'ai ensuite essayé d'évaluer (dans la dernière colonne du tableau) celles qui semblaient présenter le plus grand intérêt à mon égard.

Avant la fin de 4ième, j'ai ainsi contacté Messieurs Klein du Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) et Mosser de l'OBServatoire de Paris Meudon (OBSPM) afin de leur demander si leurs organisations acceptaient des élèves pour la réalisation d'un stage de collégien.

La réponse de Monsieur Mosser a été classique, il m'a indiqué le nom d'une autre personne qui recensait les candidatures pour les stages tout en m'indiquant que les stages étaient en général réservés pour des étudiants plus expérimentés.

J'ai eu plusieurs échanges avec Monsieur Klein qui s'est montré très disponible malgré sa réputation et son emploi du temps. Sur le principe, il m'a tout de suite indiqué que son laboratoire était prêt à accueillir un collégien qui s'intéressait à la physique de la matière. Lorsque j'ai connu les dates à laquelle le stage devait se dérouler, et après les avoir communiquées à Monsieur Klein celui-ci m'a indiqué qu'il devait assister à une conférence sur le temps à Biarritz avec un de ces collègues du laboratoire. Je lui ai alors demandé s'il pouvait me recommander d'autres personnes du CEA travaillant sur mes deux domaines d'intérêt. Il m'a conseillé de m'adresser à Madame Ursula Bassler et Monsieur Pierre Olivier Lagage respectivement responsables des services de science de physique des particules et d'astrophysique au CEA de Saclay à Gif-sur-Yvette. Notons que Monsieur Klein m'a proposé de me rencontrer à une autre date afin que nous puissions discuter.

J'ai ensuite rédigé une lettre afin de leur communiquer mon intérêt à réaliser un stage au sein de leur service. Un exemplaire de la lettre est présenté en 8.1.

3.3 OBTENTION D'UN STAGE

Obtention J'ai tout d'abord envoyé ma lettre à madame Ursula Bassler qui a gentiment accepté et a transmis mon dossier à l'attention de monsieur Besançon. Le fils de Monsieur Besançon devait lui aussi réaliser ce type de stage durant la même période. Madame Bassler m'a demandé s'il serait concevable de réaliser au moins une partie du stage au LHC. Cette proposition représentait une réelle opportunité car le LHC focalise les enjeux de la physique moderne et englobe la totalité de mes centres d'intérêts. Ainsi c'est avec plaisir que j'envisageais cette possibilité même si cela complexifiait un peu les choses du coté logistique. J'ai eu plusieurs échanges électroniques avec Monsieur Besançon qui travaille avec une petite équipe de physiciens des particules et qui

se déplace assez souvent pour travailler au sein d'expériences importantes et dans le cadre de collaborations internationales. Pour des raisons pratiques, le stage que j'aurai pu effectuer à Saclay sous l'égide du CEA a été rattaché au CERN dans son intégralité. Monsieur Besançon s'est chargé de toute l'organisation et nous a accompagnés avec son fils durant toute la semaine.

Quelques semaines après lui avoir transmis la lettre, Monsieur Lagage m'a répondu en m'indiquant qu'il m'acceptait pour un stage. Comme j'avais déjà répondu positivement à Madame Bassler, j'ai refusé son offre.

Nom	Entité	contact	intérêt
ARLOT Jean-Eudes	IMCCE (Institut de Mécanique Céleste) Observatoire de Paris	Jean-Eudes.Arlot@imcce.fr	2
ARMENGAUD Eric	Physicien CEA service de physique des particules de l'IRFU		2
BINETRUY Pierre	Dirige labo APC du CNRS/IN2P3, du CEA/IRFU et de l'observatoire de Paris		2
COMBES Françoise	Astronome à l'OBSPM		3
DEGRANGE Bernard	Directeur de recherche au CNRS/in2p3. Laboratoire Leprince-Ringuet à l'Ecole Polytechnique de Palaiseau		1
KLEIN Etienne	Directeur du laboratoire de recherche sur les sciences de la matière (LARSIM) du CEA	etienne.klein@cea.fr	1
LASSERRE Thierry	Physicien CEA service de physique des particules et associé au labo astroparticules et cosmologie (APC)		1
LEHOUCQ Roland	Astrophysicien au CEA à Saclay		2
MOSSER Benoit	Enseignement Observatoire de Paris	benoit.mosser@obspm.fr	1
PARIZOT Etienne	Responsable du groupe "Astrophysique des hautes énergies" au laboratoire AstroParticules et Cosmologie (APC)		2
PETER Patrick	Directeur de recherche CNRS		2
SOL Hélène	Directrice de la recherche CNRS/INSU. Laboratoire univers et théorie Observatoire de Paris à Meudon		2
VIGNAUD Daniel	Physicien au labo APC à Paris		3
BRAHIC André	Professeur à l'Université Paris 7, astrophysicien au CEA-Saclay	brahic@cea.fr	2

Tableau 1 : Informations relevées pour la recherche du stage

4. DESCRIPTION DES ACTIVITES REALISEES

4.1 SYNTHESE DES ACTIVITES DE LA SEMAINE

Mes activités de la semaine se sont déroulées de la façon suivante :

Lundi avec Etienne Auffray et Dominique Deyrail :

- matinée : Arrivée au CERN et présentation du Solénoide à Muons Compact (CMS en anglais pour Compact Muon Solenoid).
- après midi : Rencontre de Dominique Deyrail (Mécanicien de profession) et observation du polissage et dépolissage d'une face de cristaux de tungstate de plomb provenant du CMS et destinés à une expérience médicale. Face à cette expérience, j'ai éprouvé un soupçon d'amertume car j'ai observé un homme dont les capacités devançaient les qualités requises par sa profession.

Mardi avec Géraldine Sergent et Marc Besançon :

- matinée : Rencontre d'une physicienne théoricienne Géraldine Sergent (pour qui j'ai éprouvé de l'estime car je pense qu'il faut du courage pour débuter dans cette profession). Explications de bases théoriques de la physique moderne (supersymétrie, modèle standard, interactions fondamentales, ...), échange sous forme de questions et réponses et interview sur sa profession.
- après midi : Visite de l'exposition interactive Microsom et découverte de nouvelles notions de physique générale dans les domaines du LHC.

Mercredi, avec Daniel Brandt et Barbara Strasser :

- matinée : Visite de la salle de contrôle des accélérateurs du LHC ; présentation de la grille et du centre de calcul.
- après midi : Visite de la salle contrôle d'ATLAS, visualisation d'un film sur la construction de l'expérience ATLAS et visite du globe de la science et de l'innovation.

Jeudi, manipulation avec Kristof Pauwels :

- matinée : récupération des dommages causés par irradiations des cristaux scintillateurs par stimulation optique.
- après midi : manipulation de cristaux irradiés avec stimulation par lampe à xénon muni d'un filtre UV. Analyse spectrale sur des expériences de diffraction des cristaux.

Vendredi, manipulation avec Kristof Pauwels :

- matinée : tests de caractérisation de filtre appliquée à la lampe à xénon et des temps d'exposition
- après midi : analyse des courbes d'absorption et de transmission des cristaux, interprétation des résultats en vue de modifications des paramètres de l'expérience.

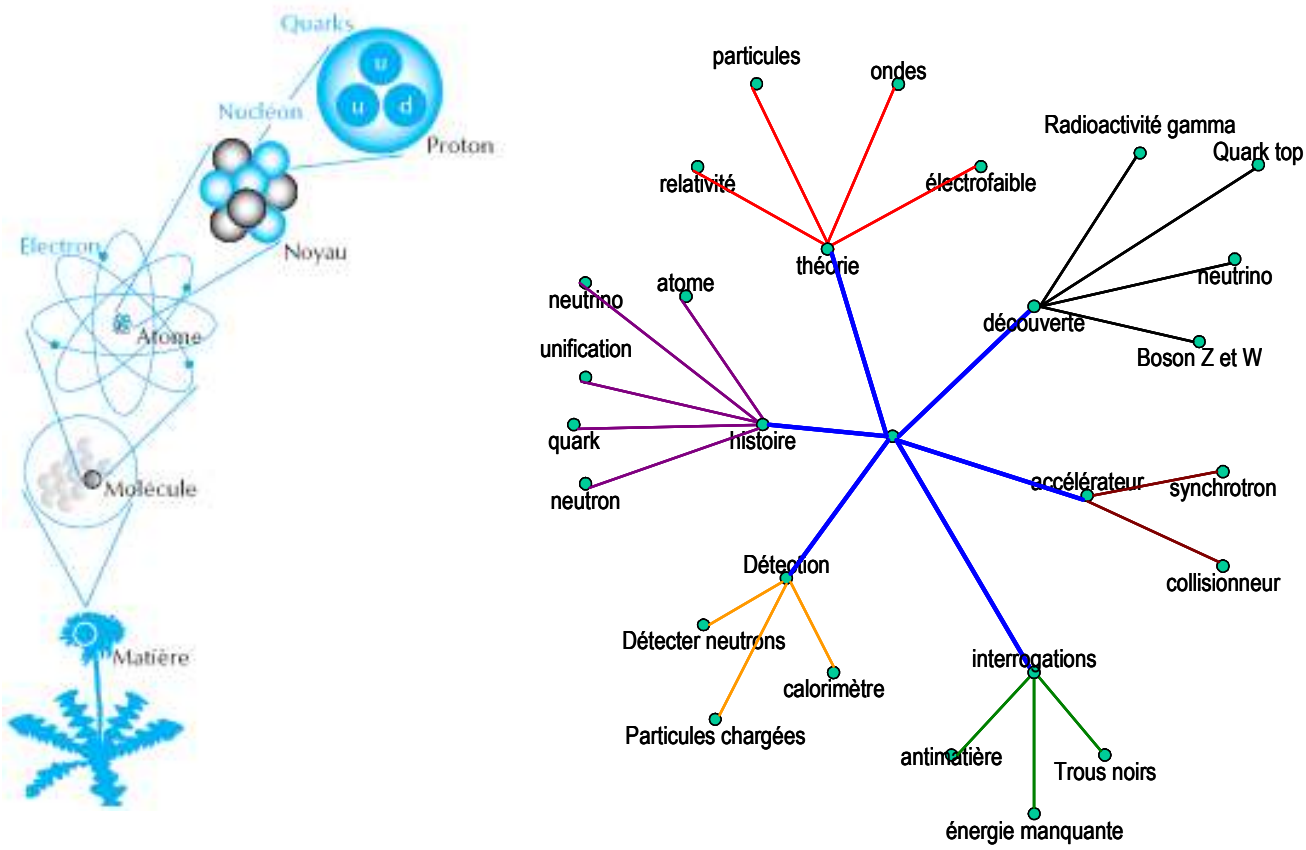
J'ai apprécié le fait que l'entreprise accueille des étudiants au cœur de sa structure.

4.2 APPRENTISAGE RELATIFS AUX NOTIONS THEORIQUES

Le stage a été l'occasion d'engager de nombreuses discussions sur la nature de la physique avec des personnes présentes au CERN.

En vérité la matière est constituée d'une structure plus fine que le noyau et son cortége électronique (atome) tel qu'il est expliqué dans les manuels scolaire de notre age. La Figure 8a illustre notamment les composants du noyau avec les quark Up et Down.

La description de la matière au moyen du modèle standard (modèle interprètant l'ensemble des particules élémentaires) est largement acceptée au niveau de la communauté scientifique (voir Figure 8a) mais son ultime élément dénommé boson de higgs reste encore à observer ; c'est un des principaux enjeux du LHC.



(a) Structure de la matière (b) Thèmes de discussion abordés

Figure 8 : Structure de la matière et thèmes de discussion

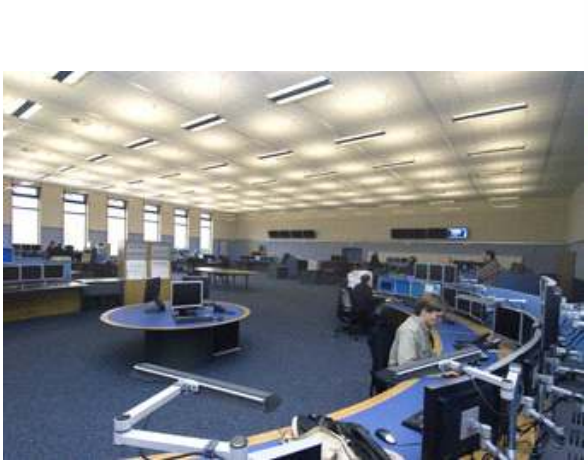
4.3 PRESENTATIONS DES INSTALATIONS VISITEES

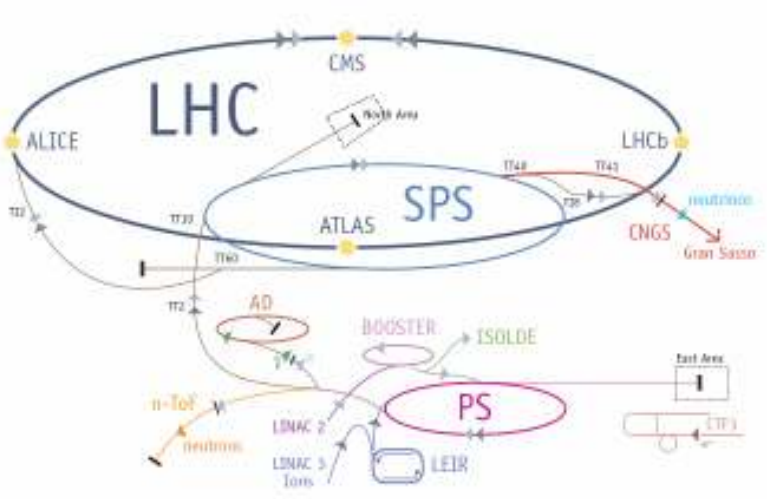
4.3.1 CENTRES DE COMMANDES ET DE CONTROLES

Mr Brandt nous a fait visiter le centre de commande et de contrôle des accélérateurs (CCC) situé dans la partie française. Le CCC est présenté sur Figure 9a.

Les accélérateurs composent des éléments primordiaux pour le LHC. Ces accélérateurs sont des anneaux dans lesquels on fait tourner les particules jusqu'à ce qu'elles atteignent la vitesse recherchée.

La Figure 9b présente les différentes machines utilisées pour l'accélération des faisceaux du CERN. Chacune d'elle requiert l'attention d'une équipe permanente de surveillance au sein du CCC.





(a) (b)

Figure 9 : Complexe des centres de contrôle et des accélérateurs du CERN

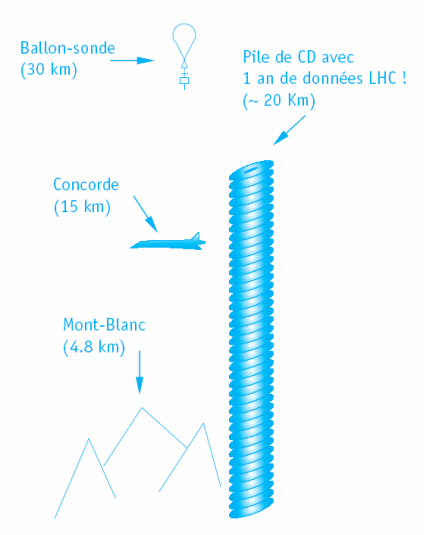
4.3.2 SYSTEME ET RESSOURCES DE CALCUL

Le LHC dispose d'un réseau de supercalculateurs pour traiter les données produites lors des collisions. Mr Brandt nous a fait visiter le centre de calcul du CERN dont nous avons pris une photographie représentée sur la Figure 10a.

Avec 40 millions de collisions par seconde et 1010 collisions enregistrées par an, les données produites par le LHC (Large Hadron Collider) et leur exploitation représentent un véritable défi informatique. Il faut énormément d'ordinateurs pour pouvoir contrôler l'ensemble des installations et analyser les informations issues des prises de mesures des différentes expériences. C'est pour répondre à ce besoin qu'a été créé le projet de grille (WorldWide LHC Computing Grid ou WLCG) qui permet, à tout instant, à 10 000 chercheurs de traiter les données issues du LHC. Le concept de grille est un réseau de centres de calcul répartis dans le monde entier. Il exploite un grand nombre d'ordinateurs réalisant des calculs en parallèle. Des fermes de calculateurs occupant plusieurs pièces sont réparties sur plusieurs centres avec des capacités de calcul jamais atteintes. Pour représenter ce volume de stockage, il suffit d'indiquer qu'il représente un empilement de CD-ROM sur 20 km (voir illustration Figure 10b). La grille a été développée spécifiquement pour les quatre expériences primordiales installées sur le collisionneur LHC : ALICE, ATLAS, CMS et LHCb, afin de traiter les données produites à chaque collision. Constituée seulement de 12 centres de calcul lors de son lancement en septembre 2003, la grille de calcul du LHC est aujourd'hui un réseau d'une centaine de sites situés sur 3 continents : Europe, Amérique, Asie. Notre visite nous a permis de visualiser l'ensemble des connexions vers ces différents centres.

Pour plus d'informations voir référence [S&AJ10] dans ANNEXE A.





(a) (b)

Figure 10 : Ressources de calcul et illustration relative aux données produites

4.3.3 EXPERIENCE ATLAS

Situé entre 50 et 150 mètres de profondeur, ATLAS est le plus grand détecteur du LHC. Il mesure 46 mètres de longueur, 25 mètres de hauteur et 25 mètres de largeur. Cet immense détecteur de particules de 7000 tonnes est constitué de 100 millions de capteurs voués à identifier et mesurer les particules produites lors des collisions proton proton du LHC au Cern.

L'expérience Atlas (A Toroïdal LHC Apparatus) est conçue pour étudier les collisions proton-proton. Elle doit permettre d'identifier le boson de Higgs, particule clef du modèle standard. Les sous détecteurs d'ATLAS sont superposés en couches successives comme des peaux d'oignon autour de l'axe du faisceau. Ils identifient les différents types de particules produites par la collision en fonction de leur pouvoir de pénétration (énergie). Pour cela, un trajectographe situé au centre, enregistre le passage des particules. Le calorimètre mesure ensuite leur énergie en les arrêtant totalement et en émettant un signal électrique dont l'amplitude dépend de l'énergie absorbée. Monsieur Brant et madame Strasser nous ont accompagnés pour visualiser un film sur la construction délicate du détecteur Atlas.

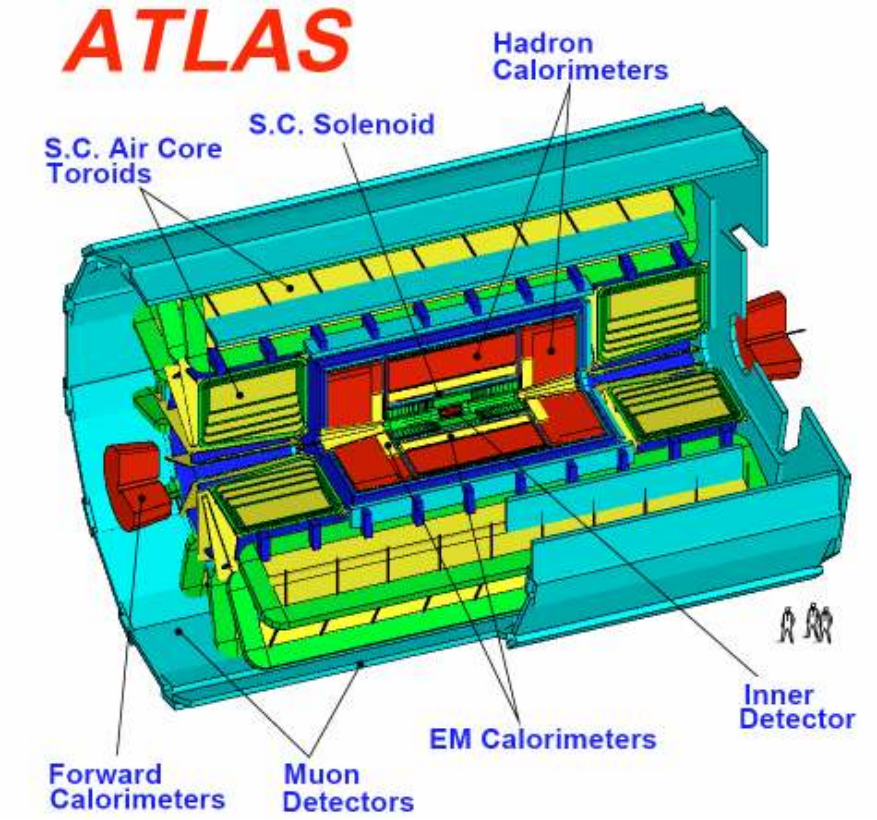


Figure 11 : Schéma d'ensemble du détecteur ATLAS

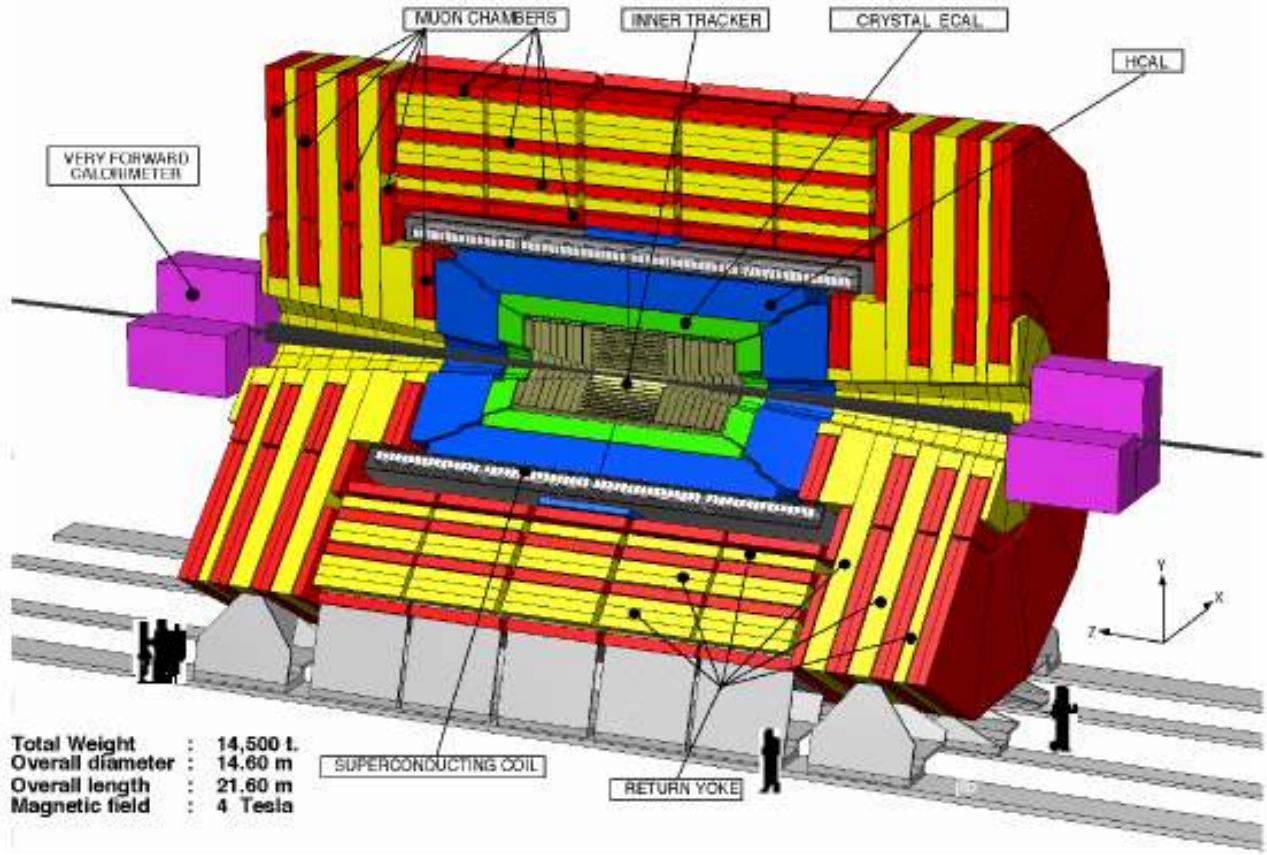
4.3.4 EXPERIENCE CMS

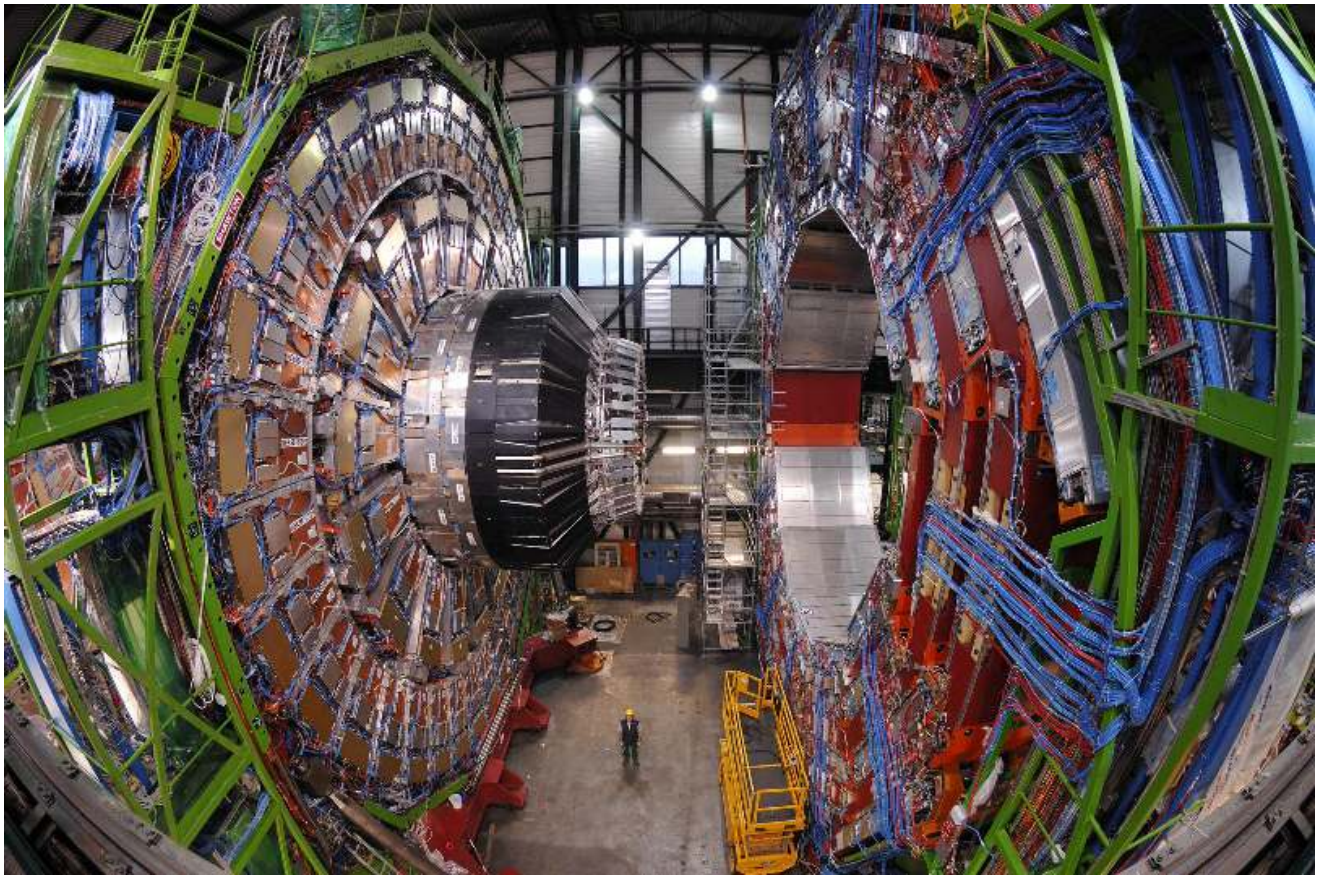
L'expérience CMS (Compact Muon Solenoïd) va étudier tous les types de résultats produits par les collisions de protons ou d'ions lourds au coeur du LHC. Son principe est de détecter l'ensemble des particules, ou leur trace, produites par les collisions à l'aide de différents capteurs (ou sous détecteurs) capables de dépister plusieurs sortes de particules. CMS pourra fonctionner aux luminosités les plus hautes générées par cet accélérateur. Ce détecteur a été perfectionné pour la recherche du boson de Higgs dans une gamme de masse allant jusqu'à 1 TeV (1eV est égal à l'énergie procurée par un électron soumis à une tension de un volt).Il est également bien ajusté à l'étude des quarks top et beauté (particules du modèle standard). CMS a choisi de privilégier la détection très précise des muons, des photons et des électrons. La résolution des mesures de leur énergie sera meilleure que 1 % à 100 GeV. Un élément essentiel du détecteur est un grand solénoïde produisant un champ magnétique très élevé, le plus puissant aimant supraconducteur jamais construit (13 m de long et 2.95 m de diamètre). Un calorimètre électromagnétique, constitué de cristaux permettant la détection des deux photons de désintégration d'un boson de Higgs de masse faible, est situé à l'intérieur de la bobine(en jaune et rouge sur la figure ci-dessous).

La Figure 12 indique les trajectoires des particules au sein de l'expérience. On note deux faits primordiaux :

1) les particules les plus lourdes présentent les trajectoires les plus longues car ce sont les particules ayant le plus d'énergie,

2) les trajectoires des particules chargées sont courbées sous l'influence des champs électromagnétiques alors que les particules neutres voyagent en ligne droite.


MUON CHAMBERS
INNER TRACKER
CRYSTAL ECAL
HCAL
VERY FORWARD CALORIMETER
SUPERCONDUCTING COIL
RETURN YOKE
Total Weight : 14,500 t.
Overall diameter : 14.60 m
Overall length : 21.60 m
Magnetic field : 4 Tesla



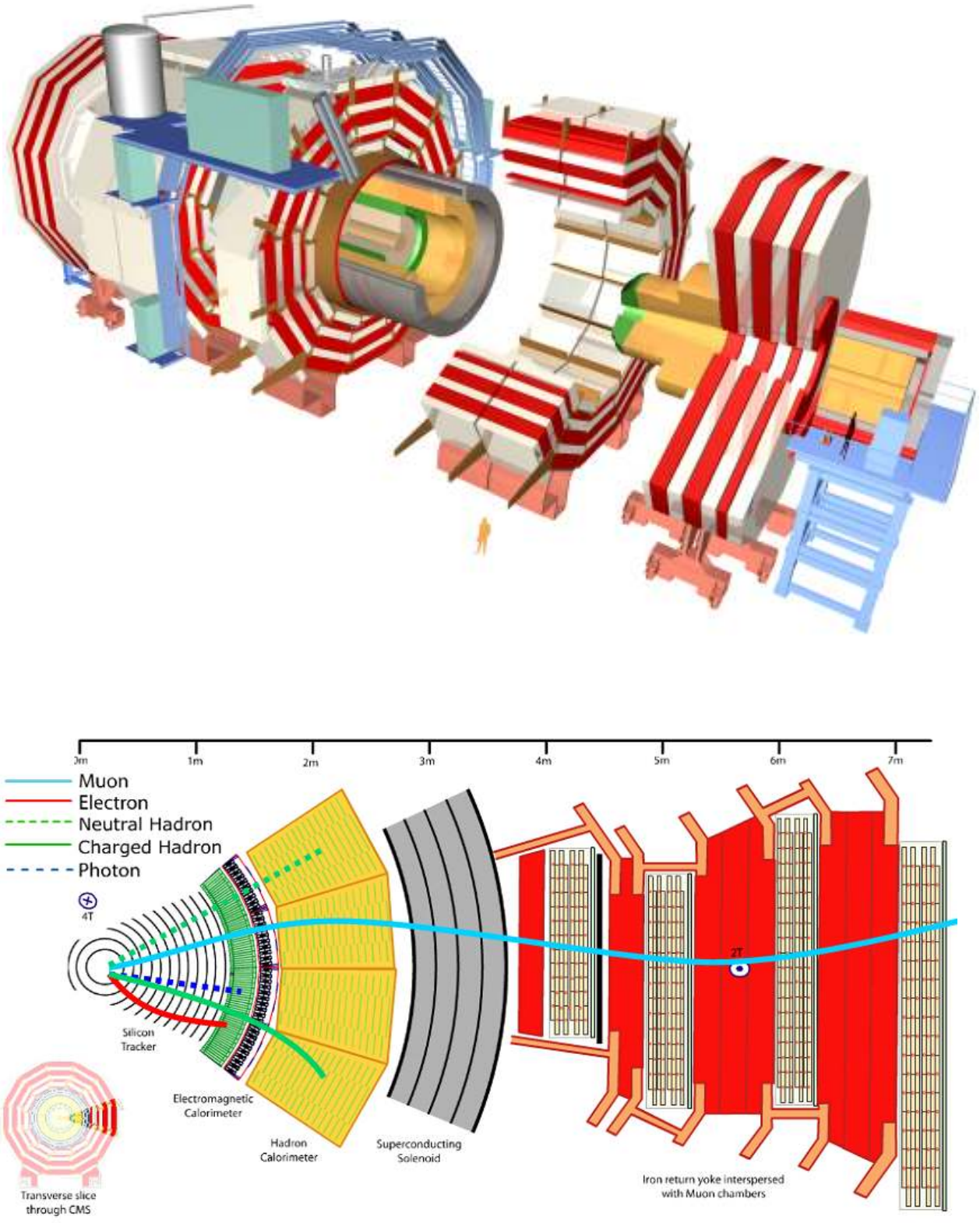


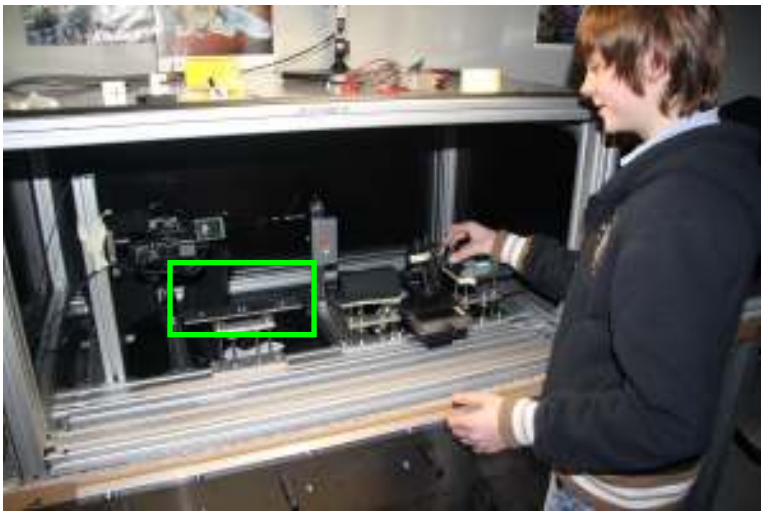
Figure 12 : Vues du détecteur CMS et des trajectoires des particules au sein du détecteur

4.4 DETAILS DES EXPERIENCES REALISEES

Avec Mr Pauwels nous avons réalisés quelques expériences sur les cristaux de Tungstate de Plomb destinés à l'expérience CMS. Les images de la Figure 13 témoignent de cette activité.



Cette vitrine présente les différents cristaux qui ont été évalués afin de choisir les plus appropriés pour répondre aux besoins du calorimètre ECAL du CMS.



Jeudi matin on a manipulé des cristaux irradiés par stimulation à l'aide d'un laser pour rectifier les défauts d'absorption de certaines couleurs. On a testé différentes combinaisons optiques utilisant une grande variété de lentilles. Dans la pratique, le cristal se place sur le support encadré de vert. L'observation effectuée ci-contre concerne l'élargissement du rayon envoyé par le laser.



La machine encadrée permet de tester l'absorption de la lumière par les cristaux et donc d'évaluer l'efficacité de la stimulation effectuée sur l'image ci-dessus.

Figure 13 : Photographies relatives à des expériences réalisées durant le stage

5. GRILLE D'ANALYSE D'UNE PROFESSION

Ce stage m'a permis d'analyser deux métiers au travers de 2 personnes : l'un, mécanicien de profession et l'autre physicienne théoricienne.

5.1 ANALYSE DE LA PROFESSION MECANICIEN

Suite à l'observation et les échanges réalisés avec Dominique Deyrail j'ai pu constater que :

1. Nature du travail

Les principales activités de l'employé observé sont le découpage, le polissage et le dépolissage d'une des faces de cristaux provenant du détecteur CMS et destinés à des expériences médicales. Les activités telles que celles-ci sont plutôt répétitives. Le travail est minutieux et n'accorde pas le droit à la faute ; il est lent.

En général, peu d'initiatives sont prises, il suit les instructions d'un ingénieur. Quelques initiatives peuvent être prises dans le cadre d'un projet. Le salarié travaille seul tout en étant intégré au sein d'un groupe, il rencontre plusieurs personnes tenant de multiples postes afin d'éclairer les points techniques.

Sur le lieu de travail il est responsable du matériel et de la qualité de son travail.

2. Condition et description du lieu de travail

Le salarié travaille dans un petit atelier contenant du matériel mécanique et des produits chimiques ; d'autres salles jouxtent l'atelier et contiennent du matériel mécanique (outils de découpage). En dehors de son atelier, le mécanicien possède aussi un bureau munit d'un ordinateur

Le travail est physiquement fatiguant, c'est un travail manuel réalisé debout. Il est aussi moralement fatiguant du fait de la répétitivité des tâches, cet aspect est atténué par les quelques rencontres avec l'entourage. L'espace confiné et le manque de support pour s'asseoir accentuent la fatigue physique du travail.

3. Qualités requises et formation

Les qualités requises afin d'achever cette profession joignent : la santé physique, la minutie et l'application, la patience, l'habitude de la manipulation, et savoir suivre un processus et un procédé sécurisé.

Le mécanicien a réalisé deux Certificats d'Aptitude Professionnelles (CAP), deux ans de Brevet d'Enseignement Professionnel (BEP) en mécanique générale et 2 ans de Baccalauréat Technique option micromécanique (F10) dans un lycée technique. Les diplômes sollicités pour tenir ce poste sont un Bac Technique ou un BEP en mécanique. D'autres formations sont possibles en suivant par exemple des cours du soir et des formations spécifiques. L'entreprise accepte de prendre des apprentis en charge.

Le nombre d'heures de travail hebdomadaire moyen varie autour de 40h pour la Suisse et 35 pour la France. Les horaires sont réguliers. Le niveau de rémunération n'est pas communiqué par le salarié ni par l'entreprise. Le salaire au CERN est probablement plus avantageux qu'en de nombreuses autres sociétés où l'employé serait pourvu d'un statu aussi privilégié.

4. Débouchés et carrière

Tous les métiers nécessitant une main d'oeuvre en relation avec la mécanique sont susceptibles d'employer ce type de profil.

L'accès à un poste de plus haute responsabilité au sein du CERN est difficile avec un diplôme de niveau bac. Il peut néanmoins bénéficier de promotion interne en suivant des formations appropriées. Le salarié peut en revanche ouvrir sa propre entreprise comme un garage ou son propre atelier.

5.2 ANALYSE DE LA PROFESSION PHYSICIEN THEORICIEN

Suite à l'observation et les échanges réalisés avec Géraldine Sergent.

1. Nature du travail

Les principales activités effectuées sont la réalisation de calculs, le développement d'idées, de théories, l'organisation de conférences, la rédaction d'articles, les échanges d'idées avec d'autres chercheurs, modéliser ou expliquer des phénomènes non compris. Les activités sont variées ; le chercheur organise son propre travail et il ne reçoit pas d'ordre provenant d'un supérieur hiérarchique.

Les théoriciens ont des contacts privilégiés avec des expérimentateurs, des décideurs politiques en matière de recherche et du public.

Le travail est réalisé seul et en groupe (partage des idées) ; les projets sont souvent développés suite à des conversations. La théoricienne choisit ses groupes, ses collaborateurs et ses sujets de travail. Elle a le choix des supports, des moyens de développement des idées et des voies de recherche qu'elle souhaite explorer. Elle détient donc d'une grande autonomie dans la réalisation et l'orientation de son travail.

Des responsabilités s'exercent par l'encadrement d'étudiants et l'organisation de conférences.

2. Condition et description du lieu de travail

Le chercheur travaille dans un bureau seul ou avec un ou deux collègues selon l'étendu de son domaine de recherche. Chacun dispose d'un ou plusieurs ordinateurs. L'ensemble des bureaux sont munis d'un tableau permettant d'expliquer des idées ou de d'exposer des problèmes.

Le chercheur travaille avec des articles de recherche et des ouvrages techniques et théorique. Il accède pour cela à une grande bibliothèque commune et à Internet (inventé au CERN).

Parfois le travail est nerveusement fatiguant du fait de longs moments de concentration mais ceci est compensé par la passion qu'accorde le chercheur à son travail.

3. Qualités requises et formation

Les principales qualités nécessaires sont une grande capacité de travail, de la curiosité, de la patiente, de la passion pour le travail et du talent.

Les formations sollicitées sont soit l'université avec réalisation d'une thèse de doctorat suivie de post-doctorats (années de recherche supplémentaire après la thèse) soit une grande école comme l'Ecole Normale Supérieure (ENS). Ceci représente au minimum 8 années d'étude après le bac par la voie universitaire et au moins 5 ans d'étude pour les "petits génies" de l'ENS. Ces études consistent à apprendre et comprendre les théories de la physique classique et moderne.

Les apprentis issus d'écoles d'ingénieurs sont admissibles.

Le nombre d'heures hebdomadaire est très flexible, il varie de 40h à 60h et n'est pas régulier.

4. Débouchés et carrière

Le chercheur peut suivre son activité de recherche toute sa carrière mais il peut aussi évoluer vers des responsabilités au sein de l'organisation. Il gérera alors des budgets de recherche plus important et prendra des décisions stratégiques en matière d'orientation de la recherche.

Son activité peut être reconnue par l'attribution de prix scientifiques et de médailles.

5.3 INTERVIEW AVEC GERALDINE SERGENT

Christopher : "Pourquoi avez-vous choisie la physique théorique ?"

Géraldine : "J'ai toujours été attirée par les questions fondamentales concernant l'univers. J'ai voulu le découvrir, découvrir les force qui le lie et le comprendre".

Christopher : "Qu'est ce qui a marqué votre vie professionnelle ?"

Géraldine : "Le cheminement progressif, les rencontres de collaborateurs scientifiques et surtout durant mon Master la rencontre de Professeur qui vous motivent et des personnes qui vous soutiennent".

Christopher : "Selon vous, que va apporter le LHC ?"

Géraldine : "Je pense qu'il va nous aider à comprendre la physique autour du boson de Higgs (de quoi il est composé ou s'il est élémentaire). Tout tourne autour de la symétrie ; les forces qui se sont séparées (ou brisure de symétrie) et de la compréhension de la masse. D'autres projets concernant la matière noire et l'énergie sombre sont aussi en études."

Christopher : "Quelle théorie de la physique vous inspire le plus"

Géraldine : "Je suis très ouverte sur de multiples théories (plusieurs alternatives) je me penche vers les autres dimensions avec la théorie des cordes et la super symétrie"

Christopher : "durant votre carrière avez-vous eu des regrets"

Géraldine "Je n'ai éprouvé aucun regret durant ma courte carrière".

Christopher "Comment se déroule votre travail, prenez-vous des initiatives, comment une idée se structure-t-elle ?"

Géraldine : "C'est le coté imprévisible du travail qui prédomine, on n'organise pas le travail d'un jour pour le lendemain. C'est lorsque on écoute et donne des conférences, que l'on suit des discussions que les idées se développent. Suite aux discussions des points de vues différents d'une idée sont confrontés mis en commun et développés par la suite. Lorsque cette idée est développée, on écrit des articles. Le travail des chercheurs est libre."

6. CONCLUSION ET BILAN DU STAGE

Le CERN représente un lieu fabuleux ou s'édifie la connaissance de la physique de la matière de l'infiniment petit. Il a été le berceau de nombreuses expériences qui ont contribuées à la remise de plusieurs prix Nobels et à la réalisation d'innovation technologique (tel que l'Internet).

J'ai eu le privilège de réaliser mon stage au CERN, et de visiter de multiples installations dédiées à de futures découvertes. Ce stage m'a permis d'observer de nombreux métiers enveloppant différents domaines et de découvrir le monde de la recherche avec ses intérêts et ses inconvénients. J'ai relevé l'investissement permanent du personnel et les bénéfices et contraintes que leur accorde leurs métiers. D'autre part j'ai noté un contraste entre les différentes professions analysées. J'ai vécu pendant quelques jours dans l'ambiance d'un laboratoire de recherche. Je me suis rendu compte du travail à fournir pour aboutir à une découverte. J'ai par ailleurs appris énormément en matière de physique et pu constater le progrès considérable de la science au cours de ces dernières années. J'ai découvert un nouvel univers, celui de la recherche que je n'imaginais pas fonctionner comme je l'ai récemment constaté.

Finalement, grâce à ce stage, j'ai appris beaucoup, autant dans le contexte de la physique que dans celui de l'entreprise et j'ai pu conforter mon choix professionnel. Le bilan personnel est donc très positif.

7. EVALUATION DU STAGE PAR LE TUTEUR

Evaluation par l'entreprise d'accueil

Période de stage : 14 au 18 décembre 2009
Nom et prénom du stagiaire : SIMON Christopher
Nom du tuteur : Et. Estelle AUFFRAY Mmes MAMAS physiothérapeute au CORIN

	Très bien	Bien	Moyen	Insuffisant
Assiduité	X			
Respect des horaires	X			
Respects des consignes	X			
Attitude face aux explications	X			
Attitudes face aux tâches demandées	X			
Contact avec le personnel	X			
~~Contact avec la clientèle~~				
Sens de l'initiative	X			
Appréciation générale	Le stage au CORIN était un stage d'observation. Christopher a visité différents lieux au corin et rencontré des acteurs ayant des rôles différents au sein de l'organisation ce qui lui a permis d'avoir une vue d'ensemble de nos métiers multiples. Dans toutes ces visites, Christopher a montré de l'intérêt, il a posé des questions pertinentes montrant qu'il cherchait à comprendre. Ce stage était très			

8. DOCUMENTS RELATIFS AU STAGE

8.1 LETTRE DE DEMANDE DE STAGE

Christopher SIMON
34, Rue des Essarts
78490 Les Mesnuls
Tel : 01 34 86 89 49

Ursula BASSLER
Responsable du service IRFU SPP
CEA Saclay,
91191 Gif-sur-Yvette Cedex

Les Mesnuls le 8 septembre 2009

Objet: Recherche d'un stage.

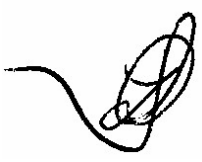
Madame,

Elève de 3ième bilingue à Montfort l'Amaury, je dois réaliser un stage d'une durée de 5 jours du 14 au 18 Décembre 2009.

Je m'adresse à vous car je porte un intérêt particulier pour les travaux réalisées au grand collisionner de hadrons (LHC) sur le site du CERN à Genève. Un stage dans ce complexe me permettrait en effet de découvrir le milieu de la recherche et de l'entreprise, de développer ma curiosité et de conforter mon choix professionnel.Depuis six ans, l'astrophysique et la physique des particules me passionnent et j'ai décidé d'en faire mon orientation et si possible mon futur métier. A cette fin, j'aimerai que vous m'indiquiez s'il est possible qu'une personne de votre laboratoire m'accueille durant cette période et vous remercie d'avance pour la réponse que vous pourrez me réserver.

Veuillez agréer, Madame, mes respectueux hommages.

Christopher SIMON



8.2 LETTRE DE REMERCIEMENT

Christopher SIMON
34, Rue des Essarts
78490 Les Mesnuls
Tel : 01 34 86 89 49

Etiennette Auffray
CERN/DH

Ursula BASSLER
Responsable du service IRFU SPP
CEA Saclay,
91191 Gif-sur-Yvette Cedex

Les Mesnuls le 6 Janvier 2010

Objet : Remerciements.

Mesdames, Messieurs,

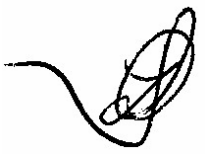
Je rentre d'un stage d'une semaine que j'ai réalisé au sein de l'organisation Européenne de la Recherche Nucléaire et je souhaite remercier les personnes qui m'ont accueillies du 14 au 18 décembre.

A l'attention des personnes du CERN j'aimerai tout d'abord exprimer ma gratitude à Madame Etiennette Auffray pour m'avoir encadré durant mon stage ainsi qu'à toutes les personnes qui m'ont reçu sur leur lieu de travail et qui m'ont appris d'avantage sur les activités pratiquées sur se site merveilleux.

Je m'adresse ensuite aux personnes du CEA de Saclay pour remercier Madame Ursula Bassler pour avoir soutenu ma candidature auprès de son service et Monsieur Etienne Klein pour sa disponibilité et les bons contacts qu'il m'a indiqués.

Je remercie chaleureusement Monsieur Marc Besançon pour son appui quotidien, les moments agréables et les discussions sérieuses que nous avons pu tenir. Pour finir, je n'oublie pas son fils Daniel avec qui nous avons partagé cette aventure; sans eux je n'aurai pu réaliser ce stage.

Christopher SIMON



8.3 CURRICULUM VITAE

Christopher SIMON
34, Rue des Essarts
78490 Les Mesnuls
Tel : 01 34 86 89 49
Double nationalité : Anglais Français

Initiatives personnelles

- Durant les vacances de toussaint 2009, participation au stage de la pépinière académique des mathématiques suite à ma sélection par mon collège.
- De 2007 à 2010 collectes de dons pour l'association ELA.
- Voyages :
    - Angleterre (5 fois), Irlande (1 fois), Suisse (2 fois) ;
    - Italie (3 fois); Espagne (2 fois)

Situation scolaire

Elève en 3ième bilingue au collège de Notre Dame du Bel Air de Montfort l'Amaury.

Langues

- Anglais et Français courants (bilingue).
- Espagnol 2 ans, Latin 3 ans.

Informatique

Niveau B2i

Expériences personnelles

- 14-18 décembre 2009 : Réalisation d'un stage au CERN (Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire), à Genève dans le cadre de découverte de l'entreprise.
- 26-27 octobre 2009 : stage académique "résolution de problèmes", organisé dans les locaux de l'U.F.R. des sciences de l'université de Versailles.
- Activités saisonnières : travaux des bois et jardinage (coupes d'arbres, ramassage de feuilles, cueillette de fruits des bois).

Informations complémentaires :

- Sport
    - de niveau compétition : natation, Echecs et tennis
    - en club : judo, tennis de table finaliste et vainqueur des tournois des Mesnuls 2007, 2008 et 2009.
    - pratiqués en loisir : ski, planche à voile,
- Colonies une douzaine de destinations en 5 ans sur des périodes de une à trois semaines.

CONVENTION DE STAGE

CONVENTION DE STAGE *Du 14 décembre 2009* *Au 18 décembre 2009* *Horaires :*	**ENTREPRISE D'ACCUEIL** (Identité, adresse, téléphone) CERN European Organization for Nuclear Research 26 OCT. 2009 Human Ressources Department CH - 1211 GENEVA 23 - Tél. 0041 227 672 735 E-mail: ...@hr.cern.ch Directeur ou responsable	**ORGANISME DE PLACEMENT** **Collège Saint Louis Notre Dame du Bel Air** Etablissement sous contrat d'association avec l'Etat Route de Rambouillet 78490 Montfort l'Amaury Tél 01 34 86 02 32 Fax 01 34 86 80 94	**STAGIAIRE** Nom : SIMON Prénom : Christopher Classe : 3e Newton Adresse : 34, rue des Ensarts Les Mesnuls 78490 Tél : 01.34.86.29.43
Objectifs Généraux	Accueillir le stagiaire et lui affecter un tuteur.	Découverte du métier et de la vie de l'entreprise, sur le temps scolaire.	Respecter le cadre et les objectifs du stage.
Cadre Juridique	Vérifier que son assurance garantit sa responsabilité civile. Peut hospitaliser le stagiaire en cas d'urgence.) Signaler immédiatement toute absence du stagiaire dans l'établissement.	Le stagiaire est couvert par une assurance qui garantit sa responsabilité civile. Cette assurance a été souscrite auprès de la Mutuelle Saint Christophe N° 184774004	Se conforme au règlement de l'entreprise et à ses contraintes. Demeurer sous statut scolaire (sans rémunération). Etre couvert par l'assurance du Collège.
Déroulement Du stage	Donner au stagiaire les moyens de répondre aux objectifs contractualisés avec le Collège. Informer plus largement le stagiaire sur la profession et son environnement. Donner, si possible, au stagiaire la possibilité de déjeuner dans l'entreprise.	S'assurer du bon déroulement du stage. Rester l'interlocuteur privilégié du stagiaire et de l'entreprise.	Respecter les horaires de l'entreprise, son fonctionnement et les personnels. Se mobiliser de façon constructive et active dans les tâches qui lui sont confiées. Si le déjeuner ne peut être pris dans le cadre de l'entreprise, le stagiaire devra se restaurer le plus près possible de son lieu de stage.
Evaluation	Remplir la grille d'évaluation et la transmettre au stagiaire.	Recevoir le rapport de stage écrit et écouter sa présentation orale.	Rédiger son rapport de stage et se présenter à l'oral de stage,. Joindre la grille d'évaluation complétée par le responsable du stage.
	Date : 26/10/09	Date : 3.11.2009	Date : 19/05/2009
	Signature du responsable de l'entreprise :	**Signature du chef d'établissement :**	**Signature des parents du stagiaire (ou son représentant légal) :**

LE STAGE PEUT ÊTRE INTERROMPU EN CAS DE NECESSITE, PAR DECISION CONJOINTE

ANNEXE A. REFERENCES

A.1 OUVRAGES DE PHYSIQUE GENERALE

[FEYM79] Feyman Richard, Les cours de physique de Feyman, Inter Editions, Paris 1979

[PENR05] Penrose Roger, "The road of the universe"

A.2 OUVRAGES DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE

[SING97] Singh Simon, "Le dernier théorème de Fermat" Hachette littérature 1997 voir p46 et 47

[GREE05] Greene Brian, "La magie du cosmos", Robert Laffont Paris 2005

A.3 DOCUMENTATION RELATIVE AU CERN

[ELEM07] Elémentaire, revue d'information scientifique bi-annuelle N°1 à N°7.

[LHCF08] CERN LHC, the guide FAQ, Janury 2008

Les recherches du CEA sur l'origine de l'Univers, Exposition Grand Récit de l'Univers : Cité des Sciences et de l'Industrie 25 mars 2008

[S&AJ10] Le calcul scientifique déploi sa grille, Sciences et avenir, Janvier 2010

ANNEXE B. PRINCIPALES CARATERISTIQUES DU LHC

1. Lors de l'excavation du tunnel circulaire de 27 km de long, entre le lac Léman et la chaîne du Jura, les deux bouts du tunnel se sont rejoints à 1 cm près.
2. Chacun des 6400 filaments supraconducteurs de niobium-titane du câble fabriqué pour le LHC a une épaisseur de 0,007 mm, c'est-à-dire 10 fois plus fin qu'un cheveu. Mis bout à bout, tous les filaments permettraient de faire cinq fois l'aller retour entre la Terre et le Soleil, et il en resterait encore assez pour quelques voyages vers la Lune.
3. Tous les protons accélérés au CERN sont obtenus à partir d'hydrogène standard. Bien que les faisceaux du LHC contiennent de très nombreux protons, seuls 2 nanogrammes d'hydrogène (la masse totale des protons étant calculée au repos) sont accélérés chaque jour. Il faudrait donc 1 million d'années pour accélérer un gramme d'hydrogène avec le LHC.
4. Le coeur du LHC sera le plus grand réfrigérateur du monde. Avec une température plus froide que celle de l'espace intersidéral, il contiendra du fer, de l'acier et les fameuses bobines supraconductrices.
5. La pression dans les tubes de faisceau du LHC sera environ dix fois plus faible que sur la Lune. Ce sont les conditions de l'ultravide.
6. Les protons à pleine énergie circuleront dans le LHC à une vitesse de 0,999999991 fois celle de la lumière. Chaque proton fera plus de 11 000 fois par seconde le tour de l'anneau de 27 km.
7. À énergie maximale, chacun des deux faisceaux de protons dans le LHC aura une énergie totale équivalente à un train de 400 t, comme le TGV, lancé à 150 km/h, assez pour faire fondre 500 kg de cuivre.
8. Le Soleil ne se couche jamais sur la collaboration ATLAS. Les scientifiques qui y travaillent viennent de tous les continents, sauf l'Antarctique.
9. Le système magnétique de CMS contient environ 10 000 t de fer ; plus que la Tour Eiffel.
10. Les données enregistrées par chacune des grandes expériences du LHC rempliront l'équivalent de 100 000 DVD chaque année.(*)la masse totale des protons est calculée au repos.

ANNEXE C. HISTORIQUE DU CERN

Cet annexe présente un rapide apperçu des principales dates qui ont tout particulièrement marquées l'histoire du CERN :

- C'est en 1954 que l'Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire voit officiellement le jour. Les douze états fondateurs (Belgique, Danemark, France, Grèce, Italie, Norvège, Pays-Bas, Allemagne, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Yougoslavie) avaient préalablement signé la convention du CERN. Cette convention constitutive indique qu'un des buts de l'organisation est d'assurer la "collaboration entre états européen".
- Par la suite, d'autres états se sont joints à l'organisation tandis que d'autres s'en sont retirés. Les actuels états membres sont les suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Italie, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Royaume Uni, Slovaquie, Suède, Suisse, République Tchèque.
- En 1957 le Synchrocyclotron (SC), est construit. Il est le premier accélérateur du CERN. C'est lui qui fournit des faisceaux aux premières expériences de physique des particules et de physique nucléaire. Depuis, d'autres accélérateurs tels que le synchrotron à protons ont été construits.
- En 1968, Georges Charpak développe la « chambre proportionnelle multifils ». Cette invention révolutionne la détection des particules, la faisant passer de l'ère manuelle à l'ère électronique. Elle obtiendra le prix Nobel de physique en 1992.
- En 1983, le CERN vérifie la théorie de Carlo Rubbia et de Simon van der Meer et annonce la mise en évidence des particules W et Z. L'événement est si retentissant que, l'année suivante, les deux scientifiques à l'origine de la découverte reçoivent le prix Nobel de physique.
- En 1989, le Large Electron Positon (LEP) est mis en service. C'est le plus gros accélérateur d'électrons et de positons jamais construit (27 km de circonférence) et le plus vaste chantier européen avant le tunnel sous la Manche.
- En 1990, Tim Berners-Lee invente le Web afin de pouvoir partager des informations entre les différents scientifiques éparpillés dans le monde entier.
- En 1993, les premières recherches sur l'anti-matière commencent. Elles aboutissent, en 1995, à l'observation d'anti-hydrogène et en 2002 à la capture d'antihydrogène.
- En 2008, le "Large Hadrons Collider" (LHC) démarre. C'est un accélérateur de même circonférence que le LEP car il est construit dans le tunnel que ce dernier. Quatre « grosses » expériences (CMS, ATLAS, ALICE et LHCb) et deux « petites » y ont lieu.

ANNEXE D. INFORMATIONS GENERALES A PROPOS DU CERN ET DU LHC