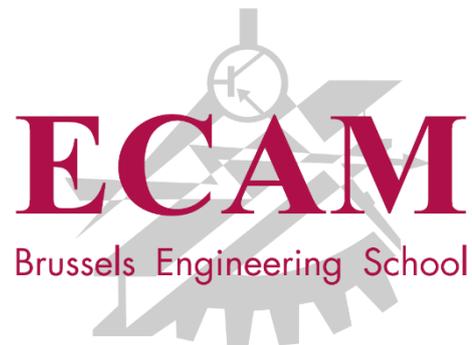

ECOLE CENTRALE DES ARTS ET MÉTIERS



RAPPORT DU STAGE D'IMMERSION
PROFESSIONNELLE



Théo Ducoulombier 16067

Superviseur : S. Combéfis

Maître de stage : L-P. Broze

2018-2019

TABLE DES MATIÈRES :

1.Présentation générale de l'entreprise :

1.1 Présentation des différents rôles dans l'entreprise

1.1.1 Les Co-Fondateurs

1.1.2 Les Modélisateurs

1.1.3 Les stagiaires

1.1.4 Le secteur Recherche et Développement

1.1.5 Le gérant de la salle d'impression 3D

2.Objectifs du stage

2.1Taches générales

2.2Taches particulières

3.Timeline de la production d'une attelle et de mon rôle dans celle-ci

3.1 Timeline générale

3.2 Descriptif des différents acteurs

3.2.1 Les Bandagistes

3.2.2 Les Modélisateurs

3.2.3 Les opérateurs 3D

3.2.4 Les patients

4.Conclusion du stage

A. Annexes

A.1 Références

A.2 Résumé des activités de chaque semaine

A.2.1 Semaine 1

A.2.2 Semaine 2

A.2.3 Semaine 3

A.2.4 Semaine 4

A.2.5 Semaine 5

A.2.6 Semaine 6

Remerciements à toute l'équipe Spentys pour ces 6 semaines de stages pleines d'apprentissages et de rencontres, et tout particulièrement à Louis-Philippe Broze qui a accepté d'être mon maître de stage et Sébastien Combéfis pour avoir été mon superviseur.

J'aimerais également adresser de sincères remerciements à Michael Ledoux, Salah et Luka Fisher qui m'ont supporté durant 6 semaines dans le secteur 3D.

INTRODUCTION :

Ce stage de troisième bachelier à l'ECAM a pour but de permettre à l'étudiant de comprendre le milieu de l'entreprise aussi bien social qu'économique, certains aspects du travail de l'ingénieur et le fonctionnement interne d'une entreprise.

Cela permet aussi, via ce stage, d'avoir un aperçu du métier d'ingénieur et comprendre le but réel de celui-ci sur le terrain.

Enfin, de nous confronter à nos idées sur le monde de l'entreprise et d'apprendre concrètement à s'insérer dans une équipe de travail, mais aussi de prendre conscience de nos forces et faiblesses pour ensuite mieux les exploiter ou les corriger afin d'être le plus autonome possible.

Mon stage a eu lieu chez Spentys à Forest du 08/04/2019 au 17/05/2019 dans le milieu de l'impression 3D d'attelles orthopédiques.

1.Présentation générale de l'entreprise :

Spentys est une entreprise de scan, modélisation et impression 3D dans le but de produire des attelles d'immobilisation orthopédiques faites sur mesure pour le patient souffrant d'une lésion osseuse, musculaire ou ligamentaire.

La société fut créée en 2017 par Louis-Philippe Broze et Florian De Boeck.

Elle propose un catalogue d'attelles, qui compte pour le moment une quinzaine de produits permettant l'immobilisation de la main au bras, du visage et du cou ou encore de la jambe et du pied¹. Les attelles sont imprimées en divers matériaux en fonction des caractéristiques recherchées. Les modèles pour le bras, par exemple, sont faits en Polypropylène un matériau semi-flexible et biocompatible.

1.1 Présentation des différents rôles dans l'entreprise

1.1.1 Les Co-Fondateurs

Nous retrouvons à la tête de l'entreprise deux personnes Louis-Phillipe Broze (Ingénieur commercial) et Florian De Boeck (Ingénieur dans le biomédical).

-Le premier s'occupe principalement des contacts avec les divers bandagistes, du marketing, des finances et management.

-Le second est plus axé sur le contrôle qualité pour veiller à assurer un niveau médical dans la production des attelles, sur le développement de nouvelles technologies et de la gestion des ressources humaines.

1.1.2 Les Modélisateurs

Pour la modélisation, il en existe 2 types, le premier utilisant le scan en 3 dimensions pour faire une attelle « à la main » dans le logiciel 3D, alors que le second s'oriente à faire des attelles via une automatisation algorithmique qui permet à un programme de réaliser une attelle adaptée à la pathologie du patient.

Le développement de l'algorithme se base sur les modèles récurrents approuvés et réalisés par le premier modélisateur afin d'accélérer la création des attelles et réduire les charges de travail.

1. Vous pouvez retrouver le catalogue complet en annexe.

1.1.3 Les stagiaires et consultants

On les retrouve dans tous les secteurs de l'entreprise, ils permettent à une petite société comme Spentys de continuer un développement sain à moindre coût sans devoir dépenser de l'argent dans des gros salaires mais plutôt un investissement en temps qui est aussi bien bénéfique pour l'entreprise que pour le stagiaire. Le seul bémol étant la perte des connaissances accumulées pour l'entreprise lors du départ du stagiaire.

1.1.4 Le secteur Recherche et Développement

Secteur composé aussi bien des modélisateurs que des opérateurs 3D.

-Ils s'associent tout d'abord dans le développement de nouveaux produits souvent issu d'une requête émanant d'un bandagiste qui transféra alors le scan d'un patient dont sa pathologie n'est pas encore prise en charge par une attelle spécifique. Par la suite les opérateurs reçoivent le modèle 3D de la nouvelle attelle et tâchent de rendre l'impression du produit la plus rapide possible avec le meilleur rendu de surface (gestion des paramètres de positionnement, support,...)².

-On retrouve aussi les opérateurs 3D dans le développement de nouveaux profils visant à améliorer l'impression et en réduire le temps ou encore la recherche de nouveaux matériaux dont les caractéristiques correspondent à l'utilisation future de l'attelle.

1.1.5 L'Opérateur 3D

Il est responsable tant de la salle de production de la logistique, de l'entretien, de sa propreté que de la fiabilité des imprimantes. Il lance les impressions d'attelles et veille à leur bon déroulement. Il gère aussi la logistique et le post traitement (retrait des supports, ébavurage, packaging et envois.). Il doit aussi détecter les erreurs, les analyser pour ensuite les résoudre.

². Géré dans le slicer Cura produit par Ultimaker.

2.Objectifs du stage

Dans cette section, vous trouvez les objectifs particuliers du stage et le descriptif des tâches réalisées.

2.1 Tâches générales

Durant mon stage, je fus stagiaire opérateur 3D. J'étais donc en charge des tâches de base et j'ai pris part aux activités dans la recherche et le développement ainsi que dans la logistique et la gestion de la salle d'impression 3D

Chaque semaine, j'ai eu la chance de pouvoir assister aux grandes réunions des secteurs de Spentys, ceci me permettant de mettre en avant mes idées et d'interagir dans l'entreprise.

2.2 Taches particulières

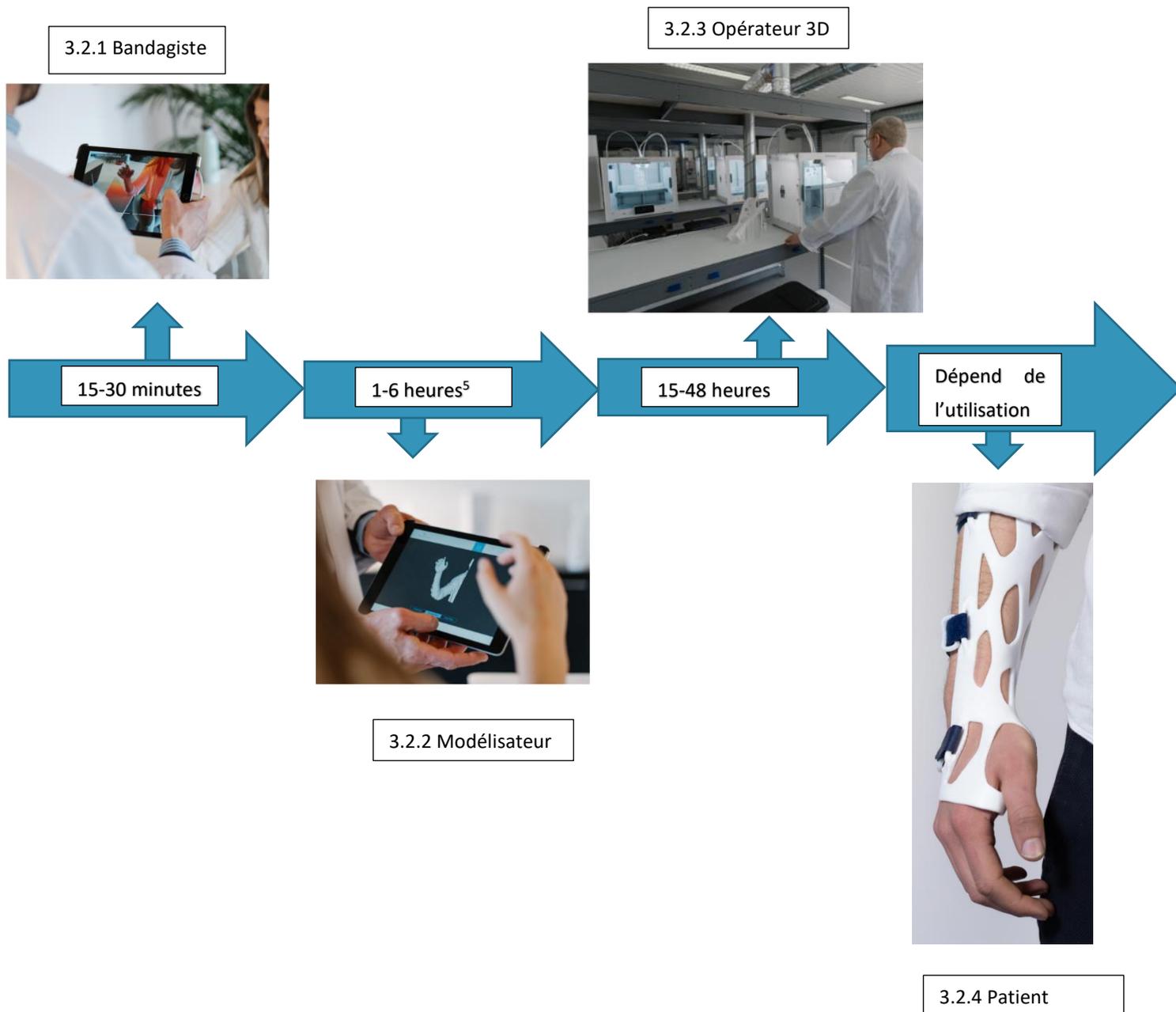
Mes tâches furent de :

- Trouver divers profils d'impression de matériaux (Petg, Fibre de carbone, Fibre de verre,..),
- Résoudre divers problèmes d'impression 3D et de trouver leur cause (sous extrusion, support,...).
- Réparer les Tobeca³ afin de les réutiliser dans le but d'imprimer du PLA.
- Trouver une solution pour soutenir les plaques utilisées pour l'isolation des étagères à imprimantes.
- Réaliser un modèle de guide de filament pour empêcher la sous extrusion dûe au blocage du filament vers l'extrudeur.
- Réduction du temps d'impression en utilisant des supports « Meshmixer » dits « en forme d'arbres ».

³. Marque d'imprimantes cartésiennes ayant des soucis majeurs.

3. Timeline de la production d'une attelle et de mon rôle dans celle-ci

3.1 Timeline générale



⁵ Dépend de la complexité du modèle à produire certains peuvent prendre une journée entière à être produit tandis que d'autres prendront 10 minutes via l'algorithme.

3.2 Descriptifs des différents acteurs

Divers formulaires sont remplis par chacun des acteurs pour assurer un suivi complet de la production de chaque attelle depuis le scan jusqu'à l'essayage au patient.

Process	
Step 0 - Patient's info	
Step 1 - Scan cleanup	Validated by giacomo at 2019-03-27 11:41:23
Step 2 - 3D modelling	Validated by giacomo at 2019-03-27 11:42:30
Step 3 - 3D printing	Validated by micha at 2019-03-27 16:20:13
Step 4 - Post-printing	Validated by micha at 2019-03-29 13:05:31
Step 5 - Conditioning	Validated by florian at 2019-03-29 16:20:21

3.2.1 Les Bandagistes

New Record ×

Patient Id

Gender

Limb

Age

Delivery date

Billing Id

Custom serial
Custom Serial

Main Scan file
 Aucun fichier choisi

Others scans files
 Aucun fichier choisi

Photos
 Aucun fichier choisi

Le bandagiste est le lien entre Spentys et le patient. Il scanne le membre du patient à qui l'attelle est destinée et remplit une fiche d'identification avec différentes informations permettant de faciliter le travail des modélisateurs et d'avoir l'essentiel des données utiles. On retrouve ces données dans le step 0.

Après la réalisation de l'attelle, le bandagiste pourra la présenter au patient en vue d'y apporter d'éventuels ajustements. Cette démarche vise à rendre le matériel le plus confortable possible pour le bénéficiaire.

3.2.2 Les Modélisateurs

Les deuxièmes à entrer en scène sont les modélisateurs qui devront d'abord nettoyer le scan 3D des fioritures puis vont l'uploader dans le step 1. On passe ensuite à l'étape modeling :

-soit on réalise une attelle qui possède déjà une version de modélisation par algorithme qui devra être vérifiée,

- soit on fait appel à une modélisation manuelle,

dans les 2 cas, le fichier est uploadé dans la step 2.

3.2.3 Les opérateurs 3D

C'est l'aspect de la chaîne que j'ai le plus travaillé. Il consistait à récupérer le fichier Stl de l'attelle pour ensuite le mettre dans le slicer (Cura) afin d'effectuer les réglages de positionnement du modèle, des supports, les températures (du local et de l'impression) et ensuite générer le Gcode pour l'uploader dans la step 3. Et on peut enfin lancer une impression en réseau via l'Overseer⁴ (plateforme connectée aux imprimantes) ou via une clé USB.

The screenshot displays a production management interface with a checklist of steps and a table of uploaded files.

Checklist:

- ✓ 1. The Production Manager identifies the resources needed for the production (spools, documents, conditioning equipment, printer tools)
- ✓ 2. The operator controls the parameters of the production room and records them in the batch file:
 - Temperature;
 - Humidity;
 - Air quality (PM2.5, PM10, CO2, TVOC)
- ✓ 3. He carries out the environmental controls that may be necessary to start a line. He inspects:
 - The equipment and validity limits of the calibrations and the printing conditions (application of the adhesive to improve the adhesion and extrusion of the plastic);
 - The maintenance logbooks;
 - The cleaning date.
- ✓ 4. The Production Manager verifies the 3D model of the cast, if it is going to be printed correctly.
 - Open the 3D model on MeshMixer
 - Insert 3D printing parameters, for the chosen materials and model
 - Simulate the 3D printing process with parameters
 - Analyse the file (check if there is no risk during the printing process)
 - Adapt the parameters to improve the quality and time of the printing process of the cast. Please, if necessary, refers to the production manual to remind you all parameters and their impact. Slice the model with Repetier Host
 - Upload the file on the platform (FileName-Print.gcode)
 - *If there is a problem at this step, please inform the 3D modeller to correct the PolyCast model and start again the procedure
- ✓ 5. The Production Manager launches the 3D printing of the PolyCast
- ✓ 6. The PM reports the starting date and hours on the platform
- ✓ 7. Quality Check
 - The PM must check the first printing layers (about 1 cm), to assure that the printing process is launched correctly (the first layers are the critical parts)
 - *If the production is not launched correctly, restart the procedure and start again the production directly
- ✓ 8. Once the product is printed, the production Manager stops the production line and place the PolyCast in the quarantined zone (while waiting for its release – compliant/non-compliant)

Table:

#	date	user	action
1	2019-04-09-13-15-46	uploaded by micha	download Delete

Upload Section:

Upload GCODE

Aucun fichier choisi

Quand l'impression est terminée, on retire le modèle du plateau et on procède au post traitement, retrait des supports, nettoyage de la surface, mise en place des scratches permettant de valider la step 4. La pièce pourra être emballée après avoir reçu son contrat de conformité effectué par un membre du staff autres qu'un opérateur 3D cette démarche vise à garantir l'objectivité quant à la qualité du travail effectué la step 5 est alors complétée et le matériel est alors prêt à être réceptionnée par le bandagiste

3.2.4 Les patients

Le patient se rend chez son bandagiste pour essayer son attelle Spentys. Le patient peut donner ses impressions quant à des douleurs ou à un inconfort éventuel. Si tout se passe bien, il peut alors la garder.

Si l'attelle n'est plus utile, elle pourra être rendue dans un but futur d'un éventuel recyclage.

⁴.Plateforme connectée aux imprimantes.

4. Conclusion du stage

Via ce stage chez Spentys, j'ai vécu une immersion très enrichissante dans le métier d'ingénieur. Les membres de l'entreprise m'ont permis d'être un véritable apprenti en me laissant des libertés et en me permettant de prendre part à la vie de l'entreprise malgré la durée limitée du stage. J'ai pu améliorer mes connaissances en impression 3D et en gestion d'une startup.

Comme par exemple :

- La création de profils pour nouveaux matériaux

- Le développement d'une solution afin de réparer les Tobeca

- La modélisation de diverses pièces afin d'améliorer la qualité de la salle d'impression.

J'ai aussi pu voir à quel point la communication dans une entreprise est importante pour éviter d'avoir des soucis dans la timeline et aussi de réduire les pertes évitables.

Ce stage m'a apporté beaucoup de choses tant sur le plan technique que sur le plan social ou encore concernant les rapports humains dans une société.

Au niveau social, j'ai pu voir que malgré les différences linguistique (français néerlandais, espagnol) on retrouvait une bonne cohésion, une excellente qualité de travail et une bonne entente.

Ce stage chez Spentys m'a permis de voir le grand potentiel de l'impression 3D non seulement dans l'ingénierie mais aussi dans le monde médical, l'alimentaire, ...

Cette expérience m'a confirmée mon envie de continuer à comprendre et à développer ce domaine dans mon futur.

A. Annexes

A.1 Référence

- Catalogue Spentys [1]
- Note de stage
- Site internet de Spentys : <https://www.spentys.com/>
- Organigramme de l'entreprise [2]

A.2 Résumé des activités de chaque semaine

A.2.1 Semaine 1

- Visite de l'entreprise
- Lancement de test de nouveaux matériaux
- Essaie de moules à pralines

A.2.2 Semaine 2

- Lancement de tests de nouveaux matériaux
- Essaie de moules à pralines en silicone
- Logistique
- Modélisation de la traverse pour les plaques en plexi

A.2.3 Semaine 3

- Lancement de tests de nouveaux matériaux
- Essaie de moules à pralines en silicone
- Logistique
- Réunion sur le système de stockage
- Développement d'une solution pour la Tobeca

A.2.4 Semaine 4

- Lancement de tests de nouveaux matériaux
- Essaie de moules à pralines en silicone
- Logistique
- Développement d'une solution pour la Tobeca

A.2.5 Semaine 5

- Lancement de tests de nouveaux matériaux
- Logistique
- Développement d'une solution pour la Tobeca
- Visite de MCA

A.2.6 Semaine 6

- Développement d'une solution pour la Tobeca
- Lancement de tests de nouveaux matériaux
- Viste de Tribea
- Logistique