



présenté par

Franca DE DOMENICO-LANGER

Stage d'observation au Synchrotron SOLEIL

Encadrant : **M. Nicolas JOBERT**

**Collège Taison
Synchrotron SOLEIL**

Table des matières

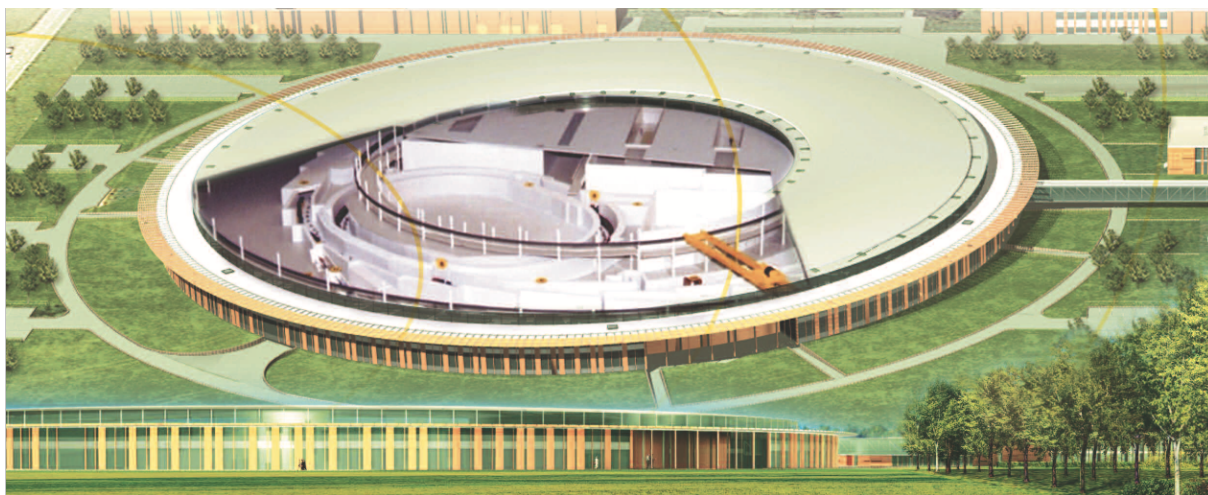


FIGURE 1 – Maquette du laboratoire Soleil (vue d'artiste)

Introduction

Mon stage s'est déroulé au synchrotron SOLEIL en région parisienne.

Le synchrotron SOLEIL est un laboratoire de recherche scientifique destiné à l'étude de la matière qu'elle soit vivante ou inerte. Il est équipé d'un accélérateur d'électrons. Les physiciens exploitent le rayonnement synchrotron émis par les électrons circulant dans l'accélérateur pour fournir des sources de lumière extrêmement brillante.

Pendant mon stage, j'ai été encadrée par M. Jobert, qui travaille dans le groupe conception et ingénierie en tant qu'ingénieur spécialisé en calcul scientifique. Au cours de mon stage, j'ai aussi découvert l'ensemble des corps de métier qui interviennent pour faire fonctionner le synchrotron.

Chapitre 1

Exploration de l'entreprise

Sommaire

1.1 Le rôle du laboratoire Soleil	1
1.1.1 Secteur d'activité	1
1.1.2 Moyens	1
Personnels	1
Équipements	1
1.2 Exemple minimal	1
1.2.1 Glossaire et citations	1
1.2.2 Tableaux et figures	2
1.2.3 Symboles mathématiques	2
1.3 Deuxième paragraphe	2
1.4 Références	3

1.1 Le rôle du laboratoire Soleil

1.1.1 Secteur d'activité

Le laboratoire SOLEIL a un secteur d'activités tertiaires, les personnes y travaillant font des recherches. Des personnes venant du monde entier viennent faire des recherches au synchrotron SOLEIL parce qu'il existe seulement deux accélérateur de particules en France. Le premier se situe à Paris et se nomme le synchrotron SOLEIL, le second se trouve à Grenoble qui lui est un synchrotron européen donc une partie appartient aux français et le reste à d'autre pays européen.

1.1.2 Moyens

1.1.2.1 Personnels

En décembre 2015, 432 personnes travaillent au laboratoire SOLEIL. L'âge moyen des salariés est de 44 ans. 5 personnes souffrant d'un handicap travaillent à SOLEIL. 8 ans est l'âge moyen de l'ancienneté des employés. 75% , c'est à dire 267, des salariés SOLEIL sont des hommes 150 sont cadres et 117 sont non cadres. 25% , donc 80 des personnes embauchées à SOLEIL sont des femmes 42 sont cadres et 38 sont non cadres.

1.1.2.2 Équipements

1.1.2.2.1 L'accélérateur d'électrons

La plus grande machine du synchrotron SOLEIL : l'accélérateur d'électrons. L'accélérateur d'électrons permet d'observer de très petites particules grâce à la lumière émise par les électrons. Un canon, nommé le LINAC, envoie une grande énergie électrique qui va séparer les électrons des atomes. Les électrons sortent du canon à une vitesse de 100 Méga-électrons-Volt. Dans le booster ils gagnent une énergie de 2750 Méga-électrons-Volt. Quand les électrons ont atteint cette vitesse, ils sont envoyés dans l'anneau de stockage qui est un tube fermé de cinq centimètres de diamètre où ils tournent pendant plusieurs heures à une vitesse très proche de celle de la lumière. L'anneau de stockage est constitué d'une succession de parties droites et de virages où les électrons tournent et subissent des accélérations. Quand les électrons tournent ils libèrent des photons, ou lumière. Ce processus est utilisé par 7 lignes de lumière. 21 lignes de lumière utilisent des onduleurs qui accélèrent les électrons qui par la suite libèrent des photons. Ses photons vont être utilisés dans les lignes de lumière, où les scientifiques vont expérimenter la réaction de la lumière sur des objets ou inversement. Les lignes de lumière sont composées de trois cabanes; la cabane optique, la cabane d'expériences et la cabane de vie. Dans la cabane optique on trouve des miroirs déviant la lumière. La cabane d'expériences est l'endroit où on pose l'échantillon à observer et la cabane de vie est l'endroit où on observe l'échantillon et où les scientifiques règlent la caméra.

1.1.2.2.2 Les Aimants

Pour faire tourner les électrons et les garder ensemble, des aimants sont utilisés. Plusieurs sortes d'aimants sont utilisés à SOLEIL. Il y a le dipôle; qui comporte deux aimants et qui fait dévier les électrons du côté choisi. Les quadripôles servent à resserrer les électrons entre eux parce que quand les électrons tournent, ils ont plus de places et donc essaient de s'éloigner car deux charges négatives se rejettent. Les aimants nommés sextupôles font la même chose que les quadripôles mais plus précisément. Pour alimenter les aimants en électricité, on utilise des alimentations. Il existe 32 dipôles, 160 quadripôles et 120 sextupôles au synchrotron SOLEIL. Les dipôles et les quadripôles se situent dans l'anneau de stockage et le booster au contraire des sextupôles qui ne se trouvent que dans l'anneau de stockage. Les dipôles et les quadripôles sont plus grands dans l'anneau de stockage que dans le booster.

1.1.2.2.3 Autres équipements

Le synchrotron SOLEIL possède trois imprimantes 3D avec lesquelles ils fabriquent de petites pièces. Dans chaque salle on voit un ou plusieurs ordinateurs dans la salle de commande, les salles de vie dans les lignes de lumière, les bureaux d'ingénieurs, de dessinateur projecteur, des mécaniciens, des scientifiques... Les aligneurs possèdent des niveaux qui permettent de positionner tous les équipements pour les lignes de lumière, ils utilisent également théodolite, des théodolites améliorés et des lasers trackers plus précis que les deux autres instruments. Des pompes sont utilisées par les videurs pour faire le vide dans les tubes de l'accélérateur d'électrons.

1.2 Exemple minimal

1.2.1 Glossaire et citations

On va raconter n'importe quoi à propos des [bande de cisaillement adiabatique –ou *Adiabatic Shear Band*– \(ASB\)](#), juste pour illustrer à quoi ressemblent les différents glossaires. On pourrait tout aussi bien converser sur la pertinence de l'utilisation des [mailles de coïncidences, ou *Coincidence Site Lattice* \(CSL\)](#) pour caractériser les [macles](#) du [rutile](#). Et pour craner un peu, je vais citer le merveilleux travail de [?](#). Maintenant que les [ASB](#) et [CSL](#) ont été définies, plus besoin de détailler leurs significations.

1.2.2 Tableaux et figures

On va ici placer des éléments graphiques (voir tableau ?? et figure ??), juste pour avoir des entrées dans les listes des figures et des tableaux. On remarquera l'utilisation des sous-figures ?? et ??.

TABLEAU 1.1 – Un tableau avec une légende tellement longue que ce serait hideux dans la liste des tableaux

Coucou	Au revoir
maman	papa



(a) Photo du Cap d'Antibes



(b) Saint Jeannet, depuis son Baou

FIGURE 1.1 – Exemple d'utilisation des sous-figures. J'utilise ici volontairement une légende longue.

1.2.3 Symboles mathématiques

Rien de spécial à propos des math, hormis l'illustration des symboles listés en fin de document, tels α ou γ , qui peuvent être utilisés indifféremment en mode *in-line* ou dans des équations¹ :

$$\alpha = \gamma/2 \tag{1.1}$$

Les entrées des glossaires peuvent même être appelés dans des figures (PDF avec surcouche \LaTeX , ou TikZ).

1. Le lecteur notera que `hyperref` ajoute un lien cliquable sur chaque entrée des différents glossaires.

1.3 Deuxième paragraphe

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Chapitre 2

La formation

Sommaire

2.1 Qualifications	5
2.1.1 Chercheurs	5
2.1.2 Ingénieurs	5
2.2 Évolution de carrière	5

2.1 Qualifications

Pendant mon stage à SOLEIL j'ai observé beaucoup de métiers différents dont l'entreprise a besoin pour fonctionner.

2.1.1 Ingénieur calcul

L'ingénieur calcul vérifie la rigidité des pièces parce que dans l'accélérateur la température peut varier et les objets s'allongent car la température a des effets sur beaucoup de choses. Il doit pouvoir concevoir des pièces pouvant fonctionner dans plusieurs endroits. Il doit pouvoir estimer les températures pour savoir comment construire les éléments. Pour pouvoir estimer la rigidité des objets, il utilise un ordinateur. L'ingénieur doit pouvoir faire des calculs scientifiques. Il a fait Bac+5 en école d'ingénieur. Son salaire est de 2250 euros en tant que débutant et aujourd'hui il gagne 4000 euros. Si il veut évoluer dans son métier il peut suivre une voie expertise donc se spécialiser dans certains domaines. L'avantage de ce métier est qu'il n'y a pas d'horaires décalés donc pas de contraintes d'exploitation.

2.1.2 Coordinateurs expérience

Le coordinateur expérience assiste au bon fonctionnement de chaque ligne de lumière. Il doit pouvoir intervenir dans tous les domaines de la physique. Il doit aussi connaître les gestes de premier secours et savoir utiliser les machines. Le coordinateur expérience est aussi là pour surveiller la machine très coûteuse pendant les week-end et la nuit quand les autres personnes ne travaillent pas. Au synchrotron SOLEIL il y a six coordinateurs expériences. Il se partage le travail en trois fois huit par journée, cela veut dire que chaque jour il y a trois coordinateurs expériences qui travaillent; un travaille le matin, le deuxième travaille l'après-midi et en fin de soirée et le troisième travaille pendant la nuit. Il s'échange

le poste tous les jours (week-end et jours fériés). Pour que chacun puisse avoir des vacances ils sont six. Les formations pour ce poste sont scientifique : il faut un bac scientifique et avoir fait des études supplémentaires en physiques. Il faut parler anglais et connaître les termes spécifiques en anglais parce qu'au synchrotron SOLEIL, des chercheurs et scientifiques de tous les pays viennent y travailler. Le salaire est d'environ 3500 euros net par mois.

2.1.3 Mécaniciens

Lors de la construction de l'accélérateur d'électrons, les mécaniciens ont installés les pièces et construisent la machine. Maintenant, il s'occupe de la maintenance de la machine et construisent des pièces avec différentes machines. Ils utilisent la fraiseuse et la tourneuse pour transformer des métaux en différentes pièces. Ils utilisent aussi une rectifieuse pour lisser les faces, une plieuse pour plier les différents métaux. Les mécaniciens soudent aussi. Le revenu est entre 25k et 30k euros brut annuels. La formation est un apprentissage en école spécialisée, un CAP, un BEP, BP, Bac Pro.

2.1.4 Services achats

Il faut certaines personnes qui s'occupent des achats. Pour cela il y a une assistante, trois acheteurs et deux personnes qui commandent. Les catégories d'achats sont les fournitures, les services, et les travaux.

2.1.5 Videurs

Certaines personnes s'occupent de vérifier si les tubes sont bien sous vide. C'est à dire que les tubes ne doivent pas contenir de molécules d'air autrement les électrons s'entrechoqueraient avec les molécules ou les détournerait mais s'écraserait sur la paroi des tubes et ne pourrait plus servir aux expériences. Pour mettre sous vide, on utilise des pompes à spirales qui aspirent l'air puis l'évacuent vers l'extérieur. On passe de dix puissance vingt-quatre molécules à dix puissance dix-neuf molécules. On trouve des molécules également sur les parois, elles peuvent se détacher des parois, elles remplissent le vide donc le tube serait impropre. Donc ils chauffent les parois de cent degrés celsius à deux-cent degrés celsius pendant environ vingt-quatre heures. Après tout ce processus il reste dix puissance onze molécules. On utilise également des pompes ioniques ou statiques qui elles gardent les molécules. Même si il en reste beaucoup ce n'est pas grave parce que les molécules qui restent ont plus d'espace pour se déplacer donc les électrons risquent moins de rencontrer des molécules d'air. Si on pense qu'il y a une fuite quelque part dans un tube ou une pièce, on utilise un détecteur. On vaporise de l'hélium autour de la pièce et un détecteur nous informe par un graphique si l'hélium a pu entrer dans le tube. Si l'hélium est entré dans le tube il faut réparer la pièce abîmée.

2.1.6 Électronicien et Électrotechnicien

Les électroniciens et les électrotechniciens développent, mettent au point et maintiennent les aimants. Parfois ils travaillent pour d'autres pays.

2.1.7 Ressources humaines

Les personnes travaillant dans le groupe ressources humaines s'occupent des salaires, aident les salariés si ils ont des problèmes, s'occupent de l'embauchement des personnes, des stagiaires. Lorsqu'une personne est embauché, les personnes du groupe ressources humaines doivent garder les papiers et les scanner pour en faire un dossier électronique.

Chapitre 3

L'intérêt du stage

Sommaire

3.1 Les raisons de mon choix	7
3.1.1 Glossaire et citations	7
3.2 Le synchrotron Soleil	7
3.3 Les difficultés que j'ai rencontrées	7
3.4	8
3.5 Références	8

3.1 Les raisons de mon choix

Au synchrotron SOLEIL il y a plusieurs corps de métier différents dont la plupart sont liés à la physique qui m'intéresse. Cela m'a permis de découvrir différents métier dans un domaine que j'apprécie.

3.2 Le synchrotron Soleil

Au laboratoire SOLEIL j'ai appris beaucoup de choses sur les atomes et la physique mais j'ai aussi pu découvrir d'autres métiers essentiels pour les scientifiques comme le métier de mécaniciens. Si il n'y avait pas de mécaniciens à SOLEIL, les scientifiques ne pourrait pas faire d'expériences et il n'y aurait eu aucun intérêt de construire le synchrotron SOLEIL.

3.3 Les difficultés que j'ai rencontrées

Comme le laboratoire SOLEIL est un laboratoire de physique les mots employés ne sont pas toujours compréhensible et les scientifiques les utilisant n'arrivait pas à nous les expliquer car pour eux ces termes sont simples et ils n'arrivent donc pas à les définir. Quand on est dans le bâtiment du synchrotron, il faut faire très attention que personne ne reste dans les cabanes d'expériences car les scientifiques utilisent dans certaines lignes de lumière comme MARS des rayonnement dangereux pour l'homme. Ils doivent donc vérifier que personnes ne restent dans la cabane d'expériences.

Annexe A

Annexes

A.1 Figures annexes

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. On rappelle que α et γ sont liés par la relation (??). Pour plus de détails, voir page ??.

A.2 Tableaux annexes

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.