
RAPPORT DE STAGE

« Concevoir un banc d'essai pour caractériser le coefficient de frottement textile chez Electrolux Professional »

Étudiant

Nom – Prénom : GUILAVOGUI Justin
Formation : BUT GMP – Innovation pour Industrie (II)
Année universitaire : 2025 – 2026

Tuteur à l'IUT de Troyes

Nom – Prénom : Monsieur ZOUARY Wajdi
Fonction : Professeur de Mécanique

Maitre de stage chez Electrolux Professional

Nom – Prénom : Monsieur GALLAND Francis
Fonction : Ingénieur – responsable du Laboratoire

rendu stage

Fiche de renseignements en vue de l'archivage du rapport

Etablissement de formation : IUT de Troyes

Diplôme : BUT, licence professionnelle, ...

Année : BUT2 BUT3

☒ en formation initiale ☐ en alternance

Département/spécialité : GPN

Année universitaire :

Tuteur IUT de Troyes : Prénom, Nom

Justin Guilavogui

Entreprise d'accueil : Raison sociale de l'entreprise

Nom du grand groupe auquel l'entreprise appartient (si existant) : Electrolux Professional Group

Adresse : 15 Rue PASTEUR, Rosières-près-Troyes

Site web : <https://www.electroluxprofessional.com/fr/usine-a-Troyes>

N° SIREN (éventuellement) :

Tuteur entreprise / maître de stage : Prénom, Nom

François Galland

Résumé (en français) :

La mission principale a été de concevoir un banc de test pour caractériser le coefficient de frottement textile. Elle consistait de l'expression du besoin à la réalisation d'une solution.

Mots-clés décrivant le contenu du rapport (3 au minimum) : conception - tribologie - innovation

Confidentialité : Oui (Non)



Ref : GED-01. Version : mars 2022

Déclaration anti-plagiat

Je soussigné(e)Justin.....Guilavogui.....

- déclare que ce travail (mémoire, thèse, rapport de stage...) est un document original fruit d'un travail personnel ;
- déclare être informé que le plagiat est un délit sévèrement sanctionné par les articles L335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle qui consiste notamment à prétendre être l'auteur d'un travail écrit par une autre personne ;
- atteste que les citations d'auteurs apparaissent entre guillemets dans le corps du mémoire ;
- atteste que les sources ayant servi à élaborer mon travail de réflexion et de rédaction sont référencées de manière exhaustive et claire dans la bibliographie figurant à la fin du mémoire ;
- déclare avoir vérifié que les images, extraits, figures ou tableaux empruntés à d'autres œuvres sont libres de droit ou avoir sollicité l'accord des ayants droit pour la reproduction de ces images, extraits, figures ou tableaux empruntés à d'autres œuvres.

Fait àTroyes....., le22/06/2026.....

Signature :

Remerciements

Dans le cadre de ma deuxième année de BUT Génie Mécanique et Productique, parcours Innovation pour l'Industrie (II) à l'IUT de Troyes, j'ai eu l'opportunité d'effectuer un stage de 12 semaines en entreprise, du 30 mars au 19 juin 2026. Cette première immersion professionnelle représentait pour moi un moment attendu depuis longtemps, et je me sentais prêt à relever ce premier défi.

Cette préparation n'aurait pas été possible sans le soutien indéfectible de mes parents. Mes premiers remerciements vont donc naturellement à ma famille, pour leur présence, leurs encouragements et leur confiance.

Je tiens également à exprimer ma gratitude à l'ensemble du personnel de l'IUT de Troyes pour leur engagement et leur contribution inestimable à ma formation depuis maintenant deux ans. Leur rigueur, leur disponibilité et leur passion pour l'enseignement m'inspirent chaque jour.

Mes remerciements vont également à l'endroit de tout le personnel d'Electrolux Professional pour leur accueil et directives tout au long de ce stage et particulièrement à l'équipe du laboratoire qui n'a pas cessé de manager les efforts pour que cette aventure pour moi soit une première réussite.

Enfin, j'adresse mes remerciements à mes camarades de promotion pour leur accueil et leur esprit de collaboration, qui ont facilité mon intégration au sein de l'IUT.

Justin GUILAVOGUI

Glossaire des mots techniques

Analyse fonctionnelle du besoin (Functional Requirements Analysis)

Démarche visant à identifier et formaliser les fonctions, contraintes et objectifs d'un système afin de garantir une solution adaptée au besoin.

Approach aimed at identifying and formalizing the functions, constraints and objectives of a system to guarantee a solution adapted to the need.

Banc d'essai (Test Bench)

Dispositif expérimental permettant de tester et valider les performances d'un système dans des conditions réelles ou simulées.

An experimental device used to test and validate the performance of a system under real or simulated conditions.

Code de suivi (Tracking code)

Code de suivi unique permettant d'assurer la traçabilité d'un produit ou projet tout son cycle de vie

Unique tracking code to ensure the traceability of a product or project throughout its life cycle.

Laveuse barrière (Barrier Washer)

Machine industrielle à double ouverture séparant zones sale et propre pour garantir l'hygiène en environnements sensibles.

Industrial machine with double opening separating dirty and clean areas to guarantee hygiene in sensitive environments.

Nomex (Nomex – Meta-aramid fiber)

Fibre haute performance résistante à la chaleur et aux flammes, autoextinguible et stable jusqu'à 200°C en continu.

High-performance fiber that is heat and flame resistant, self-extinguishing and stable up to 200°C continuously.

Maquette numérique – MNU (Digital Mock-Up – DMU)

Modèle 3D d'un produit réalisé en CAO, utilisé pour visualiser, simuler et valider ses performances avant fabrication.

3D model of a product made in CAD, used to visualize, simulate and validate its performance before manufacturing.

Polyester (Polyester – Synthetic thermoplastic fiber)

Fibre synthétique économique offrant une bonne résistance mécanique et à l'humidité, mais sensible aux hautes températures.

Economical synthetic fiber with good mechanical and moisture resistance, but sensitive to high temperatures.

Taux d'humidité résiduel – THR (Residual Moisture Content – RMC)

Pourcentage d'eau restant dans un textile après lavage, essorage ou séchage.

The percentage of water remaining in a textile after washing, spinning or drying.

Tribologie (Tribology)

Un domaine qui s'occupe à l'étude des phénomènes d'interaction entre surface en contact en mouvement relatif, notamment le frottement, l'usure et la lubrification. Elle vise à optimiser les performances, la durée de vie et le rendement des systèmes mécaniques en maîtrisant ces interactions.

A field that deals with the study of the phenomena of interaction between surfaces in contact in relative motion, in particular friction, wear and lubrication. It aims to optimize the performance, lifespan and efficiency of mechanical systems by mastering these interactions.

SOMMAIRE

I. Introduction	1
II. Présentation générale de l'entreprise Electrolux Professional.....	2
<i>A. Identité et activité d'Electrolux Professional</i>	<i>2</i>
<i>B. Organisation générale d'Electrolux Professional.....</i>	<i>3</i>
<i>C. Contexte industriel et technique d'Electrolux Professional</i>	<i>5</i>
<i>D. Service R&D, mon service d'accueil</i>	<i>6</i>
<i>E. Lien entre l'entreprise et les missions confiées.....</i>	<i>6</i>
III. Présentation et analyse des missions effectuées	8
<i>A. Première partie : conception et réalisation du banc de test</i>	<i>8</i>
<i>B. Deuxième partie : missions observées</i>	<i>26</i>
<i>C. Bilan des compétences acquises</i>	<i>30</i>
IV. Conclusion	32
V. Annexes.....	33

I. INTRODUCTION

Ce rapport s'inscrit dans le cadre de ma formation en deuxième année de Bachelor Universitaire de Technologie (BUT) Génie Mécanique et Productique (GMP), parcours Innovation pour l'Industrie (II), à l'IUT de Troyes. Il a été réalisé à l'issue d'un stage de onze (11) semaines, réalisé du 30 mars au 19 juin 2026 au sein de l'entreprise Electrolux Professional, spécialisée dans la conception et la fabrication d'équipement de blanchisserie professionnelle. Forte de plus de 120 ans d'expérience, cette entreprise occupe une position reconnue à l'échelle internationale dans son domaine.

Ce stage avait pour objectif principal de me confronter à un environnement industriel réel afin de compléter ma formation académique par une expérience concrète. Il visait également à développer mes compétences en conception, en gestion de projet et en travail collaboratif, tout en me familiarisant avec les exigences, les contraintes et l'organisation du milieu professionnel. Plus largement, cette immersion m'a permis de mieux comprendre les interactions entre les différents services technique et les interactions entre les différents acteurs impliqués dans un projet industriel.

Mon intégration au sein de l'entreprise s'est déroulée de manière progressive. A mon arrivée, j'ai été accompagné dans la découverte de l'environnement de travail, des locaux et de l'équipe. Des présentations des règles internes, des procédures ainsi que des consignes de sécurité m'ont permis de m'adapter rapidement et d'évoluer dans de bonnes conditions. Cette phase a constitué une étape essentielle pour comprendre les attentes de l'entreprise et faciliter mon implication dans les missions confiées.

Au cours de ce stage, j'ai participé à un projet technique s'inscrivant dans une démarche d'amélioration et d'innovation. Ma mission principale a consisté à concevoir et mettre en place un dispositif expérimental destiné à réaliser des essais sur des matériaux textiles. Pour mener à bien cette mission, j'ai suivi une méthodologie structurée, comprenant l'analyse du besoin, la recherche de solutions, leur mise en œuvre ainsi que leur validation. Cette démarche m'a permis d'acquérir une vision globale du déroulement d'un projet, depuis sa phase de réflexion jusqu'à son aboutissement.

Le présent rapport a pour objectif de rendre compte de cette expérience professionnelle en mettant en évidence les compétences développées et les enseignements tirés. Il s'organise en trois parties : La première présente l'entreprise et son environnement, la deuxième décrit les missions réalisées et/ou observées au cours du stage, et la troisième partie propose une analyse des résultats obtenus ainsi qu'un bilan des compétences acquises.

II. PRESENTATION GENERALE DE L'ENTREPRISE ELECTROLUX PROFESSIONAL

Cette partie vise à présenter de manière structurée le contexte professionnel et industriel dans lequel s'est déroulé le stage. Elle permet de situer l'entreprise dans son environnement économique et technique, de décrire son organisation interne ainsi que ses principaux enjeux, afin de mieux comprendre le cadre dans lequel s'inscrivent les missions confiées.

A. Identité et activité d'Electrolux Professional

i. Présentation générale

Electrolux Professional Group est un groupe industriel multinational majeur, spécialisé dans la conception et la fabrication d'équipements professionnels destinés aux secteurs de la restauration, des boissons et de la blanchisserie. L'entreprise s'adresse principalement à une clientèle professionnelle variée, incluant les hôtels, restaurants, établissements de santé (hôpitaux, EHPAD) et blanchisseries industrielles.

Touchant plus de 110 pays, le groupe possède une implantation internationale importante avec quatorze (14) sites de production répartis dans huit (8) pays. Son offre repose sur plusieurs marques reconnues pour leur fiabilité, leur performance et leur intégration croissante de technologies numériques. Le groupe emploie plus de 4000 salariés dans le monde avec plus de 1,14 milliards d'euro de chiffre d'affaires.

D'un point de vue juridique, le site de Troyes est une société en nom collectif (SNC). Depuis 2023, il est classé comme entreprise de taille intermédiaire (ETI), avec un effectif d'environ 120 salariées pour 85% d'hommes et 15% de femmes.

Le site industriel est situé au 15 rue Pasteur à Rosières-près-Troyes. Il est certifié ISO 9001 pour la gestion de la qualité et ISO 14 001 pour la gestion environnementale, garantissant le respect des normes en vigueur. La production y est organisée en petites et moyennes séries, ce qui permet une certaine flexibilité face aux demandes clients.

Enfin, l'entreprise propose également des services associés tels que la maintenance, l'assistance technique et la fourniture de pièces détachées, via un réseau international de partenaires et distributeurs.

ii. Activité principale du site de Troyes

L'usine de Troyes est spécialisée dans la fabrication d'équipements de blanchisserie professionnelle, notamment :

- ∴ Les laveuses barrière
- ∴ Les sècheuses-repasseuses

Ces machines laveuses couvrent une large gamme de capacités, allant de 20 à 110 kg de linge sec, et répondent aux besoins d'un marché professionnel exigeant.

Les laveuses barrières présentent une technologie spécifique permettant de séparer physiquement les zones de linge sale et de linge propre. Cette caractéristique est essentielle dans les établissements médico-sociaux, où les exigences d'hygiène sont particulièrement strictes. (Voir **ANNEXE-01-01, Page 34**)

Les sècheuses-repasseuses, quant à elles, assurent les fonctions de séchage et de finition du linge, contribuant à améliorer la productivité des utilisateurs. (Voir **ANNEXE-01-02, Page 34**)

Sur le plan industriel, plusieurs procédés de fabrication sont mis en œuvre sur le site :

- ∴ Découpe laser et poinçonnage,
- ∴ Pliage des tôles,
- ∴ Chaudronnerie et soudure (manuelle et robotisée)
- ∴ Traitement de surface (poudrage et peinture)
- ∴ Assemblage mécanique et électrique

L'ensemble de ces procédés permet de produire des équipements complets, testés et prêts à être utilisés par les clients.

L'entreprise opère principalement en B2B (Business to Business), en fournissant directement des professionnels ou via des distributeurs spécialisés.

B. Organisation générale d'Electrolux Professional

i. Organisation générale

Le site de Troyes dispose d'une chaîne de production complète reposant sur plusieurs services interconnectés, couvrant l'ensemble du cycle de vie du produit de sa conception à sa livraison.

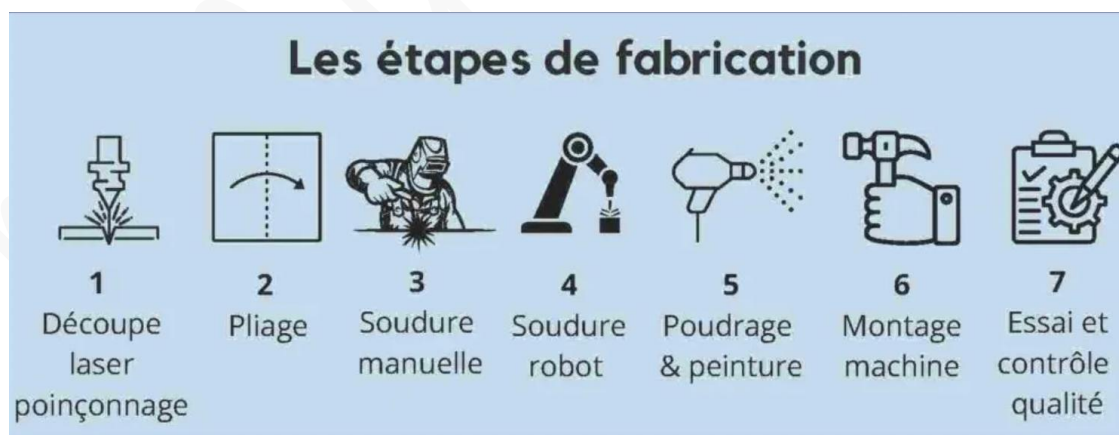
Les principaux services sont :

- **Le service de Recherche et Développement (R&D)**

Il comprend :

- **Le bureau d'étude (BE)** : chargé de la conception des produits, depuis l'analyse des besoins jusqu'à la réalisation des modèles numériques à l'aide d'outils de conception assistée par ordinateur (notamment SolidWorks), en charge des projets d'innovation.
- **Le laboratoire** : impliqué dans l'innovation, il effectue les essais, assure la normalisations et l'amélioration continue des produits et apporte un soutien technique interne et externe.
- **Le bureau des méthodes (BM)** : responsable de la définition et de l'optimisation des procédés de fabrication.
- **Le service qualité** : garantit la conformité des produits aux normes et aux exigences clients, notamment par des contrôles et des essais systématiques.
- **La maintenance** : veille au bon fonctionnement des équipements industriels mais aussi au suivi des expériences client.
- **La logistique** : gère les flux de matières et la distribution des produits fabriqués.
- **Marketing et commercial** : assure la relation client et la promotion des produits de la marque.
- **La production** : assure la fabrication et l'assemblage des machines à travers diverses étapes de transformation.

{Présentation séquentielle des procédés de fabrication sur le site Electrolux Professional de Troyes.}



Les interactions entre ces services sont permanentes, notamment dans le cadre de projets de développement de produit. Le diagramme (voir **ANNEXE-02, Page 35**) donne une organisation complète de l'entreprise.

ii. Mode de fonctionnement global

L'entreprise adopte une organisation par projet, permettant de concilier les exigences de qualité, de coûts, de délais et de sécurité.

Chaque projet mobilise plusieurs services, favorisant ainsi une approche collaborative et transversale. Cette organisation facilite l'adaptation aux besoins clients et aux évolutions du marché.

Dans la culture de l'entreprise, une attention particulière est portée à :

- ∴ L'innovation technologique ;
- ∴ L'amélioration continue des processus ;
- ∴ La réduction des coûts de production ;
- ∴ La maîtrise des délais.

Le service R&D joue un rôle clé dans cette dynamique, en assurant la validation des solutions techniques et en participant activement aux évolutions des produits.

C. Contexte industriel et technique d'Electrolux Professional

i. Enjeux industriels

L'entreprise évolue dans un environnement fortement concurrentiel et réglementé. Dans ce contexte, elle doit respecter des normes strictes en matière de qualité, de sécurité et de respect de l'environnement, tout en s'adaptant aux exigences spécifiques des marchés internationaux.

Les attentes des clients en termes de performance, de fiabilité et de durabilité imposent une amélioration continue des produits. Par ailleurs, les contraintes économiques et les délais de production constituent des enjeux majeurs dans la gestion des projets pour l'entreprise.

ii. Enjeux techniques

Les enjeux techniques sont liés à la complexité des produits développés et aux exigences de performance. Les machines conçues intègrent des systèmes mécaniques et électroniques qui doivent fonctionner de manière fiable dans des conditions d'utilisation intensives.

L'utilisation d'outils de CAO (SolidWorks) permet de concevoir et simuler les solutions techniques en amont. La phase de prototypage et de validation expérimentale est essentielle pour garantir la fiabilité des produits. Ces enjeux sont directement en lien avec les compétences développées en BUT Génie Mécanique et Productique.

D. Service R&D, mon service d'accueil

i. Présentation du service

Le stage a été réalisé au sein du service Recherche et Développement (R&D). Ce service a pour mission de concevoir, tester et améliorer les produits de l'entreprise, tout en participant activement aux projets d'innovation. C'est une équipe d'une dizaine de personnes qui travaillent en synergie. L'équipe du laboratoire, à laquelle j'ai intégré est composé de deux personnes comprenant un ingénieur en mécanique et un technicien laboratoire, ce qui favorise une grande réactivité et une forte polyvalence.

ii. Présentation du tuteur

Le stage a été encadré par Monsieur Francis GALLAND, ingénieur en mécanique diplômé de l'Université de Technologie de Troyes (UTT). Fort d'une expérience acquise en bureau d'études puis en bureau des méthodes, il occupe actuellement le poste de responsable du laboratoire de mécanique du site d'Electrolux Professional de Troyes. Ses missions incluent la supervision des essais, la validation des performances des machines, le pilotage de projets d'innovation ainsi que le support technique interne relatifs à la normalisation des produits.

iii. Ma place dans le service

Au cours de ce stage, j'ai été chargé de concevoir et de mettre en œuvre un banc d'essai destiné à caractériser le coefficient de frottement entre les textiles et les bancs de repassage et de transport sur les machines sécheuses-repasseuses. Cette mission m'a été confiée avec un niveau d'autonomie important, tout en bénéficiant d'un encadrement régulier de la part de mon tuteur.

Ce projet m'a conduit à collaborer avec plusieurs services de l'entreprise, notamment le bureau d'études pour les aspects de conception, le bureau des méthodes pour la validation des procédés, ainsi que les équipes de production pour la réalisation des composants notamment la soudure et la peinture. Cette transversalité m'a permis de mieux comprendre les interactions entre les différents acteurs d'un projet industriels. Mon intégration au sein de l'équipe a été facilitée par l'accompagnement du service et par une communication régulière avec ses membres.

E. Lien entre l'entreprise et les missions confiées

La mission qui m'a été confiée s'inscrit pleinement dans les enjeux de l'entreprise, notamment en matière d'amélioration des performances, de réduction des coûts de production des machines et de satisfaction client. La maîtrise des phénomènes de

glissement et d'adhérence des textiles constitue un enjeu important pour garantir la qualité des opérations de transport et de repassage du linge.

Ainsi, le développement d'un dispositif expérimental dédié à l'analyse de ces phénomènes permet à l'entreprise de mieux comprendre le comportement des matériaux et d'identifier des axes d'amélioration mais également d'avoir un suivi en termes de qualité des bandes de repassage et de transport fournies par ses fournisseurs. Cette démarche contribue directement à l'optimisation des produits et à leur adaptation aux exigences du marché.

Par ailleurs, cette mission s'inscrit en cohérence avec les compétences développées dans le cadre de la formation en Génie Mécanique et Productique. Elle mobilise à la fois des connaissances en conception, en fabrication, en analyse expérimentale et en gestion de projet, illustrant ainsi le caractère transversal de mes missions lors de ce stage.

Pour davantage mieux m'imprégner des enjeux de ma mission au cours de ce stage, mon maître de stage nous a organisé une visite de deux centres client : l'ESAT de 4 RUE DES MESANGES 10410 SAINT PARRES O AUX TERTRES (une blanchisserie industrielle) et l'EHPAD LES JARDIN DE CRENEY (une maison de retraite) où les machines fabriquées chez Electrolux sont en service. Cette dernière expérience m'a permis de voir les machines dans un cas d'utilisation réel, ce qui a complété ma compréhension du concept de laveuse-barrière et de sècheuse repasseuse.

Tous ces éléments m'ont donné les outils qui m'étaient nécessaire pour mener à bien ce projet.

La partie suivante du rapport est consacrée à la présentation détaillée des missions réalisées, en mettant en évidence la démarche adoptée, les solutions mises en œuvre et les résultats obtenus. En premier, nous parlerons de l'analyse du besoin, en deuxième nous développerons les solutions et tâches effectuées et en dernier nous analyserons les résultats et dresserons une synthèse des compétences acquises.

III. PRESENTATION ET ANALYSE DES MISSIONS EFFECTUEES

Cette partie présente l'ensemble des missions réalisées au cours du stage. Elle décrit les objectifs, les méthodes employés et les moyens mobilisés pour chaque étape. Une analyse des résultats obtenus met en évidence les compétences développées ainsi que les difficultés rencontrées. Enfin, des pistes d'amélioration et enseignements tirés sont proposés.

A. Première partie : conception et réalisation du banc de test

Au cours de ce stage, la mission principale a consisté à concevoir et réaliser un banc de test, en suivant l'ensemble du cycle de développement, de l'expression du besoin jusqu'à la validation du produit final. Cette partie s'articule autour de trois phases : l'analyse du besoin et définition des contraintes techniques ; l'étude des solutions et mise en œuvre de la solution retenue ; enfin, l'assemblage du système et réalisation des tests de validation.

i. Analyse du besoin et définition des contraintes techniques

Dans le but de pouvoir répondre au mieux au besoin posé, une analyse critique de celui-ci était indispensable. Cette démarche devrait me permettre de me saisir des enjeux de la mission en les traduisant en un document de suivi qu'est le cahier des charges fonctionnel (CDCF). Dans cette section nous détaillerons les éléments inhérents à la réussite de cette mission.

1) CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL – CDCF

Titre du projet

« Conception d'un banc de test pour caractériser le coefficient de frottement et d'adhérence textile vs bandes. »

Nom et référence du produit

« Banc de test – référence : 9201409 »

a) Introduction

L'établissement du cahier des charges est nécessaire pour identifier les exigences fonctionnelles et techniques, de définir les contraintes associées (délais, moyens, environnement) ainsi que les critères de réussite du projet. Il s'inscrit dans une démarche méthodique visant à assurer la qualité et la pertinence des solutions proposées.

b) Besoin et objectifs

L'entreprise **Electrolux Professional** de Troyes fabrique des machines à laver-barrières ainsi que des sècheuses-repasseuses destinées aux professionnels. La fonction d'une sècheuse-repasseuse est, à partir d'un linge lavé présentant un **taux d'humidité résiduel (THR)** en entrée élevé (environ **55%**), de réduire ce taux à moins de **8%** (selon la norme EN ISO 9398-1 en vigueur) tout en assurant simultanément le **pliage longitudinal et transversal** afin d'obtenir un linge parfaitement plié en sortie machine.

Le repassage et le transport du linge sont réalisés à l'aide de bandes textiles, principalement en **NOMEX** et **POLYESTER** et/ou **COTON**. C'est au cours de ce processus que des **phénomènes de glissement** peuvent parfois apparaître, entraînant des dysfonctionnements de la machine, notamment en termes de qualité de repassage et de sortie du linge.

L'objectif est donc de **caractériser le coefficient de frottement** entre les textiles repassés et les bandes de transport et de repassage, afin de **mettre en place des actions préventives** lors de la conception des systèmes de repassage et de transport.

c) Environnement du produit

Le banc de test sera utilisé dans un environnement ambiant, dans l'enceinte du laboratoire d'Electrolux Professional group de Troyes.

d) Analyse fonctionnelle

Pour mieux saisir la fonction du banc de test on procède à une analyse fonctionnelle détaillée par utilisation de diagrammes Pieuvre et FAST.

Le diagramme pieuvre servira à définir de manière concise le besoin posé, alors que le diagramme FAST nous donnera une compréhension exhaustive du système en termes d'exigence techniques.

On retrouve ci-dessous les deux diagrammes :

Diagramme Pieuvre

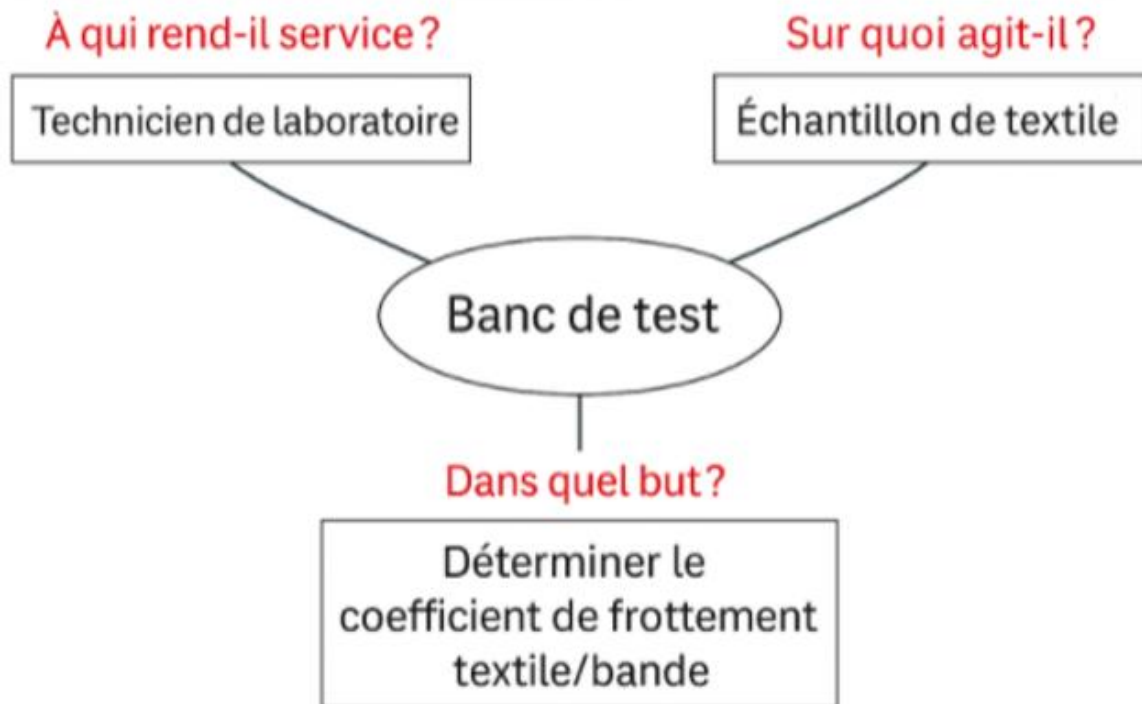
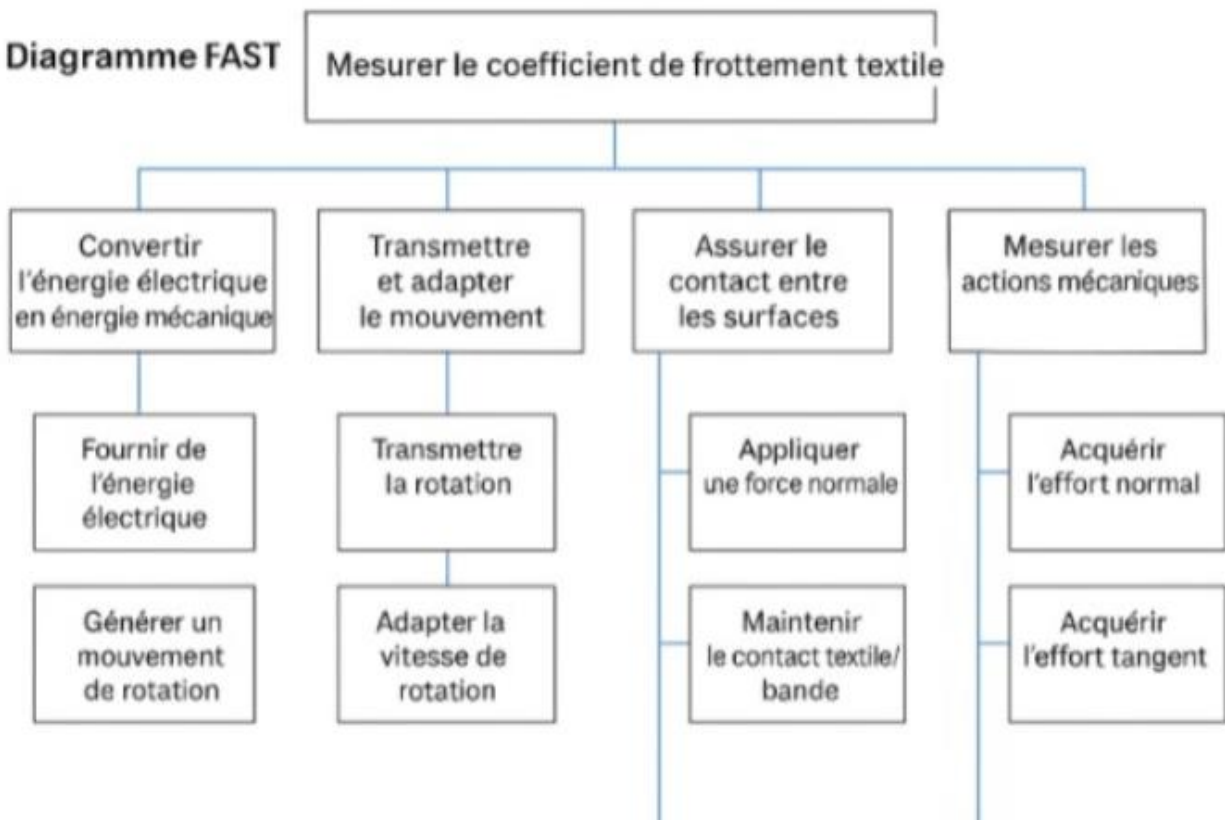


Diagramme FAST



e) Contraintes de réalisation

Sur le banc d'essai, le changement des bandes doit être simple et reproductible. La solution doit rester facile à mettre en œuvre et s'appuyer sur les éléments et moyens disponibles. Les résultats doivent demeurer cohérents et reproductibles. Les bandes doivent être fabriquées à partir de textiles de type **NOMEX**, **POLYSTER** et/ou **COTON**. Les textiles testés doivent être en **POLYSTER** et/ou **COTON**. Enfin, le banc doit être alimenté en énergie électrique et s'intégrer à l'atelier du laboratoire.

f) Critères d'acceptation

Le critère principal d'acceptation est la cohérence et la répétabilité simple des résultats de test par tout opérateur habilité. Soit une erreur de précision des résultats de $\pm 5\%$.

g) Livrables attendus du projet

Pour ce projet, étaient attendus :

- ∴ La maquette numérique modélisée dans SolidWorks et les documents de fabrication (dessin de définition et notices) ;
- ∴ Un assemblage matériel du banc et les résultats cohérents de tests ;
- ∴ Un protocole détaillé d'utilisation du banc d'essai.

2) RECHERCHE DE SOLUTIONS ET CHOIX

Pour commencer, une phase de recherche et d'analyse des solutions existantes a été réalisée afin d'identifier les options les plus pertinentes répondant aux besoins définis dans le cahier des charges. Cette étape a permis de capitaliser sur les outils et méthodes déjà disponibles, tout en évitant de développer une solution entièrement nouvelle lorsque cela n'est pas nécessaire.

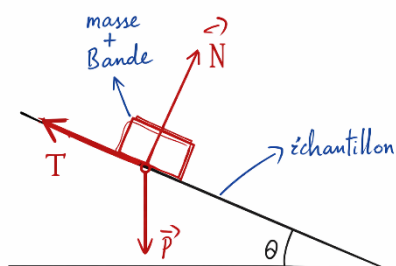
L'objectif de cette démarche est d'évaluer différentes alternatives disponibles, en prenant en compte leur performances, leurs limites, leur coût et leur adaptabilité au contexte du projet. Cette analyse comparative contribue ainsi à orienter le choix vers une solution optimisée, en adéquation avec les exigences techniques et opérationnelles identifiées.

La tribologie textile reste un domaine encore difficile à prédire aujourd'hui, en raison de la grande diversité des paramètres influençant les résultats des essais. De plus on a moins d'études rendues publiques présentant des valeurs de coefficients de frottement textile. L'enjeu de ce projet a donc été d'identifier les données accessibles dans la littérature afin d'en extraire des idées et des concepts applicables à notre cas d'étude. La conception d'un banc d'essai permettant de mesurer le coefficient de frottement textile-bande repose sur la maîtrise d'un principe clé : la caractérisation des efforts de friction

entre les deux matériaux textiles. Cela nécessite la détermination simultanée d'un effort normal de contact et d'un effort tangentiel de frottement entre les deux éléments, principe fondamental de notre *BANC DE TEST*.

Nous avons ainsi plusieurs manières d'effectuer la mesure du coefficient recherché, entre autres nous avons :

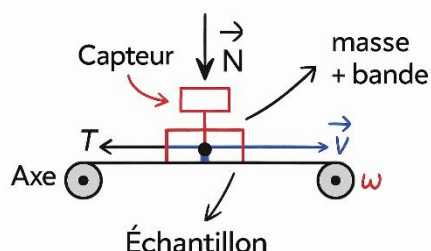
∴ **Plan incliné** : mesurer l'angle de glissement $\rightarrow \mu = \tan(\theta)$



01. Schématisation de la méthode par plan incliné

« Un échantillon textile est mis sur la pente inclinée ; une masse (qui fournit l'effort normal) est posée dans la bande et le tout est posé sur l'échantillon en pente. Par variation de l'angle d'inclinaison têtât, on détermine l'angle pour le quel il y a glissement de la masse (angle critique). »

∴ **Tribomètre** (glissement contrôle) : mesurer force de friction / force normale

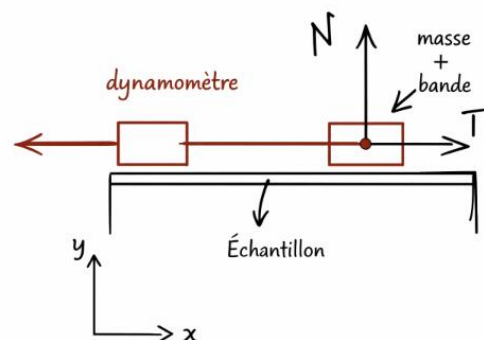


02. Schématisation de la méthode par tribomètre

« Les textiles : bande et échantillon sont mis en contact et maintenu en contact par un effort normal généré par une masse posée sur un plateau. L'échantillon est entraîné en mouvement contrôlé et un capteur de force biaxial relève les force normale et tangentielle. »

∴ **Traction horizontale** : tirer un textile sur l'autre avec dynamomètre $\rightarrow \mu = F/N$

« La bande est associée à une masse qui fournit l'effort normal. L'ensemble est tiré au travers d'une force appliquée captée par le dynamomètre ; le point de glissement de l'ensemble (masse + bande) sur l'échantillon donne un effort qui correspond au frottement statique entre les deux textiles. »



03. Schématisation de la méthode par traction

Ci-dessous nous avons une comparaison des trois méthodes :

METHODE DE MESURE	PRECISION	SIMPLICITE	COUT
Plan incliné	Moyenne	Très simple	Très faible
Tribomètre	Elevée	Complexe	Elevé
Traction horizontale	Bonne	Simple	Faible

Nous allons plutôt opter pour un tribomètre **pour sa précision**. Pour cette solution on a deux configurations possibles : configuration horizontale et inclinée. Le choix de l'une ou l'autre des configurations présente des avantages et inconvénients détaillés ci-dessous :

SOLUTION	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Configuration horizontale	– Bonne lecture des efforts par un bon alignement du capteur avec les directions des efforts ; – Plus simple à mettre en œuvre ; – Conception plus simple.	– Nécessité d'un capteur biaxial pour une meilleure précision des mesures
Configuration inclinée	– Plus proche de la réalité d'utilisation des machines avec son plan incliné.	– Difficulté d'alignement des efforts avec les axes du capteur, donc faible précision des mesures ; – Configuration complexe ; – Conception complexe ;

Solution adoptée et justification :

« D'après tout ce qui précède, on adopte définitivement la configuration horizontale pour son approche simpliste et une précision suffisante pour notre application. »

ii. Réalisation de la solution retenue

1) Objectif et positionnement de la phase de réalisation

La phase de réalisation de la solution constitue l'aboutissement logique et technique de l'ensemble des étapes préalablement menées lors du projet. Après l'analyse du besoin fonctionnel, l'étude des solutions possibles et la sélection d'une architecture technique et cohérente, cette étape vise à transformer notre réflexion théorique en une solution concrète, exploitable et vérifiable. Dans le cadre de ce projet, la réalisation s'est matérialisée par la conception d'une maquette numérique sur le logiciel SolidWorks, outil de CAO utilisé par l'entreprise.

L'objectif principal de cette phase était double. D'une part, il s'agissait de concevoir un banc de test fonctionnel répondant strictement aux contraintes définies en amont, tout en restant volontairement simple afin de faciliter son utilisation, sa maintenance et reproductibilité. D'autre part, cette réalisation devait s'inscrire pleinement dans les standards industriels d'Electrolux, notamment en matière de méthodes de conception, de gestion documentaire et de traçabilité des données techniques.

Ainsi, la phase de réalisation ne se limitait pas à un simple exercice de modélisation 3D. Elle devait s'intégrer dans une démarche industrielle globale, structurée et normée, visant à garantir la cohérence entre le besoin initial, la solution retenue et le produit final.

2) Outils et environnement de travail

Le choix du logiciel SolidWorks comme outil principal de conception s'impose naturellement dans le contexte industriel d'Electrolux Professional. Son utilisation garantit une compatibilité totale avec les méthodes internes, les bibliothèques de composants standardisés et les outils de gestion du cycle de vie produit.

L'intégration dans l'environnement SolidWorks de l'entreprise implique également le respect de règles strictes en matière de structuration des fichiers, de nommage, de gestion des versions et d'utilisation de gabarits prédéfinis (*TEMPLATES*). Ces éléments constituent un levier essentiel de qualité, de traçabilité et de pérennité des données techniques.

3) Démarche de conception globale adoptée

La démarche de conception suivie lors de la réalisation de la maquette s'est articulée autour d'une approche méthodique, conforme aux bonnes pratiques de conception mécanique industrielle. Celle-ci repose sur une décomposition fonctionnelle et structurelle du produit final, permettant de traiter séparément chaque élément avant de procéder à l'assemblage global.

4) Conception pièce par pièce

La première étape de la réalisation a consisté à concevoir individuellement chaque pièce constituant le banc de test. Cette approche permet de maîtriser précisément la géométrie, les contraintes et les fonctionnalités de chaque composant avant leur intégration dans un ensemble plus complexe.

La majorité des pièces conçues relève de la tôlerie industrielle, domaine particulièrement présent dans le contexte industriel d'Electrolux Professional. SolidWorks propose pour cela un environnement dédié permettant de définir les épaisseurs de matière, les plis (*BENDS*), les rayons de courbure (*BEND RADIUS*) et les développés à plat, indispensables à la fabrication.

Chaque pièce a été modélisée en tenant compte :

- ∴ Des contraintes dimensionnelles (DIMENSIONAL CONSTRAINTS) ;
- ∴ Des efforts mécaniques potentiels (MECHANICAL LOADS) ;
- ∴ Des contraintes d'assemblage (ASSEMBLY CONSTRAINTS) ;
- ∴ Des règles de fabricabilité (DESIGN FOR MANUFACTURING – DFM).

Cette phase a nécessité une attention particulière afin d'éviter toute incohérence géométrique susceptible de compliquer l'assemblage final ou la fabrication réelle des pièces.

5) Standardisation et simplification

Conformément à l'objectif de simplicité du banc de test, un effort constant de standardisation et de simplification a été mené tout au long de la conception. Cela s'est traduit notamment par :

- ∴ La limitation du nombre de pièces distinctes ;
- ∴ L'utilisation de composants standard ;
- ∴ La réduction des formes complexes au profit de géométries simples et robustes.

Cette démarche contribue non seulement à réduire les coûts de fabrication mais également à améliorer la fiabilité et la maintenabilité du banc de test.

6) Assemblage final et validation numérique de la solution

Une fois l'ensemble des pièces modélisées individuellement, la phase suivante a consisté à réaliser l'assemblage final du banc de test sous SolidWorks. Cette étape est cruciale, car elle permet de vérifier la cohérence globale de la conception et d'anticiper d'éventuels problèmes d'intégration.

L'assemblage numérique a permis également de réaliser des vérifications fonctionnelles essentielles avant toute fabrication et aussi d'analyser la facilité de montage.

Ces vérifications constituent un gain de temps et de coût considérable (comme j'en détaillerai dans la section suivante), en évitant des erreurs qui seraient autrement détectées tardivement lors de la fabrication ou du montage physique.

Pour cette étape j'ai eu à faire des modifications majeures sur ma conception soit pour optimiser les coûts de fabrication ou la fiabilité du produit. Cela m'a permis d'avoir une vision critique sur mes méthodes employées et d'adopter une approche globale encore plus poussée.

7) Traçabilité et gestion des données techniques chez Electrolux

Chez Electrolux, la traçabilité occupe une place centrale dans le cycle de vie d'un produit. Chaque projet, chaque sous-ensemble et chaque pièce doivent pouvoir être identifiés, suivis et documentés de manière précise et systématique. J'ai donc adopté cette même approche tout au long de ma mission, ce qui a apporté plus d'organisation dans mon travail.

Dès le début du projet, un code de suivi (*PROJET TRACKING CODE*) a été sélectionné dans le catalogue dédié de l'entreprise. Ce code, qui est la référence du produit (voir **CDCF**), constitue l'identifiant unique du projet et permet de relier l'ensemble des données associées : fichiers CAO, plans techniques, nomenclatures et documents de validation.

Ce système garantit une traçabilité complète et facilite la collaboration entre les différents services (conception, méthodes, production).

8) Formation aux pratiques de conception et appropriation des outils

Afin de garantir une intégration efficace dans l'environnement de conception d'Electrolux Professional, j'ai suivi une formation spécifique aux pratiques internes de SolidWorks dès les premiers jours. Cette formation a porté notamment sur :

- ∴ L'utilisation des gabaris de pièces et d'assemblage (*COMPANY TEMPLATES*) ;
- ∴ Les réglages prédéfinis du logiciel (*PREDEFINED SETTINGS*) ;
- ∴ Les bonnes pratiques de modélisation.

Grace à cette montée en compétence progressive, il a été possible de produire une maquette conforme aux attentes industrielles de l'entreprise, tant sur le plan technique que méthodologique.

9) Apport de la maquette numérique dans le projet

La réalisation de la maquette sous SolidWorks a constitué un support essentiel tout au long du projet. Elle a permis notamment :

- ∴ De matérialiser la solution retenue ;
- ∴ De faciliter les échanges techniques avec les encadrants ;
- ∴ De servir de base pour d'éventuelles évolutions futures.

La maquette numérique représente ainsi un outil de communication et de validation à forte valeur ajoutée, bien au-delà de sa simple fonction de représentation géométrique.

En définitive, la réalisation de la solution sous SolidWorks s'inscrit dans une démarche de conception industrielle rigoureuse, structurée et conforme aux standards d'Electrolux Professional. En combinant une conception pièce par pièce, un assemblage méthodique, une gestion stricte de la traçabilité et une appropriation des pratiques internes, cette phase a permis d'aboutir à une maquette numérique fonctionnelle, cohérente et exploitable.

Cette étape constitue une base solide pour la suite du projet, qui consistera en la fabrication du banc de test et de sa mise en service.

iii. Mise en place des dossiers de fabrication et prise de contact avec les fournisseurs

La fabrication de pièces industrielle nécessite une préparation rigoureuse afin de garantir la conformité technique, la maîtrise des coûts et le respect des délais. Cette préparation repose principalement sur deux étapes clés :

- ∴ La constitution de dossiers de fabrication complets et exploitables ;
- ∴ La prise de contact avec les fournisseurs chargés de fabriquer les pièces.

1) Mise en place des dossiers de fabrication

Le dossier de fabrication doit regrouper l'ensemble des documents nécessaires à la compréhension et à la réalisation de la pièce par le fournisseur. Il comprend :

- ∴ Le plan de définition (2D et/ou 3D) avec cotes, tolérances et états de surface ;
- ∴ La matière (spécification, norme, traitement éventuel) ;
- ∴ Les procédés de fabrication imposés ou recommandés (usinage, soudure, traitement thermique) ;
- ∴ Les exigences de contrôle et de qualité (dimensions critiques, contrôles spécifiques).

Tous les documents doivent être clairs, cohérents et à jour. J'ai ainsi mis en place les dessins de définition de toutes les pièces à fabriquer de la maquette.

2) Vérification et validation interne

Avant transmission aux fournisseurs, le dossier a été vérifié et validé en interne par mon maître de stage. Cette vérification a permis de :

- ∴ Détecter les incohérences ou informations manquantes ;
- ∴ S'assurer que les pièces sont industrialisables ;
- ∴ Limiter les retours, erreurs de fabrication ou surcoûts.

A l'issue de cet exercice, j'ai obtenu beaucoup de retour sur ce qu'il fallait améliorer et ce qu'il fallait supprimer si nécessaire. Cela m'a ainsi permis d'affiner ma solution et de fluidifier les échanges avec les fournisseurs.

3) Prise de contact avec les fournisseurs

Le choix des fournisseurs devait se faire dans un panel disponible recensant les entreprises avec lesquelles Electrolux Professional travaille. Donc je devais trouver dans ce catalogue, les fournisseurs pour mes pièces selon la prestation qu'ils proposaient. J'avais, au travers de celui-ci, toutes les informations de contact (mail, portable) pour transmettre mes demandes.

4) Transmission du dossier et demande de devis

Une fois les fournisseurs identifiés, j'ai transmis les dossiers de fabrication accompagnés d'une demande claire comprenant :

- ∴ Les quantités à fabriquer ;
- ∴ Les délais souhaités ;
- ∴ Les exigences de qualité.

La clarté de la demande est essentielle pour obtenir un devis fiable. Ainsi, j'ai eu quelque peu besoin de fournir des informations supplémentaires aux fournisseurs. Cette étape m'a permis de comprendre la place d'une bonne communication en milieu professionnel.

5) Analyse des retours fournisseurs

A la suite de mes demandes, j'ai reçu des devis qui ont été analysés selon :

- ∴ Le prix ;
- ∴ Les délais de fabrication ;

- ∴ Les hypothèses techniques prises par le fournisseur ;
- ∴ Les éventuelles remarques ou propositions d'optimisation.

Des échanges techniques ont été nécessaires pour lever les incompréhensions. Et le dernier choix a été celui qui restait le plus bénéfique pour nous. L'ensemble des devis est donné en (**ANNEXE-03, Page 36 - 37**).

De ces retours j'ai été confronté à un besoin de simplifier davantage certains éléments en vue d'optimiser les coûts. C'est le cas par exemple de ma pièce que j'ai appelée « **SOCLE** » qu'il m'a fallu reconcevoir pour économiser plus de 600€ en prix de fabrication. (Voir plus en détail en **ANNEXE-04, Page 38**).

6) Validation et lancement en fabrication

Pour valider le fournisseur pour les devis reçus, j'ai dressé un tableau comparatif donné en annexe (voir **ANNEXE-05, Page 38**). Après comparaison et validation du fournisseur retenu avec mon maître de stage :

- ∴ Une commande formelle est émise ;
- ∴ Les documents contractuels et techniques sont figés ;
- ∴ Le suivi de fabrication est mis en place jusqu'à la réception des pièces.

La réussite de la fabrication des pièces repose sur la qualité des dossiers de fabrication et sur une communication active avec les fournisseurs. Nous avons ainsi, passé la commande de toutes les pièces nécessaires chez le fournisseur *DASSE* sous un délai d'une semaine.

iv. Composition et détails techniques du banc de test

D'un point de vue technique, le banc d'essai présente une architecture volontairement simple. Les exigences fonctionnelles se limitent à la mise en contact de deux matériaux textiles, à un entraînement assuré par un moteur électrique, ainsi qu'à un capteur dédié à la mesure des efforts. Ces trois composants constituent respectivement les chaînes d'énergie et d'information du système.

Dans cette section il sera question de détailler ces trois principaux composants en termes de fonctionnement et d'exigences techniques.

1) Bloc capteur et acquisition des efforts – chaîne d'informations

Dans l'idéal, l'utilisation d'un capteur de force biaxial est nécessaire afin de garantir une bonne précision des mesures. Une solution reposant sur un capteur uni-axial pourrait permettre d'estimer l'effort de frottement recherché, toutefois la fiabilité des résultats ne serait pas assurée. En effet, cette approche impose une maîtrise très précise de la

contribution du poids du levier à l'effort normal, ainsi que de l'influence des autres efforts parasites.

A l'inverse, le recours à un capteur biaxial permet de s'affranchir de ces contraintes, puisqu'il fournit directement les valeurs exactes des efforts en intégrant automatiquement l'effet du levier et des actions parasites dans la mesure de l'effort normal.

« ON A CHOISI DONC UNE SOLUTION AVEC UN CAPTEUR DE FORCE BIAXIAL »

a) Obtention du capteur

Après recherche et comparaison d'offres chez plusieurs fournisseurs, c'est chez *WIMESURE* qu'on a finalement trouvé un capteur qui répondait parfaitement à notre besoin. En revanche nous n'avons pas exactement trouvé un capteur **biaxial** mais **triaxial**. Sur ce, on a reçu un devis complet (voir **ANNEXE-06, Page 39**) pour le produit avec les options indispensables comme sa programmation et le data logger associé.

Ce capteur, qui est le cerveau du banc de test a coûté +2.000€ et répondait parfaitement aux attentes par sa précision et son intégration.

b) Intégration du capteur

Le capteur est livré avec tous les accessoires nécessaires. Pour son intégration mécanique, il est doté de 12 taraudages M3, soit 6 de chaque cotés. Dans sa fonction, il est fixé sur un patin tenant la bande échantillon d'une part, et sur une pièce que j'ai appelée *FLASQUE*. La contrainte fonctionnelle principale est que l'ensemble soit parfaitement rigide pour une meilleure précision des mesures.

Une estimation ci-dessous des sollicitations en torsion du capteur permet de garantir sa sécurité dans les conditions de fonctionnement.

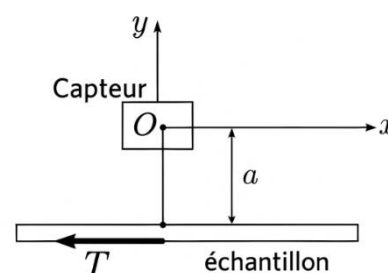
Moment de torsion sur le capteur :

$$\vec{T} = -T\vec{x}; \quad \vec{M}_O(\vec{T}) = \vec{OP} \wedge \vec{T} = -a\vec{y} \wedge -T\vec{x} = -aT\vec{z};$$

$$\text{Avec : } a = 26 \text{ mm}; \quad T_{\max} \leq 50 \text{ N}$$

(en se plaçant dans les conditions extrêmes)

$$\Rightarrow M_{\max} = a.T_{\max} = 0,026 \times 50 = 1,3 \text{ N.m}$$



04. Schématisation du montage du capteur

Avec les caractéristiques du capteur choisi, matériau en aluminium, il peut supporter un moment de torsion, estimé selon le critère de Tresca, égal à **164 N.m** ce qui est largement supérieur à la valeur calculée, alors le capteur est bien dimensionné. (Voir en **ANNEXE-07, Page 39**)

2) Bloc d'entraînement des bandes

Le bloc d'entraînement est constitué du moteur et de la transmission par courroie. J'ai également essayé au mieux d'utiliser des solutions existantes sur d'autres machines de l'entreprise pour réduire les coûts de fabrication. Ainsi, le moteur, la courroie sont pris dans les stocks existants.

a) Condition sur la puissance nécessaire

Le but ici c'est d'avoir une vitesse de translation des bandes en sortie de : $V_s = 0,1 \text{ m/s}$; alors pour cela on peut calculer une valeur approximative de la puissance à fournir en entrée par le moteur :

Avec les données de conception sur la maquette :

$D_e = 45 \text{ mm}$ (diamètre de la poulie en entrée)

$D_s = 90 \text{ mm}$ (diamètre de la poulie en sortie)

et $r = \frac{D_e}{D_s} = \frac{1}{2}$ (rapport de transmission $\rightarrow$ rapport de réduction)

La vitesse de rotation des axes des bandes vaut dans ces conditions :

$$V_s = R \cdot \omega_s = R \cdot 2\pi N_s \Rightarrow N_s = \frac{V_s}{R \cdot 2\pi} = \frac{0,1}{0,025 \times 2\pi} = 0,64 \text{ tr/s} = 38,2 \text{ tr/min}$$

La vitesse en entrée se déduit alors comme suivant : $N_e = 2 \cdot N_s = 76,4 \text{ tr/min}$

Condition sur la puissance que doit fournir le moteur en entrée :

$$P = T \cdot \omega = F_t \cdot V_s$$

Par simplification on fait l'hypothèse que la puissance est conservée, donc sans perte :

$$P_e = P_s \Rightarrow T_e = T_s/2$$

Dans notre application nos matériaux sont : *POLYESTER*, *COTON*, *NOMEX* pour lesquels on a une fourchette de coefficient de frottement estimé entre : ($\mu = 0,2$ à $0,7$).

Par définition du coefficient de frottement on a : $F_t = \mu \cdot F_n$

En utilisant la relation de la puissance suivante : $P = F_t \times V_s = \mu \cdot F_n \cdot V_s$

Cela donne : Avec $F_n = 50 \text{ N}$

$$\begin{cases} \text{Pour } \mu = 0.2 : & P_s = 0.2 \times 50 \times 0.1 = 1,5 \text{ N} \\ \text{Pour } \mu = 0.7 : & P_k = 0.7 \times 50 \times 0.1 = 3,5 \text{ N} \end{cases}$$

Avec une puissance entre (**1.5 N – 3.5 N**) on est sûr d'avoir une vitesse de sortie convenable en vitesse linéaire des bandes.

b) Condition sur la transmission

Puisqu'on utilise une courroie déjà existante, alors la longueur (**L**) de celle-ci est déjà imposée. Pour garantir son intégration à l'ensemble, un calcul pour estimer l'entre-axe des deux poulies (moteur et sortie) est indispensable. Pour cela on se sert de la relation générale qui lie la longueur de la courroie à l'entre-axe par le biais des deux diamètres de poulie.

Soit : (**D'APRES GDI, PAGE 307**)

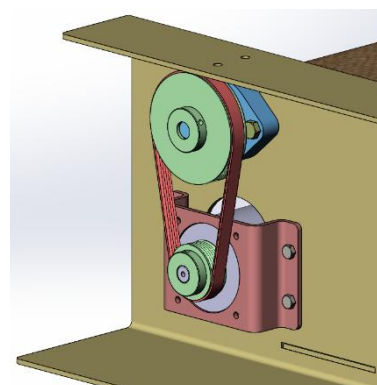
$$L = 2E + 1.57(d + D) + \frac{(D - d)^2}{4E}$$

Cela nous donne avec les données :

$$L = 442 \text{ mm} ; d = 45 \text{ mm} ; D = 90 \text{ mm}$$

$$E \approx 115 \text{ mm}$$

Cet entre-axe (**E**) est crucial pour garantir le montage des poulies et de la courroie mais également d'assurer une tension raisonnable pour une transmission uniforme.



05. Utilisation de l'entre-axe E

c) Obtention des poulies pour la transmission

Pour les poulies utilisées, j'ai pour un début choisi de les faire fabriquer par un fournisseur. Mais après réception des devis, le coût de fabrication était exorbitant et peu nécessaire pour notre application. On a pour cela donc jugé de les acheter en ligne sur des sites fournisseurs. Cette solution nous est revenue beaucoup moins cher et a été compatible avec nos délais. Le dossier (**ANNEXE-08, Page 40**) en donne un détail des factures.

J'ai appris de cette démarche l'intérêt d'avoir une vision globale sur un projet industriel et d'envisager toutes les alternatives possibles en vue d'optimiser les coûts et les délais.

v. Réception des pièces et assemblage du produit physique

Après réception des pièces des fournisseurs, j'ai procédé à un contrôle qualité de toutes les pièces reçues. Pour cela j'ai dressé un dossier de suivi donné en (**ANNEXE-09, Page 40**). Avec toutes les pièces validées, l'étape d'après était de procéder à l'assemblage du produit. Cette étape devrait intégrer deux parties essentielles :

1) LA PARTIE MECANIQUE :

Pour cela j'avais besoin de recourir à la soudure de certains sous-ensembles du bâti. Alors je suis allé voir le service de soudure, où il fallait expliquer mon besoin et finalement j'avais un premier sous-assemblage. La suite a été de faire peindre les pièces par le service de poudrage et peinture.

Pour les autres sous-ensembles qui ne nécessitaient pas de soudure, j'ai procédé simplement à leur assemblage final. Cependant, j'ai eu du mal avec l'intégration du moteur à mon bâti. En effet je m'étais basé sur le modèle numérique du moteur existant pour concevoir et faire fabriquer mon bâti. Mais le moteur réel était muni d'un revêtement de protection qui faisait environ **1.5 mm** de trop que je n'avais pas prévu, et cela m'a obligé à redresser l'alésage correspondant pour permettre au tout de s'emboîter.

J'ai compris de cet incident l'importance de tout envisager dans la phase de conception d'un produit pour garantir une conformité finale.

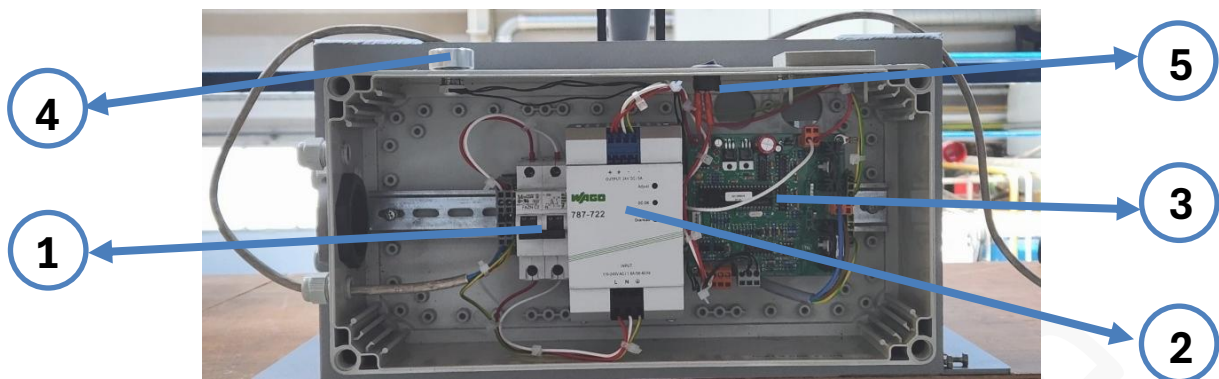
2) LA PARTIE ELECTRIQUE ET ELECTRONIQUE :

C'est l'ensemble boîtier électrique – bloc capteur.

Le boîtier électrique est constitué de la carte de contrôle qui permet de régler la puissance du moteur (couple moteur) grâce à un potentiomètre associé ; d'un transformateur qui permet de passer du **230V AC** (du secteur) à **24V DC** (pour le moteur électrique), d'un interrupteur pour fermer le circuit d'alimentation et d'un disjoncteur pour assurer la sécurité du circuit d'alimentation du banc.

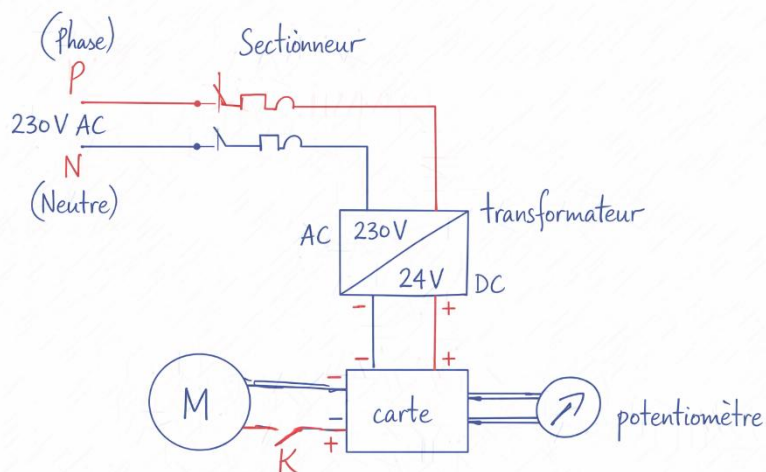
Le capteur, qui est livré déjà programmé avec le système d'acquisition est quant à lui intégré directement à l'ensemble.

Ci-dessous le câblage électrique du boîtier :



- | | | |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 1 Disjoncteur | 3 Carte de contrôle | 5 Interrupteur |
| 2 Transformateur | 4 Potentiomètre | |

Schéma électrique du câblage



L'assemblage est l'étape qui validera définitivement notre conception. Après les dernières vérifications, on a un banc fonctionnel prêt à être testé.

vi. Mise en place des tests et interprétation des résultats

Le but de départ est de caractériser le coefficient de frottement, on est à l'étape cruciale qui validera tout notre travail. Pour garantir le respect du cahier des charges fonctionnel en termes de répétabilité et de simplicité, j'ai établi un kit d'utilisation qui détaille toute la démarche à suivre.

KIT D'UTILISATION DU BANC DE TEST

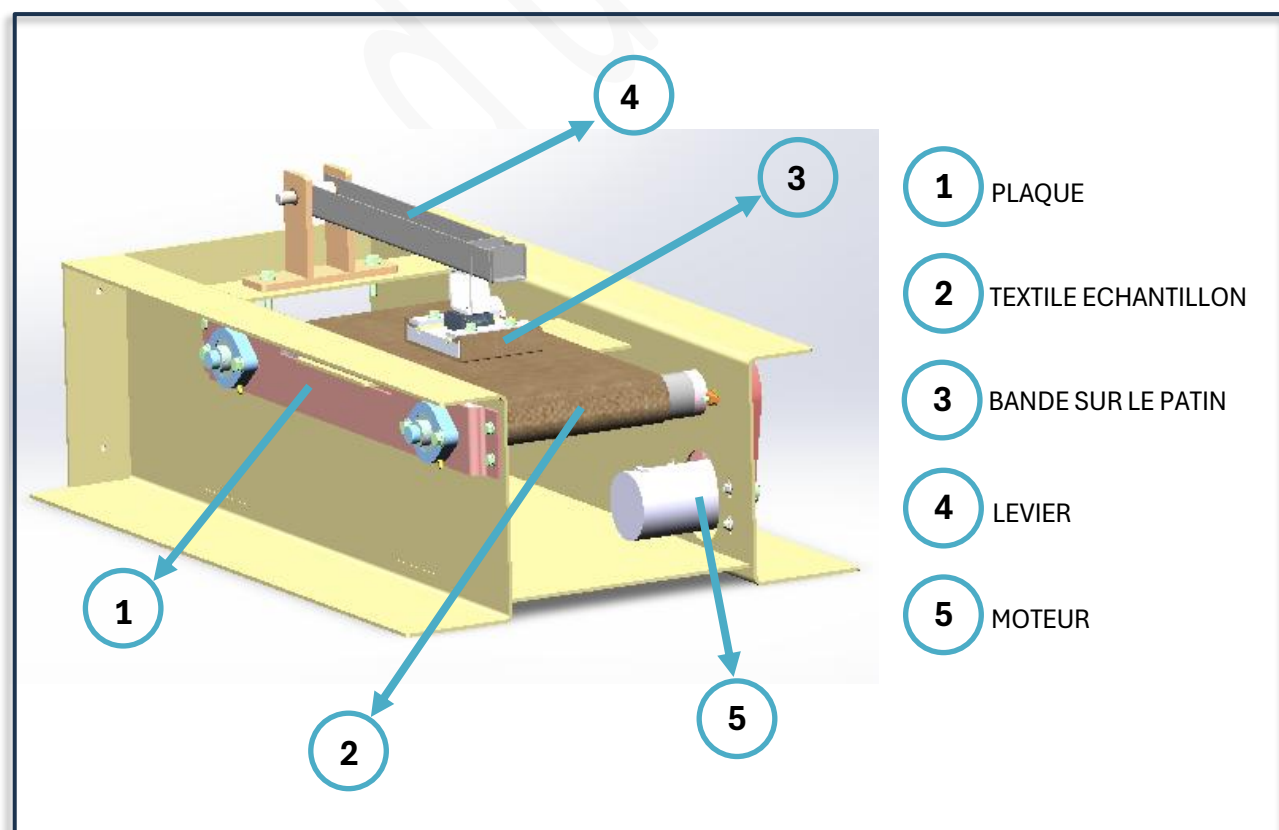
NB : « Toute utilisation du banc ne doit se faire que par une personne habilitée ! »

UN CYCLE D'UTILISATION DU BANC

- a) Pivoter le bras et mettre la bande en place sur le patin
- b) Retirer la plaque située sur le côté du banc
- c) Mettre en place le textile échantillon
- d) Remettre la plaque et s'assurer de la tension du textile échantillon
- e) Charger la masse étalonnée sur le plateau du bras (5 kg maximum)
- f) Calibrer le capteur de force plus le data logger
- g) Mettre le banc sous tension
- h) Régler le couple moteur et le mettre en marche
- i) Recueillir les données sur l'acquisiteur (data logger)
- j) Exploiter les résultats via Excel et interpréter

RANGEMENT DU BANC

- a) Recalibrer le capteur de force et le data logger
- b) Mettre le banc hors tension
- c) Débarrasser le plateau
- d) Retirer le textile échantillon et la bande



Etat sur les tests

Lors de la phase de validation, les essais n'ont pas pu être réalisés en raison de l'absence du capteur, non livré par le fournisseur. En conséquence, les tests de validation du fonctionnement du banc d'essai dédié à l'entraînement des bandes n'ont pu être initiés. La fabrication d'un prototype 3D du capteur manquant a permis de confirmer le bon fonctionnement global du système.

Toutefois, un défaut de tension du textile échantillon a été mis en évidence. L'amélioration proposée consiste à augmenter cette tension par l'intégration de galets tendeurs. Dans l'ensemble, le banc obtenu est fonctionnel et permet de valider le principe général de fonctionnement prévu qui est : « *LA MISE EN MOUVEMENT RELATIF CONTROLEE DES DEUX ECHANTILLONS.* »

B. Deuxième partie : missions observées

vii. Première mission : tests de performance sur une nouvelle gamme de sècheuse repasseuse

1) Contexte de la mission

Dans sa démarche d'innovation continue et d'amélioration de ses produits et technologies, Electrolux Professional conçoit et fabrique des nouvelles machines. La gamme ~~YYY~~ (Désignation précise nom autorisée) correspond à une nouvelle génération de sècheuse-repasseuses actuellement en phase de développement.

2) Objectif de la mission

L'objectif de cette phase de tests était d'évaluer, sur un premier prototype, les performances globales de la machine, notamment en termes d'efficacité énergétique, de qualité de séchage et de qualité de repassage.

3) Déroulement des tests

Les tests ont été réalisés au sein du laboratoire. Des textiles secs sont tout d'abord pesés dans un bac, puis lavés afin d'être humidifiés et essorés pendant environ 20 minutes. A la sortie de la machine à laver, ils sont de nouveau pesés afin de calculer le taux d'humidité résiduelle (**THR**) à

l'entrée de la sécheuse, à l'aide d'une règle de trois. Ce **THR** doit être proche de 55% (en entrée) pour correspondre aux conditions de test définies.

Les linges sont ensuite engagés dans la sécheuse-repasseuse selon des conditions de test précises incluant :

- ∴ La durée du cycle ;
- ∴ La consommation énergétique de la machine ;
- ∴ La vitesse des bandes de repassage ;
- ∴ La température de séchage.

A l'issue du cycle, les linges, jugés quasi secs au toucher, sont à nouveau pesés afin de déterminer le **THR** de sortie. Cette valeur permet d'évaluer la performance de la machine en matière de qualité de séchage et de capacité d'évaporation.

4) Problème rencontré et solution trouvée

Lors de l'essai, l'un des défis identifié concernait la qualité de séchage à vitesse élevée. En effet, lorsque la machine fonctionne à une vitesse de bande proche de sa valeur maximale (qui est environ 9 m/min), les linges sortaient encore humides. L'aspiration n'était alors pas suffisante pour atteindre le **THR** cible d'environ 8%. Ce phénomène s'expliquait par plusieurs facteurs, notamment :

- ∴ Un débit d'aspiration insuffisant au niveau de la table ;
- ∴ Une vitesse de table trop élevée ;
- ∴ Une baisse trop rapide de la température du cylindre chauffant.

Afin de résoudre ces problématiques, une collaboration étroite entre les services Bureau d'Étude (BE), Recherche & Développement (R&D) et Fabrication a permis de mettre en œuvre plusieurs améliorations de conception, parmi lesquelles :

- ∴ L'optimisation du système d'aspiration de la table afin d'améliorer l'évacuation de l'humidité ;
- ∴ L'optimisation du chauffage du cylindre, avec un ajustement des consignes de chauffage pour maintenir une température stable autour de 150°C ;
- ∴ L'adaptation de la vitesse de la table pour garantir une aspiration plus efficace.

Concrètement, une modification du tube d'aspiration a été réalisée, permettant d'augmenter la surface d'aspiration et, par conséquent, la qualité de séchage. Ces améliorations ont également eu un impact positif sur la consommation énergétique, tout en permettant d'augmenter la vitesse de fonctionnement sans dégrader la qualité de séchage.

Concernant la qualité de repassage, aucun incident majeur n'a été constaté. Les linges sortaient de la machine avec une qualité conforme au cahier des charges.

5) Contribution personnelle

Ayant été présent lors de nombreux essais, j'ai participé activement à la manipulation des linges : humidification, pesées, et engagement dans la sècheuse-repasseuse. Ces interventions m'ont permis d'approfondir ma compréhension du fonctionnement d'une sècheuse-repasseuse, mais également de mesurer l'importance d'une communication efficace et transversale entre les différents services dans le cadre d'un projet industriel.

viii. Deuxième mission : une journée d'immersion dans la chaîne d'assemblage des machines laveuses et sècheuse-repasseuses

1) Objectif de la mission

Afin de mieux comprendre les unités de production du site, j'ai effectué une journée d'immersion au sein de l'atelier d'assemblage, dans le but d'appréhender les principales étapes menant à l'obtention d'une machine fonctionnelle.

2) Organisation de la chaîne d'assemblage

L'étape d'assemblage constitue une phase déterminante du processus de production, puisqu'elle représente l'aboutissement de l'ensemble des opérations réalisées en amont. C'est à ce stade que les différents composants sont intégrés pour donner aux machines leur forme et leur configuration finales, tout en garantissant leur bon fonctionnement et leur conformité aux exigences techniques.

LES LAVEUSES

a) Positionnement du service

L'assemblage des laveuses repose sur une séquence d'opérations structurée en deux phases principales. La première phase consiste en la préparation indépendante du système embarqué et des sous-assemblage de l'ensemble principal, incluant notamment le bâti et le tambour entraîné.

Enfin, la phase d'assemblage final vise à intégrer l'ensemble des sous-ensembles afin d'obtenir la machine complète.

À l'issue de ce processus, chaque produit fait l'objet d'une campagne d'essais et de validation réalisée par l'équipe dédiée du site, afin de garantir sa conformité aux spécifications techniques et aux exigences de performance.

b) Gestion des incidents et cadence de production

En cas de non-conformité majeure, situation toutefois peu fréquente, l'équipe d'assemblage intervient en collaboration avec l'équipe essais afin d'identifier et de corriger les anomalies. Selon la nature du dysfonctionnement, les ajustements peuvent être réalisés directement sur la chaîne de test ou nécessiter un retour sur poste d'assemblage.

La cadence de montage d'une machine complète dépend de la complexité des sous-ensembles et des options associées. En moyenne, l'assemblage des sous-ensembles nécessite entre 3 et 4 heures, tandis que l'assemblage final s'étend sur une durée comprise entre 6 et 8 heures.

c) Ce que j'ai fait lors de cette visite

Lors de mon passage, j'ai tout d'abord été amené à observer de près l'assemblage de plusieurs sous-ensembles, notamment l'assemblage du bâti et du tambour, des portails, des actionneurs mécaniques ainsi que des boîtiers électroniques.

Par la suite, j'ai assisté partiellement au montage final d'une laveuse d'une capacité de 27 kg de linge. A cette occasion, j'ai participé à des opérations de mise en position et de maintien en position de certains sous-ensembles.

J'ai également pris part à une première série de tests de pré-validation réalisés par l'assembleur, avant la transmission de la machine à l'équipe en charge des essais.

LES SECHEUSES-REPASSEUSES

Comme les laveuses, les sècheuses-repasseuses sont de plusieurs tailles. A la différence des laveuses, certaines tailles de machine sont entièrement assemblées par une personne et les plus grandes tailles de machine nécessitent un assemblage différé de sous-ensembles. Pour une petite taille, une IC623 par exemple (diamètre du cylindre égal 23cm), il faut compter une journée entière de travail, soit 6 à 7h de travail. Mais pour les plus grandes, une IC633 par exemple (diamètre du cylindre égal 33cm), il faut compter entre 3 à 4h de préparation par sous-ensembles et environ 6 à 8h d'assemblage final selon les options machines.

Comme les laveuses, toutes les machines assemblées passent aux tests pour valider leur conformité et en cas de dysfonctionnement, elles sont ajustées sur place ou retournées en chaîne d'assemblage selon les cas et les gravités.

Pour ma part, j'ai été amené à visiter de près les équipes d'assemblage de sous-ensembles et d'assemblage final qui m'ont fait savoir davantage sur ce qu'ils font. Et en suite j'ai pu assister en partie à un assemblage d'une machine de petite taille (une 23cm) où j'ai pu aider à la préparation des sous-éléments et commencé l'assemblage final.

C. Bilan des compétences acquises

La mission menée au cours de ce stage s'inscrit pleinement dans le référentiel du BUT Génie Mécanique et Productique. Elle mobilise l'ensemble des compétences du cursus et démontre la capacité d'un étudiant en GMP à intervenir sur un projet industriel complet, depuis l'analyse du besoin jusqu'à l'amélioration continue d'un produit.

Les différentes phases du projet ont sollicité toutes les compétences génériques du parcours.

i. Compétence : Spécifier

La première étape du projet a consisté à analyser et formaliser le besoin afin de le traduire en exigences techniques exploitables. Cette phase a mobilisé :

- ∴ Des outils de gestion de projet, notamment l'élaboration de diagrammes de Gantt (voir **ANNEXE-10, Page 41**) pour structurer le déroulement des tâches ;
- ∴ Des méthodes d'analyse fonctionnelle (diagrammes Pieuvre et FAST) permettant d'identifier les fonctions principales et contraintes du système ;
- ∴ Des compétences en communication technique, essentielles pour échanger efficacement avec les différents acteurs du projet et clarifier les attentes.

« Cette phase a permis de définir un cadre technique rigoureux pour la réussite du projet. »

ii. Compétence : Développer

La phase de conception s'est appuyée sur une recherche et une comparaison de solutions existantes, suivies d'une adaptation aux contraintes du projet. J'ai ainsi mobilisé :

- ∴ Mes compétences en ingénierie système pour passer des exigences fonctionnelles aux solutions techniques ;

- ∴ La CAO pour modéliser les premières architectures et concevoir les composants ;
- ∴ Des connaissances en dimensionnement mécanique (RDM, cinématique, dynamique) pour valider les choix techniques.

« Cette étape a conduit à une solution cohérente, justifiée et adaptée au besoin »

iii. Compétence : Réaliser

Après la sélection de la solution, j'ai procédé à sa définition détaillée et à sa préparation pour la fabrication. Cela a nécessité :

- ∴ L'utilisation de la CAO avancée pour la conception complète des composants ;
- ∴ L'application de notions de cotation fonctionnelle et de métrologie afin de garantir la conformité dimensionnelle ;
- ∴ La prise en compte d'aspects liés aux systèmes cyber-physiques, notamment les contraintes électriques et électroniques.

« Cette phase m'a permis d'appréhender concrètement les contraintes liées fabrication et d'intégration industrielle. »

iv. Compétence : Exploiter

La validation du prototype a été réalisée à travers une campagne de tests expérimentaux en laboratoire. J'ai ainsi :

- ∴ Participé à la mise en œuvre des protocoles de test ;
- ∴ Collecté et analysé les données à l'aide d'outils informatiques (Excel) ;
- ∴ Interprété les résultats pour vérifier la conformité du produit aux exigences initiales notamment la cohérence du coefficient de frottement mesuré.

« Cette étape a confirmé les performances du prototype et mis en évidence plusieurs axes d'amélioration. »

v. Compétence : Innover

Enfin, la mission a intégré une dimension d'optimisation et d'amélioration continue. J'ai été amené à proposer et analyser différentes pistes d'évolution, telles que :

- ∴ Le choix d'une transmission par courroie en remplacement d'autres solutions (chaîne, engrenages) afin d'améliorer la fluidité et la fiabilité ;
- ∴ L'optimisation du système pour garantir une vitesse constante des échantillons, notamment par simplification de certaines géométries ;
- ∴ La prise en compte des performances énergétiques et fonctionnelles dans une logique d'amélioration globale du produit.

« Cette démarche a mobilisé ma capacité à prendre du recul sur une solution technique et à proposer des améliorations pertinentes dans un contexte industriel. »

IV. CONCLUSION

En conclusion, cette expérience a constitué un apport particulièrement enrichissant, tant par la diversité et la pertinence des missions réalisées que par les compétences transversales développées tout au long du projet. Elle m'a permis de consolider mes connaissances techniques, d'approfondir mes capacités d'analyse et d'acquérir une vision plus claire et cohérente de mes orientations professionnelles futures. Le travail mené sur un projet complet, depuis la phase de conception jusqu'à la mise en œuvre d'une solution concrète, a renforcé ma compréhension globale des exigences liées à la conduite de projets techniques.

L'aboutissement de ce travail repose également sur l'adoption d'une démarche méthodologique rigoureuse. En effet, l'organisation du projet s'est appuyée sur un suivi structuré des tâches, établi à l'aide d'un planning détaillé et formalisé par un diagramme de Gantt, présenté en annexe (voir **ANNEXE-10, Page 40**). Cette approche a permis d'assurer une gestion efficace du temps, une meilleure anticipation des contraintes et une progression cohérente des différentes étapes du projet.

V. ANNEXES

Sommaire d'annexes

I. ANNEXE-01 :	34
01. Laveuse barrière de la marque Electrolux Professional de Troyes	34
02. Sécheuse repasseuse de la marque Electrolux Professional de Troyes	34
II. ANNEXE-02 : Organigramme d'Electrolux Professional de Troyes	35
III. ANNEXE-03 : Devis obtenus pour la fabrication de mes pièces	36
IV. ANNEXE-04 : Modification de mon socle pour économiser plus de 600 €	38
V. ANNEXE-05 : Comparateur de devis pour les devis reçus	38
VI. ANNEXE-06 : Accusé de commande du capteur de force chez WEMESURE	39
VII. ANNEXE-07 : Estimation du moment de torsion supportable par le capteur	39
VIII. ANNEXE-08 : Facture d'achat des poulies en ligne plus abordable	40
IX. ANNEXE-09 : Dossier de suivi de contrôle des pièces à la réception	40
X. ANNEXE-10 : Diagramme de Gantt de suivi des tâches du projet	41

I. ANNEXE-01 :

01. Laveuse barrière de la marque Electrolux Professional de Troyes



Machine laveuse essoreuse barrière, une machine à doubles portiques : coté propre et coté sale, qui sépare physiquement les deux zones pour limiter les contaminations en milieux exigeant.

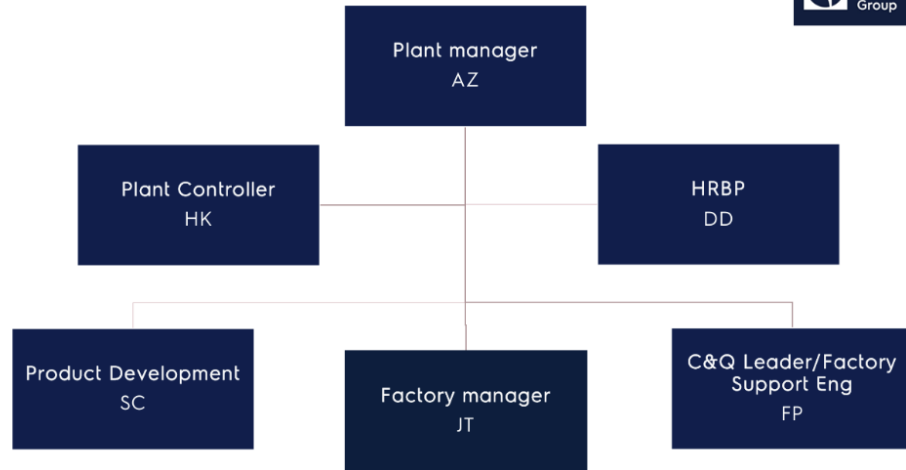
02. Sécheuse repasseuse de la marque Electrolux Professional de Troyes



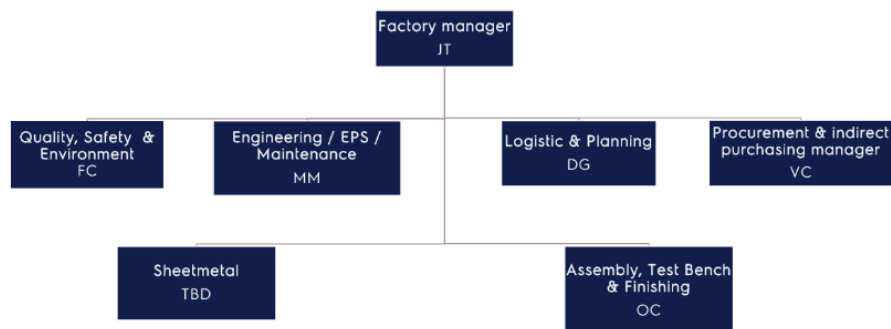
Machine sécheuse repasseuse de draps, de la gamme FFS (Feeding Folding Stacking), la plus complète proposée par l'entreprise. Elle est équipée de pinces d'écartement, de plusieurs bandes (engagement, repassage, transport et d'un module d'empilement des draps.

II. ANNEXE-02 : Organigramme d'Electrolux Professional de Troyes

Plant FFD Troyes France Management team



Plant FFD Troyes France Management team



Human Resources / Payroll



III. ANNEXE-03 : Devis obtenus pour la fabrication de mes pièces

Devis proposé par SMC.

Ceci n'est pas retenu pour son prix exorbitant et le délai trop long.

SOCIÉTÉ DE MÉCANIQUE CHAMPENOISE
28, rue Millaud Huet
10100 ROMILLY SUR SEINE
Tél: 03.25.21.05.10 / Fax: 03.25.29.64.80
SMC SASL au capital de 41 000.00 / Siret 525 825 363 00027
APE 3302 81 10 - N°s Cotat FR 94 525 825 363

Siret:
E-Mail: info@smchampenois.com

A l'attention de
ELECTROLUX LAUNDRY SYST France
52 Rue Pasteur
CS 60006
10431 ROSIERES PRES TROYES

Tél: 03.25.82.91.33 Fax: 03.25.49.52.97
E-mail:

Conditions de règlement: VIR 45 J NET

Nous vous remercions pour la confiance que vous nous témoignez. Nous avons le plaisir de vous communiquer notre meilleure proposition.

DEVIS D28628 / 24866
du 20/05/2026

Code SMC	Désignation	N° PLAN	QNT	PU HT	Total HT	Délai en semaines
8600000174210	SOCLE	9201409_008	1	312.00 €	312.00 €	6
8600000174211	POULE EN SORTIE	9201409_011	1	423.00 €	423.00 €	6
8600000174212	AXE DE LEVIER	9201409_014	1	128.00 €	128.00 €	6
8600000174213	PATIN	9201409_024	1	378.00 €	378.00 €	6
8600000174214	AXE EMBOUT MOTEUR	9201409_027	1	217.00 €	217.00 €	6
8600000174215	AXE EMBOUT LIBRE	9201409_028	3	12.00 €	36.00 €	6

TOTAL HT
1 494.00 €

Devis établi par M. BUSQUET Alexandre email: info@smchampenois.com

Port	TVA port	Remise	Soumis à TVA	TVA 20%	Total TTC	Visa
			1 494.00 €	298.80 €	1 792.80 €	

Cette offre prend en compte nos conditions générales de vente (disponibles sur demande). Pour toute commande supérieure à 15 000 €, un acompte de 50 % sera demandé. (ce maximum de facturation de 45 000 € HT sera appliqué à toutes commandes). La validité de l'offre est de 90 jours.

SOCIÉTÉ DE MÉCANIQUE CHAMPENOISE
28, rue Millaud Huet
10100 ROMILLY SUR SEINE
Tél: 03.25.21.05.10 / Fax: 03.25.29.64.80
SMC SASL au capital de 41 000.00 / Siret 525 825 363 00027
APE 3302 81 10 - N°s Cotat FR 94 525 825 363

Siret:
E-Mail: info@smchampenois.com

A l'attention de
ELECTROLUX LAUNDRY SYST France
52 Rue Pasteur
CS 60006
10431 ROSIERES PRES TROYES

Tél: 03.25.82.91.33 Fax: 03.25.49.52.97
E-mail:

Conditions de règlement: VIR 45 J NET

Nous vous remercions pour la confiance que vous nous témoignez. Nous avons le plaisir de vous communiquer notre meilleure proposition.

DEVIS D28628 / 24875
du 20/05/2026

Code SMC	Désignation	N° PLAN	QNT	PU HT	Total HT	Délai en semaines
8600000174210	SOCLE	9201409_008	1	312.00 €	312.00 €	6
8600000174233	POULE COMMANDE	9201409_010	1	284.00 €	284.00 €	6
8600000174211	POULE EN SORTIE	9201409_011	1	296.00 €	296.00 €	6
8600000174212	AXE DE LEVIER	9201409_014	1	128.00 €	128.00 €	6
8600000174213	PATIN	9201409_024	1	378.00 €	378.00 €	6
8600000174214	AXE EMBOUT MOTEUR	9201409_027	1	156.00 €	156.00 €	6
8600000174215	AXE EMBOUT LIBRE	9201409_028	3	12.00 €	36.00 €	6

TOTAL HT
1 590.00 €

Devis établi par M. BUSQUET Alexandre email: info@smchampenois.com

Port	TVA port	Remise	Soumis à TVA	TVA 20%	Total TTC	Visa
			1 590.00 €	318.00 €	1 908.00 €	

Cette offre prend en compte nos conditions générales de vente (disponibles sur demande). Pour toute commande supérieure à 15 000 €, un acompte de 50 % sera demandé. (ce maximum de facturation de 45 000 € HT sera appliqué à toutes commandes). La validité de l'offre est de 90 jours.



ELECTROLUX PROFESSIONEL
A l'attention de Monsieur GUILAVOGUI Justin
ZI du Mont
21300 Aulnoy
Le 27/05/2026

DEVIS N° : PL_202405008

VOTRE REF : Mail du 19/05/2026

Responsable de l'affaire : LOUREIRO Frédéric
Tél : 03.25.37.14.57

Monsieur,

Nous vous remercions de votre demande et vous prions de trouver, ci-après, notre meilleure proposition.

N°plan	Réf. client	Début de Livraison	Quantité	Prix unitaire HT
2501409_008	SOCLE	4 Sem. ABC	1.00	312.00
2501409_011	POULE EN SORTIE	4 Sem. ABC	1.00	423.00
2501409_014	AXE DE LEVIER	4 Sem. ABC	1.00	128.00
2501409_024	PATIN	4 Sem. ABC	1.00	378.00
2501409_027	AXE EMBOUT MOTEUR	4 Sem. ABC	1.00	217.00
2501409_028	AXE EMBOUT LIBRE	4 Sem. ABC	3.00	12.00

Commentaires techniques :

- 9201409_008 : Dérivation matière en acier C45 - Usinage complet, sans peinture
- 9201409_011 : Matière acier S355 - Usinage complet
- 9201409_014 : Matière acier C35 - Usinage complet
- 9201409_024 : Dérivation matière en alu 2017A - Usinage complet, sans peinture
- 9201409_027 : 9201409_028 : Matière inox 304L - Usinage complet, sans peinture

Si exigences non spécifiées au plan :

- Tolérances dimensionnelles et géométriques ISO 2768 mK
- Rugosité Ra 3.2
- Rayon de raccordement R0.4

Conditions de livraison : France - Transporteur

Le règlement s'effectuera selon les conditions habituelles : Virement bancaire

Les prix sont indicatifs et seront considérés définitifs après une revue de plan avec le client.

Les délais sont indicatifs et devront être ajustés à la commande, en fonction de la charge du planning de fabrication et des approvisionnements en matières premières

Validité de l'offre : 19/06/2026

Pour toute commande, merci de rappeler le Numéro du Devis ainsi que sa date de réception.

* L'acceptation de ce devis implique acceptation pleine et entière de nos conditions générales disponibles depuis le lien ci-après <http://www.plancymecca.com/cgl.html> dont notre client reconnaît en avoir pris connaissance.*

Je suis à votre disposition pour tous renseignements complémentaires.

Dans l'attente de votre commande, nous vous prions d'agréer, Monsieur, nos salutations distinguées.

LOUREIRO Frédéric



ELECTROLUX PROFESSIONEL
A l'attention de Monsieur GUILAVOGUI Justin
ZI du Mont
21300 Aulnoy
Le 27/05/2026

DEVIS N° : PL_202405009

VOTRE REF : Mail du 26/05/2026

Responsable de l'affaire : LOUREIRO Frédéric
Tél : 03.25.37.14.57

Monsieur,

Nous vous remercions de votre demande et vous prions de trouver, ci-après, notre meilleure proposition.

N°plan	Réf. client	Début de Livraison	Quantité	Prix unitaire HT
2501409_010	POULE COMMANDE	4 Sem. ABC	1.00	284.00

Commentaires techniques :

- 9201409_010 : Dérivation matière en acier C35 - Usinage complet

Si exigences non spécifiées au plan :

- Tolérances dimensionnelles et géométriques ISO 2768 mK
- Rugosité Ra 3.2
- Rayon de raccordement R0.4

Conditions de livraison : France - Transporteur

Le règlement s'effectuera selon les conditions habituelles : Virement bancaire

Les prix sont indicatifs et seront considérés définitifs après une revue de plan avec le client.

Les délais sont indicatifs et devront être ajustés à la commande, en fonction de la charge du planning de fabrication et des approvisionnements en matières premières

Validité de l'offre : 19/06/2026

Pour toute commande, merci de rappeler le Numéro du Devis ainsi que sa date de réception.

* L'acceptation de ce devis implique acceptation pleine et entière de nos conditions générales disponibles depuis le lien ci-après <http://www.plancymecca.com/cgl.html> dont notre client reconnaît en avoir pris connaissance.*

Je suis à votre disposition pour tous renseignements complémentaires.

Dans l'attente de votre commande, nous vous prions d'agréer, Monsieur, nos salutations distinguées.

LOUREIRO Frédéric

Devis proposé par PLANCY MECA.

Ceci n'est pas retenu pour son prix exorbitant et le délai trop long.

Voici notre offre de prix concernant :

- 1 n°9201409001 au PUHT de 45.00€
- 1 n°9201409002 au PUHT de 45.00€
- 1 n°9201409003 au PUHT de 22.00€
- 1 n°9201409004 au PUHT de 8.10€
- 1 n°9201409005 au PUHT de 5.80€
- 1 n°9201409006 au PUHT de 44.00€ mécano soudé
- 1 n°9201409007 au PUHT de 25.30€
- 1 n°9201409009 au PUHT de 13.80€
- 1 n°9201409016 au PUHT de 26.00€
- 1 n°9201409018 au PUHT de 16.00€
- 1 n°9201409019 au PUHT de 26.00€
- 2 n°9201409020 au PUHT de 2.00€
- 1 n°9201409022 au PUHT de 5.00€
- 2 n°9201409025 au PUHT de 7.40€
- 1 n°9201409029 au PUHT de 25.00€

Nous déclinons en matière S355 et nous vous proposons en S235 .

Prix hors traitement

Délai : 1 semaine à réception de commande

Devis proposé par DASSE.

Ceci est le plus abordable pour nous avec un délai très convenable. C'est donc notre choix FINAL.

SOTRAL
INDUSTRIE

SOTRALINOX
Adresse : Z.A. Coulmet - Rue Alexandre Yersin
10450 Bréviandes
Téléphone :
E-mail : commercial@sotralinox.com
Siret / APE / TVA : 34430499300019 / 25.11Z / FR15344304993
Web :

Référence : **VV 200560751**
Date : **20/05/2026**
Validité : **04/06/2026**

Devis

Destinataire:
Electrolux Professional Laundry Systems
France
52 RUE PASTEUR
10430 ROSIERE-PRES-TROYES

Référence Client : **Aucune référence**
Votre interlocuteur : **Vincent VILLETTE**
Transport : **Franco**
Conditions de règlement : **30 JOURS FDM LE 15**

M. ,
Nous vous remercions pour votre consultation et vous prions de trouver ci-dessous nos meilleurs prix pour la fabrication éventuelle de :

Ensembles			
N°	Description	P.U. HT (€)	Qté
1	9201409_001_chassis_01	62,98	1
2	9201409_002_chassis_02	61,80	1
3	9201409_003_tôle de rigidité	28,13	1
4	9201409_004_support.bande	19,24	1
5	9201409_005_support.socle	18,06	1
6	9201409_006_plaque	48,90	1
7	9201409_007_support.moteur	46,52	1
8	9201409_009_levier	46,17	1
9	9201409_016_flasque	84,42	1
10	9201409_018_plaque fixation.boiler	21,42	1
11	9201409_019_carter	52,48	1
12	9201409_020_cale	16,30	2
13	9201409_022_bague de pression	18,03	1
Total HT (€)		540,75	
TVA 20,00 %		108,15	
Total TTC (€)		648,90	

Délai de fabrication : à convenir
Remarques : DECLINONS REF 9201409-025 ET 9201409-029.

Conditions générales de ventes : 1/2

Vous souhaitant bonne réception, et en espérant que notre offre retiende votre attention, nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments dévoués.

Vincent VILLETTE

Compte tenu de la situation actuelle, ces prix pourront être renégociés en fonction du cours de l'acier au moment de la commande.
TOLÉRANCES GENERALES DE DECOUPE SUIVANT NF ISO9013 CLASSE 1

Mini facturation 150 euros

NOTE TECHNIQUE ET CONFORMITÉ :

Le client s'engage à vérifier la conformité de notre offre avec sa commande. La fabrication est réalisée exclusivement sur la base des fichiers PDF et STEP. En cas de divergence, les spécifications du plan PDF font foi. Le délai d'exécution débute à réception de l'intégralité des fichiers (DXF, DWG, STEP, PDF).

UNE PRÉPARATION TECHNIQUE ET MISE EN CONFORMITÉ : (si nous n'avons pas les fichiers STEP et PDF)

Une prestation forfaitaire de 14€ HT sera appliquée pour le traitement de vos fichiers numériques. Cette opération comprend :

Nettoyage et correction des géométries : Gestion des calques, jonction des polygones et fermeture des contours.

Préparation machine : Conversion et optimisation au format exploitable par nos unités de production.

Contrôle de conformité : Vérification de l'échelle (1:1), suppression des éléments non nécessaires (cotes, annotations, cartouches) et élimination des doublons de lignes.

Vous pouvez accepter ce devis en nous le renvoyant daté et signé avec la mention bon pour accord ou en utilisant la signature numérique PDF à droite.

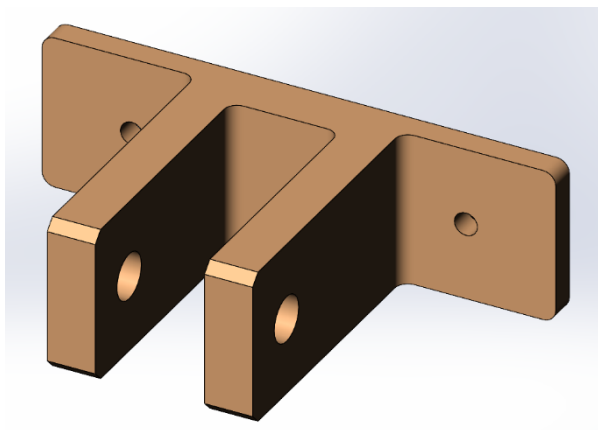
Nom _____ Date _____ Signature _____

Devis proposé par SOTRALINOX.

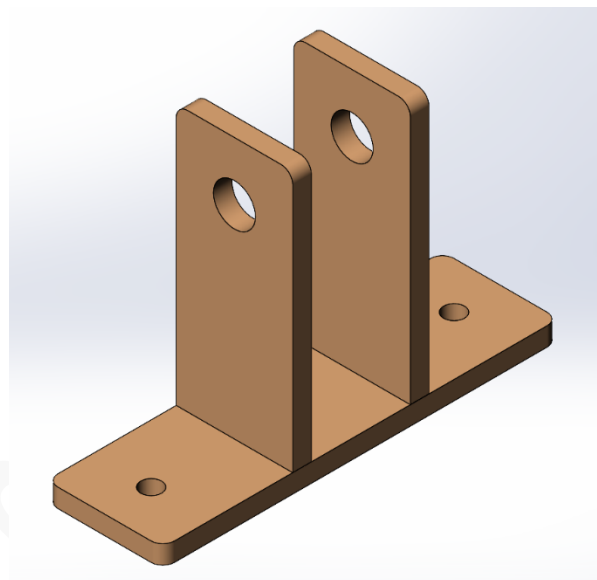
Ceci pourrait être un bon choix à défaut de trouver mieux. Mais il n'a pas été retenu au profit de DASSE.

IV. ANNEXE-04 : Modification de mon socle pour économiser plus de 600 €

Première conception de mon SOCLE qui coûte plus de 600 € à fabriquer (d'après devis).



Reconception de mon SOCLE qui m'a coûté moins de 50 € à fabriquer.



V. ANNEXE-05 : Comparateur de devis pour les devis reçus

Comparateur de devis			Fournisseurs											
Réf pièces	Nom pièces	Quantité	DASSE dasse@orange.fr			SOTRALINOX commerciale@sotralinox.com			PLANCY MECA commercial@plancymeca.fr			SMC abusquet@smchampenois.com		
			PU 1	Prix total / pièce DV1	Delai _ DAS	PU 2	Prix total / pièce DV2	Delai _ SOT	PU 3	Prix total / pièce DV3	Delai_PLA	PU 4	Prix total / pièce DV4	Delai_SMC
9201409_001	CHASSIS_01	1	45,00 €	45,00 €	1 Sem ARC	62,98 €	62,98 €	6 Sem		0,00 €			0,00 €	
9201409_002	CHASSIS_02	1	45,00 €	45,00 €	1 Sem ARC	61,80 €	61,80 €	6 Sem		0,00 €			0,00 €	
9201409_003	TOLE.DE.RIGIDITE	1	22,00 €	22,00 €	1 Sem ARC	28,13 €	28,13 €	6 Sem		0,00 €			0,00 €	
9201409_004	SUPPORT.BANDE	1	8,10 €	8,10 €	1 Sem ARC	19,24 €	19,24 €	6 Sem		0,00 €			0,00 €	
9201409_005	SUPPORT.SOCLE	1	5,80 €	5,80 €	1 Sem ARC	18,06 €	18,06 €	6 Sem		0,00 €			0,00 €	
9201409_006	PLAQUE	1	44,00 €	44,00 €	1 Sem ARC	48,90 €	48,90 €	6 Sem		0,00 €			0,00 €	
9201409_007	SUPPORT.MOTEUR	1	25,30 €	25,30 €	1 Sem ARC	46,50 €	46,50 €	6 Sem		0,00 €			0,00 €	
9201409_008	SOCLE	1		0,00 €			0,00 €		662,50 €	662,50 €	4 Sem ARC	312,00 €	312,00 €	6 Sem
9201409_009	LEVIER	1	13,80 €	13,80 €	1 Sem ARC	46,17 €	46,17 €	6 Sem		0,00 €			0,00 €	
9201409_010	POULIE.COMMANDE	1		0,00 €			0,00 €		369,65 €	369,65 €	4 Sem ARC	284,00 €	284,00 €	6 Sem
9201409_011	POULIE.SORTIE	1		0,00 €			0,00 €		447,45 €	447,45 €	4 Sem ARC	296,00 €	296,00 €	6 Sem
9201409_014	AXE.DE.LEVIER	1		0,00 €			0,00 €		180,75 €	180,75 €	4 Sem ARC	128,00 €	128,00 €	6 Sem
9201409_016	FLASQUE	1	26,00 €	26,00 €	1 Sem ARC	84,42 €	84,42 €	6 Sem		0,00 €			0,00 €	
9201409_018	PLAQUE.FIXATION.BOITIER	1	16,00 €	16,00 €	1 Sem ARC	21,42 €	21,42 €	6 Sem		0,00 €			0,00 €	
9201409_019	CARTER	1	26,00 €	26,00 €	1 Sem ARC	52,48 €	52,48 €	6 Sem		0,00 €			0,00 €	
9201409_020	CALE	2	2,00 €	4,00 €	1 Sem ARC	16,30 €	32,60 €	6 Sem		0,00 €			0,00 €	
9201409_022	BAGUETTE.DE.PRESSION	2	5,00 €	10,00 €	1 Sem ARC	18,03 €	36,06 €	6 Sem		0,00 €			0,00 €	
9201409_024	PATIN	1		0,00 €			0,00 €		443,70 €	443,70 €	4 Sem ARC	378,00 €	378,00 €	6 Sem
9201409_025	TUBE.DE.BANDE	2	7,40 €	14,80 €	1 Sem ARC		0,00 €			0,00 €			0,00 €	
9201409_027	AXE.EMBOUT.MOTEUR	1		0,00 €			0,00 €		181,25 €	181,25 €	4 Sem ARC	156,00 €	156,00 €	6 Sem
9201409_028	AXE.EMBOUT.LIBRE	3		0,00 €			0,00 €		34,95 €	104,85 €	4 Sem ARC	12,00 €	36,00 €	6 Sem
9201409_029	PALIER.LISSE_15_22_27	1	25,00 €	25,00 €	1 Sem ARC		0,00 €			0,00 €			0,00 €	
Total devis			330,80 €			558,76 €			2 390,15 €			1 590,00 €		

VI. ANNEXE-06 : Accusé de commande du capteur de force chez WEMESURE

Wimesure ACCUSE DE COMMANDE
du 19/05/2026 N° 11155138
www.wimesure.fr

Votre interlocuteur commercial :
Contact: **Maria BRACON**
Téléphone: 01 30 47 22 00
E-mail & Portable: maria.bracon@wimesure.fr

Livraison:
ELECTROLUX PROFESSIONAL
A l'attention de M. GALLAND Francis
52, Rue Platteau
BP 6
10430 ROSIERES PRES TROYES
FRANCE

Code client: C10000007
Votre référence: 20004541
Conditions de livraison: Port / Emballage / Assurance
Délai de livraison estimé: En cours de confirmation

Tél. direct: 03 25 52 17 86
Email: francis.galland@electroluxprofessional.com

Référence	Description	Qté	P.U. Brut	P.U. Net	Total HT
FFP-50N	Capteur de force TRIAXIAL miniature 50N Triaxial X Y Z Plaque de mesure de 50N Monté en aluminium Non linéarité 0,3 % FSE Sortie 1mV/V Indice de protection IP62 Dimensions 32 x 32 x 17 mm	1.00	1323.00	1323.00	1323.00EUR
ZKD700F5	Connecteur ALMEMO pour pont de jauges : 26 mV DC Plaque : -29.6 à +29.6 mVCC Résolution : -60.000...+60.000 points à 1000mV -200.000...+200.000 points à 10mV Alimentation du capteur à 5V stabilisée Montage par souder à la 4e et 5e câble Compatible uniquement avec les instruments V7	3.00	181.00	181.00	543.00EUR
MONTAGE-INT	MONTAGE-CABLAGE	3.00	32.00	32.00	96.00EUR
PROG-INT	Programmation d'appareils de mesure Service de programmation d'un CONNECTEUR ALMEMO ou autres INSTRUMENTS DE MESURE	3.00	32.00	32.00	96.00EUR

POUR CONNEXION SUR VOTRE CENTRALE MA710

Sous-Total HT	2058.00 EUR
Port France	29.00 EUR
Total net HT	2087.00 EUR

VII. ANNEXE-07 : Estimation du moment de torsion supportable par le capteur

Donnée :

- Section : 32 x 32 mm
- épaisseur : 17 mm
- Aluminium : on prend $\sigma_y = 30 \text{ MPa}$

1) moment polaire (section carrée)

$$J = \frac{a^4}{6}$$

avec $a = 32 \text{ mm} \Rightarrow J = \frac{32^4}{6} = 147\,763 \text{ mm}^4$

Rayon maximal : $R = \frac{a}{2} = 16 \text{ mm}$

2) Contrainte admissible
 $\Rightarrow$ Critère de Tresca !

3) moment de torsion admissible

$$\tau_{adm} = \frac{\sigma_y}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ MPa}$$

$$M_t = \frac{\tau_{adm} \cdot J}{R}$$

ANF

$$M_t = \frac{15 \times 147\,763}{16}$$

$\Rightarrow M_t = 163\,840 \text{ Nmm}$

Résultat final

$$M_t = 164 \text{ Nm}$$

VIII. ANNEXE-08 : Facture d'achat des poulies en ligne plus abordable

ALL COURROIES
06 47 13 46 94

FACTURE
10/06/2026
#FA026928

Adresse de livraison
Francis GALLAND
Electrolux Professional
FR 12592880587
52 RUE PASTEUR
CS 60006
10430 Rosières-près-Troyes
Aube
France
+33 6 30 33 54 28

Adresse de facturation
Francis GALLAND
Electrolux Professional
FR 12592880587
52 RUE PASTEUR
CS 60006
10430 Rosières-près-Troyes
Aube
France
+33 6 30 33 54 28

Número de facture	Date de facturation	Ref. de commande	Date de commande	Número de TVA
#FA026928	10/06/2026	SHOAEWQ34	06/06/2026	FR 12592880587

Référence	Produit	Taux de taxe	Prix unitaire (HT)	Quantité	Total (HT)
SER-SIT 1610-20	Moyeux amovibles SER-SIT 1610-20	20 %	6,43 €	1	6,43 €
PYB045J8	Poulies Poly-V PYB045J8	20 %	46,88 €	1	46,88 €

Détail des taxes	Taux de taxe	Taxe totale
Produits	20.000 %	10,66 €
Livraison	20.000 %	1,66 €

Moyen de paiement	PayPal	73,92 €
Transporteur	GLS Chez vous	

Total produits	53,31 €
Frais de livraison	8,29 €
Total (HT)	61,60 €
Taxe totale	12,32 €
Total	73,92 €

Invoice
Invoice No. 812313
Order Date: 06-03-2026
Payment: Mastercard (0957)
Shipping: UPS Worldwide Saver®
Email: francis.galland@electroluxprofessional.com

bolton
ENGINEERING PRODUCTS

Ship to: Francis GALLAND
Electrolux Professional
52 RUE PASTEUR
CS 60006
Rosières-près-Troyes
10430
France
Tel: +33(0)3335428

Bill to: Francis GALLAND
Electrolux Professional
52 RUE PASTEUR
CS 60006
Rosières-près-Troyes
10430
France

Item Description	Qty	Tax	Price	Item Total
1610-20 (mm) (0.55") Metric Taper Lock Bush	1	€0.00	€4.95	€4.95
1610X148-04				
90J08-1610 J Section 2.34mm Taper Lock Poly V Belt Pulley 90mm Diameter 8 Ribs	1	€0.00	€32.95	€32.95
90J08-1610				

Notes:

Subtotal: €37.90
Shipping: €18.95
Total excl. Tax: €56.85
Total (EUR): €56.85

Thanks for your business!
If you have any questions, please do get in contact with ourselves

Bolton Engineering Products Ltd
Unit 5 Pinks Place Business Park
Bolton, BL5 8EJ / United Kingdom
VAT GB 883437101 - EORI GB 883437101000

E: info@bolton.com
www.bolton.com

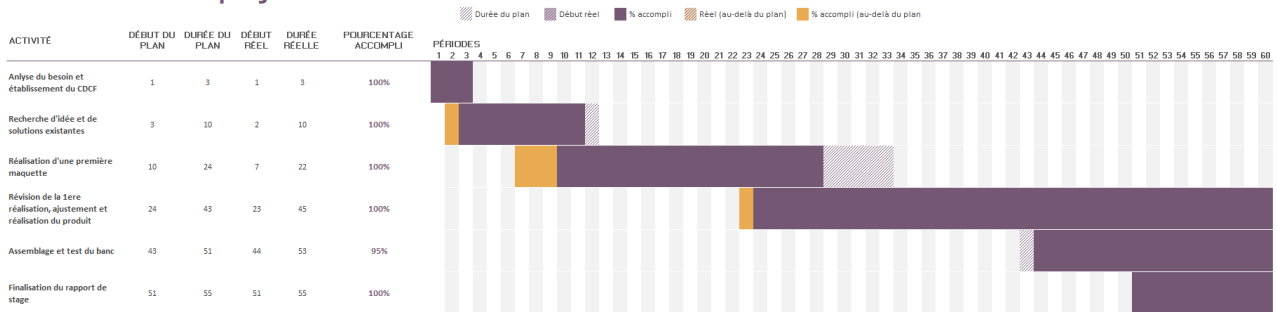
Pour réduire les délais et les coûts de fabrication des poulies, on a trouvé mieux chez les fournisseurs en ligne qui ont livré des produits répondant à nos besoins.

IX. ANNEXE-09 : Dossier de suivi de contrôle des pièces à la réception

Número pièces	Nom pièces	Quantité commandée	Quantité reçue	Conformité	observation
9201409_001	CHASSIS_01	1	1	OUI	Acceptée
9201409_002	CHASSIS_02	1	1	OUI	Acceptée
9201409_003	TOLE DE RIGIDITE	1	1	OUI	Acceptée
9201409_004	SUPPORT BANDE	1	1	OUI	Acceptée
9201409_005	SUPPORT SOCLE	1	1	OUI	Acceptée
9201409_006	PLAQUE	1	1	OUI	Acceptée
9201409_007	SUPPORT MOTEUR	1	1	OUI	Acceptée
9201409_009	LEVIER	1	1	OUI	Acceptée
9201409_016	FLASQUE	1	1	OUI	Acceptée
9201409_018	PLAQUE FIXATION BOITIER	1	1	OUI	Acceptée
9201409_019	CARTER	1	1	OUI	Acceptée
9201409_020	CALE	2	2	OUI	Acceptée
9201409_022	BAQUETTE DE PRESSION	2	2	OUI	Acceptée
9201409_025	TUBE DE BANDE	2	2	OUI	Acceptée
9201409_029	PALIER LISSE	1	1	OUI	Acceptée

X. ANNEXE-10 : Diagramme de Gantt de suivi des tâches du projet

Planificateur de projet



VI. BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- Guide du Dessinateur Industriel – GDI : André Chévalier, édition 2024

Webographie

- <https://www.electroluxprofessional.com/fr/usine-a-troyes>
- https://www.stle.org/files/What_is_tribology/Tribology.aspx
- <https://cel.hal.science/hal-03356326v4/file/tribologie.pdf>
- <https://www.wimesure.fr>
- <https://allocourroies.com>