



RAPPORT DE STAGE D'EXECUTION

Safran Aircraft Engines - Villaroche

Paco TANCHON

Août 2018

Table des matières

I	Introduction	2
II	Présentation du stage	3
	II - 1 Safran Aircraft Engines	3
	II - 2 Division Moteur Civils – Site de Villaroche	4
	II - 3 Poste et missions du stage	10
	II - 4 Accueil et intégration à l'entreprise	11
III	Organisation du travail dans l'entreprise	12
	III - 1 Organisation temporelle du travail	12
	III - 2 Conditions de travail	12
	III - 3 Relations professionnelles	12
IV	Aspects marquants du stage	13
	IV - 1 Prévention des défauts de production	13
	IV - 2 Vision du travail des ingénieurs	13
	IV - 3 Réductions des risques du travail	13
V	Conclusion	14

I Introduction

En tant que futurs ingénieurs et dans le cadre de notre scolarité à l'Ecole Centrale Lyon, nous sommes amenés à réaliser un stage dans un milieu ouvrier, dans un environnement industriel. L'objectif est double : d'une part, ce stage permet la meilleure compréhension des relations entre ouvriers et ingénieurs, d'autre part il constitue une expérience à part entière, unique dans notre carrière.

Plus qu'une simple formalité d'un parcours d'ingénieur, ce stage présente pour nous un intérêt véritable. Il représente une occasion inédite de pouvoir vivre, comprendre, et ressentir les liens entre ingénieurs et ouvriers d'une manière nouvelle. Cette compréhension est nécessaire, indispensable au travail de l'ingénieur en entreprise industrielle, car seule cette expérience permet de réaliser un travail qualitatif et intelligent, valorisant les échanges, optimisant les forces et les ressources disponibles au sein d'une entreprise.

Ce stage a été pour moi l'occasion de vivre ces relations, de saisir leurs enjeux, de mieux les comprendre et d'observer un point de vue très concret, très réel, parfois trop absent de nos cursus et formations jusque-là. Enfin, je remercie ici Alain BARBE et Pascal xxxxxx, mes référents maitres de stages, pour leur implication remarquable qui m'a permis de vivre en grand nombre d'expériences, dans de très bonnes conditions et une humeur toujours positive et motivante. Je remercie tout les monteurs, dont les conseils avisés, la maîtrise technique, et les explications patientes m'ont permis de comprendre au mieux les dimensions pratiques, humaines et relationnelles du travail de production.

II Présentation du stage

II - 1 Safran Aircraft Engines

SAFRAN AIRCRAFT ENGINES (Forme juridique SA), anciennement SNECMA, est un motoriste aéronautique et spatial d'envergure mondiale, comptant près de 15700 salariés pour un chiffre d'affaire de 8,1 Milliards d'euros en 2016. SAFRAN AIRCRAFT ENGINES est une des 11 filiales du groupe SAFRAN, qui compte environ 60 000 collaborateurs présents tout autour du globe, pour un chiffre d'affaire total de 16,5 Milliards d'euros.

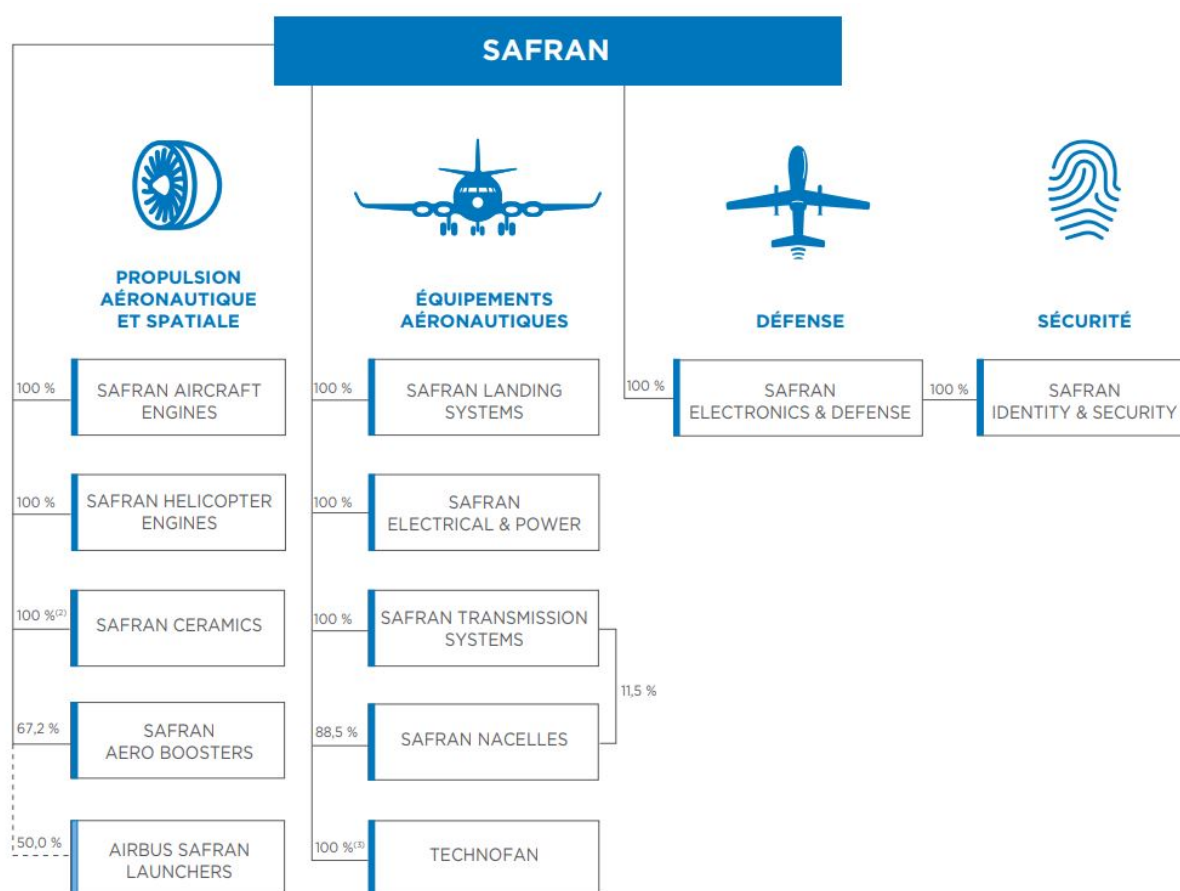


FIGURE 1 – Les différents secteurs d'activités du groupe SAFRAN

Ses activités se déploient principalement sur trois volets d'ingénierie de pointe :

- Aviation civile (78,2% du Chiffre d'Affaire)
- Aviation militaire (12,5% du CA)

- Spatial (6,4% du CA)

Le secteur d'activité de SAFRAN est en pleine croissance : en effet, les enjeux écologiques du 21ème siècle accentuent l'intérêt du développement d'avions plus économes, plus silencieux, et toujours plus fiables. De plus, l'aviation civile ne cesse de se développer, et le secteur retrouve une croissance qu'il avait perdue lors de la crise de 2008. Les carnets de commandes du groupe étant remplis à moyen terme, l'enjeu de la stratégie du groupe se retrouve à deux niveaux :

- L'investissement sur la recherche et le développement qui aboutirons sur de nouveaux propulseurs
- L'augmentation des volumes de production pour honorer les commandes et satisfaire les délais des clients.

Si la liste exhaustive de l'ensemble des propulseurs de la gamme SAFRAN AIRCRAFT ENGINES ne présente pas un grand intérêt, il est cependant intéressant d'évoquer les principaux (réacteurs) :

- CFM56 (Equipant les Airbus A320, certaines versions d'Airbus A340 et les Boeing 737)
- CFM Leap (Equipant les Airbus A320Neo, 737Max et Comac C919)
- M53 (Equipant les Dassault Mirage 2000)
- M88 (Equipant les Dassault Rafale)

Une des caractéristiques singulière de l'entreprise : pour affronter le marché mondial, ses principaux réacteurs civils sont issus du partenariat CFM International, qui est une collaboration à part égales avec la firme américaine General Electric. Cette particularité a permis à SAFRAN d'entrer sur le marché outre-Atlantique et de renforcer sa position de premier plan au sein des motoristes aéronautiques civils.

II - 2 Division Moteur Civils – Site de Villaroche

Mon stage s'est déroulé sur le site de Villaroche (77), en région parisienne, qui accueille près de 6000 employés. Celui-ci a été créé en 1947, et regroupe aujourd'hui des activités multiples : des bureaux d'études de développement moteur, l'ensemble des activités d'assemblage final des réacteurs, ainsi que les bancs d'essais permettant de vérifier leur bon fonctionnement en sortie d'usine.



FIGURE 2 – Vue aérienne du site de Villaroche

Lors de ce mois en tant que ouvrier, j'ai eu l'occasion de faire partie de la chaîne d'assemblage des moteurs civils, situé dans le bâtiment 35, d'une superficie de près de $60000m^2$. La mission de cette chaîne est d'assurer le montage de l'ensemble des composants et sous-composants moteurs jusqu'à ce que le moteur soit terminé et opérationnel. La division Moteurs Civils est dirigée par François BASTIN, et elle occupe la place mise en lumière par l'organigramme ci-après.



FIGURE 3 – Organigramme de Safran Aircraft Engine

Chaque moteur possède sa propre chaîne d'assemblage : mon stage m'a amené à prendre part à celle du moteur CFM LEAP, produit en trois versions légèrement différentes pour les avions Airbus, Boeing et Comac. Pour mieux comprendre le fonctionnement de cette production, il convient de rappeler l'architecture d'un réacteur double flux tel que le CFM LEAP.

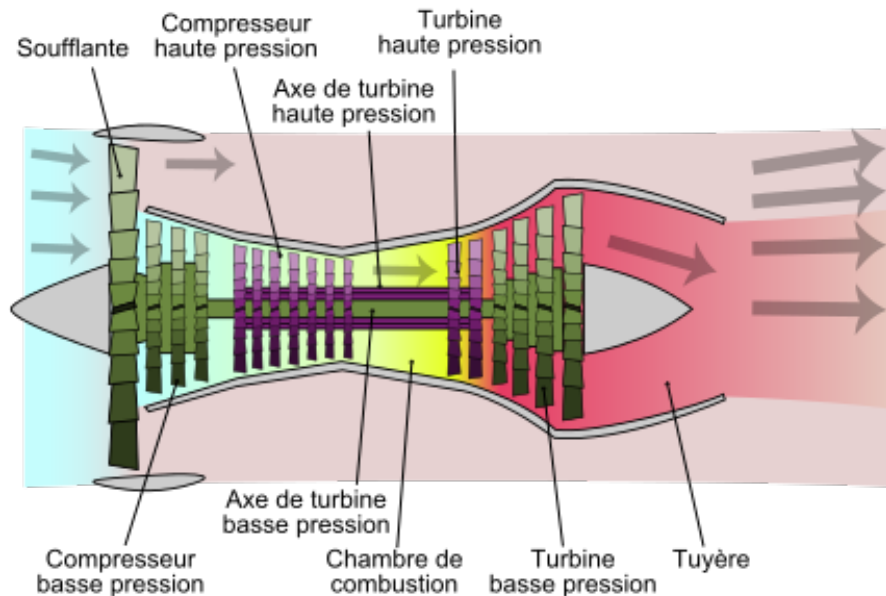


FIGURE 4 – Schema d'un moteur double flux tel que le CFM LEAP

Celui-ci est composé d'une soufflante, ou fan, puis d'un compresseur (basse puis haute pression). Viens ensuite la chambre de combustion, puis la turbine (qui entraîne via un arbre la soufflante et le compresseur). L'air passant par la soufflante et par l'extérieur de la chambre de combustion est appelé flux froid du réacteur, par opposition à celui qui la traverse, nommé flux chaud. Dans un réacteur tel que le LEAP, le flux froid est responsable de près de 90% de la poussée totale du réacteur.

Le site de Villaroche centralise donc toutes les différentes pièces du moteur, et réalise l'assemblage des modules soufflante, compresseur basse pression et turbine basse pression. L'assemblage de la partie haute pression ainsi que la chambre de combustion est effectué par General Electric et transporté jusqu'à Villaroche pour y effectuer l'assemblage final du réacteur.

La ligne de production des turbines est décomposée en plusieurs étapes, chacune nécessitant un poste de travail adapté. L'ensemble des tâches à effectuer sont listées par un logiciel (PIM – Poste Intégré de Montage) déroulant une « gamme de montage », véritable manuel d'emploi de l'assemblage. Celui-ci demande la signature du monteur à la fin de chaque étape et sous-étape, ainsi que la saisie de diverses valeurs de contrôles (cotes, tolérances, mesure de couple de serrage, etc...). Pour la réalisation d'une turbine complète, on réalise donc, dans l'ordre :

- **Assemblage du « mineur 15 » :** Cette étape, la plus longue, consiste à la mise en place au sein du carter de turbine des étages de stators et de rotors, au nombre de 5 pour un LEAP Boeing, et 7 pour un LEAP Airbus ou Comac. Le travail est minutieux et répétitif, car les étages de stators sont composés d'une vingtaine de « DBP » (Distributeurs Basse Pression). Avant toute chose, il faut effectuer un contrôle visuel de chaque DBP, puis relever et inscrire son numéro de série dans PIM. Il faut ensuite graisser les flancs des pièces, puis placer des plaquettes (fines pièces métalliques) qui servent à faire la liaison entre les secteurs, parfois au nombre de 6 par DBP. Chaque secteur est ensuite placé dans un outil d'accostage, précisément réglé, puis déposé grâce à un palan dans le carter.



FIGURE 5 – Mineur 15 en cours d'assemblage, dépose de la roue 2 terminée

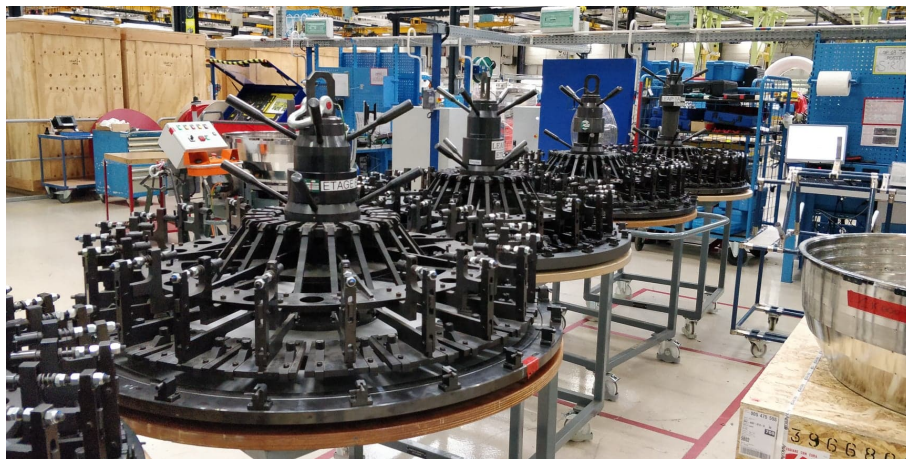


FIGURE 6 – "Araignée" : Outillage d'assemblage et transport des distributeurs basse pression dans le carter

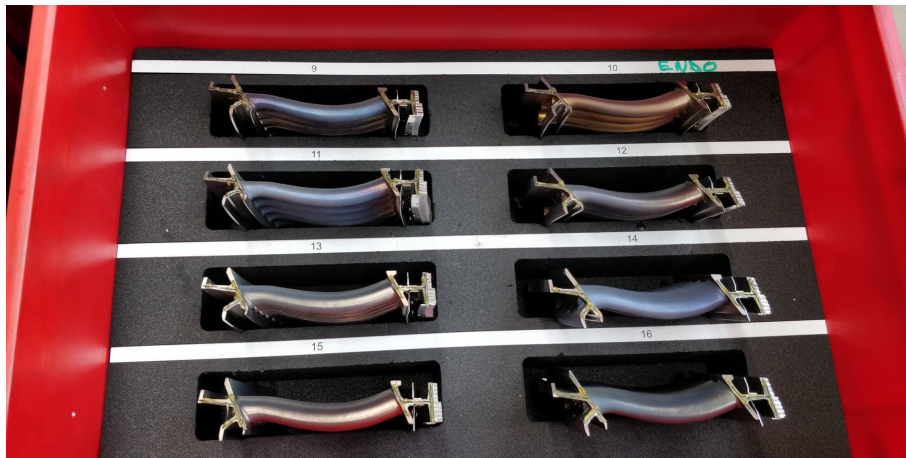


FIGURE 7 – Secteurs de distributeur basse pression, ou DPB

- **Assemblage du « mineur 17 » :** Cette étape consiste à l'assemblage de divers éléments en modules pour réaliser le « mineur 17 », qui est le carter d'échappement de la turbine (la partie la plus arrière du réacteur).

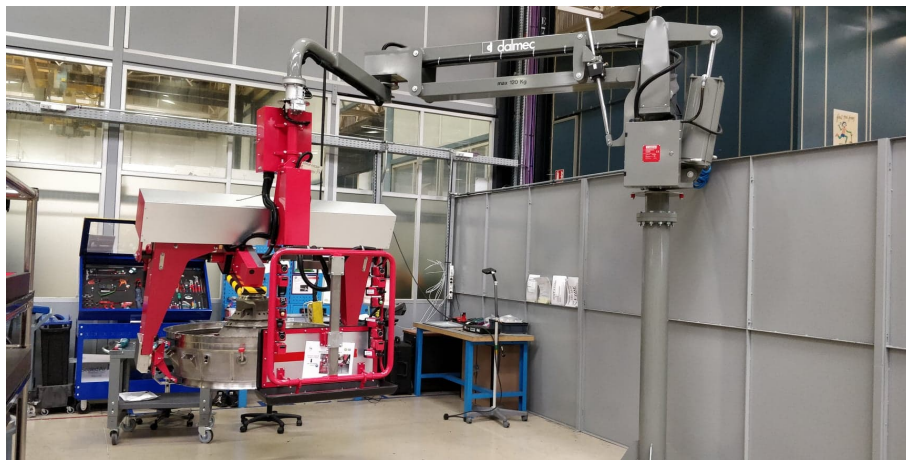


FIGURE 8 – Carter du mineur 17 (echappement) sur un bras de manipulation

- **Préparation équilibrage :** Lors de cette étape, l'arbre de transmission vient être accosté et frété (encastrement par dilatation thermique d'une des pièces de l'assemblage) sur le mineur 15. D'autres équipements lui sont rajoutés pour rendre l'ensemble compatible avec l'équilibreuse sur laquelle il va être monté.
- **Equilibrage :** Le but de cette étape est de corriger les défauts liés aux divers tolérancements des pièces dans l'assemblage. Le but est de supprimer le défaut d'axe du moment d'inertie de l'ensemble arbre + mineur 15. L'équilibreuse entraîne en rotation la turbine, et

calcule la position et la valeur du balourd à placer pour compenser le défaut. Cependant, l'équilibrage doit être réalisé en ajustant à l'aide de masselottes la répartition des masses sur deux plans (entrée et sortie de turbine), lors d'essais statiques et dynamiques, ainsi l'exécution correcte de cette tâche nécessite savoir-faire et expérience de la part de l'opérateur.

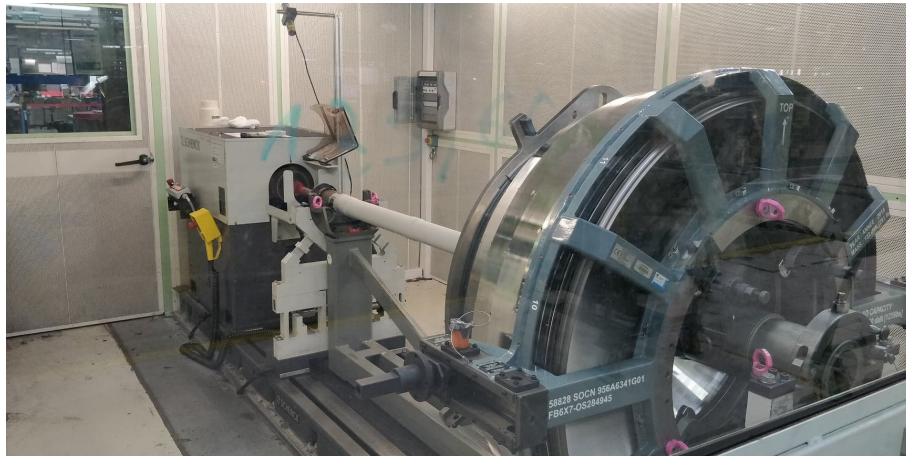


FIGURE 9 – Turbine montée sur l'équilibreuse

- **Finition** : La dernière étape de la ligne turbine consiste à l'assemblage du carter d'échappement (mineur 17) sur la turbine équilibrée.

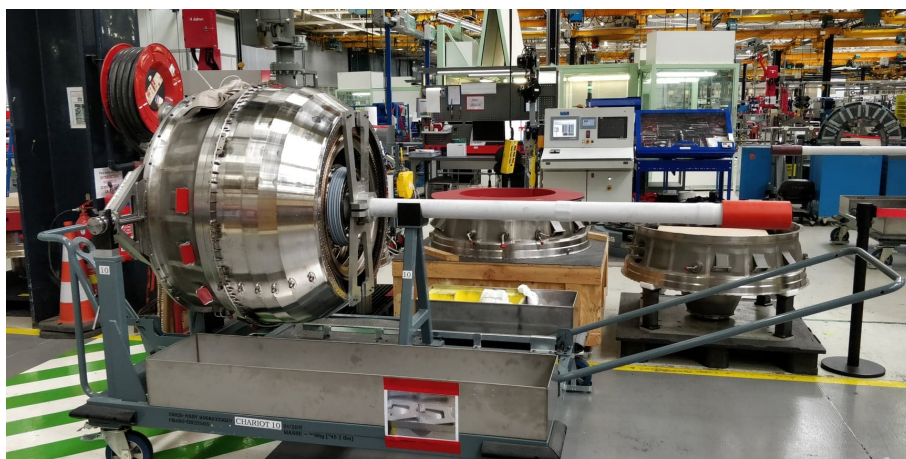


FIGURE 10 – Turbine entièrement terminée, le résultat final

II - 3 Poste et missions du stage

Pour la durée de mon stage, j'ai travaillé au sein de la chaîne de production de la turbine du moteur LEAP. Ayant été affecté à un fonctionnement horaire dit « variables », (8h-15h45, 45min de pause obligatoire), j'ai pu être intégré au sein de deux équipes, la production fonctionnant selon le rythme des 2/8. Celles-ci, d'un effectif variable (15 monteurs) selon les semaines, effectuaient leur relai à 14h, et alternaient entre les horaires du matin et du soir toutes les semaines.

Les missions qui m'ont été confiées étaient variables en fonction des besoins de l'atelier. Celles-ci étaient principalement des missions de logistiques, puisque le travail de monteur implique une période de formation, ainsi qu'une certaine responsabilité vis-à-vis des actions effectuées. En effet, certaines pièces, telles que l'arbre de turbine ou les secteurs distributeurs basse pression, sont particulièrement fragiles et valent plusieurs dizaines de milliers d'euros.

Mes missions principales ont donc été :

- **Transport des emballages vides** : Cette tâche, journalière, consistait à effectuer une vérification de l'ensemble des postes de travail de la chaîne d'assemblage de la turbine, et d'y récupérer à l'aide d'un transpalette les caisses et cartons de stockage des pièces. Je devais alors les transporter dans une allée centrale de l'atelier pour qu'un Fenwick puisse venir les collecter plus facilement et les ramener à l'entrepôt logistique.
- **Réaliser des constats d'anomalies logistiques** : Lorsque des irrégularités logistiques se produisent, il est nécessaire de remplir un document de signalement permettant leur traitement et leur rectification. Celles-ci sont le plus souvent liées à des pièces livrées en surplus à des postes de montage, ou alors à des pièces défectueuses et dont le défaut a été détecté à l'assemblage. Je devais donc réaliser ces constats dès que besoin.
- **Récupération de pièces au magasin** : Cette tâche ponctuelle consistait à se rendre, muni d'un bon de commande préalablement rédigé, au magasin de l'entrepôt pour récupérer les pièces/l'outillage demandé, puis le transporter jusqu'au poste de travail demandeur de la livraison.
- **Contrôle des lignes de sécurités de l'espace de travail** : Cette tâche, journalière elle aussi, m'amenait à remettre en place les lignes déroulantes (rubalise rouge) qui entourait chaque poste de travail lors de la pose de midi. Celles-ci servent à dissuader les intrusions inopinées sur les postes de travail lorsque les équipes sont en pose déjeuner.
- **Contrôle des livraisons de modules** : Certaines pièces/modules du moteur sont acheminées par transport aérien. Les conteneurs qui les contiennent doivent être régulièrement préparés, pour éviter toute avarie lors du transport. Mon rôle consistait donc à ouvrir ces caisses, vérifier la bonne fixation, relever le numéro de série unique et le comparer à

celui inscrit sur le bon de commande, puis remettre le conteneur dans son état initial.

Ces missions m'ont été attribuées par les agents de maîtrise, dont le rôle hiérarchique est de superviser le travail des équipes au sein de la ligne de production des turbines. Ils s'occupent également de la répartition des tâches, ainsi que du briefing à 14h, lors de la rotation des équipes. Elles s'effectuaient en relation avec les différents membres de l'équipe d'ouvriers, dont l'écoute des besoins et l'observation de l'avancement permettaient la meilleure exécution des tâches qui m'ont été confiées.

II - 4 Accueil et intégration à l'entreprise

D'un point de vue pratique, mon stage s'est déroulé du 04/08 au 31/08, pour une durée de 4 semaines complètes et a été rémunéré. Mon intégration dans l'entreprise s'est faite en deux étapes. Dans un premier temps, une réunion de présentation de l'entreprise et du groupe Safran a été réalisée à l'ensemble des stagiaires commençants leurs missions le jour de mon arrivée. Une fois les formalités administratives et fonctionnelles terminées (badge, accès au restaurant d'entreprise, sécurité au travail, équipements de sécurité, . . .) je me suis présenté à mon tuteur de stage, qui est un agent de maîtrise de la ligne turbine. Celui-ci m'a alors présenté aux équipes d'ouvriers, puis accompagné lors d'une découverte commentée de l'ensemble des opérations effectuées dans le bâtiment.

Les premières journées ont essentiellement consisté en un travail d'observation, pour comprendre et assimiler le fonctionnement de l'atelier. Cette phase m'a également permis de poser des questions aux monteuses, qui ont pris de leur temps pour m'expliquer en détail le déroulé de chaque opération. Des liens se sont rapidement créés, et je me suis très rapidement senti intégré aux équipes. Le statut de mon stage – et donc la situation d'élève ingénieur – était bien connue des monteuses, car Safran a l'habitude de réaliser ce type de stage et ils y ont donc confrontés régulièrement lors des périodes estivales.

Cette expérience – ma première de longue durée en entreprise – a été d'une incroyable richesse. Elle m'a permis de vivre, de comprendre et d'échanger avec les monteuses sur les problématiques de leur travail, de leur rythme de vie, de leurs relations avec la hiérarchie, de leurs attentes et ententes envers les ingénieurs, et d'un grand nombre de sujets qui ont rendus cette immersion particulièrement marquante. Les parties suivantes les aborderons par ailleurs plus en détails.

III Organisation du travail dans l'entreprise

III - 1 Organisation temporelle du travail

Le travail dans l'atelier est organisé selon le rythme dit des 2/8. La première équipe (A) démarre sa journée à 6h30 et la termine à 14h, tandis que la deuxième (B) commence à 14h et termine à 21h30. Il y a de plus une équipe de nuit, qui opère de 21h30 à 4h du matin, composée de volontaires provenant des équipes A et B, et dont la mission est de combler les éventuels retards de productions journaliers vis-à-vis des prévisions établies en début de semaine. Chaque équipe est tenue de réaliser une pause repas d'une durée minimale de 30 minutes.

Cette organisation temporelle se retrouve dans les salaires : en effet, les heures effectuées en équipe de nuit profitent d'un taux horaire majoré, tout comme les heures supplémentaires, ou le travail le week-end et les jours fériés. Un monteur qui décide donc de travailler souvent de nuit ou de faire des heures supplémentaires verra son salaire fortement augmenter. Celui-ci sera par ailleurs complété en fin d'année par une prime individuelle. Le sujet des salaires me paraissait difficile à aborder directement avec les équipes, mais les monteurs avec lesquels j'ai pu échanger ne semblaient pas du tout gênés par ce sujet de discussion, et ont pris le temps de m'expliquer le système de rémunération, de primes, et leur ressenti sur le sujet. Le ressenti global qui ressort de ces échanges est fortement positif, les ouvriers étant dans l'ensemble satisfaits de leur rémunération.

De plus, ce salaire est complété par l'existence d'un Comité d'Entreprise (ou CE), qui propose un certain nombre de services ou de prix préférentiels sur un grand nombre d'activités, et par le remboursement des frais de transport lors d'heures effectuées sous le régime d'heures supplémentaires.

Enfin, il convient de remarquer qu'un grand nombre de monteur ne sont pas directement des salariés de Safran, et opère plutôt sous le statut d'intérimaire, parfois sur de longue durée. Certains d'entre eux espèrent d'ailleurs obtenir à terme une embauche en CDI chez Safran Aircraft Engines.

III - 2 Conditions de travail

III - 3 Relations professionnelles

IV Aspects marquants du stage

IV - 1 Prévention des défauts de production

IV - 2 Vision du travail des ingénieurs

IV - 3 Réductions des risques du travail

V Conclusion

Table des figures

1	Les différents secteurs d'activités du groupe SAFRAN	3
2	Vue aérienne du site de Villaroche	5
3	Organigramme de Safran Aircraft Engine	5
4	Schema d'un moteur double flux tel que le CFM LEAP	6
5	Mineur 15 en cours d'assemblage, depose de la roue 2 terminée	7
6	"Araignée" : Outillage d'assemblage et transport des distributeurs basse pression dans le carter	7
7	Secteurs de distributeur basse pression, ou DPB	8
8	Carter du mineur 17 (echappement) sur un bras de manipulation	8
9	Turbine montée sur l'équilibreuse	9
10	Turbine entièrement terminée, le résultat final	9

Annexes