

Sommaire:

A. Introduction.....	2
1/ Présentation.....	2
2/ Prérequis techniques	2
B. Présentation de l'entreprise	3
1/ L'histoire de Francofil.....	3
2/ Les clients	3
3/ Fiche d'identité	4
4/ Les produits et services.....	4
5/ L'extrusion de filament : comment ça marche ?.....	6
C. Déroulé du stage.....	7
1/ Mes missions	7
2/ Relations interpersonnelles.....	11
D.Profil et projet professionnel.....	11
1/ Mon profil professionnel	11
2/ Mon projet professionnel	11
E.Conclusion	12
F.Remerciements.....	13
Glossaire.....	14
Annexes.....	15

A. Introduction

1/ Présentation

Dans le cadre de la première année en cycle pré-ingénieur, l'ESIEE Amiens propose à ses étudiants l'opportunité d'effectuer un stage pratique d'une durée de quatre semaines sur la période estivale. L'objectif de ce stage est d'offrir à l'étudiant une première expérience professionnelle au cœur du monde de l'entreprise, lui permettant ainsi d'appréhender son schéma organisationnel et la place qu'occupe le métier d'ingénieur dans ce dernier.

Pour ma part, ce stage se déroula du 28 juin au 28 juillet 2021 au sein de l'entreprise Francofil à Manneville-la-Goupil en Normandie (76110). Cette société est spécialisée dans la production de consommable pour l'impression trois dimensions sous forme de filament plastique. Elle propose également un service de conception de filaments spéciaux répondant aux différentes contraintes techniques et esthétiques du client.

Ce rapport s'articulera en quatre parties. Tout d'abord, la présentation de l'entreprise, son historique, sa structure, sa fiche d'identité ainsi qu'un descriptif de ses produits. En second lieu, je retracerai le déroulé de ces quatre semaines : mes missions, ma place dans l'organisation de l'entreprise. Et pour finir, j'évoquerai mon projet professionnel et analyserai l'influence qu'a eu cette période de stage sur ma vision du monde du travail ainsi que sur mes ambitions futures. Enfin, je prendrai le temps de remercier les acteurs ayant permis l'aboutissement et le bon déroulement de ce stage.

Vous trouverez également une partie annexe en fin de ce rapport, des références y seront régulièrement trouvés au long de votre lecture afin de compléter le propos par un schéma détaillé ou une image.

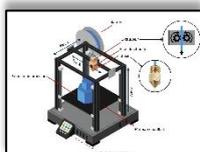
Exemple ^(annexe 0)

De même, un glossaire se situe juste avant les annexes, il permet d'expliquer certains termes et notions qui ne peuvent être proprement développés dans le texte.

Exemple *0

2/ Prérequis techniques

Avant d'entamer la lecture de ce rapport, il m'a paru important d'expliquer une notion qui sera très fréquemment citée : L'impression en trois dimensions, ou impression 3D. L'impression 3D est un procédé de fabrication additive, cela signifie que l'on produit un volume par ajout de matière, la pièce prend forme au fur et à mesure de la solidification des couches. Il existe de nombreuses technologies permettant d'imprimer un volume, nous nous concentrerons ici sur l'impression 3D à dépôt de fil fondu, ou FFF (**F**used **F**ilament **F**abrication).



Voir schéma « L'impression 3D FDM » en annexe 1

Tout d'abord, la matière première est un consommable qui se présente sous la forme de bobines de filament. Ce filament est tiré par un **extrudeur** composé généralement de deux roues crantées entraînées par un moteur. Il arrive ensuite dans la tête d'impression, cette dernière est motorisée sur deux axes horizontaux (**X** et **Y**). Le filament est chauffé dans le **bloc de chauffe** et sort, fondu, de la **buse**. En dessous se situe le **plateau** d'impression. Ce dernier peut être chauffé pour l'impression de certaines matières, cela permet de garder la couche inférieure à température afin d'éviter qu'elle se rétracte, et donc, que la pièce en impression se décolle. Le plateau est, lui, motorisé sur l'axe vertical (**axe Z**). Pour imprimer une pièce, il faut la dessiner en 3D sur des logiciels adaptés (à l'ESIEE, nous utilisons le logiciel SolidWorks). On peut aussi la télécharger sur des banques de fichiers 3D en ligne. Le fichier doit ensuite être analysé par un logiciel : on place la (ou les) pièce(s) sur le plateau virtuel, puis le logiciel se charge de les « trancher » en couche et de générer les consignes à envoyer à chaque moteur, ces instructions se présentent sous la forme d'un fichier texte appelé GCODE, sa structure est très simple, chaque ligne correspond à une instruction. Ce fichier est envoyé à l'imprimante 3D, généralement par le biais d'une clé USB ou carte SD, puis l'impression peut être lancée.

Maintenant cette introduction technique effectuée, il vous sera plus facile de comprendre et situer les références à l'impression 3D présentes dans ce rapport.

B. Présentation de l'entreprise

1/ L'histoire de Francofil

Proposer une impression 3D locale et éthique, c'est le défi que s'est lancé Florent Port, président de Francofil, en mai 2017. Après des études d'ingénieur en plasturgie à l'ISPA (Institut Supérieur de Plasturgie en Alternance) où il rencontre sa future épouse, Hélène Port, tous deux intègrent la société Sidel. Cette entreprise développe des équipements pour la production de bouteilles plastiques et emballages de produits alimentaires. Après de nombreuses années en recherche et développement, Florent Port quitte Sidel en juillet 2016 pour se lancer, quelques mois plus tard, dans la création de son entreprise. Après une étude de plusieurs secteurs d'activités, il choisit le monde de l'impression 3D, secteur en plein essor, où il estime qu'il pourra se démarquer de ses concurrents, de par ses idées nouvelles et son expertise en extrusion plastique. Il débute alors son parcours en mai 2017 dans l'incubateur d'entreprise Normandie Incubation où son projet suscite l'intérêt de plusieurs acteurs locaux, comme la Région Normandie ou encore la Chambre de Commerce et d'Industrie de Seine Maritime. Ces soutiens financiers lui permettent d'investir dans une première machine à extrusion plastique. Il fait ensuite la rencontre de Marc Fromentin, diplômé en communication internationale, qui rejoint Francofil en octobre 2018 pour assurer la communication et le développement commercial. Plus récemment, Fabien Dilard est embauché en janvier 2020 en tant qu'opérateur machines et préparateur de commande. Aujourd'hui, Francofil possède un parc de deux extrudeuses à filament et Guillaume Gaspard a rejoint l'équipe à mi-temps en préparation de commande. Bientôt, Hélène Port rejoindra également les effectifs.

2/ Les clients

La cible commerciale de Francofil est très large, elle vise d'une part, les professionnels, en proposant un service de conception de filament sur mesure ou encore, un conditionnement en bobine de poids adapté aux demandes de chaque entreprise, et d'autre part, les particuliers, pour qui une très large gamme est disponible sur la boutique en ligne Francofil.

3/ Fiche d'identité

Objet social :

-Extrusion de matières plastiques, conception, réalisation et commercialisation de fils et filaments pour l'impression en trois dimensions
-Activité de conseils et prestations de services se rapportant à l'objet ci-dessus

Actionnariat :

Hélène et Florent Port : 67%
Région Normandie : 16,5%
Investisseurs privés : 16,5%

Actions : 1500 actions

Capital : 15 000 €

Valeur en bourse : Non cotée

Effectif : 4

Chiffre d'affaires 2020 : 220 000 €

Statut juridique : SAS

Filiales : Aucune

Secteur : Secteur secondaire

Branche :

Fabrication de matière plastique de base (2016Z)

Source : Florent Port

4/ Les produits et services

Francofil propose un **catalogue** ^(annexe 2) riche et varié. On y trouve une grande gamme de couleurs et plusieurs types de plastique ayant chacun leurs spécificités, les deux principaux sont :

- Le PLA (ou acide polylactique) est un thermoplastique fabriqué à partir de ressources renouvelables telles que l'amidon de maïs ou la canne à sucre. En raison de ses origines naturelles et de sa facilité d'utilisation, le PLA est un des plastiques les plus répandus en impression 3D. A cela s'ajoute son prix relativement bas (une vingtaine d'euro au kg) et sa faible température de fusion (autour de 180°C) ce qui en fait le matériau idéal pour débiter l'impression 3D. Il possède toutefois quelques inconvénients comme par exemple sa faible résistance mécanique.
- L'ABS (ou acrylonitrile butadiène styrène) est le plastique le plus présent dans l'industrie, on le retrouve dans tous les secteurs industriels, allant de l'automobile jusqu'aux briques LEGO. L'ABS a donc naturellement rejoint le secteur de l'impression 3D, de par sa présence déjà forte dans le monde du plastique, mais aussi pour sa robustesse et sa résistance à la chaleur plus élevée que le PLA. L'autre atout majeur de l'ABS est son prix (similaire au PLA). C'est un filament assurant l'impression d'objets 3D durables et robustes pour un coût maîtrisé. Il est toutefois plus compliqué à imprimer pour plusieurs raisons, comme sa température de fusion (environ 230°C) ainsi que sa forte propension à rétrécir au contact de l'air.

En plus des 18 couleurs unies présentes dans leur gamme, Florent et Hélène Port ont développé des teintes nouvelles ayant des reflets **métallisés ou irisés** ^(annexe 2). En collaboration avec leur fournisseur de matière première (basé à Caen en Normandie), ils ont également conçu une gamme de filaments naturellement colorés par la revalorisation de

déchets issus de différentes filières (agriculture, restauration...). On y retrouve des PLA chargés en coquillages broyés, marc de café, drèches de bière ou encore, résidus de blé. Ces filaments atypiques, nommés **co-produits** (annexe 2), apportent à la pièce imprimée un aspect esthétique intéressant et une texture inédite. Pour chacun des co-produits, Francofil veille à adopter une démarche éco-responsable. En effet, l'entièreté des déchets valorisés provient de filières locales, pour la plupart, normandes.

L'entreprise propose différents diamètres pour s'adapter aux normes du marché. Il existe en fait deux standards, certaines machines requiert l'utilisation d'un filament de 1.75 mm de diamètre, et de 2.85 mm pour d'autres.

Plusieurs poids sont disponibles à la vente : pour le particulier, on privilégiera les bobines de 250g, 500g, 750g ou bien 1kg, tandis que le professionnel préférera un conditionnement en 3kg, 5kg et même 10kg. Une des idées innovantes de Francofil est la vente d'échantillons (ou **couronnes** (annexe 1)) qui permettent au client de tester le filament sans avoir à acheter une bobine entière. Ces échantillons pèsent environ 33g et s'achètent en pack de 10 ou 20.



Fig. 1 : Stock de couronnes

Francofil offre également un service de conception de filament, cela peut être une demande spécifique de couleur, de propriétés techniques ou encore d'aspect esthétique. Par exemple, l'un des projets actuels est le développement d'un filament recyclé, en collaboration avec un grand industriel du recyclage des matières plastiques.

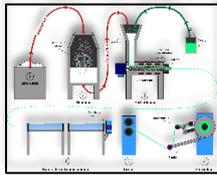
Pour finir, Francofil propose à ses clients un service innovant nommé RendBobine. Il s'agit d'un dispositif logistique permettant de donner une seconde vie aux bobines Francofil. Avec chaque commande envoyée est joint un bon d'expédition prépayé. Cela permet au client, dès qu'il a stocké 10 bobines ou plus, de les renvoyer chez Francofil afin qu'elles soient réutilisées. Ce service s'inclue dans une économie circulaire en proposant au client de le débarrasser de ses déchets de production tout en adoptant une démarche éco-responsable.



Fig. 2 : Logo Rendbobine

5/ L'extrusion de filament : comment ça marche ?

Comme expliqué plus tôt, Francofil est spécialisé dans la production de filament plastique, la méthode utilisée pour produire ce dernier se nomme l'extrusion plastique. Voici donc une explication de ce processus et l'organisation liée à celui-ci. Cela permettra de mieux situer chacune de mes missions dans le fonctionnement de la chaîne de production.



Voir schéma « La chaîne de production Francofil » en annexe 3

Francofil possède un parc de deux extrudeuses, fonctionnant sur un schéma très semblable : Au début de la chaîne, les matières plastiques se présentent sous forme de **granulés** ① blancs. Certaines matières absorbent l'humidité ambiante. Elles doivent, de ce fait, être séchées avant d'être travaillées. Elle séjourne alors, pendant un temps donné, dans un **sécheur** ② où circule un flux **d'air chaud et sec**. La matière est ensuite acheminée dans une **trémie** où elle descend par gravité dans un fourreau. Elle est ici teintée, par l'ajout d'un **colorant** sous forme de granulés saturés en couleur.

L'ensemble des granulés arrivent ensuite dans **l'extrudeuse** ③, où ils sont plastifiés par l'action simultanée de la rotation d'une **vis sans fin** conique et d'un système de **colliers chauffants**. Cela signifie que la matière plastique est chauffée et malaxée jusqu'à l'obtention d'une texture homogène et modelable ainsi que d'une couleur uniforme. La matière fondue est alors poussée à travers une **filière** ronde au diamètre légèrement supérieur au calibre final. Le filament ainsi obtenu doit être refroidi. L'abaissement en température doit être progressif afin d'éviter l'apparition de tensions mécaniques au sein du filament. Il passe donc à travers plusieurs **bains de refroidissement** ④ remplis d'eau dont la température est régulée.

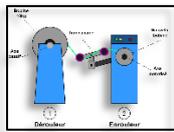
Le filament continue son chemin à travers un **sécheur à air comprimé** puis dans une **cellule** qui mesure son diamètre et son **ovalisation**². Ces mesures sont effectuées trois cent fois par seconde à l'aide d'un laser. Il est finalement entraîné par un **tireur** ⑤ fonctionnant de pair avec la cellule de mesure : les lectures de la cellule permettent au logiciel d'ajuster en temps réel la vitesse de tirage afin de modifier légèrement la géométrie du filament avant son durcissement complet. De cette manière, le logiciel maintient le diamètre du filament dans les tolérances imposées par l'opérateur. Pour finir, le filament est enroulé en bobine de 10 kilogrammes à l'aide d'un **trancanneur** ^{*1} et d'un **enrouleur** ⑥. Enfin, il est stocké, pour attendre son reconditionnement en bobines de plus petite masse, son emballage et, finalement, sa mise en vente.

C. Déroulé du stage

Durant ces quatre semaines, plusieurs tâches très variées m'ont été assignées. Nous verrons d'abord ma mission principale, qui fut le conditionnement et l'emballage des bobines de filaments, puis j'évoquerai les tâches plus diversifiées, comme des réparations sur certaines machines ou encore l'impression de pièces en 3D. J'ai, de même, pu observer et participer à la circulation d'information au sein de l'entreprise, j'en décrirai le fonctionnement.

1/ Mes missions

Comme évoqué plus tôt, ma tâche principale fut le conditionnement et l'emballage des bobines. Voici donc la suite d'actions nécessaires pour produire une bobine prête à la vente :



Voir schéma « poste de reboinage » en annexe 4

Tout commence par la sélection d'une bobine de dix kilogrammes de la couleur demandée dans le stock, cette demande peut venir d'une commande de client, ou bien d'un manque à combler dans le stock.



Fig. 3 : Stock de bobines 10kg

Il faut ensuite l'emmener au **poste de reboinage** ^(annexe 4), on la place sur le **dérouleur** ①, et on installe une bobine vide du poids requis dans **l'enrouleur** ②. Il faut ensuite prendre l'extrémité du fil, la passer dans le trancanneur puis l'accrocher sur la nouvelle bobine. Il faut également penser à ajuster le réglage du trancanneur pour convenir à la largeur de la bobine. On saisit le poids voulu sur l'interface de contrôle. Ce n'est, d'ailleurs, pas en poids, mais en longueur que le logiciel fonctionne (exemple : 1kg de PLA \approx 330 m). On peut finalement lancer l'enrouleur. Sa vitesse est adaptative, il accélère et décélère progressivement en début et fin d'enroulage afin de ne pas briser le fil. Quand le bobinage touche à sa fin, une sonnerie se fait entendre, il faut alors poser sa main sur la bobine de 10kg afin de freiner sa rotation. En effet, cette dernière n'est pas motorisée, c'est l'enroulage du fil autour de la nouvelle bobine qui entraîne le déroulage de l'ancienne. Par conséquent, si ce freinage n'est pas effectué, la bobine peut être entraînée par son inertie menant à un déroulement incontrôlé et parfois même, à une perte de matière si le fil s'emmêle. Il m'a fallu quelques jours de pratiques avant de complètement maîtriser ce geste.

Une fois la bobine enroulée, il faut couper le filament, retirer la bobine de l'enrouleur puis passer au **poste de conditionnement** (annexe 5). Ici, il faut coller une **étiquette** sur la bobine, cette dernière contient les quelques informations essentielles à l'impression, comme la matière (PLA ou ABS), la température d'impression et le poids. Ces étiquettes se trouvent dans un classeur où elles sont rangées par matière, poids et couleur, il faut donc être très vigilant afin de ne pas se tromper.



Fig. 4 : Etiquette bobine (1kg de PLA noir)

Il faut ensuite positionner un **sachet de silica-gel** dans la bobine afin d'éviter la prise d'humidité du plastique. On la place dans un sac, puis on la met sous vide grâce à la **machine** prévue à cet effet. La prochaine étape est le montage d'un carton, il se présente sous la forme d'une planche prédécoupée qu'il faut plier afin de donner forme à la boîte.

On y insère la bobine de filament sous vide. Il reste à fermer le carton et y apposer, pour finir, une étiquette. Cette dernière contient plus d'information que l'étiquette bobine et est rectangulaire.



Fig. 5 : Etiquette carton (1kg de PLA noir)

Il ne reste qu'à ranger la boîte en stock ou bien à l'ajouter à une commande pour un envoi au client.

Cet enchaînement d'actions fut assez complexe à appréhender au début du stage, mais la répétition de ces gestes techniques m'a fait prendre de l'assurance au fil des jours. Néanmoins, l'erreur est vite arrivée, il m'a fallu être vigilant afin de respecter chacune des étapes du processus. Heureusement, mes collègues, Fabien et Guillaume, furent très bienveillants : en cas d'erreur de ma part, il n'était pas rare qu'une plaisanterie se fasse entendre pour me faire remarquer mon étourderie.

Même si cette tâche occupa la plupart de mon temps, j'ai eu la chance de me voir attribuer d'autres missions. J'ai pu, par exemple, mettre à profit mes compétences en impression 3D, acquises à travers plusieurs projets personnels et dans le cadre de l'**option ITEC^{*3}** cette année.

Lorsque Francofil développe de nouvelles matières, soit pour un client, soit pour leur catalogue, des pièces de test (ou éprouvettes) sont imprimées et envoyées dans un laboratoire spécialisé. Ce laboratoire est chargé de tester par différentes méthodes la résistance mécanique du matériau en le soumettant à plusieurs types d'efforts jusqu'à sa rupture. Florent Port m'a donc demandé de prendre en charge l'impression de trois lots d'éprouvettes. Chaque lot se compose de 20 éprouvettes, 10 pour test de **traction** (annexe 6) et 10 pour test de **choc** (annexe 6). Pour procéder aux impressions, j'ai utilisé les imprimantes présentes chez Francofil. Néanmoins, certaines d'entre elles présentaient des dysfonctionnements, j'ai donc proposé à Florent d'effectuer des réparations, ce qu'il a accepté. J'ai alors diagnostiqué les machines afin d'en déduire les pièces à renouveler, puis les ai rassemblées dans une **liste d'achats** (annexe 7) que j'ai transmise à Florent. Malheureusement, ces pièces n'ont pas pu arriver avant la fin de mon stage, j'ai donc finalement utilisé les deux seules imprimantes fonctionnelles. Florent m'a fourni les fichiers GCODE à lancer sur les machines, j'ai remarqué que ces fichiers ne permettaient d'imprimer qu'une seule éprouvette à la fois. J'ai donc proposé d'optimiser les impressions en augmentant le nombre de pièces sur le plateau. Cela a permis d'améliorer le rendement : par exemple, il faut environ 55 minutes pour imprimer un seul haltère, il faut ensuite l'enlever du plateau et redémarrer une impression. Tandis qu'avec le nouveau fichier, il faut 6 heures et 20 minutes pour imprimer 7 haltères d'un coup.

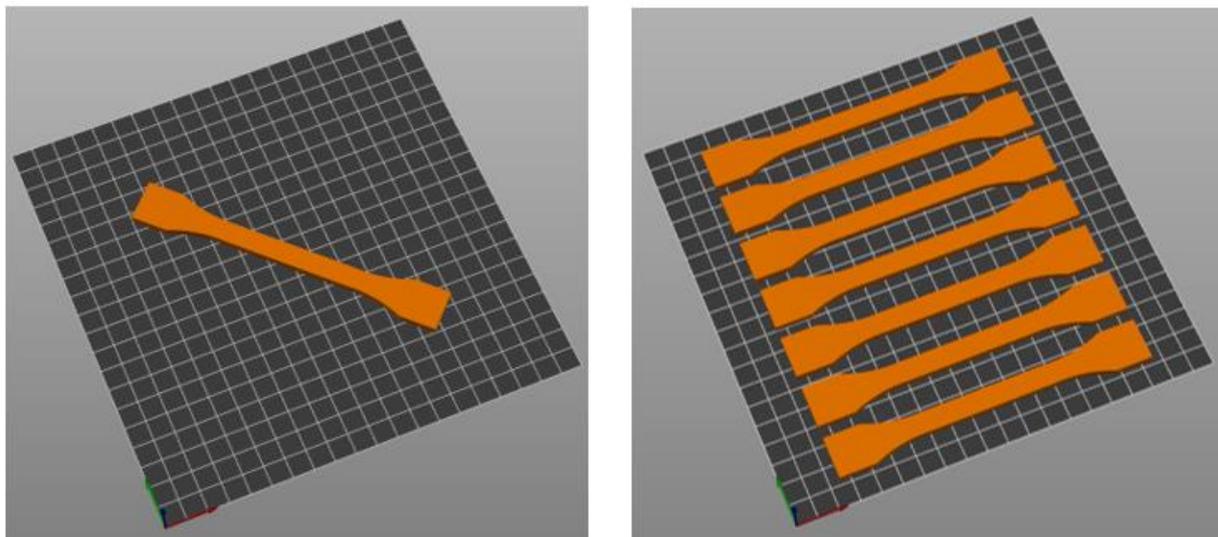


Fig. 6 : Avant - après impression haltères (Logiciel Prusa Slicer)

J'ai procédé à la même amélioration pour les éprouvettes choc en passant d'une seule pièce par impression à 12 à la fois. Cette mission m'a paru très intéressante, j'ai appris à optimiser une production à petite échelle, et j'ai pu mettre en application mes compétences en impression 3D.

Une autre de mes missions fut l'apport de modifications à l'organisation du système d'étiquetage. J'ai pour cela commencé par créer des étiquettes à coller sur les intercalaires indiquant la couleur.

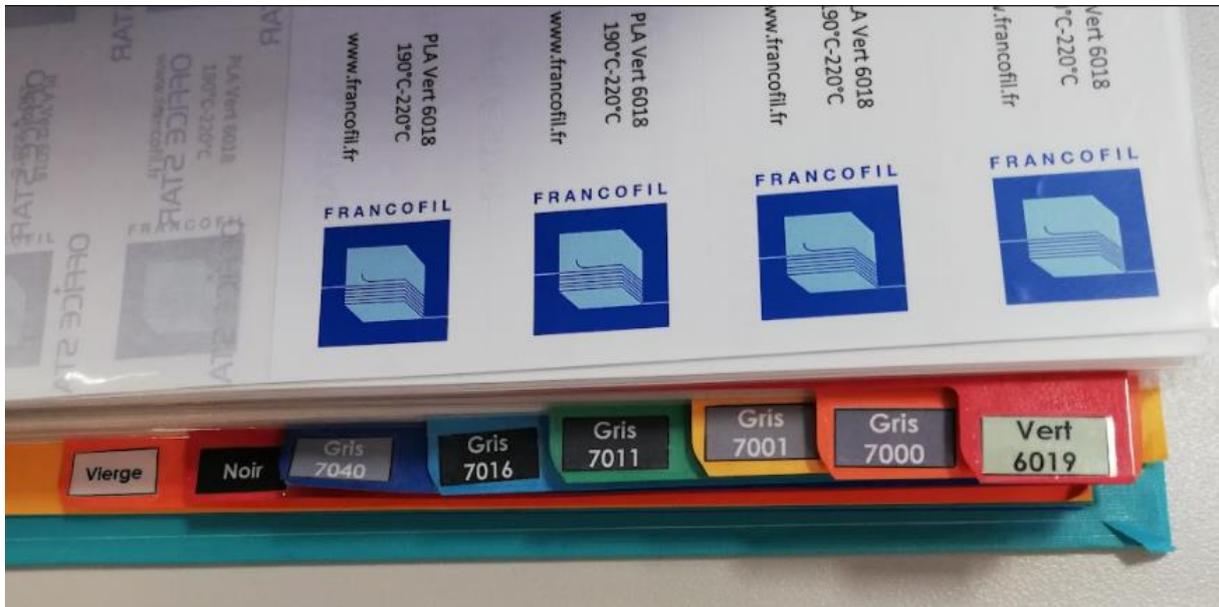


Fig. 7 : Etiquettes intercalaires

Lorsqu'une planche d'étiquette est vidée, il faut en imprimer une nouvelle et la remplacer dans le classeur, pour cela, toutes les références de filaments sont contenues, sous forme de fichiers PowerPoint, dans une arborescence de dossiers informatiques, où elles sont d'abord triées par matière, puis par diamètre, par couleur, poids et finalement par type d'étiquette (bobine, carton, couronne). De plus, dès qu'un poids non existant est demandé par un client, il est nécessaire de modifier chacune des étiquettes sur une planche, les étiquettes de carton se présentent en planches de 9 et les étiquettes bobine, en planche de 12. J'ai trouvé ce procédé de navigation dans plusieurs dossiers plutôt fastidieux, j'ai donc proposé à Florent de créer une plateforme de gestion des étiquettes permettant de générer une planche en quelques clics. J'ai pour cela utilisé le logiciel Excel en créant une **interface** ^(annexe 8) permettant de saisir toutes les informations devant figurer sur les étiquettes grâce à des sélecteurs. Ces sélecteurs, au nombre de 5, se trouvent au-dessus d'une **base de données** ^(annexe 9) regroupant, en tableaux, toutes les caractéristiques des produits. Les différents choix de chaque sélecteur sont liés à la base de données ; par exemple, en ouvrant la liste déroulante du sélecteur « Couleur », on y retrouve chacun des champs saisis dans la colonne du même nom présente dans la base de données. Une fois ces 5 paramètres saisis, il suffit d'appuyer sur l'un des deux boutons pour générer un fichier PowerPoint contenant une **planche d'étiquettes** ^(annexe 10).

Afin de faciliter la prise en main du programme, j'ai documenté l'interface en y ajoutant des informations d'utilisation.

Ce projet m'a beaucoup intéressé car il m'a incité à l'auto-formation, par le biais d'internet notamment, j'ai également la gratification de savoir que ce programme est utile à l'entreprise.

2/ Relations interpersonnelles

Pendant ce stage, j'ai pu observer les relations interpersonnelles et y prendre part.

De par la petite taille de cette entreprise, le rapport de hiérarchie se fait assez discret. Par exemple, pour prendre une décision importante sur un nouveau produit, Florent Port n'a pas hésité à recueillir l'opinion de chaque employé, afin que chacun se retrouve dans l'identité du nouveau produit. On trouve, chez Francofil, une ambiance de travail saine et agréable, où l'on peut discuter, et rire, de tous sujets. Avant la productivité, c'est l'Humain qui prône, j'ai trouvé cette philosophie tout à fait admirable.

La circulation des informations s'opère surtout à l'oral et par courrier électronique. Lorsqu'une commande est passée sur le site, Marc Fromentin, la plupart du temps en télétravail, reçoit un e-mail de la plateforme de vente. Il crée alors le bon d'expédition sur le site du prestataire de livraison, et transmet la commande ainsi que le bon sur une adresse e-mail consultable par tous les membres de Francofil. C'est généralement Fabien Dilard qui réceptionne l'e-mail et débute la préparation de commande avec l'aide de Guillaume. Le bon d'expédition est imprimé et collé sur le colis. Les colis sont récupérés chaque jour par le prestataire de livraison.

D. Profil et projet professionnel

1/ Mon profil professionnel

Cette période de stage m'a permis d'affiner mes connaissances sur mon profil professionnel. J'ai pu analyser mes points forts et travailler sur mes axes d'amélioration. Tout d'abord, mon principal atout dans le monde du travail est mon volontarisme et ma motivation. Je suis force de proposition et n'aime pas me sentir inutile, je fais donc tout pour qu'on m'assigne une mission. J'ai d'ailleurs, à plusieurs reprises, proposé moi-même des tâches à entreprendre. Je pense également être un bon communicateur, je sais m'exprimer et adapter propos et attitude en fonction de l'interlocuteur et de la situation. Je suis également très curieux, lorsque qu'une tâche m'est confiée, je n'ai pas peur de me documenter et aime apprendre par mes propres moyens. Je suis, de ce fait, plutôt indépendant. Je suis également très dévoué à mon travail lorsqu'il m'intéresse, car j'estime qu'il est le reflet direct de ma personne. J'investis donc toute mon énergie à rendre un travail dont je peux être fier. Cette attitude a toutefois un penchant négatif : Quand un projet me passionne, j'ai parfois tendance à oublier de prendre du temps pour moi. Pour le générateur d'étiquette, par exemple, j'ai beaucoup travaillé le soir dès mon retour à la maison. Un autre de mes axes d'amélioration est mon organisation, je dois apprendre à me fixer des échéances et surtout à les respecter.

2/ Mon projet professionnel

Comme évoqué plus tôt, l'ambiance de travail chez Francofil est très agréable, j'ai été accueilli et me suis senti intégré à l'équipe dès les premiers jours. J'ai particulièrement apprécié évoluer dans une petite structure, d'une part, pour la grande diversité des tâches que j'ai pu effectuer, j'ai eu un aperçu de chaque étape dans la vie d'un produit, du processus de conception en recherche et développement, en passant par la chaîne de production et son fonctionnement, jusqu'à la mise en vente du produit fini. D'autre part, j'ai pu mettre en œuvre et développer de nombreuses compétences notamment en impression 3D et en programmation. Florent Port m'a également laissé beaucoup de liberté dans la nature des tâches que j'ai effectué :

Plusieurs des tâches évoquées plus tôt sont des idées que j'ai proposées à Florent. J'ai pu ainsi développer des compétences tout en me rendant utile.

Si j'ai choisi, et assumé, de réaliser ce stage dans une petite entreprise, c'est que je vois, en ce type de structure, l'avenir du monde de l'industrie, et c'est finalement dans ce genre d'environnement que je me destine à travailler. Francofil est, pour moi, un réel exemple de réponse aux problématiques environnementales et éthiques qui sont et seront, demain, les nôtres. En réalisant le tour de force de relocaliser un savoir faire tel que l'extrusion plastique sur le territoire français, Francofil, par l'intermédiaire de Florent et Hélène Port, montre qu'il existe des alternatives à la production de masse à l'autre bout du monde. En privilégiant chaque jour des acteurs et fournisseurs locaux, en proposant un produit réfléchi et de qualité, ils prouvent qu'il est possible d'être compétitif : Même si les produits Francofil sont au-dessus des prix du marché asiatique, cette différence de prix est assumée. Pour cause : une réelle prise de conscience est en train de s'opérer dans notre société, de plus en plus de personnes souhaitent acheter qualitatif et local tout en soutenant le marché français, même si cela implique un surcoût, et ce sont des petites entreprises, comme Francofil, qui relèvent ce défi. L'histoire de Francofil est, et restera, une réelle influence dans mes perspectives futures. J'aspire donc, plus que jamais, mettre à profit mes compétences d'ingénieur dans la création d'une entreprise à petite échelle qui proposera une alternative éthique, locale, et éco-responsable à l'industrie de grande échelle.

E. Conclusion

Pour conclure, je ressors grandi et changé de cette expérience professionnelle. J'y ai découvert les enjeux et le fonctionnement d'une entreprise en y situant le rôle de l'ingénieur. J'estime donc les objectifs de ce stage validés.

J'ai aussi affiné ma connaissance de mon profil professionnel, de mes atouts ainsi que de mes axes d'amélioration. J'ai eu la chance de pouvoir mettre en pratique de nombreuses compétences déjà acquises et d'en développer de nouvelles en pouvant compter sur la confiance de mon tuteur de stage.

Je suis extrêmement satisfait de cette période de stage tant elle m'a apportée, aussi bien en savoir-faire technique qu'en relations humaines.

Après ces quatre semaines, il m'est évident que Francofil a influencé ma vision du monde du travail et que j'aimerai en suivre l'exemple dans ma vie professionnelle future.

F. Remerciements

Pour terminer, j'aimerais prendre le temps de remercier chacun des acteurs qui ont, de près ou de loin, œuvré au bon déroulement de ce stage et à la rédaction de ce rapport.

Je tiens à remercier, avant tout, Florent Port, mon tuteur de stage, ainsi que toute l'équipe Francofil, Hélène, Marc, Fabien et Guillaume (sans oublier Louise) pour la qualité de leur accueil, leur gentillesse, leur sens de l'humour et surtout pour la confiance qu'ils m'ont accordée.

Je remercie également l'ESIEE Amiens pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce stage, et Patricia Cocq pour avoir accepté que je choisisse une entreprise de cette échelle.

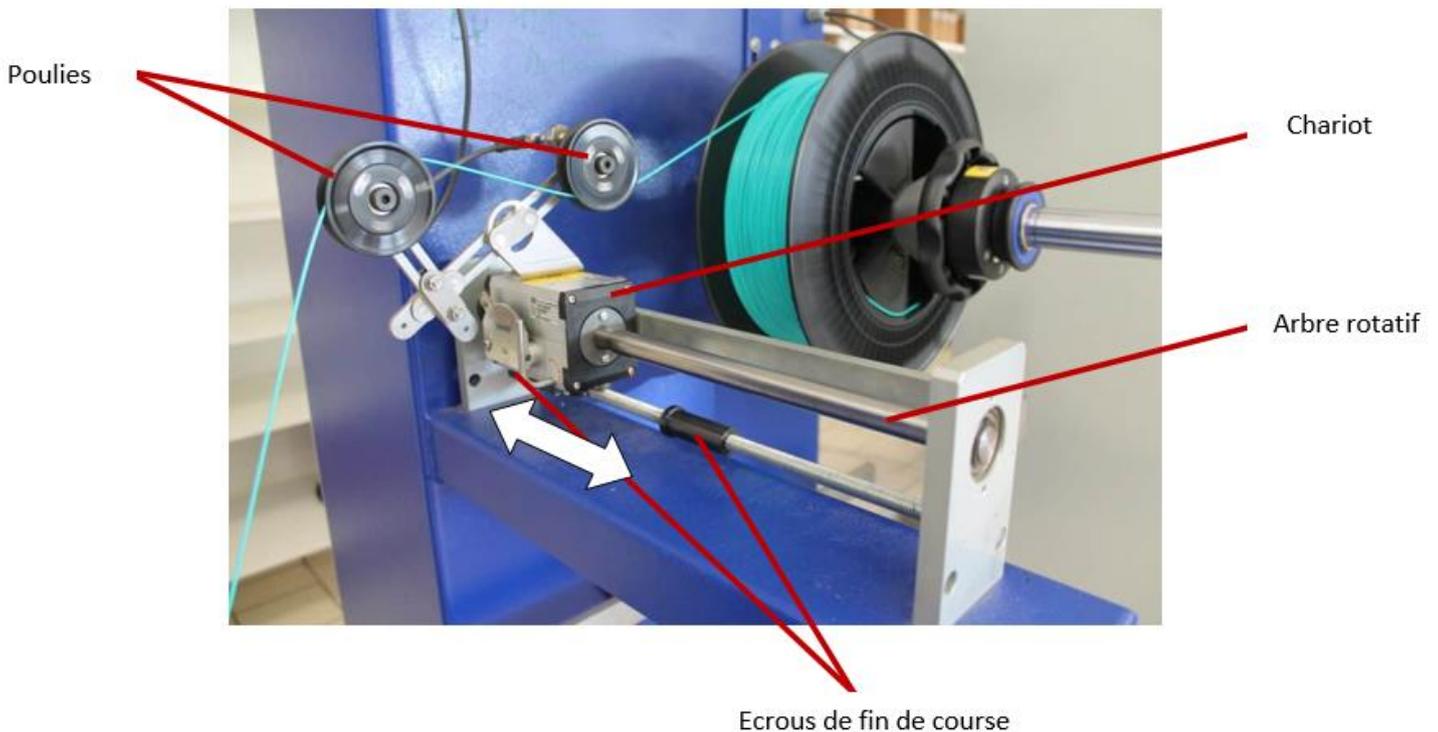
Je remercie Anne Lacombe, ma mère, pour le prêt de son véhicule pendant ces quatre semaines.

Je tiens aussi à remercier pour la relecture et correction de ce rapport.

Pour terminer, j'aimerais remercier la personne qui, tout au long de la rédaction de ce rapport, n'a cessé de m'encourager avec patience et bienveillance, elle se reconnaîtra à la lecture de ces lignes.

Glossaire

***1) Trancanneur :** Un trancanneur est un appareil qui permet d'enrouler le fil de manière ordonnée. Il se compose d'un chariot sur lequel se trouve deux poulies, et d'un arbre rotatif. Sous cet arbre, se trouve un système de réglage composé d'une tige filetée et de deux écrous. Ce dispositif permet à l'utilisateur de définir le début et la fin de la course du chariot en fonction de la largeur de la bobine. Le chariot, entraîné par la rotation de l'arbre, effectue un mouvement horizontal, lorsqu'il arrive en bout de course, une action de levier mécanique s'opère contre l'écrou positionné par l'utilisateur, lui permettant de partir dans l'autre sens pour rejoindre le deuxième écrou et, à nouveau, faire demi-tour. Cette action se répète jusqu'à la fin de l'enroulage.

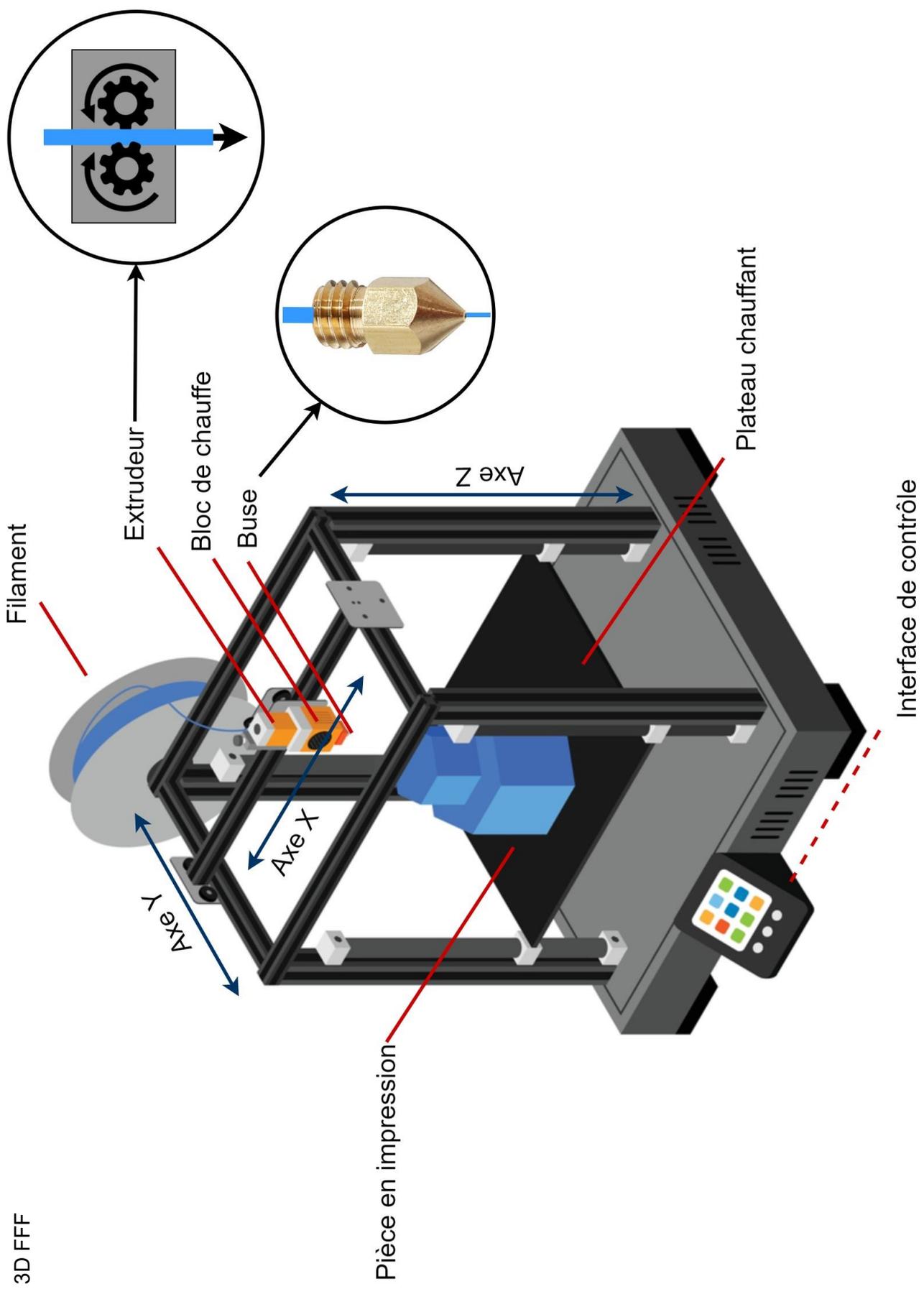


***2) Ovalisation :** L'ovalisation est un paramètre qui est définie comme la différence entre le diamètre maximal et minimal sur une durée donnée. Pour un filament parfaitement rond, une ovalisation théorique de zéro doit être atteinte.

***3) Option ITEC :** L'option ITEC (Innovation Technologique et Eco-Conception) est un des modules de formation en première année de cycle pré-ingénieur à l'ESIEE Amiens. On y manipule plusieurs technologies comme la modélisation sur ordinateur et l'impression 3D.

Annexes

Annexe 1 :
L'impression 3D FFF



Annexe 2 :

Echantillon du catalogue Francofil

 <p>Filament PLA Blanc À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Noir À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Or À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Argent À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>
 <p>Filament PLA Bronze À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Cuivre À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Rouge métallisé À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Laiton À partir de 27,95€</p> <p>Choix des options</p>
 <p>Filament PLA Anthracite Violet À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Argent Rose À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Jaune RAL 1018 À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Jaune Fluo RAL 1026 À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>
 <p>Filament PLA Orange RAL 2003 À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Rouge RAL 3020 À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Bleu RAL 5002 À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Bleu RAL 5015 À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>
 <p>Filament PLA Bleu Turquoise À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Vert RAL 6000 À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Vert RAL 6019 À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Violet RAL 4009 À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>
 <p>Filament PLA Vert RAL 6018 À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Gris RAL 7000 À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Gris RAL 7001 À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>	 <p>Filament PLA Gris RAL 7011 À partir de 19,95€</p> <p>Choix des options</p>



Filament PLA Vert RAL 6018
À partir de 19,95€

Choix des options



Filament PLA Gris RAL 7000
À partir de 19,95€

Choix des options



Filament PLA Gris RAL 7001
À partir de 19,95€

Choix des options



Filament PLA Gris RAL 7011
À partir de 19,95€

Choix des options



Filament PLA Anthracite RAL 7016
À partir de 19,95€

Choix des options



Filament PLA Gris RAL 7040
À partir de 19,95€

Choix des options



Filament PLA naturel
À partir de 19,95€

Choix des options



Filament PLA Bière
À partir de 27,95€

Choix des options



Filament PLA Blé
À partir de 27,95€

Choix des options



Filament PLA Huître
À partir de 27,95€

Choix des options



Filament PLA Café
À partir de 27,95€

Choix des options



Filament PLA Moule
À partir de 27,95€

Choix des options



Filament PLA Saint-Jacques
À partir de 27,95€

Choix des options



Filament ABS Blanc
À partir de 19,95€

Choix des options



Filament ABS R-100 Blanc
À partir de 24,95€

Choix des options



Filament ABS Noir
À partir de 19,95€

Choix des options



Pack 10 échantillons 1.75mm
19,95€ TTC

Choix des options



Pack 10 échantillons 2.85mm
19,95€ TTC

Choix des options



Pack 20 échantillons 1.75mm
34,95€ TTC

Choix des options



Pack 20 échantillons 2.85mm
34,95€ TTC

Choix des options

Métallisés

Irisés

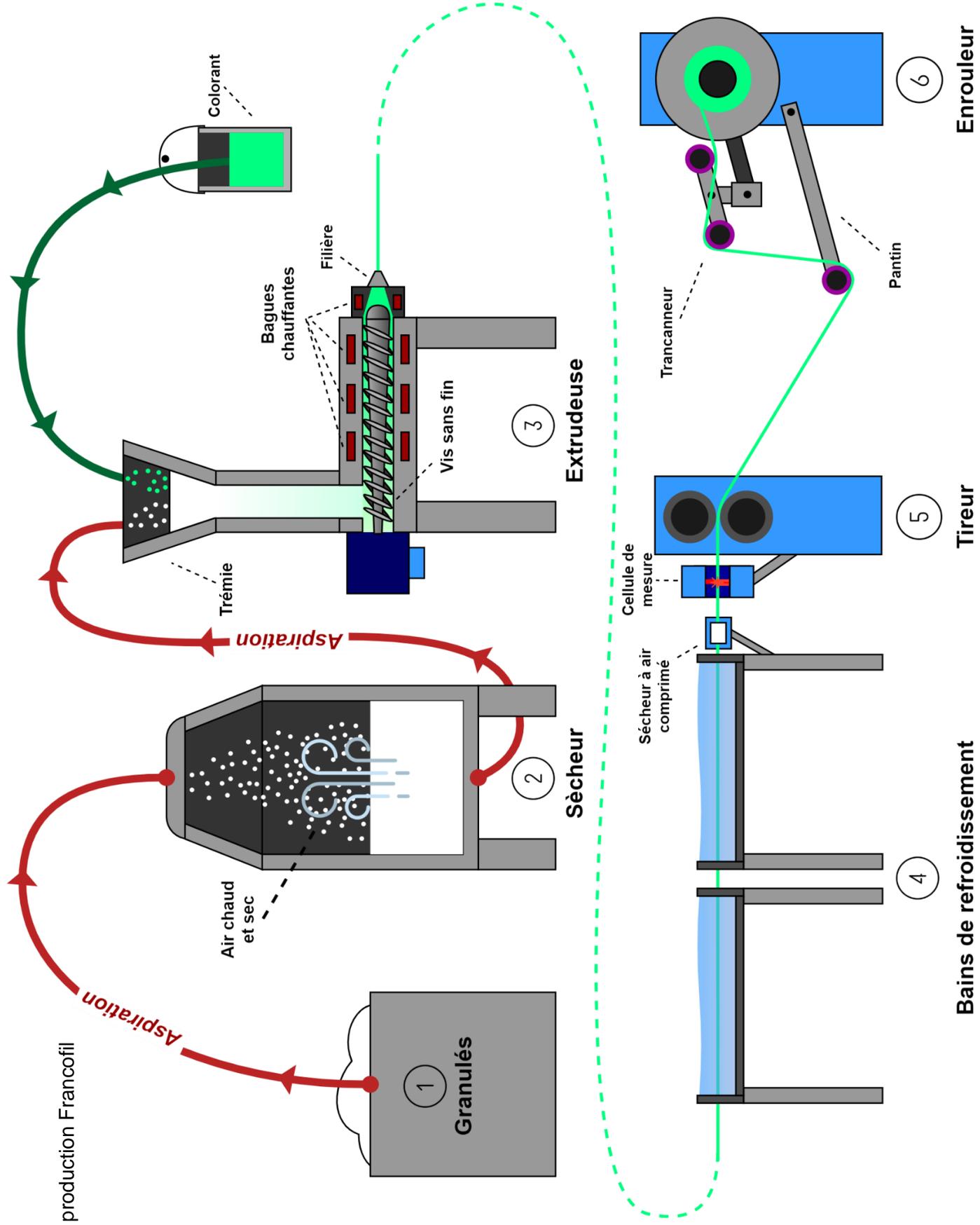
Co-produits

Couronnes

Source :

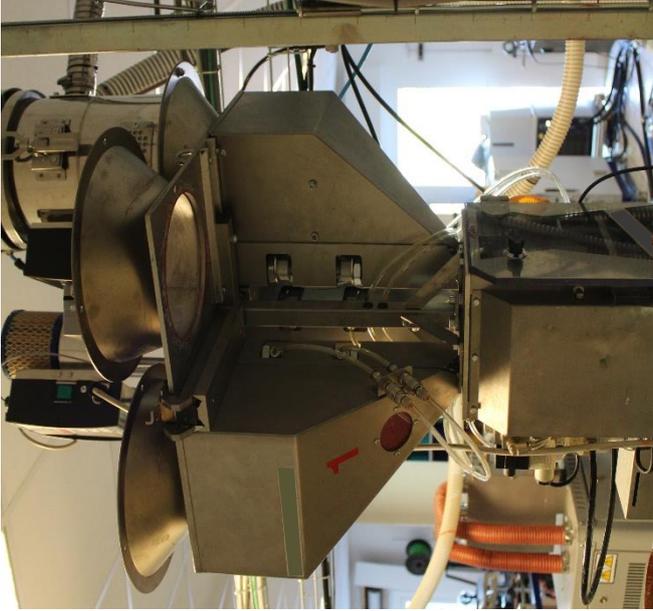
www.francofil.fr

Annexe 3 :
La chaîne de production Francofil

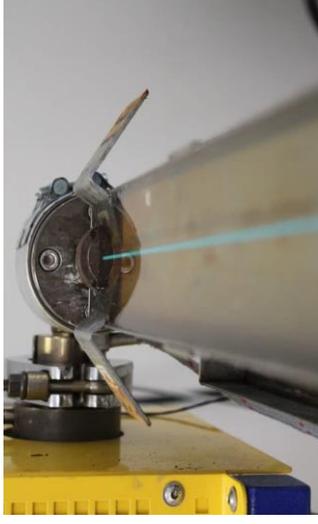




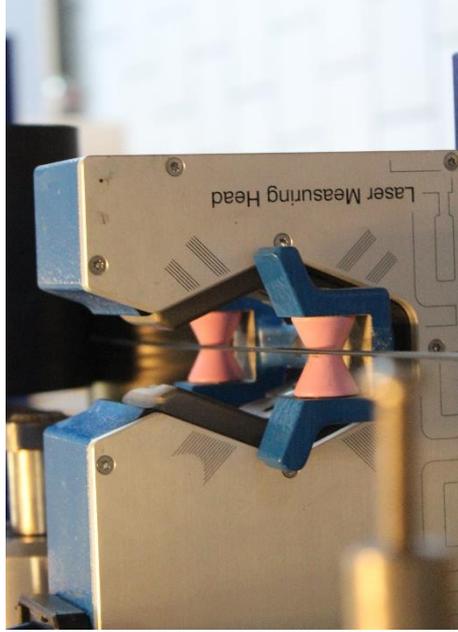
Sécheur



Trémie



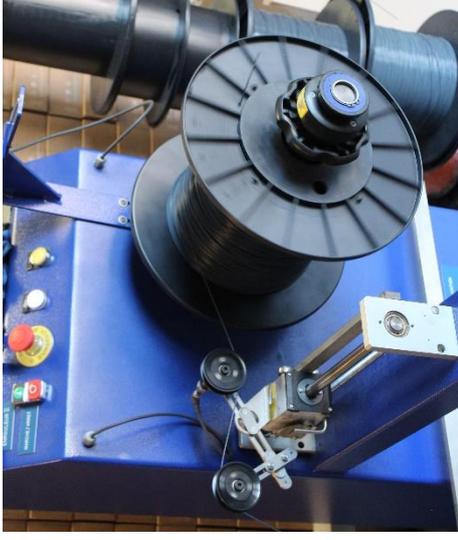
Filière et bain de refroidissement



Cellule de mesure



Tireur



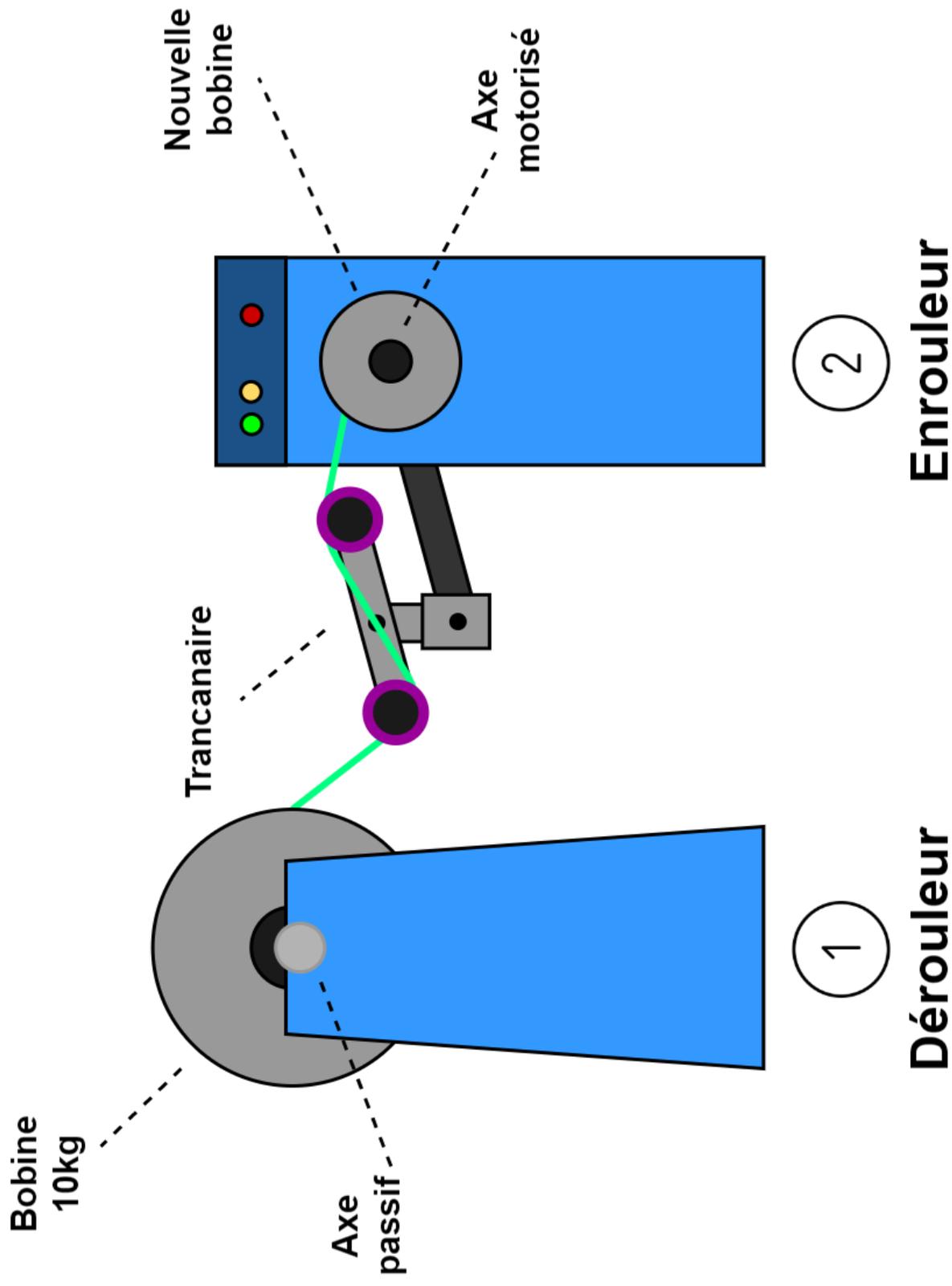
Enrouleur

Sources :

Rémi Lacombe et francofil.fr

Annexe 4 :

Poste de rebobinage



Annexe 5 :

Poste de conditionnement

**Etiquettes
bobines**

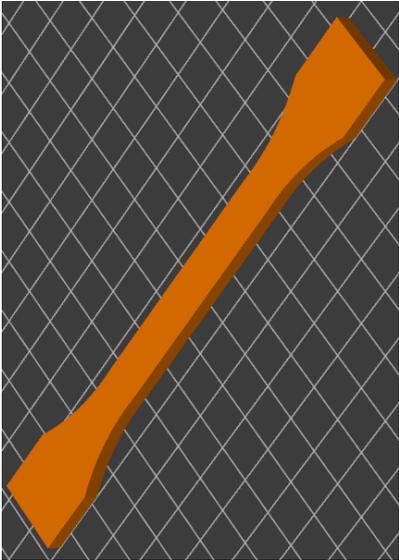
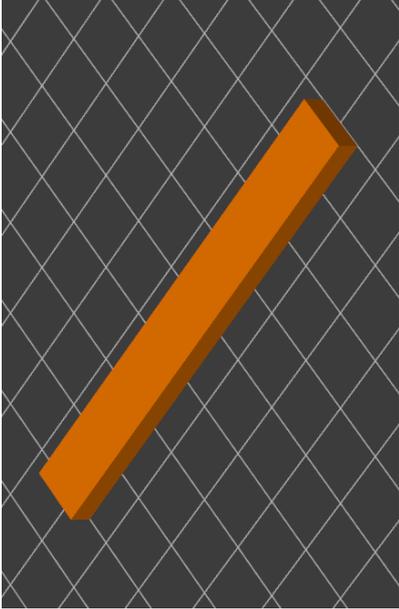
**Machine de mise sous
vide**

Silica-gel



Annexe 6 :

Eprouvettes

Nom	Traction	Choc
Haltère		
Machine		

Annexe 7 :

Liste d'achats pour réparations

Modèles d'imprimante

Wanhao Duplicator I3 Mini			
Article	Site	Lien	Prix TTC
Thermistor	3Dprima	Wanhao Duplicator i3 Mini - Thermistor	9,90€
Résistance chauffante		Wanhao Duplicator i3 Mini - Heating tube	9,90€
Wanhao Duplicator I3 Plus			
Article	Site	Lien	Prix TTC
Corps de chauffe	Wanhao France	Hot End i3 mk10	36,00€
Thermistor	3Dprima	Wanhao Duplicator Thermistor i3 MK2	8,90€
Wanhao Duplicator 9			
Article	Site	Lien	Prix TTC
Kit extruder	Wanhao France	BondTech Wanhao D9 Extruder Kit	102,07€
Frais de port :			
	3Dprima		0,00€
	Wanhao France		7,00€
TOTAL :			173,77€

Annexe 8 : Générateur d'étiquettes (interface)



Générateur d'étiquette Francofil

Saisie manuelle

Matière	Type	Couleur	Diamètre	Poids
PLA	Standards	ORANGE 2003	1,75 mm	1000 g

Ces 5 cellules sont des sélecteurs permettant de définir les caractéristiques du filament à étiqueter, ces valeurs se basent sur les tables paramétriques si dessous.

Pour la case poids, il est possible de sélectionner un poids prédéfini, ou bien de le saisir si le poids demandé par le client est unique. La bobine enregistrée supérieure sera utilisée pour le calcul du poids bobine vide

Paramètres auto.

Température buse	Température plateau	Longueur	Longueur au gramme
190-220°C	Non nécessaire	330 m	33,0 cm

Poids bobine vide	Tolérance	Vitesse
246	+/- 0,05 mm	30-100 mm/s

Ces deux boutons permettent de lancer la génération d'une page d'étiquette sous PowerPoint. Une fois le fichier PowerPoint ouvert pas besoin de l'enregistrer, il suffit de l'imprimer !

Générer Carton

Générer Bobine

Annexe 9 : Générateur d'étiquettes (base de données)

Tables paramétriques

Ces tableaux définissent les propriétés physiques des produits, les valeurs indiquées servent à l'affichage et au calcul des paramètres automatiques ci-dessus. Il est possible d'ajouter des informations à ces tableaux, il suffit pour cela de les rentrer sur une nouvelle ligne. Si l'un des tableaux est plein, il suffit de sélectionner ce dernier et de l'étendre en cliquant et déplaçant vers le bas son coin inférieur droit. Les tableaux sont liés dynamiquement aux cellules de calcul en haut de cette page, ils peuvent donc être déplacés librement sur cette feuille de calcul, pour cela : Sélectionner un tableau, Couper et Coller à l'endroit désiré,

Matière	Température buse	Température plateau	Masse métrique (1,75)	Masse métrique (2,85)	Tolérance	Vitesse
PLA	190-220°C	Non nécessaire	0,33	0,126	+/- 0,05 mm	30-100 mm/s
ABS	250-270°C	100°C	0,405	0,149	+/- 0,05 mm	30-100 mm/s

Standards	Irisés	Métallisés	Co-produits
BLANC	ANTHRACITE VIOLET	LAITON	SAINT-JACQUES
NOIR	ARGENT ROSE	OR	HUITRES
VIERGE		ARGENT	MOULES
BLEU 5002		BRONZE	BLE
BLEU 5015		CUIVRE	BIERE
TURQUOISE		ROUGE METALLISE	CAFÉ
GRIS 7000			
GRIS 7001			
GRIS 7011			
GRIS 7016			
GRIS 7040			
VIOLET 4009			
ORANGE 2003			
ROUGE 3020			
VERT 6018			
VERT 6000			
VERT 6019			
JALUNE FLUO 1026			
JALUNE 1018			

Poids	Poids bobine vide
100 g	20 g
250 g	123 g
500 g	228 g
750 g	246 g
1000 g	246 g
2000 g	600 g
3000 g	620 g
10000 g	1000 g

Diamètres
1,75
2,85

