



---

# Stage ouvrier chez Structural Fasteners Factory

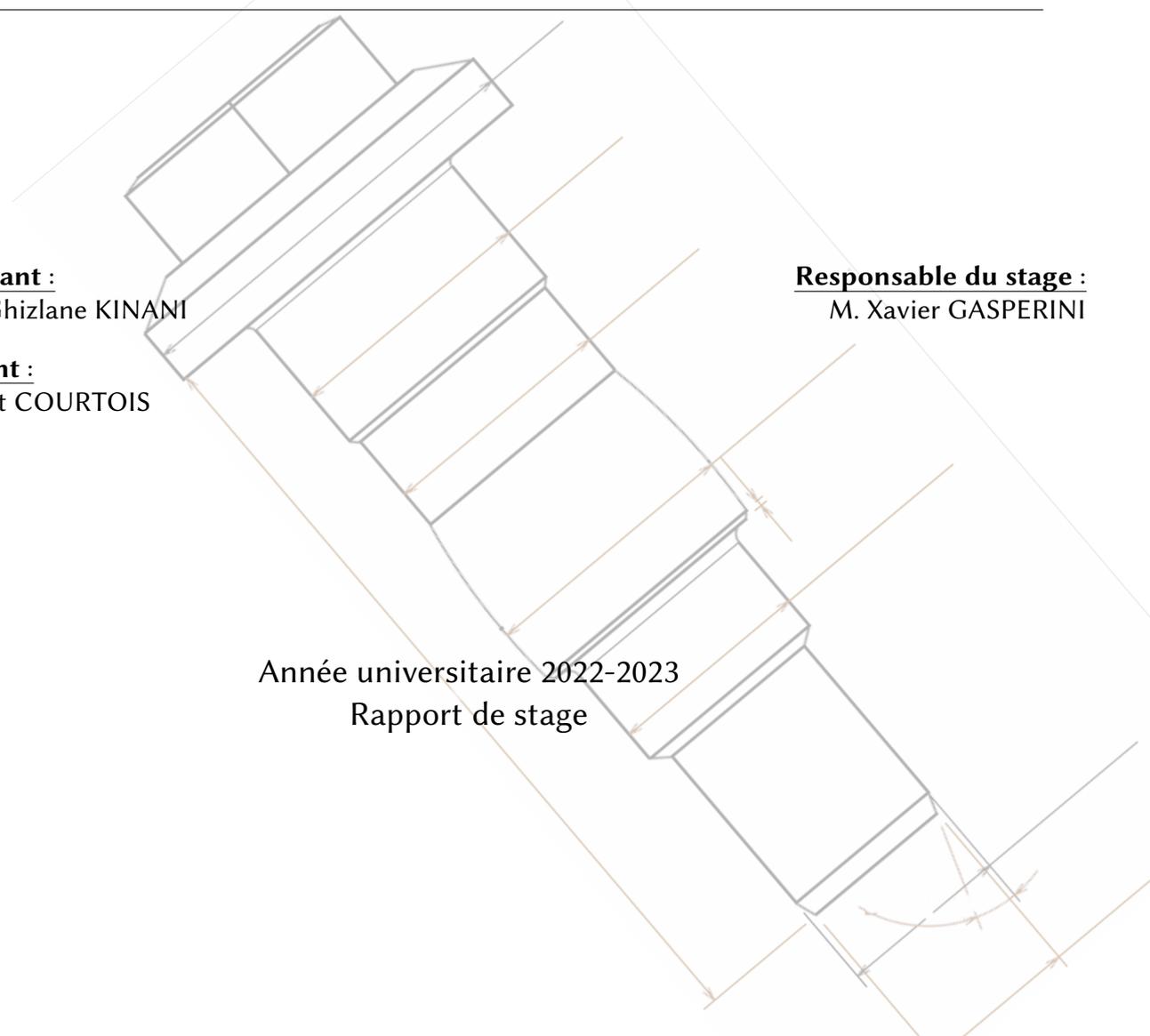
---

**Encadrant :**  
Mme. Ghizlane KINANI

**Étudiant :**  
Thibault COURTOIS

**Responsable du stage :**  
M. Xavier GASPERINI

Année universitaire 2022-2023  
Rapport de stage



## Engagement de non plagiat<sup>1</sup>

Je soussigné, Thibault COURTOIS.

N° carte d'étudiant : 22205247.

Déclare avoir pris connaissance de la charte des examens et notamment du paragraphe spécifique au plagiat. Je suis pleinement conscient qu'une copie intégrale sans citation ni référence de documents ou d'une partie de document publiés sous quelques formes que ce soit (ouvrages, publications, rapports d'étudiants, internet, etc...) est un plagiat et constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour produire et écrire ce document.

Fait le 27/06/2023

Signature



---

1. Document du chapitre 10 annexe 5, issu de la Charte des examens adoptée en Conseil d'Administration le 11 juillet 2013 après avis du CEVU du 27 juin 2013 - Délibération N°2013-73 - Modifié suite au CFVU du 12/03/2015.

## Remerciements

Je tiens tout d'abord à témoigner ma gratitude à **toute l'équipe de Structural Fasteners Factory** pour leur accueil chaleureux et mon accompagnement pendant le stage dans leur entreprise. Tous ont participé à ma formation en me donnant des conseils pertinents concernant mon travail et ont toujours été là pour répondre à mes éventuelles questions.

Je remercie tout particulièrement **M. André-Jean DUPUIS**, directeur général de SFF qui m'a accepté en tant que stagiaire dans sa société et a tout fait pour que je sorte du stage avec une vue d'ensemble sur les procédés de fabrication et les méthodes qu'ils utilisent pour arriver à des produits de très grande qualité. Je remercie également **M. Xavier GASPERINI**, responsable production et site de SFF, qui a été mon maître de stage pendant cinq semaines et qui m'a détaillé son expertise au quotidien avec une grande pédagogie et m'a donné toutes les directives nécessaires à l'accomplissement de mon travail au sein de l'entreprise. Monsieur Gasperini m'a énormément appris pendant ces cinq semaines et je détaillerai dans la suite de ce rapport ce qu'il m'a apporté durant ce stage. Enfin, je remercie Monsieur **Benjamin MASINI**, responsable reprise, qui a été mon premier contact au sein de SFF et m'a permis de décrocher un stage dans son entreprise. Grâce à toute l'équipe, j'ai acquis énormément de nouvelles connaissances et j'ai pu renforcer et développer de nombreuses compétences.

Je garderai un très bon souvenir de cette équipe soudée et joyeuse avec qui j'ai pu travailler durant ces cinq semaines.

Enfin, je remercie également, **Mme Ghizlane KINANI**, ma tutrice et professeure à Seatech pour m'avoir accompagné tout au long du stage et aidé dans la rédaction de ce rapport.

## Résumé

Ce rapport explique ce que j'ai fait et ce que j'ai appris lors de mon stage ouvrier de cinq semaines du 26 juin au 28 juillet 2023 chez Structural Fasteners Factory. Structural Fasteners Factory (SFF) est un fabricant de fixations structurales et décolletées de très haute qualité destinées à des applications dans l'aéronautique, la défense, l'aérospatiale et plus généralement l'industrie. Pour produire des fixations et contrôler leur qualité, SFF dispose de nombreuses machines-outils qui doivent être paramétrées et adaptées aux besoins de la production, pilotées et alimentées en matière première et en énergie pour leur bon fonctionnement. Un laboratoire pourvu de nombreux équipements de mesure de pointe permet le contrôle de la qualité des pièces produites. Pendant ce stage, j'ai été opérateur sur une des machines-outils : la brother TC-22A (fraiseuse à centre vertical d'usinage) et j'ai participé à de nombreuses étapes de la production de vis : trempe de l'acier, sablage, ébavurage. Je me suis aussi chargé du contrôle de la qualité des pièces que j'ai réalisées et j'ai participé à des tests de dureté et de traction sur des éprouvettes que j'ai moi-même préparées. Enfin, je me suis chargé du nettoyage, et de l'emballage des pièces que j'ai pu produire au cours du stage. Ce rapport mettra donc en lumière tout ce que j'ai pu accomplir au sein de l'entreprise et tout ce que j'y ai appris en tant qu'opérateur.

**Mots clés :** Fixation structurale, opérateur, machine-outil, contrôle qualité.

## Abstract

This report describes what I did and what I learned during my five-week work placement at Structural Fasteners Factory from the 26<sup>th</sup> June to the 28<sup>th</sup> July 2023. Structural Fasteners Factory (SFF) is a manufacturer of high quality structural and turned fasteners for aerospace and defence applications. To produce its fasteners and check their quality, SFF has a large number of lathes that must be parameterised and adapted to production needs, controlled and supplied with raw materials and energy to ensure that they run smoothly. A control laboratory equipped with a wide range of state-of-the-art measuring equipment is used to check the quality of the parts produced. During this work placement, I was an operator on one of SFF's machine tools : the brother TC-22A (vertical machining centre milling machine) and I took part in many stages of screw production : steel hardening, sandblasting, deburring. I was also responsible for quality control of the parts I produced and took part in hardness and tensile tests on test specimens that I prepared myself. Finally, I was responsible for cleaning and packaging the parts I produced during the course. This report will therefore highlight everything I was able to achieve within the company and everything I learnt as an operator.

**Key words :** Structural fastening, operator, machine tool, quality control

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>6</b>
<b>Glossaire</b>	<b>7</b>
<b>1 Structural Fasteners Factory</b>	<b>8</b>
1.1 Présentation générale . . . . .	8
1.1.1 Histoire de l'entreprise . . . . .	8
1.1.2 Hiérarchie de l'entreprise . . . . .	8
1.2 Organisation du travail . . . . .	8
1.2.1 Travail en équipe . . . . .	9
1.2.2 Type de contrats des salariés . . . . .	9
1.2.3 Conditions de travail . . . . .	9
1.2.4 Maintenance Risques et Hygiène . . . . .	9
1.2.5 Qualité et Traçabilité . . . . .	10
1.2.6 Produits et services vendus . . . . .	11
1.3 L'entreprise dans son marché . . . . .	12
1.3.1 Le marché de l'aéronautique et du spatial . . . . .	12
1.3.2 Principaux concurrents de SFF . . . . .	12
1.3.3 Stratégie de SFF . . . . .	12
1.3.4 Principaux fournisseurs . . . . .	13
1.3.5 Principaux clients . . . . .	13
<b>2 Les travaux effectués et mes observations</b>	<b>14</b>
2.1 Mon poste au sein de l'entreprise . . . . .	14
2.2 Usinage et reprise de pièces . . . . .	14
2.2.1 Elaboration des plans en 2D . . . . .	14
2.2.2 Réglage de la machine et langage ISO 6983 . . . . .	15
2.2.3 Perçage des pièces et fonctionnement d'un cycle de travail . . . . .	16
2.2.4 Vérification des cotes et contrôle de la qualité des pièces . . . . .	16
2.2.5 Finition . . . . .	17
2.2.6 Autre usinage . . . . .	17
2.3 Apprentissage et participation au processus de fabrication des vis structurales . . . . .	19
2.3.1 Matricage . . . . .	19
2.3.2 Trempe et revenu de l'acier . . . . .	21
2.3.3 Contrôle de la dureté et de la résistance en traction . . . . .	22
2.3.4 Sablage . . . . .	24
2.3.5 Reprise . . . . .	25
2.3.6 Roulage . . . . .	25
2.3.7 Décolletage . . . . .	26
2.3.8 Protection . . . . .	26
2.3.9 Vérification de la qualité des séries . . . . .	27
<b>3 Les apports du stage</b>	<b>29</b>
3.1 Les apports du stage . . . . .	29
3.2 Démarche compétence Seatech . . . . .	30
<b>Conclusion</b>	<b>31</b>

---

<b>Annexes</b>	<b>32</b>
3.3 Programme de commande numérique . . . . .	32
3.4 Fiches d'évaluation . . . . .	35
<b>Bibliographie</b>	<b>37</b>

## Introduction

Dans le cadre de la validation de mon diplôme d'ingénieur, je dois réaliser trois : un stage ouvrier en première année, un stage d'assistant-ingénieur en deuxième année et un stage en tant qu'ingénieur en troisième année.

Ce rapport concerne mon stage ouvrier de première année d'une durée de cinq semaines, effectuées entre le 26 juin et le 28 juillet 2023 dans lequel j'ai mis mes connaissances et mes compétences d'élève ingénieur de première année au service de l'entreprise Structural Fasteners Factory.

Puisque je souhaite travailler plus tard dans la robotique et sur des lignes de production industrielles automatisées, obtenir un stage chez Structural Fastener Factory m'a paru être une bonne première approche, car leur production est en partie robotisée. Certaines machines-outils sont en effet alimentées en matière première par des robots et d'autres non. Cela me permet d'observer l'utilité et le fonctionnement des robots dans leur production et leur comportement en présence d'humains. De plus, travailler sur des machines-outils non robotisées me permet de me rendre compte du travail quotidien d'un opérateur, son rôle, ses besoins et les difficultés qu'il peut rencontrer. Cette perspective est très intéressante puisque je serai certainement amené à faciliter et optimiser le travail des opérateurs en implémentant des robots dans des chaînes de production dans le futur.

C'est justement des missions d'opérateur sur machine-outil qui m'ont été majoritairement attribuées durant ce stage : j'ai assisté l'équipe de SFF dans des travaux de sous-traitance en usinant des fixations produites par un des collaborateurs, en ébavurant les pièces une fois usinées et en contrôlant leur qualité.

Dans une moindre mesure, j'ai assisté l'équipe sur la production principale de SFF : j'ai participé à la trempe et au sablage des vis, au contrôle de leur dureté et de leur résistance en traction conformément à la demande du client.

Enfin, en parallèle de mes différentes missions, mon maître de stage Monsieur Xavier Gasperini m'a formé et instruit sur le processus de trempe et de revenu des vis, les méthodes de contrôle de dureté et de résistance en traction ainsi que l'analyse de leurs résultats, la construction de plans en 2D de fixations par logiciel de CFAO, l'élaboration de programmes d'usinage en langage machine et l'utilisation des différents outils d'usinage et machine-outil mis à ma disposition pour réaliser les missions qui m'ont été attribuées.

## Glossaire

Vocabulaire	Définition
SFF	Structurale Fasteners Factory
Ebavurer	Enlever toutes les bavures et les imperfections, pour obtenir une surface parfaitement lisse.
Sablage	Le sablage est une technique industrielle très utilisée en ferronnerie qui permet de décaper ou nettoyer mécaniquement différentes surfaces telles que l'acier, l'inox, la fonte ou l'aluminium par la projection à grande vitesse de grains de sable provenant de différents minéraux naturels ou de microbilles de verre.
Trempe	Immersion dans un bain froid (d'un métal, d'un alliage chauffé à haute température).
Revenu	Le revenu est un traitement thermique à basse température (150 à 650 °C) destiné à éliminer les contraintes et la fragilisation provoquées par la trempe et obtenir les propriétés mécaniques requises.
Vis Structurale	Vis produite par déformation de la matière
Vis Découletée	Vis produite par enlèvement de matière
Décolletage	Fabrication de pièces métalliques tournées à partir de barres ou de fils de métal.
Cote	En dessin technique, la cotation a pour but de définir les dimensions et les positions relatives des surfaces d'une pièce, ainsi que les variations possibles de ses grandeurs tout en garantissant le bon fonctionnement de la pièce dans son mécanisme.
CFAO	Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur
Brother TC-22A	Machine outil : centre d'usinage vertical
Sableuse	Machine qui effectue le sablage des pièces
Language ISO	Commande numérique des machines
Débourage	Enlever la bourre des trous de perçage
Matriçage à chaud	Le matriçage est le forgeage des métaux non-ferreux
OF	Ordre de fabrication
Roulage	Le roulage est une technique de déformation du matériau d'une pièce pour lui donner une forme appropriée par exemple pour fileter une pièce.
Fraiseuse	La fraiseuse est un outil de coupe qui tourne à grande vitesse et rencontre une pièce dans le but d'enlever des copeaux.
Traitement thermique	La définition retenue par la norme NF EN 10052 pour traitement thermique est une succession d'opérations au cours desquelles un produit ferreux solide est soumis en totalité ou partiellement à des cycles thermiques pour obtenir un changement de ses propriétés et/ou de sa structure.

# 1 Structural Fasteners Factory

## 1.1 Présentation générale

Structural Fasteners Factory (SFF) est une PME de 8 personnes, située dans la zone industrielle de Toulon Est qui fabrique des fixations structurales ou décolletées pour les domaines de l'aéronautique, l'aérospatiale et la défense. L'équipe de SFF est composée de 8 personnes qui ont chacune un rôle distinct dans la production ou le contrôle de la qualité des pièces. SFF conçoit de A à Z les fixations qui lui sont commandées en partant d'une tige de matière première qui convient au produit souhaité et peut traiter des commandes allant de quelques dizaines de pièces à plusieurs milliers.

### 1.1.1 Histoire de l'entreprise

SFF a été fondée en 2021 par Monsieur André-Jean Dupuis (l'actuel directeur général de SFF) et Monsieur Xavier Goulard (l'actuel président de SFF). L'entreprise est un projet commun à tous les membres de l'équipe. En effet, ils sont tous issus de la même entreprise AEDS BD Fixations et ont décidé de quitter cette entreprise pour fonder SFF suite au rachat par des investisseurs américains de leur ancienne entreprise. SFF est donc une équipe soudée de collègues de longue date spécialisés dans la fixation pour l'aéronautique.

Depuis sa création SFF n'a de cesse de contacter de nouveaux clients et s'est solidement ancrée dans son marché. En 2022 et 2023 les compétences de SFF sont certifiées EN9100 (spécifique au domaine de l'aéronautique) et son travail, ses procédés de traitement thermique et de matriçage à chaud sont qualifiés par un de leur plus gros client : MBDA.

### 1.1.2 Hiérarchie de l'entreprise

À la tête de l'entreprise, on retrouve Monsieur André-Jean Dupuis qui est le directeur général et son co-fondateur. Ensuite sur les 6 autres employés, 4 sont cadres dans l'entreprise. Tout le monde est en CDI de 35h par semaine. Dans tous les cas, tous participent à la production : de la réception des matières premières et leur découpe jusqu'à l'emballage et l'envoi des produits, y compris le directeur général.

## 1.2 Organisation du travail

Comme je l'ai expliqué plus haut, tout le monde participe à la production, mais suivant leur domaine de compétence, les employés de SFF vont majoritairement travailler sur une partie du processus de fabrication dans laquelle ils sont spécialisés.

La production est initiée à l'arrivée des premiers employés. Ils peuvent travailler sur une étape précise du processus de fabrication sans être gênés par l'absence d'un collègue spécialisé dans une autre partie du processus. Dans la même journée, les employés ne travaillent pas forcément sur le même type de pièces : les vis au roulage ne seront pas les mêmes vis qu'au sablage, etc. Ainsi ils arrivent à optimiser leur production et à travailler sur plusieurs séries de produits en même temps.

De la même manière, le contrôle de la qualité des pièces s'effectue en parallèle de la production et ne la ralentit en aucun cas. La production est continue.

Quand une difficulté est rencontrée ou qu'une situation singulière se produit : dysfonctionnement d'une machine, ou réception de nouvelles pièces, tous les membres de l'équipe sont mis à contribution. L'automatisation robotique de certains processus de fabrication permet aux employés de régler le problème tout en faisant avancer la production. Les employés sont en général seuls à effectuer la tâche dans laquelle ils sont spécialisés, et se relaient pour les tâches auxiliaires.

### 1.2.1 Travail en équipe

SFF est une PME, elle dispose d'une petite équipe très soudée et polyvalente qui fait sa force. Tous les membres de l'équipe sont experts, très polyvalents et sont capables de s'adapter à toutes les situations y compris l'arrivée d'un stagiaire !

Mon maître de stage par exemple était spécialisé dans le traitement thermique et s'occupait de la trempe et du revenu des vis. Il faisait aussi le contrôle des duretés et de résistance en traction sur quelques échantillons après une trempe. En parallèle de son activité principale, il participait à l'usinage des pièces en sous-traitance, à la maintenance des machines et à leur modification en fonction des besoins de la production, etc. Monsieur Jean-Luc Bonnaud qui est le responsable qualité du site et qui effectue la majorité des expertises en laboratoire participait aussi au remplissage des plateaux des robots, aidait à l'emballage des pièces...

Les employés s'entraident dans toutes les difficultés qu'ils peuvent rencontrer dans la production et sont en mesure de prendre la place d'un collègue quand celui-ci est absent pour poursuivre le processus dans lequel il était expert. Ils participent tous à l'accueil des clients, et au nettoyage du site.

### 1.2.2 Type de contrats des salariés

Tous les employés de SFF sont en CDI de 35h par semaine. Certains d'entre eux font des heures supplémentaires rémunérées en plus de leur contrat.

### 1.2.3 Conditions de travail

Tout le site est climatisé, des sanitaires et des douches sont mis à disposition des employés juste à côté de leur poste de travail ainsi qu'une machine à café. Pour le midi, l'équipe dispose d'une cuisine équipée avec réfrigérateur. Les employés de SFF sont amis et collègues de longue date et amènent souvent le petit déjeuner le matin pour les autres membres de l'équipe. Pour le déjeuner, de la nourriture est mise à disposition des employés et Monsieur André-Jean Dupuis quand il n'est pas en déplacement fait à manger pour toute l'équipe. Tout le monde travaille dans la bonne humeur et une très bonne ambiance règne dans l'entreprise.

Pour les horaires, les employés sont libres d'aménager leur emploi du temps, certains travaillent très tôt et d'autres plus tard. Ils travaillent 5 jours par semaine, ils ont le droit à trois semaines de vacances l'été, une semaine de vacances qu'ils peuvent demander n'importe quand dans l'année et une semaine de vacances pour les fêtes de fin d'année. Les cadres de l'équipe disposent aussi d'un jour de congé par mois.

### 1.2.4 Maintenance Risques et Hygiène

La maintenance des machines est effectuée par toute l'équipe de SFF. Certains sont plus experts sur une machine-outil que d'autres comme précisé plus haut. Bien sûr pour des réparations importantes qui sortent de leurs domaines de compétence, l'équipe fait appel à des techniciens spécialisés, mais cela ne s'est encore jamais produit. Par exemple, en cas de problème sur leurs robots, SFF fera appel à l'entreprise qui les a installés (JMRP industriels). Les machines non conventionnelles sont aussi vérifiées tous les ans par une entreprise : Dekra industrial.

Comme les employés travaillent dans un milieu industriel partiellement automatisé, ils encourent des risques quand ils travaillent sur des machines ou quand ils sont à proximité de robots. Premièrement, tous les employés sont de grands professionnels et connaissent parfaitement le fonctionnement de leur machine, deuxièmement, toutes les protections nécessaires à leur sécurité sont mises à leur disposition : gants de toute sortes, casque avec visière, lunettes de protection, bouchons

d'oreilles, etc. Enfin les robots abaissent leur vitesse d'exécution automatiquement à l'approche d'un employé et leur périmètre de détection est matérialisé sur le sol par des bandes adhésives.

Le site est nettoyé par les employés et dispose du matériel adapté au nettoyage d'une grande surface. Des douches, des lavabos, des brosses et du savon sont mis à leur disposition (les machines sont lubrifiées avec de l'huile ce qui est très salissant).

### 1.2.5 Qualité et Traçabilité

La qualité des produits est assurée par SFF qui dispose d'un laboratoire équipé d'appareils de mesure de pointe (duromètre, microscope, banc de traction, etc.). Monsieur Jean-Luc Bonnaud est l'expert en qualité produit de SFF et va effectuer tous les contrôles nécessaires pour chaque série de produits. Chaque employé effectue des contrôles de cotations toutes les x pièces passées par leur machine et Monsieur Xavier Gasperini effectue les contrôles de dureté et de résistance en traction sur les pièces trempées.

Toutes les pièces réalisées par SFF doivent être identifiables. Pour cela elles possèdent toutes un ordre de fabrication c'est-à-dire une fiche qui détaille leur matière, leur classe, leur nombre et le numéro de l'ordre de fabrication. Sur chaque ordre de fabrication sont collées des étiquettes sur lesquelles sont enregistrés les traitements thermiques utilisés et tous les tests de qualité effectués. Les échantillons utilisés lors de ces tests sont aussi conservés dans des sachets à part. A chaque étape de la production d'une série, l'opérateur en charge d'une partie de la production doit remplir un tableur sur lequel il inscrit les cotes mesurées lors de ses différents contrôles. Toutes ces données sont archivées, consultées par le client et utilisées dans le cadre d'une enquête si un accident mettant en cause la qualité des fixations se déclare. La traçabilité est capitale chez SFF, car tout accident sur un appareil présentant des pièces de leur production peut donner lieu à une enquête.

**Liste à servir**

Début prévu le mercredi 07 juin 2023  
Fin prévue le vendredi 30 juin 2023

Article à fabriquer : **EBAUCHE\_14583\_BC\_040 025 (SFF01846)**  
Lieu de stockage : stock des lopins et des ébauches (SEMI\_PROD)  
Numéro de plan :  
Indice de l'article :  
Quantité à fabriquer : **18 000 PCE**

Centre de fabrication : **C030112000**

Références  
Programme de production : (OF001125000)  
Article : VIS ISO14583BC040008 A DECALER (SFF00826)

\*1 EBAUCHE\_14583\_BC\_040 025 (SFF01846)  
\*\*2 LOPIN\_BC\_060\_035 (SFF00161)  
\*\*\*3 Matière\_BC\_060\_TRAITE\_AIR9180C (MAT\_019)

VIS CYLE BOMBEE HEXAL M4x8 ACIER CLS 10.9 zinc nickel suivant MTC50004T2 à la charge de Salinox

Désignation	Code de l'article	Indice de l'article	Lieu de stockage	Quantité à servir
Liste des composants à sortir pour le 07/06/2023				
LOPIN_BC_060_035	SFF00161		stock des lopins et des ébauches	18 207 PCE

(a) Ordre de fabrication

**TTH SFF 520°**

TREMPE	REVENU
Four n°1	Four n°2
Prog: 1	Prog: 43
Date: 6/7/23	Date: 8/7/23
10/7/23	10/7/23

(b) Etiquette traitements thermiques

**CHARGE 2**  
OF 1125000

	HR
359,9	HR
359,9	HR
361,1	HR
336,2	HR
830,7	HR
max: 343,56	HR
min: 345	HR
Rm 1152 / Re 1067	HR
RO 18265 tab: 82	HR

**Charge 1**  
OF 1125000

	HR
349	HR
350	HR
354	HR
348	HR
354	HR
max: 351	HR
min: 346	HR
Rm 1145 / Re 1053	HR
RO 18265 tab: 68	HR

(c) Etiquettes tests de dureté et essai de traction

FIGURE 1 – Exemple d'une fiche d'ordre de fabrication

### 1.2.6 Produits et services vendus

Structural Fasteners Factory fabrique et vend des fixations réalisées par matriçage à chaud ou par décolletage de leur propre catalogue ou sur mesure à partir d'un plan ou des spécifications du client. Les clients de SFF passent des commandes allant de quelques dizaines de pièces à plusieurs milliers. SFF est en capacité de traiter une très large gamme de matériaux : tout type d'acier, d'inox et de titane. Le prix à l'unité d'une pièce varie de quelques euros à plusieurs centaines. L'entreprise réalise aussi des reprises de fixations : on lui envoie un lot de pièces sur lesquelles on doit apporter une modification, par exemple un perçage, et SFF renvoie le lot une fois modifié. Ces fixations sont de très grande qualité et sont destinées à l'aéronautique et l'aérospatiale par exemple.



(a) Image de fixations matriçées à chaud

(b) Image de fixations décolletées

FIGURE 2 – Images trouvées sur <https://sffactory.eu/>

## 1.3 L'entreprise dans son marché

SFF produit des fixations structurales et décolletées pour l'aéronautique, l'aérospatiale, la défense et l'industrie.

### 1.3.1 Le marché de l'aéronautique et du spatial

La France a une position de leader sur le marché de l'aéronautique et du spatial à l'échelle de l'Europe et du monde. Elle comptait 4480 sociétés spécialisées en 2020 soit 263000 salariés et 106 milliards d'euros de chiffre d'affaire (source INSEE). Cela représente 7% de la masse totale de salariés dans l'industrie. Parmi ces 4480 sociétés, plus de trois quarts d'entre elles sont des PME comme SFF. Si le secteur a grandement souffert de la crise sanitaire avec le ralentissement du trafic aérien mondial (seulement 106 milliards d'euros de chiffre d'affaire ce qui représente une baisse de 32% par rapport à 2019), l'innovation ne s'est pas arrêtée et l'activité a réaugmenté à partir de 2021.

La crise sanitaire et la guerre en Ukraine ont complètement changé la répartition du marché : le secteur de la défense capte maintenant 60% de commandes en 2022 contre 26% en 2019 et ses exportations ont explosé avec +140% sur un an. Cependant, la guerre n'est pas uniquement positive sur le marché : en effet, le secteur de l'aérospatiale attire moins car l'espace Europe n'est plus attractif à cause des tensions géopolitiques. De plus, de grands projets sont en retard, notamment la fusée Ariane 6.

La demande reste très en hausse dans le secteur et une pénurie de salariés freine la capacité de production de nombreuses entreprises et la relance de ce secteur post crise sanitaire.

Enfin, en 2023, la 54<sup>me</sup> édition du salon international du Bourget, salon international de l'aéronautique et de l'espace a eu lieu et a rassemblé tous les acteurs du secteur pour présenter les produits, les dernières innovations et partager sa passion pour l'aéronautique. Près de 150 milliards de dollars de contrats ont été signés pendant l'évènement qui est une grande occasion de business. SFF a évidemment participé au salon, puisque l'aéronautique, le spatial et la défense sont au cœur de ses activités.

### 1.3.2 Principaux concurrents de SFF

SFF occupe une place singulière dans le marché de l'aéronautique et du spatial en France. En effet, ils sont spécialisés dans la production de fixations de haute qualité destinées au secteur de l'aéronautique et disposent d'un savoir-faire unique et peu répandu sur le territoire. Très peu d'entreprises commercialisent les mêmes produits, ils sont au total 5 fabricants de fixations structurales en France : Aresia, Rabourdin, Gillis, LISI Group et SFF.

SFF est en concurrence avec Aresia (l'ancienne entreprise de tous les membres de l'équipe) et Rabourdin qui sont des PME qui construisent des fixations similaires aux leurs. Gillis et LISI sont des entreprises beaucoup plus grandes qui ont une capacité de production infiniment supérieure que SFF ne peut et ne cherche pas à concurrencer.

### 1.3.3 Stratégie de SFF

L'objectif de SFF n'est pas de devenir une grande firme internationale comme LISI. Elle souhaite conserver sa taille humaine qui lui permet de garder de très bonnes conditions de travail et veut prendre sa part du gâteau en continuant de fournir un travail de qualité avec des moyens de production qui lui sont appropriés.

Actuellement, SFF est en production continue et a des commandes programmées des mois à l'avance grâce à l'état actuel du marché de l'aéronautique et du spatial. Même si les débuts ont été

très éprouvants pour l'équipe, l'entreprise semble avoir pris un rythme de croisière et se porte pour le mieux.

### 1.3.4 Principaux fournisseurs

SFF ne veut pas communiquer ses fournisseurs ce qui est normal, car ils ont peu d'entreprises concurrentes sur le marché et il leur a fallu du temps et des connexions pour pouvoir trouver les meilleurs fournisseurs et mener à bien leur travail.

### 1.3.5 Principaux clients

Les principaux clients de SFF sont :

- MGT (<https://mgt-group.aero/>) secteur aéronautique
- Satinox assemblage (<https://satinox.eu/>) secteur aéronautique
- Hutchinson (<https://www.hutchinson.com/fr>) secteur aéronautique
- Watt&Well secteur aérospatiale (<https://wattandwell.com/>)
- MBDA (<https://www.mbda-systems.com/>) secteur de la défense



## 2 Les travaux effectués et mes observations

### 2.1 Mon poste au sein de l'entreprise

Pendant mon stage j'ai été majoritairement opérateur de production sur une machine-outil : la brother TC-22A qui est une fraiseuse à centre d'usinage vertical. Par définition, un opérateur de production a pour rôle de participer à la production en respectant les règles de sécurité et d'hygiène. Il doit préparer la production en effectuant les réglages nécessaires (que je n'ai pas faits, la machine sur laquelle je travaillais étant réglée par mon maître de stage). La machine préparée, il réalise la production, contrôle la conformité des pièces réalisées et effectue la maintenance et l'entretien de sa machine tout en communiquant avec son équipe et ses supérieurs (il signale les anomalies et renseigne les documents liés à sa production).

J'ai aussi opéré sur une machine de sablage, assisté le processus de trempe de l'acier et participé au contrôle de la qualité des pièces.

### 2.2 Usinage et reprise de pièces

La Brother TC-22A est une machine à commande numérique qui effectue des cycles de travail suivant des programmes en langage ISO 6983. Je devais donc alimenter la machine en pièces à usiner à chaque fin de cycle de travail. Pendant le fonctionnement autonome de la machine qui durait approximativement une minute, j'effectuais des contrôles sur la pièce précédemment usinée puis je procédais à l'ébavurage et au déburrage de la pièce.

#### 2.2.1 Elaboration des plans en 2D

Avant de générer un programme, il faut élaborer le plan en 2D de la pièce en respectant les cotations de l'OF. Pour cela, mon maître de stage utilise le logiciel Mastercam Mill (logiciel de CFAO). Ce logiciel permet de réaliser les plans et de générer des programmes d'usinage à partir du plan en 2D. Ces programmes sont téléversés dans la machine puis adaptés après coup par l'opérateur. J'ai réalisé quelques plans pour m'entraîner sur le logiciel, mais pas de programme d'usinage. Vous trouverez ci-dessous un plan réalisé sur ce logiciel :

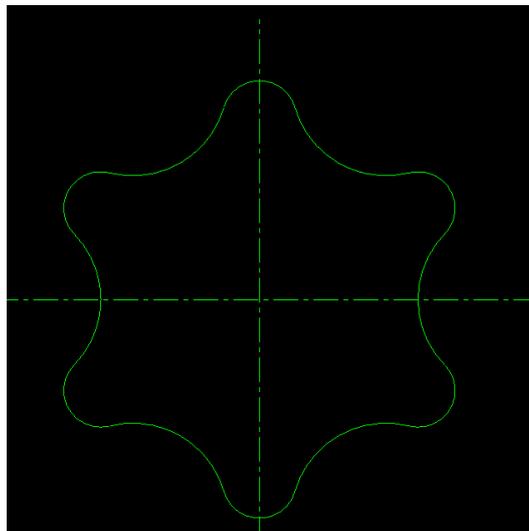


FIGURE 4 – Plan 2D sur Mastercam Mill

### 2.2.2 Réglage de la machine et langage ISO 6983

Pour chaque nouveau type de pièce à usiner, il est nécessaire d'effectuer un réglage de la machine et de choisir un programme qui correspond à l'usinage qui devra être réalisé. Je n'ai pas réalisé ces opérations, mais mon maître de stage me les a montrées et expliquées.

Ces adaptations modifient toutes les actions que doit effectuer la machine pendant son cycle de travail : toutes les positions changent. Pour créer le code en langage ISO 6983, il faut connaître précisément la position (x, y, z) des arêtes de la pièce par rapport à la position initiale de l'outil utilisé par la machine (zéro machine : x0, y0, z0). Pour déterminer ces positions, la machine est munie d'une tige déplaçable manuellement grâce à une télécommande, qui permet de déplacer la tige suivant x, y ou z avec une précision pouvant aller jusqu'au micron. La position de la tige (x, y, z) est affichée sur l'écran de bord de la machine. Pour repérer les positions souhaitées, il suffit alors de venir tangenter les arêtes de la pièce avec la tige. L'ensemble du plateau de la machine (sur lequel il y a le montage de fixation de la pièce) est aussi mobile. On peut donc le bouger manuellement avec la même télécommande pour centrer à l'œil la pièce en dessous de la colonne de fraisage.



FIGURE 5 – Télécommande de la machine

Une fois les positions relevées et à l'aide du plan d'usinage de la pièce, on peut programmer le cycle de travail de la machine en langage ISO. Il faut savoir que le langage ISO n'est pas universel pour toutes les machines-outils, mais va différer suivant le modèle et même la marque pour des raisons commerciales. Les opérateurs sont donc capables d'adapter leur code à toutes les machines-outils.

Ci-dessous un exemple de code enregistré dans la BROTHER TC22-A : (vous trouverez en annexe des explications sur le langage ISO 32)

```

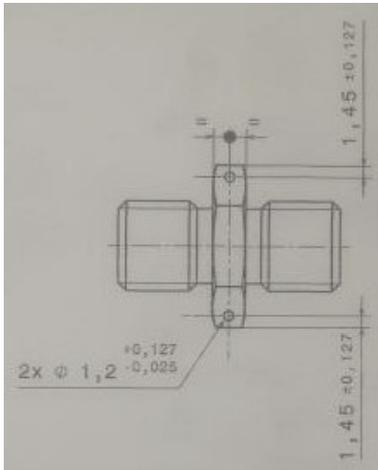
(MAMELON) ;
N10G54G40G99G80G90
S5S00M3;
M5;
G0X0Y0;
N4.;
G1Z-4.;
N10.;
G1Z-4.;
N8.;
G0Z4.;
X10.;
G1Z-4.;
G1Z-8.;
G0Z100.;

```

FIGURE 6 – Exemple de programme

### 2.2.3 Perçage des pièces et fonctionnement d'un cycle de travail

Après avoir sélectionné le bon programme et correctement réglé la machine, on peut commencer à la faire fonctionner et usiner des pièces. Pendant les deux premières semaines du stage, j'ai usiné 1180 mamelons en respectant le plan suivant :



(a) Plan des mamelons



(b) Mamelon après usinage

Les mamelons comme de nombreuses autres fixations sont percés pour pouvoir faire passer du fil de fer ou une goupille. C'est une technique très utilisée dans l'aéronautique pour renforcer encore les fixations et sécuriser un maximum les appareils.

Trois cotes doivent être respectées : le diamètre des trous doit être entre 1.327 et 1.175 millimètre, les trous doivent être centrés au dixième de millimètre près et ce centre doit être entre 1.323 et 1.577 millimètre de l'arête centrale. La machine réalisait ces perçages automatiquement, mon travail consistait à enlever les pièces percées et à mettre les pièces à usiner dans la machine en serrant un étau.

La machine commençait par créer un avant-trou avec une première mèche qui permet de guider le perçage du foret. Celui-ci finissait le travail ensuite. Suivant le foret utilisé, le trou peut être percé plus ou moins rapidement en modifiant la vitesse de la machine. Pendant le perçage, le foret est lubrifié avec de l'huile. Toutes les machines sont pourvues de soufflets à air comprimé qui permettent de nettoyer les pièces avant de les manipuler. La machine mettait 1 minute trente pour effectuer son perçage. Enlever la pièce usinée et mettre une nouvelle pièce me prenait environ 20 secondes. Donc le cycle de travail sur ces pièces était approximativement d'1 minute et 50 secondes. Multiplié par 1180 on obtient la durée nécessaire à l'usinage de tout le lot de mamelons. Il peut arriver que le foret casse pendant le travail de la machine (cela m'est arrivé une fois). La pièce à usiner peut alors être endommagée. Pour limiter le problème, il faut régulièrement vérifier l'état du foret de perçage pour voir s'il ne présente pas une anomalie.

Cependant, après le perçage, l'extérieur des trous n'était pas lisse, c'est ce qu'on appelle la bavure. Je devais donc ébavurer les pièces à la meuleuse, puis les déburrer à la perceuse. J'arrivais à faire cela pendant les 1 minute trente d'usinage machine. Une fois toutes ces étapes réalisées, la pièce était terminée. Il me fallait alors effectuer des contrôles.

### 2.2.4 Vérification des cotes et contrôle de la qualité des pièces

Pour vérifier la conformité des pièces, j'effectuais trois contrôles. Tout d'abord, j'utilisais une tige étalon de 1.2 millimètre de diamètre pour voir si le trou était assez gros et une autre de 1.3 millimètre de diamètre pour voir s'il n'était pas trop gros. (ce contrôle était effectué sur chaque pièce).

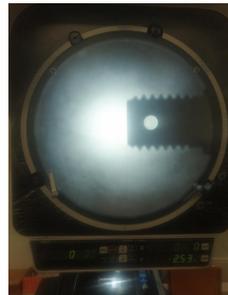


FIGURE 8 – Tiges étalons

Toutes les dix pièces je faisais un contrôle avec le MITUTOYO PJ-PLUS qui est un projecteur de profil : un appareil optique qui utilise une lunette optique et une lampe pour projeter le profil des pièces à mesurer. Il permettait de mesurer avec une précision allant jusqu'au micron. (Fiche technique du projecteur). Je positionnais d'abord la pièce manuellement sur le plateau de l'appareil en la tangentant avec l'axe du repère. Ensuite, à l'aide des manivelles je faisais la mise au point sur les trous du mamelon et je contrôlais son centrage ainsi que la distance de son centre à l'arête centrale. Ces contrôles étaient systématiquement effectués après tout changement de foret ou paramétrage de la BROTHER TC22-A.



(a) Projecteur de profil PJ-PLUS



(b) Projection d'une pièce

FIGURE 9 – Matériel de contrôle

### 2.2.5 Finition

Quand toutes les pièces sont usinées et ébavurées, il faut les nettoyer et les dégraisser. Il faut ensuite rincer les pièces, les sécher, les bouchonner et les emballer.

Un soin particulier est donné à l'emballage des pièces pour les clients de SFF. En effet, dans l'aéronautique, les clients sont très exigeants et un emballage soigné des produits est nécessaire pour se démarquer de ses concurrents.

### 2.2.6 Autre usinage

SFF avait envoyé en sous-traitance des disques de butée pour porte d'avion. Or l'entreprise en charge du travail manquait de plaquettes pour sa tronçonneuse et nous a envoyé les pièces découpées, mais avec un état de surface qui n'était pas satisfaisant.

J'ai donc du améliorer l'état de surface des 500 pièces avec un tour et une perceuse munie d'un disque abrasif à gros grains. Ce travail m'a pris environ 3 jours et demi du déballage jusqu'au remballage du lot.

La qualité de surface de ces pièces est très importante, car elles sont visibles par les passagers des avions. Ma démarche était donc purement cosmétique, mais nécessaire pour la vente des pièces.



(a) Disque non usinés



(b) Tour utilisé

FIGURE 10 – Usinage des disques de butée

## 2.3 Apprentissage et participation au processus de fabrication des vis structurales

L'activité première de SFF consiste à fabriquer de A à Z des fixations, en partant de tige de matière première pour finir avec des fixations de grande qualité. Pour cela la matière va passer par différents procédés de fabrications. Les fixations produites sont dites structurales quand elles sont produites par déformations de la matière et décolletées quand elles sont produites par enlèvement de matière. Seules les vis à tête fendues sont produites par décolletage. Toute la fabrication est réglementée par des normes produites par la direction technique des productions aéronautiques sur les vis en acier, en titane, etc.

Même si mon rôle premier était de faire de la sous-traitance en usinant des pièces déjà produites par d'autres entreprises, j'ai quand même participé à la fabrication des fixations et j'ai pu observer le fonctionnement de la production.

### 2.3.1 Matriciage

Après avoir découpé les tiges de matière première en lopins (morceau de la tige de matière première), la première étape de fabrication des vis est le matriciage des lopins qui est réalisé à chaud chez SFF. C'est une méthode de déformation plastique de la matière après son chauffage. Le lopin est chauffé pour être facilement déformable, mais reste solide (sa température de fusion n'est donc pas atteinte). Le lopin chauffé est placé entre deux matrices (matrice inférieure et matrice supérieure) qui vont donner la forme finale au lopin en se réunissant après un choc pour former un moule. Le lopin doit avoir un volume légèrement supérieur à celui de la pièce finale pour être sûr que les matrices soit remplies lors du choc. L'excédent de matière (la bavure) est ensuite découpé pour obtenir la forme de la pièce voulue.

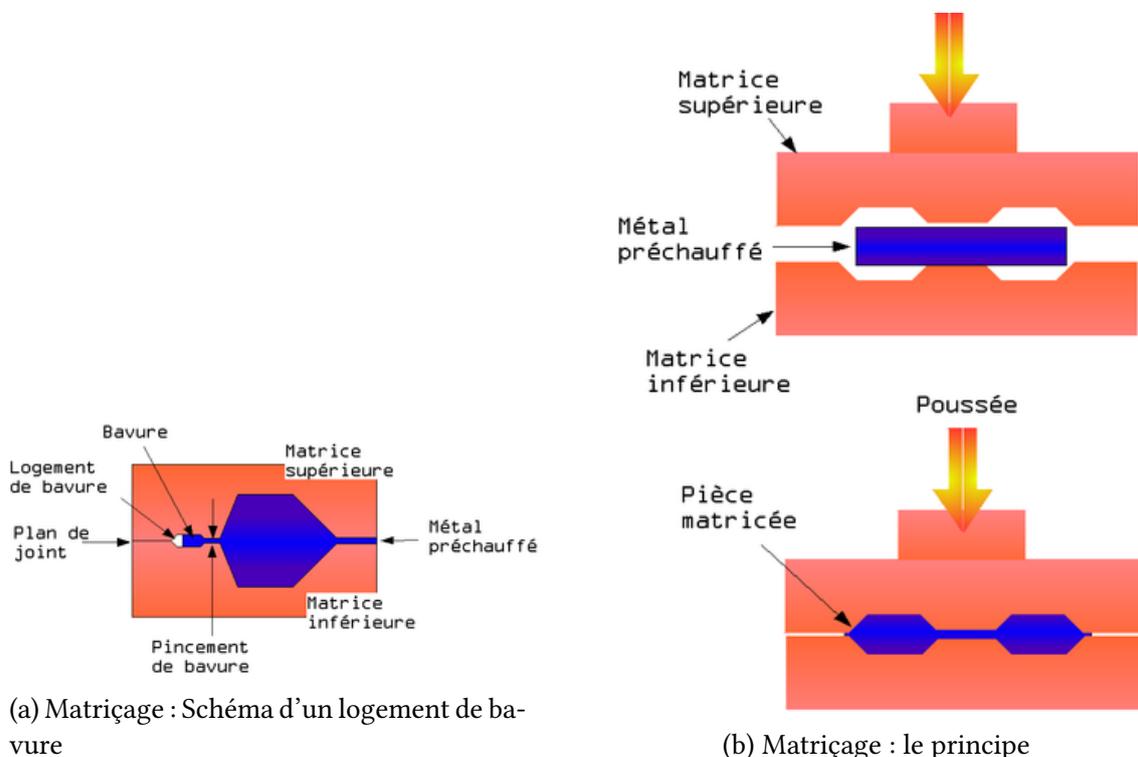


FIGURE 11 – Wikipédia, Matriciage (métallurgie)

Structural Fasteners Factory possède deux forges qui réalisent tout le procédé de matriçage, du chauffage du lopin à l'ébavurage de la pièce. Ces forges sont également robotisées : les lopins sont disposés sur des plateaux et un bras robotique 6 axes est programmé et réglé pour placer le lopin dans le compartiment de la forge. Ces installations permettent à SFF de réaliser parallèlement le matriçage de deux modèles différents.

Les matrices des forges sont réalisées par l'équipe de SFF (ils fabriquent de nombreux outils pour leurs machines et adaptent leur machines). Pour créer des matrices, ils utilisent le Roboform 20 de Charmille Technologies qui est une machine d'enfonçage par électroérosion.

Monsieur Maxime Duranti, matricieur chez SFF, gère les deux forges robotisées de l'entreprise et m'a montré comment régler les bras pour apporter le lopin dans le réceptacle de la forge. Pour cela, il utilise une télécommande avec laquelle il peut piloter manuellement le bras 6 axes en sélectionnant l'axe voulu et la vitesse de déplacement. Pour pouvoir piloter les robots, il faut maintenir un appui sur une gâchette à deux crans située sur un côté de la télécommande. C'est une sécurité qui permet d'assurer l'opérateur quand il est à proximité du robot.

Il doit tout d'abord vérifier que le robot se déplace bien linéairement par rapport aux arêtes du plateau, pour qu'il puisse prendre les lopins. Pour cela, il modifie l'orientation son orientation sur différents axes jusqu'à ce que le mouvement convienne. Il fait cela sur deux axes puis passe au pointage. Pour que le robot fonctionne correctement, il doit enregistrer la position des 4 coins du plateau. Pour cela, il le pilote jusqu'au point, vérifie que le lopin rentre dans son compartiment et enregistre la position dans le programme du robot. Le robot et le programme ont été installés par l'entreprise JMRP qui robotise l'ensemble du site.

Maxime réalise régulièrement des contrôles sur ses pièces pendant le matriçage des machines. Il doit aussi régler les robots régulièrement, car les forges sur lesquelles ils sont installés vibrent et modifient petit à petit les précédents réglages.

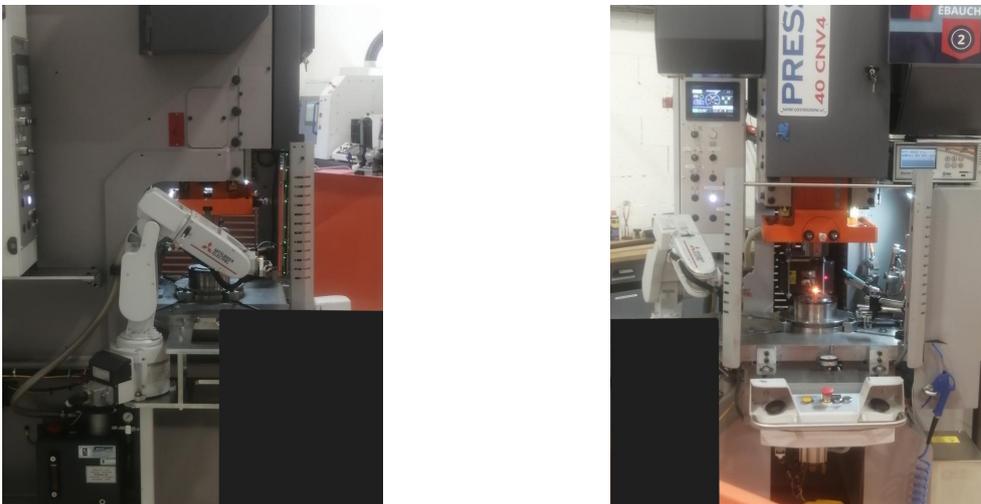


FIGURE 12 – Forge et robot de SFF

L'étape de matriçage donne forme à la tête et au fût de la vis :



FIGURE 13 – Vis en acier après matriçage

### 2.3.2 Trempe et revenu de l'acier

Une fois les pièces obtenues par matriçage des lopins, il faut effectuer des traitements thermiques pour qu'elles obtiennent la dureté et la résistance en traction préconisées par le client. Pour cela on utilise deux procédés : la trempe de l'acier et son passage dans un four de revenu.

La trempe de l'acier consiste à chauffer la pièce à une certaine température qui va modifier l'état de la matière. C'est la température d'austénitisation. L'acier étant composé de carbone et de fer, l'austénitisation de l'acier va dissoudre le carbone dans le fer pour passer d'une structure de la matière cubique à face centrée avec un faible taux de carbone (donc des blocs de carbones non dissous dans la matière) à un ensemble de mailles cubiques à face centrée à haut taux de carbone appelé l'austénite. Une fois la température d'austénitisation atteinte, il faut brutalement refroidir l'acier en le plongeant dans un fluide (liquide ou gazeux). Chez SFF, la trempe se fait dans l'huile. Un bac à remous est utilisé pour mouvoir l'huile pour ne pas créer de dégagement gazeux lors de l'opération. Le refroidissement brutal permet d'empêcher la précipitation du carbone (qui va faire revenir la matière à un état hétérogène carbone/fer) et de fixer la matière dans un état hors de son équilibre. La trempe permet de durcir le métal, mais il en devient cassant. Pour améliorer sa résistance en traction, il faut appliquer un deuxième traitement thermique : le revenu.

Le revenu consiste à maintenir l'acier trempé à une température inférieure à sa température d'austénitisation pendant une certaine durée spécifiée par des abaques qui donnent sa dureté en fonction du temps de revenu à une température donnée. Le revenu permet d'améliorer l'équilibre entre dureté et ductilité de l'acier pour le rendre plus résistant à la traction par exemple.

Pour chauffer les aciers, Monsieur Xavier Gasperini utilise des fours programmables (en température, en durée, etc.). Pour arriver à la température d'austénitisation, il chauffe progressivement l'acier par paliers. Une alarme sonne quand son programme de chauffe arrive à terme pour lui signaler que la trempe de l'acier doit être effectuée. Le four est relié au bac de trempe par un rail qui permet de faire glisser la charge dans le bac d'huile. Il met en moyenne 10 secondes pour plonger l'acier dans l'huile, information qu'il contrôle et spécifie au client.

Une fois la trempe terminée, il met les pièces en revenu en suivant les abaques et spécifications du client en termes de dureté et de résistance en traction.



FIGURE 14 – Four et baque de trempe

### 2.3.3 Contrôle de la dureté et de la résistance en traction

Après avoir trempé l'acier et effectué son revenu, il faut effectuer des tests de dureté et de résistance en traction pour voir si le traitement thermique a permis de respecter les spécifications du client.

Pour ce faire, il faut dans un premier temps préparer les échantillons. Sur la charge trempée, 5 vis sont testées. On découpe l'extrémité des vis et on les ponce pour ne pas tester la dureté directement sur la surface des vis trempées. Il faut faire attention à ne pas chauffer la matière pendant la découpe et le ponçage, car cela peut modifier les propriétés mécaniques de la matière.

La dureté est contrôlée avec un microduromètre à dureté Vickers. Le fonctionnement d'un microduromètre est simple : on commence par faire une mise au point avec la lunette optique pour observer l'état de surface, puis on appuie sur un bouton de l'appareil qui va enfoncer automatiquement un diamant pyramidal (c'est une sphère pour la dureté Brinell) dans l'échantillon testé. Ensuite, il faut délimiter manuellement les extrémités du trou formé en déplaçant des lignes grâce à la lunette optique et à des manettes. Le calcul de dureté à partir des délimitations se fait automatiquement. Il est important d'avoir un bon état de surface pour que le calcul de dureté soit précis et cohérent avec la réalité. À l'issue des 5 tests il faut faire la moyenne de dureté trouvée et la convertir en dureté Brinell, car les recommandations clients sont souvent en dureté Brinell. Les échantillons testés sont conservés en cas d'enquête et les résultats des tests (les 5 duretés et la moyenne) sont indiqués sur une étiquette et collés sur l'OF. J'ai réalisé le test de dureté d'une des charges trempées lors de mon stage.

Pour l'essai de résistance en traction, un banc de traction/compression dont le montage a été adapté pour l'essai sur des vis est utilisé. Pour effectuer le test, il faut connaître la surface de la partie filetée. Pour cela on fait la moyenne entre le diamètre à flanc de filet et le diamètre de fond de filet. La vitesse du test de traction est normalisée en fonction du diamètre moyen. Pendant le test, l'appareil affiche en temps réel une courbe  $N = f(\text{mm})$  (force appliquée en fonction de l'allongement de l'éprouvette). L'essai de traction s'arrête quand l'échantillon se casse. Deux points caractéristiques sont mesurés : le point de fin de domaine élastique  $R_e$  et le point de cassure  $R_c$ . Sur l'OF une étiquette avec les contraintes (force par unité de surface) exercées au  $R_e$  et au  $R_c$  est collée et un rapport de test est imprimé.



(a) Banc de traction



(b) Interface de l'appareil

FIGURE 15 – Appareillage d'essai de traction

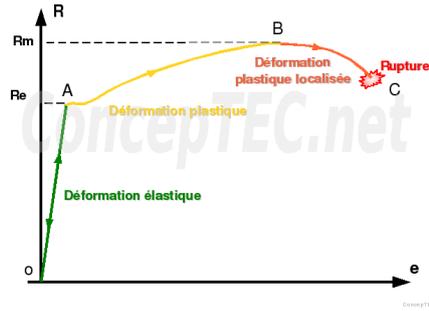
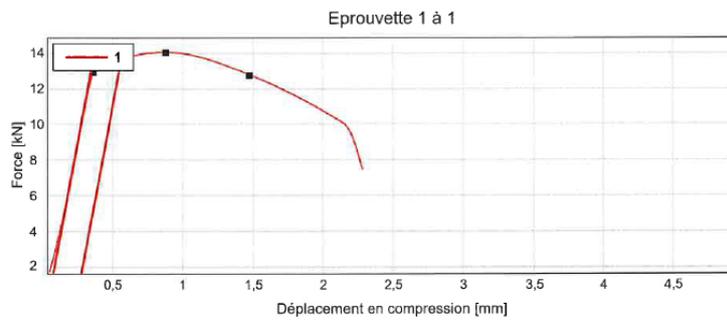


FIGURE 16 – Courbe de traction conventionnelle  
<https://conceptek.net>

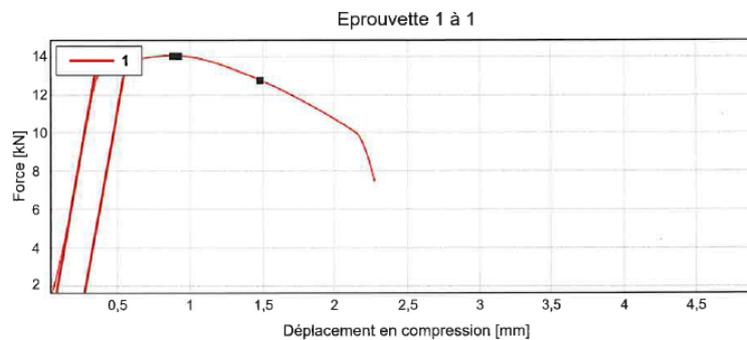
	Maximum Force [kN]	Force à Rupture (Courseur) [kN]	Contrainte de compression à Rupture (Courseur) [MPa]
1	14,04	12,90	1053,03
Maximum	14,04	12,90	1053,03
Minimum	14,04	12,90	1053,03
Moyenne	14,04	12,90	1053,03



eprouvette dia 4 M6

(a) Résultat contrainte en limite d'élasticité

	Maximum Force [kN]	Force à Rupture (Courseur) [kN]	Contrainte de compression à Rupture (Courseur) [MPa]
1	14,04	14,03	1145,30
Maximum	14,04	14,03	1145,30
Minimum	14,04	14,03	1145,30
Moyenne	14,04	14,03	1145,30



eprouvette dia 4 M6

(b) Résultat contrainte de cassure

FIGURE 17 – Essai de traction sur une vis de 4mm de diamètre en acier

### 2.3.4 Sablage

Le sablage est une technique industrielle très utilisée en ferronnerie qui permet de décaper ou nettoyer mécaniquement différentes surfaces telles que l'acier, l'inox, la fonte ou l'aluminium par la projection à grande vitesse de grains provenant de différents minéraux naturels ou de microbilles de verre.

Chez SFF, on utilise du sable fin pour sabler la tête ou l'ensemble du corps des vis, après leur traitement thermique. Il est réalisé grâce à une sableuse : on met les pièces dans un tambour rotatif et on enregistre une durée de sablage. On peut alors lancer le sablage : une soufflerie va envoyer du sable à grande vitesse partout dans le compartiment dans lequel le tambour est disposé. La machine vibre pour que le sable soit le plus possible en mouvement et ne stagne pas à certains endroits. Le sablage peut aussi être fait manuellement quand on veut uniquement sabler la tête des vis par exemple. Pour cela, l'opérateur met ses mains dans des gants qui traversent la paroi de la machine et utilise un pistolet activable via une pédale qui pulvérise plus précisément le sable. L'opérateur a une vision directe de ce qu'il fait grâce à une vitre et un éclairage intérieur de la machine.

C'est une étape de la production à laquelle j'ai beaucoup participé pendant mon stage.



FIGURE 18 – Sableuse



(a) Intérieur de la sableuse



(b) Tambour rotatif

FIGURE 19 – Détail sableuse

C'est une opération importante, car elle permet de retirer la calamine qui s'est formée pendant le traitement thermique en surface des pièces. Cette calamine est un problème car elle empêche la réalisation de la protection des pièces contre l'oxydation après leur production. Le sablage permet aussi d'ébavurer les pièces.

### 2.3.5 Reprise

Pour donner la bonne forme au fût de la vis structurale, il faut effectuer leur reprise avec un centre d'usinage. La machine utilisée pour reprendre les pièces est un centre d'usinage horizontal de chez Mazak.

L'expert en reprise est Monsieur Benjamin Massini. Il règle la machine et s'occupe de cette étape de production en effectuant tous les contrôles nécessaires, il ébavure aussi la tête des vis avant de les envoyer au sablage. C'est aussi lui qui modélise les plans de reprise des vis structurales avec le logiciel de CAO Catia. Lors de ce stage j'ai eu l'occasion d'utiliser sa machine pour continuer la production pendant qu'il était en formation sur une nouvelle machine de décolletage. Je devais mettre la pièce à usiner dans la machine en serrant sa tête grâce à une pédale, lancer le cycle de travail de la machine et effectuer un contrôle au micromètre sur la pièce précédemment usinée. Comme pour le Brother, c'est une machine à commande numérique programmable et réglable.

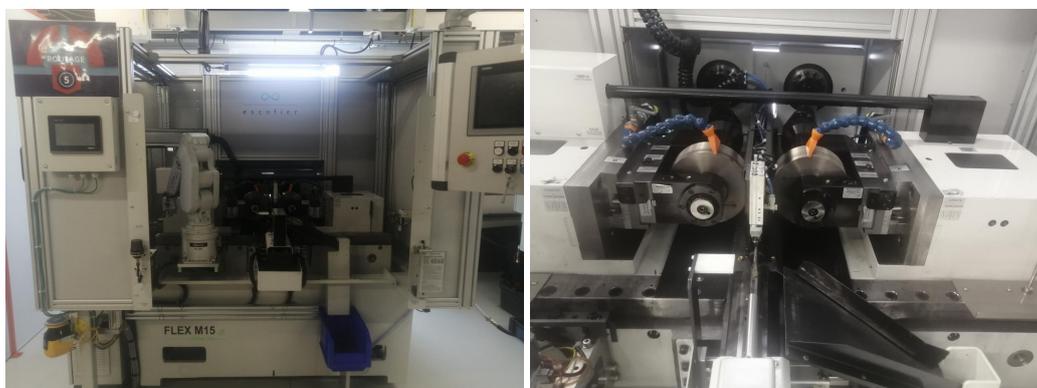


FIGURE 20 – Pièce reprise sur le centre d'usinage horizontal

D'autres machines de reprise sont utilisées par l'entreprise pour mettre en parallèle plusieurs productions différentes.

### 2.3.6 Roulage

C'est la dernière étape de production des vis structurales. Elle va permettre de créer le filetage des pièces en les déformant à l'aide de deux galets cylindriques. Ces galets tournent sur eux-mêmes et sont poussés l'un vers l'autre pour pouvoir déformer la pièce. La machine utilisée est robotisée pour optimiser la production.



(a) Machine de roulage

(b) Galets de roulage

FIGURE 21 – Outillage pour le roulage

### 2.3.7 Décolletage

L'autre procédé utilisé pour produire des vis est le décolletage. Il consiste à réaliser de A à Z la vis par enlèvement de matière en partant d'un simple lopin. Les machines-outils utilisées sont des centres d'usinage horizontaux qui possèdent plusieurs outils. Pour chaque étape d'usinage : dressage, perçage, filetage, etc. la machine change automatiquement d'outil et donc de fonctionnement. La plupart d'entre elles nécessitent cependant d'être réapprovisionnées par un opérateur. Cependant, une toute nouvelle machine de décolletage associée à un robot a été installée pendant mon stage.

Les vis décolletées sont normalement moins résistantes que les vis matricées à chaud. Les vis produites par décolletage sont donc plus "communes" et les vis structurales sont des fixations plus spécifiques.

### 2.3.8 Protection

L'acier, le titane et l'inox sont sensibles à l'oxydation. Il faut donc protéger les pièces réalisées de la rouille en appliquant différentes protections. Le traitement des pièces est sous-traité par d'autres entreprises, mais les pièces traitées reviennent au labo pour effectuer de nouveaux examens (vérifier si les cotes n'ont pas bougé après traitement par exemple).

Il existe de nombreuses protections : passivation, revêtement, traitement électrochimique. Celles-ci sont choisies en fonction des spécifications du client. Voici quelques exemples de pièces avec différentes protections :

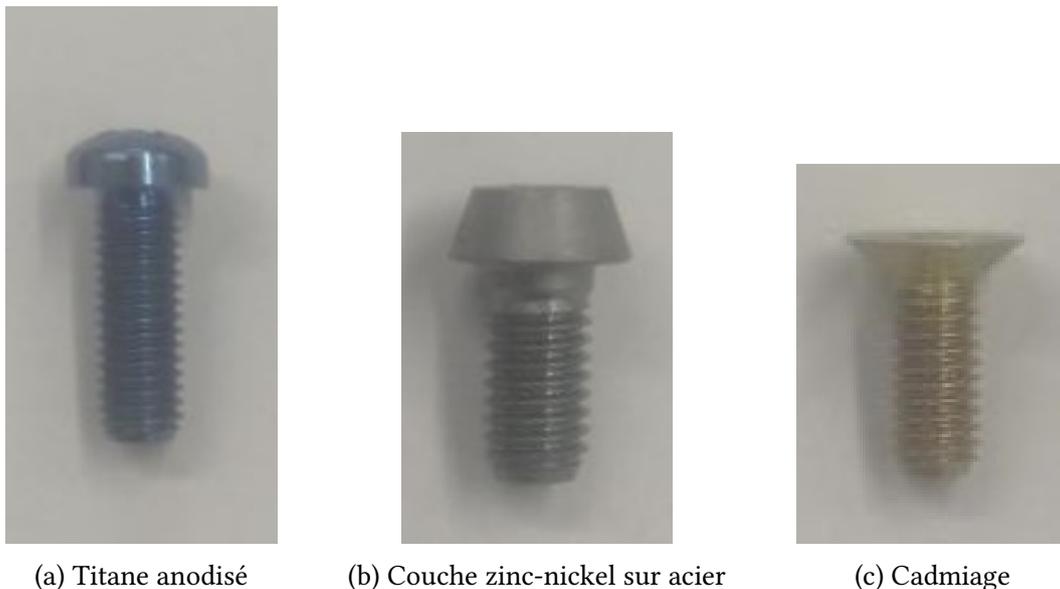


FIGURE 22 – Différentes protections

L'anodisation consiste à oxyder une couche de quelques micromètres en surface du matériau pour lui donner une meilleure résistance à la corrosion et à la chaleur. C'est une méthode qui nécessite une succession de bains électrolytiques.

La couche zinc-nickel consiste à déposer par dépôt électrolytique un dépôt de zinc pur et de nickel qui permet de protéger le matériau de la corrosion.

Le cadmiage nécessite aussi des bains électrolytiques et permet de déposer une couche de cadmium au matériau, ce qui va permettre sa protection face à la corrosion.

### 2.3.9 Vérification de la qualité des séries

Pour chaque OF, Monsieur Jean-Luc Bonnaud s'occupe des contrôles de la qualité de la série en suivant la norme AIR 9173. Ces contrôles sont faits sur les pièces qui sont passées par les étapes de production décrites précédemment (sauf les pièces sous-traitées).

Trois tests sont effectués : une micrographie pour observer la structure de la matière, une macrographie pour observer le fibrage et contrôler les fissures ou les criques sur le filetage, et un essai de traction sans cassure pour contrôler la résistance à l'allongement des vis en traction.

Ces tests sont effectués sur deux vis. Pour préparer les échantillons, on tronçonne les deux vis en leur milieu et on conserve les moitiés de vis. Puis on les fige dans de la résine époxy pour obtenir une sorte de pavé qui laisse la surface des vis apparente. Ensuite on va passer au polissage de cette surface avec 3 grains différents. Enfin, on fait une attaque au nitale sur l'échantillon pour mettre en valeur les fissures et les criques.

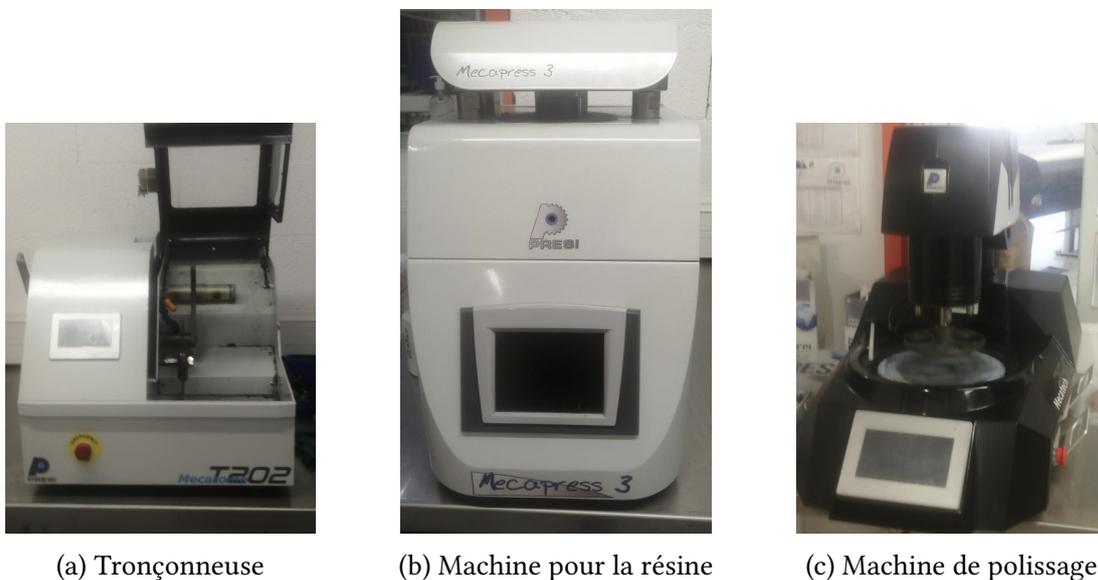
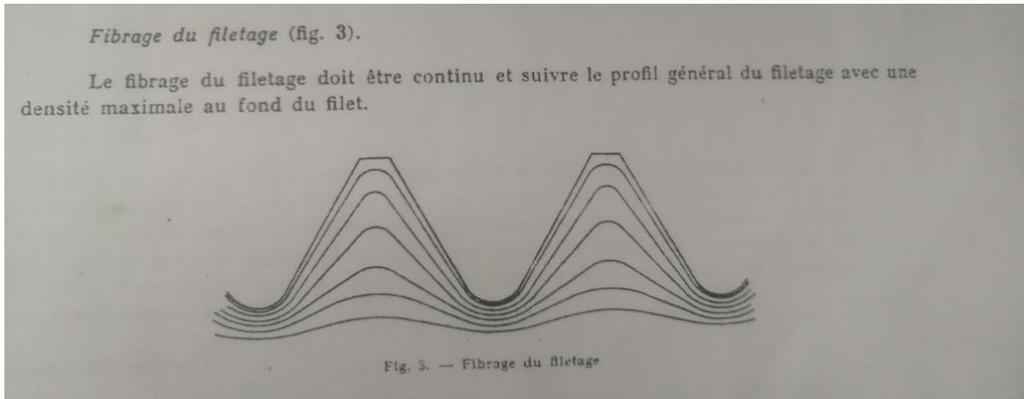


FIGURE 23 – Outillage pour la préparation d'échantillon



FIGURE 24 – Echantillon pour macro/micrographie

La macrographie est effectuée avec un grossissement  $\times 100$  au microscope. Elle permet d'observer la fibre de la matière. Celle-ci est normalement déformée après le roulage de la vis, ce qui lui octroie de meilleures caractéristiques mécaniques. Pour la micrographie, tout le filetage doit être observé pour contrôler la présence de fissures ou d'irrégularités en tout genre. D'après la norme en vigueur, il ne doit pas y en avoir à la base du filetage, mais leur présence est tolérée à partir d'un certain diamètre.



### 3.5.3 Examen micrographique.

Il est effectué au grossissement supérieur ou égal à 100.

Les vis ayant subi l'attaque macrographique peuvent être réutilisées après polissage.

La surface examinée doit être exempte de crique et de trace de surchauffe.

La face d'appui de la tête, le rayon de raccordement et la tige (sur au moins 2,5 mm) doivent être exempts de toute discontinuité (replis, porosités, incrustations).

Sont tolérés sur le sommet ou les côtés de la tête, les replis, incrustations ou porosités dont la profondeur ne dépasse pas 3 % du plus grand diamètre de la tête.

Aucune incrustation n'est admise sur le filetage.

Les replis, chevauchements et bavures ne sont pas admis au fond des filets ni sur les flancs, lorsqu'ils sont disposés au-dessous du diamètre sur flancs nominal  $d_s$ .

Ces irrégularités sont admises sur les flancs dans la limite d'une par filet, lorsqu'elles sont disposées au-dessus du diamètre  $d_s$  (fig. 4).

Les cratères et replis de sommet sont admis, pourvu qu'ils n'excèdent pas en profondeur  $1/5$  de la hauteur du filet  $h$  indiquée sur la même figure.

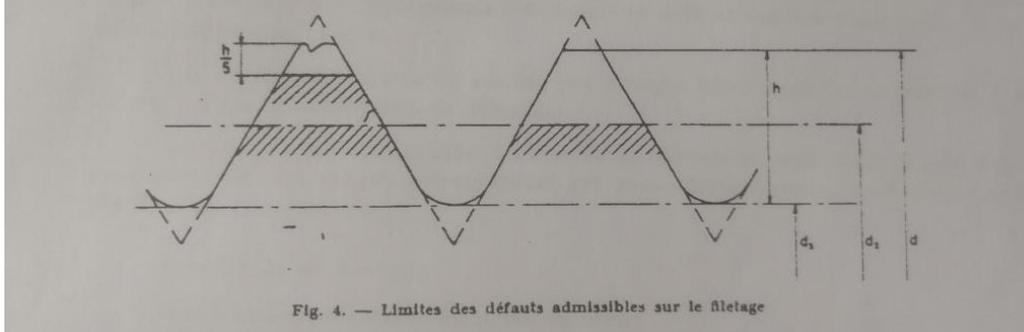


FIGURE 25 – Extraits de la norme AIR 9173 concernant l'examen micrographique

## 3 Les apports du stage

### 3.1 Les apports du stage

Dans un premier temps, en travaillant en tant qu'opérateur, j'ai appris à utiliser de nombreux outils : perceuse, tour, meuleuse, sableuse, fraiseuse... Je n'étais initialement absolument pas bricoleur et ce stage m'a permis d'améliorer mes capacités dans ce domaine. Travailler en tant qu'opérateur c'est aussi se rendre compte que c'est un métier qui peut être difficile et répétitif. Ce stage est donc très important car il me permet de mieux comprendre les besoins et les responsabilités des opérateurs et des techniciens que j'aurais potentiellement sous ma responsabilité en tant qu'ingénieur. De plus il me paraît important qu'un ingénieur soit capable d'utiliser les outils des ses techniciens et n'ait pas seulement une expertise théorique.

Dans un second temps, ce stage chez SFF m'a permis de renforcer et réactualiser toutes mes connaissances sur les matériaux, discipline que j'ai étudiée pendant ma première année à Seatech en participant au traitement thermique des pièces en acier et en inox et en contrôlant leur qualité au labo.

La production de SFF étant partiellement automatisée, j'ai pu observer le comportement des robots dans un environnement qu'ils partagent avec des opérateurs et les différentes sécurités qui sont nécessaires au bon fonctionnement de la production. Souhaitant travailler dans la robotique plus tard, c'est un enseignement très important. En travaillant sur des machines-outils, j'ai aussi observé leur réglage et leur programmation.

Toute la rigueur dont fait preuve l'équipe de SFF dans le contrôle de la qualité de ses pièces, dans leur traçabilité et même dans leur emballage était nouveau pour moi. C'est une partie du fonctionnement de l'industrie à laquelle je n'ai jamais réellement réfléchi et que j'ai découverte pendant le stage.

Enfin, j'ai appris à travailler dans une équipe constituée de personnes aux compétences différentes et complémentaires. J'ai su m'adapter à l'équipe de SFF pour les aider dans leur production.

## 3.2 Démarche compétence Seatech

### <sup>2</sup> Concevoir des solutions d'ingénierie

Non développé au cours de ce stage en tant qu'opérateur.

### **Mettre en œuvre des solutions** (N1 : Analyser une solution existante)

*En rédigeant un document scientifique et technique (C)* : dans ce rapport j'ai décrit au maximum le processus de fabrication de Structural Fasteners Factory en allant dans les détails sur certains points, il s'agit donc d'un rapport un document scientifique et technique.

### **Développer une démarche de R&D** (N1 : Découvrir une démarche de recherche)

*En proposant les étapes d'une démarche expérimentale, un protocole, un modèle numérique ou physique (RA)* : pendant mon stage j'ai pu effectuer et observer différents protocoles de contrôles de la qualité des pièces produites comme des tests de résistance en traction, de dureté Vickers, de cotation au projecteur optique... C'est donc une compétence que j'ai développée au cours de mon stage.

### **Piloter des projets d'ingénierie**

Non développé au cours de ce stage en tant qu'opérateur.

### **Encadrer une équipe** (N1 : Faire équipe / N2 : Collaborer en équipe)

*En travaillant en équipes internationales et/ou pluridisciplinaires (RR)* : pendant ce stage, j'ai travaillé avec l'équipe de SFF qui est spécialisée dans la production de fixation, mais composée de plusieurs métiers différents. C'est donc une équipe pluridisciplinaire à laquelle je me suis adapté pendant mon stage.

*En utilisant une communication (orale et/ou écrite) adaptée (C)* : je pense avoir utilisé une communication adaptée pendant ce stage pour collaborer efficacement avec l'équipe de SFF.

### **Agir en professionnel responsable (Compétence INPG)** (N1 : Agir en élève responsable / N2 : Agir en collaborateur responsable)

*En adoptant une posture réflexive* : j'ai pris du recul sur mon travail pendant mon stage pour pouvoir l'optimiser, le parfaire et assister au mieux l'équipe de SFF.

*En mettant constamment à jour ses savoirs et sa pratique* : tous les enseignements qui m'étaient inculqués pendant mon stage ont été d'une importance capitale pour me permettre d'améliorer mon travail. Tous les jours, j'ai actualisé mon savoir ce qui me permettait d'être plus efficace dans la pratique.

---

2. Démarche compétence de Seatech, le tableau des compétences est disponible en annexe ici 36

## Conclusion

Le stage ouvrier que j'ai eu la chance d'effectuer dans l'entreprise Structural Fasteners Factory m'a beaucoup apporté.

Il m'a tout d'abord permis de découvrir le métier d'opérateur sur machine-outil. J'ai découvert les difficultés de cette profession ainsi que les qualités indispensables pour la réaliser correctement. Il faut faire preuve à la fois d'une grande rigueur pour optimiser la production et garantir sa qualité mais aussi de patience pour usiner les pièces. Malgré le caractère répétitif des tâches qui m'ont été attribuées j'ai pris conscience que l'opérateur doit faire preuve d'une grande concentration pour ne pas endommager les machines et éviter toute blessure. Cette connaissance approfondie du savoir faire et des compétences nécessaires est essentielle et me semble indispensable pour superviser une équipe.

Ce stage m'a ensuite donné l'occasion de réactualiser mes connaissances théoriques dans le domaine des matériaux en participant aux contrôles de qualité dans des conditions optimales. J'ai pu observer et utiliser un laboratoire pourvu d'un banc de traction de haute précision, d'un microduremètre et en travaillant sur la trempe de différents matériaux. L'application pratique de connaissances souvent abstraites est d'une grande utilité et donne un sens aux différentes disciplines que j'ai abordées pendant mes années d'étude.

Enfin, toute l'équipe de SFF m'a expliqué de façon précise leur production et m'a permis d'avoir une vue d'ensemble sur leur travail, leur processus industriel et sa robotisation. J'ai eu la chance d'être très bien entouré et tous les membres de l'équipe ont fait en sorte de me donner toutes les informations qui m'étaient nécessaires. J'ai également amélioré ma capacité à travailler en groupe en restant à l'écoute de mon maître de stage, mais aussi des différents employés de SFF. En tenant compte de leurs précieux conseils j'ai pu améliorer mon travail et je me suis efforcé de répondre au mieux à leurs différentes requêtes. Je les remercie encore une fois pour l'accueil qu'ils m'ont réservé au sein de l'entreprise.

Ce stage ouvrier, première entrée dans le monde de l'entreprise et de l'industrie, a été une expérience très enrichissante, indispensable à mon cursus d'ingénieur.

## Annexes

### 3.3 Programme de commande numérique

#### Les codes [\[ modifier \]](#) [\[ modifier le code \]](#)

- Fonctions préparatoires (G), fonctions d'appel de mode d'interpolation (G 0), cycle machine
- Coordonnées de points (X, Y, Z, A, B, C, I, J, K)
- Vitesses, avances... (S, F)
- Fonctions auxiliaires (M) qui permettent d'enclencher la **lubrification**, de changer d'outil, ou de déclencher des accessoires.
  - X position absolue
  - Y position absolue
  - Z position absolue
  - A position (rotation autour de l'axe X)
  - B position (rotation autour de l'axe Y)
  - C position (rotation autour de l'axe Z)
  - U position relative ou axe secondaire
  - V position relative ou axe secondaire
  - W position relative ou axe secondaire
  - M code fonction "machine" ou "modale" (un autre type d'action ou de code machine(\*)) (parfois référencé comme fonction 'diverse' (*Miscellaneous* en anglais))

Permet aussi de contrôler des entités externes à la machine proprement dite (magasin auxiliaire, refroidisseur, compteur ETC, embarreur)

- D ou H association d'un correcteur de jauge outil
- F vitesse de déplacement, ou expression d'un temps de pause (G04) en seconde
- S vitesse de rotation
- C s'il est intégré dans un bloc de cycle fixe ébauche ou finition, C désigne un chanfrein
- N numéro de ligne

Le numéro de bloc n'est pas obligatoire (l'ordre numérique des numérotations de blocs "N" n'est pas non plus obligatoire) à chaque ligne avec les commandes ISO, il désigne juste un endroit du programme où l'on peut ordonner un saut d'opération ou un départ d'opération, le plus souvent avant un changement d'outil, ou au départ d'une boucle.

- V permet de contrôler une vitesse de rotation dans une machine avec diverses configurations
- R Rayon d'arc ou option passée à un sous programme
- P Temps de pause ou option passée à un sous programme ou appel de sous programme (Précédé de M98, ou G65 par ex dans un appel de Macro\_programme intégrant des calculs)
- T Sélection d'outil
- I Centre X des données d'un arc
- J Centre Y des données d'un arc
- K Centre Z des données d'un arc
- D diamètre de coupe ou décalage pour l'épaisseur d'outil
- H décalage pour la hauteur de l'outil

FIGURE 26 – Fonctions.  
Wikipedia, Programmation de commande numérique

Common G Codes (avec certaines extensions non standardisées)

G00	Déplacement rapide
G01	Interpolation linéaire
G02	Interpolation circulaire (sens horaire, anti-trigo)
G03	Interpolation circulaire (sens anti-horaire, trigo)
G04	Arrêt programme et ouverture carter (pour nettoyer) (temporisation - suivi de l'argument F ou X en secondes)
G10/G11	Écriture de données / Effacement de données (suivi de l'argument L suivant le type de données à écrire)
G17	Sélection du plan X-Y
G18	Sélection du plan X-Z
G19	Sélection du plan Y-Z
G20	Programmation en pouces
G21	Programmation en mm
G28	Retour à la position d'origine
G31	Saute la fonction (mode <i>Interrupt</i> utilisé pour les capteurs et les mesures pièces et de longueur d'outil)
G33	Filetage à pas constant
G34	Filetage à pas variable
G40	Pas de compensation de rayon d'outil
G41	Compensation de rayon d'outil à gauche
G42	Compensation de rayon d'outil à droite
G54 à G59	Activation du décalage d'origine pièce ( <i>Offset</i> )
G68 / G68.1	Activation du mode "Plan incliné" ( <i>Tilted plane working</i> ) pour les centres d'usinage 5 axes
G70	Cycle de finition
G71 / G71.7	Cycle d'ébauche suivant l'axe Z (appel de profil balisé entre les arguments P et Q)
G75	Cycle de gorge
G76 / G76.7	Cycle de filetage
G83	Cycle de perçage déburrage
G69	Annulation du mode <i>Tilted plane working</i> (Plan incliné)
G84	Cycle de taraudage rigide
G90	Déplacements en coordonnées absolues
G91	Déplacements en coordonnées relatives
G94/G95	Déplacement en pouces par minute/pouce par tour
G96 ; G97	Vitesse de coupe constante (vitesse de surface constante) ; Vitesse de rotation constante ou annulation de G96

FIGURE 27 – Code G usuels.  
Wikipedia, Programmation de commande numérique

COMPETENCES	CRITERES D'EXIGENCES (RA : Résultat Action / RR : Respect des Règles / M : Méthodologie / C : Communication)	Niveaux (1 par année)
<b>1 - Concevoir des solutions d'ingénierie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En répondant aux besoins exprimés (RA)</li> <li>En utilisant les outils, numériques et/ou physiques, de modélisation et de simulation des produits ou des systèmes (M)</li> <li>En adoptant une démarche d'innovation (M)</li> <li>En documentant les choix, les sources et les références (C)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>N1 – Analyser un besoin</li> <li>N2 – Modéliser et simuler</li> <li>N3 – Elaborer une solution (innovante)</li> </ul>
<b>2 - Mettre en œuvre des solutions</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En proposant un produit/processus adapté (RA)</li> <li>En utilisant les outils de management de la qualité (RR)</li> <li>En menant une étude de validation (M)</li> <li>En rédigeant un document scientifique et technique (C)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>N1 – Analyser une solution existante</li> <li>N2 – Améliorer une solution existante</li> <li>N3 – Mettre en œuvre une solution</li> </ul>
<b>3 - Développer une démarche de R&amp;D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En menant un état de l'art et/ou une veille technologique (M)</li> <li>En formulant des hypothèses et en proposant un modèle liés à une problématique (M)</li> <li>En proposant les étapes d'une démarche expérimentale, un protocole, un modèle numérique ou physique (RA)</li> <li>En valorisant la solution la plus prometteuse (C)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>N1 – Découvrir une démarche de recherche</li> <li>N2 – Participer à une démarche de recherche</li> <li>N3 – S'impliquer dans une démarche de R&amp;D</li> </ul>
<b>4 - Piloter des projets d'ingénierie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En conduisant les différentes étapes un projet (RA)</li> <li>En prenant en compte la gestion globale des organisations et les règles économiques et juridiques (RR)</li> <li>En utilisant les outils de gestion de projets, d'innovation et les plateformes collaboratives (M)</li> <li>En mobilisant les compétences et les ressources appropriées (M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>N1 – Participer à un projet ①</li> <li>N2 – Mettre en place un projet ②</li> <li>N2 – Mener un projet simple</li> <li>N3 – Mener un projet complexe</li> <li>N3 – Réaliser un projet</li> <li>N2 – Mener un projet en contexte académique ③</li> <li>N3 – Mener un projet en entreprise (Stage 3A)</li> </ul>
<b>5 - Encadrer une équipe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En produisant un résultat optimisé et innovant en équipe (RA)</li> <li>En travaillant en équipes internationales et/ou pluridisciplinaires (RR) (stage 2A)</li> <li>En identifiant et prenant en compte les compétences des collaborateurs (M)</li> <li>En utilisant une communication (orale et/ou écrite) adaptée (C)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>N1 – Faire équipe</li> <li>N2 – Collaborer en équipe</li> <li>N3 – S'engager dans l'animation d'équipe</li> </ul>
<b>6 - Agir en professionnel responsable (Compétence INPG)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En prenant en compte les enjeux éthiques et sociétaux (RSE, DD, RGPD, ...)</li> <li>En adoptant une posture réflexive</li> <li>En mettant constamment à jour ses savoirs et sa pratique</li> <li>En étant conscient des enjeux et valeurs personnels influant sur ses décisions (éthique de l'ingénieur,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>N1 – Agir en élève responsable</li> <li>N2 – Agir en collaborateur responsable</li> <li>N3 – Agir en professionnel responsable</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>En étant conscient de la Responsabilité Sociétale des Entreprises et des Organisations, des enjeux du Développement durable et des RGPD (RR) / Prise en compte des codes culturels de l'entreprise</li> </ul>	

13

FIGURE 28 – Démarche compétence de Seatech

### 3.4 Fiches d'évaluation

**Fiche d'évaluation à retourner au plus tard le 14 août 2023**  
A compléter par le tuteur organisme d'accueil

**Composante : SeaTech**  
**1<sup>ère</sup> année**

Organisme d'accueil : S.F.F.

Diplôme préparé : Diplôme d'ingénieur de l'Université de Toulon - SeaTech

Nom et Prénom du tuteur de l'organisme d'accueil : GASPERINI XAVIER

Nom et Prénom de l'étudiant : COUBTOIS THIBAUT

Sujet du stage : Stage ouvrier

Dates de stage : 26/06/23 au 28/07/23

Evaluation de l'étudiant par le tuteur organisme d'accueil	I	S	B	E	N	Commentaires
<b>Compétences techniques</b>						
Application des savoirs académiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Qualité de l'écoute et compréhension des besoins	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Esprit d'analyse (capacité à identifier les éléments d'une situation, les mettre en relation en dégagant les grandes lignes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Esprit de synthèse (intégration de plusieurs informations, capacité à prendre du recul, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Adéquation entre objectifs fixés et résultats obtenus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Communication</b>						
Qualité des communications orales (structurer ses idées, faire preuve de clarté, être concis, exprimer son point de vue, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Qualité des communications écrites (bonne clarté, idées bien structurées, concision, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Relation avec le public (accueil)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aptitude au travail en équipe, partage de l'information	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Comportement général</b>						
Présence, ponctualité, motivation, implication	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Précision et soin dans l'accomplissement du travail	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acceptation des critiques, respect	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Capacité à la résolution de difficultés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Capacité d'intégration, relations avec les autres membres de l'équipe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Qualités personnelles</b>						
Originalité, jugement et suggestion sur le sujet, progrès dans le domaine, qualité des résultats obtenus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Gestion des priorités et planification du travail	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Capacité d'initiative et autonomie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Polyvalence du stagiaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rigueur du travail fourni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Appréciation globale de l'étudiant en stage par le tuteur organisme d'accueil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Valeur ajoutée du stage pour l'organisme d'accueil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Commentaires :</b> <u>Thibaut est parfaitement intégré à l'équipe et a su s'adapter à toutes les tâches qui lui ont été proposées. Très bon stagiaire.</u>						

**Points à améliorer :** (plusieurs réponses possibles)

Parfaire les connaissances techniques  
 Parfaire les connaissances théoriques  
 Progresser en maturité

Prendre plus d'initiatives  
 Clarifier le projet professionnel  
 Compléter cette expérience dans un autre secteur d'activité

Le stagiaire a-t-il rendu un rapport spécifique pour l'organisme d'accueil ?  Oui  Non

Cette évaluation a-t-elle été discutée avec le stagiaire ?  Oui  Non

**Date, cachet de l'entreprise, nom et signature du tuteur organisme d'accueil :**

Explication des notations	
(0) Insuffisant	Dans la plupart des tâches, l'étudiant en stage n'a pas répondu aux attentes
(1) Satisfaisant	Dans la plupart des tâches, l'étudiant en stage a répondu aux attentes
(2) Bien	Dans la plupart des tâches, l'étudiant en stage a bien répondu aux attentes
(3) Excellent	Dans la plupart des tâches, l'étudiant en stage a pleinement répondu aux attentes

UNIVERSITÉ DE TOULON

Composante : SeaTech

SeaTech  
ÉCOLE D'INGÉNIEURS

Fiche d'évaluation à retourner au plus tard  
le 14 août 2023

1<sup>ère</sup> année

A compléter par l'étudiant (e)

Organisme d'accueil : SFF

Nom et Prénom de l'étudiant : COUKTOIS Romain

Diplôme d'ingénieur de l'Université de Toulon - SeaTech

Sujet du stage : Phase amont

Dates de stage : 25/05/2023 au 22/07/2023

Évaluation du stage par l'étudiant en stage	I	S	B	E	N	Commentaires	
<b>Missions</b>							
Vos missions étaient en rapport avec votre formation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Missions en lien avec mon cours de motivation de 1 <sup>ère</sup> année	
Les missions effectuées étaient bien celles définies au départ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>Qualité de l'encadrement</b>							
Votre tuteur organisme d'accueil a pris le temps de vous présenter le fonctionnement de la structure et l'équipe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Votre tuteur organisme d'accueil vous a aidé et conseillé quand cela était nécessaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>Savoir et savoir-faire mobilisés</b>							
Vous avez mis en pratique vos connaissances	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Vous avez su gérer votre temps et organiser votre travail	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Avez-vous développé des compétences hors référentiel école ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>Moyens mis en place pour le stage</b>							
Vous avez eu les moyens nécessaires pour réaliser votre mission (documents, éléments d'information, matériels)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>Qualité des relations professionnelles</b>							
Vous vous êtes bien intégré dans l'organisme d'accueil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Vous avez eu l'occasion de participer à des réunions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Vous avez travaillé en équipe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Date et signature de l'étudiant :  
Le 11/08/2023

*Romain*

Explication des notations	
I	(I) Insuffisant
S	(S) Suffisant
B	(B) Bien
E	(E) Excellent
N	(N) Non applicable

NB : Dans le but d'alléger la lecture du document, le genre masculin est utilisé sans discrimination pour le genre masculin et féminin.

## Bibliographie

- **Structural Fasteners Factory.** FABRIQUANT DE FIXATIONS STRUCTURALES ET DECOLLE-TEES. Disponible sur : "<https://sffactory.eu/>" (consulté le 11/07/2023).
- **Norme AIR 9173.** DIRECTION TECHNIQUE DES CONSTRUCTIONS AERONAUTIQUE. Spécifications techniques générales et conditions de contrôle des vis en acier (Classes 600, 900, 1100 et 1250 MPa). AIR 9173, 1980, 23 pages.
- **JMRP Industires.** Automation. Disponible sur : "<https://www.jmrp.fr/entreprise-automatismes-industriels>" (consulté le 20/07/2023)
- **Hestika France Citizen Group.** A20.  
Disponible sur : <https://www.hestika-citizen.fr/cnc-lathes/a20/> (consulté le 20/07/2023)
- **Brochure explicative pour Citizen A20.** Hestika France Citizen Group. Cincom-A20-Tour Automatique CNC à poupée mobile.  
Disponible sur : "<https://www.hestika-citizen.fr/wp-content/uploads/2018/07/Brochure-8p-A20-04-18-1.pdf>" consulté le (20/07/2023)
- **Manuel des robots série RV-FR.** Mitsubishi Electric. RV-FR Series Standard Specifications Manual.  
Disponible sur : "<https://eu-assets.contentstack.com/v3/assets/blt5412ff9af9aef77f/blta5c4b84935903df0/649019cd98284a5da6e60d53/bfp-a3470w.pdf>
- **Wikipedia.** Programmation de commande numérique.  
Disponible sur "[https://fr.wikipedia.org/wiki/Programmation\\_de\\_commande\\_numerique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Programmation_de_commande_numerique)" (consulté le 21/07/2023)
- **Mitutoyo.** PJ-P2010A Projecteur de profil.  
Disponible sur "[https://shop.mitutoyo.fr/web/mitutoyo/fr\\_FR/mitutoyo/\\$catalogue/mitutoyoData/PR/302-802-10/datasheet.xhtml](https://shop.mitutoyo.fr/web/mitutoyo/fr_FR/mitutoyo/$catalogue/mitutoyoData/PR/302-802-10/datasheet.xhtml)" (consulté le 21/07/2023)
- **M.C.T.** Le matricage à chaud.  
Disponible sur <https://www.mct-groupe.com/fr/matricage/le-matricage-a-chaud> (consulté le 21/07/2023)
- **Wikipedia.** Matricage (métallurgie). Disponible sur [https://fr.wikipedia.org/wiki/Matricage\\_\(m%C3%A9tallurgie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Matricage_(m%C3%A9tallurgie)) (consulté le 21/07/2023)
- **A3M.** Les traitements thermiques des aciers.  
Disponible sur <https://www.a3ms.fr/1588-2/> (consulté la 24/07/2023)
- **MetalBlog.** Les mécanismes de la trempe des aciers.  
Disponible sur <https://metalblog.ctif.com/2020/12/14/les-mecanismes-de-trempe-des-aciers/> (consulté le 24/07/2023)
- **ConcepTek.** Essai de traction.  
Disponible sur <https://conceptek.net/fr/techniques-de-base/materiaux/essais-et-contr%C3%B4les/essai-de-traction> (consulté le 24/07/2023)

- **INSEE.** La filière aéronautique et spatiale en France en 2020.  
Disponible sur <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5896539consulter> (consulté le 25/07/2023)
- **Le Télégramme.** Le secteur aéronautique et spatial veut recruter 25 000 personnes en 2023.  
Disponible sur <https://www.letelegramme.fr/economie/emploi/le-secteur-aeronautique-et-spatial-veut-recruter-25-000-personnes-en-2023-4097851.php> (consulté le 25/07/2023)
- **SIAE.** SIAE-2023-Plaquette-Bilan.pdf.  
Disponible sur <https://www.siae.fr/Data/ElFinder/s4/SIAE-2023/SITE/BILAN/SIAE-2023-Plaquette-Bilan.pdf?t=1689239563> (consulté le 25/07/2023)