



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE CARRERA

**ESTUDIO, CONCEPCIÓN Y
FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO
PARA LA EXTRACCIÓN DE CORREO**

AUTOR: Elena Jiménez Jiménez

MADRID, Junio 2006

ESTE PROYECTO CONTIENE LOS SIGUIENTES DOCUMENTOS

DOCUMENT N° 1, MEMOIRE

1.1 MEMOIRE	pag 1 à 61	61 paginas
1.1 CALCULS	pag 62 à 147	86 paginas
1.1 ANNEXES	pag 148	

DOCUMENT N° 2, PLANS

2.1 LISTE DE PLANS	pag 1	1 paginas
2.1 PLANS	pag 2 à 110	108 paginas

DOCUMENT N° 3, CONVENTION

3.1 CONVENTION RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

	pag 1 à 6	6 paginas
--	------------------	------------------

DOCUMENT N° 4, BILAN FINANCIER

4.1 BILAN FIANCIER	pag 1 à 2	2 paginas
4.3 ANNEXES	pag 3	

Resumen: Estudio, concepción y fabricación de un prototipo para la extracción de correo

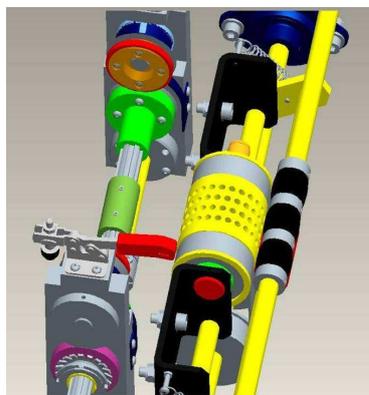
Hace veinte años, una empresa Americana vendió una máquina. Esta máquina se utiliza todavía para abrir el correo en las grandes compañías. Hoy, es muy caro repararla porque la fábrica cerró y las piezas componentes de ésta máquina no son estándar. Nuestra función entonces, es crear una prototipo nuevo que tenga la mayor parte posible de piezas estándar, segura para los empleados y fácil de usar (cuantas menos operaciones tenga que hacer el empleado, mejor).

El principio de esta máquina es relativamente sencillo.

En primer lugar, el operador debe posicionar una pila de sobres en el cargador. Entonces el sobre inferior es aspirado por dos ventosas que lo depositan sobre el armazón.

Cuando el sobre está plano, una guillotina corta el primer borde de éste. Después, dos patas empujan el sobre hasta las cuchillas circulares que cortarán otros dos laterales.

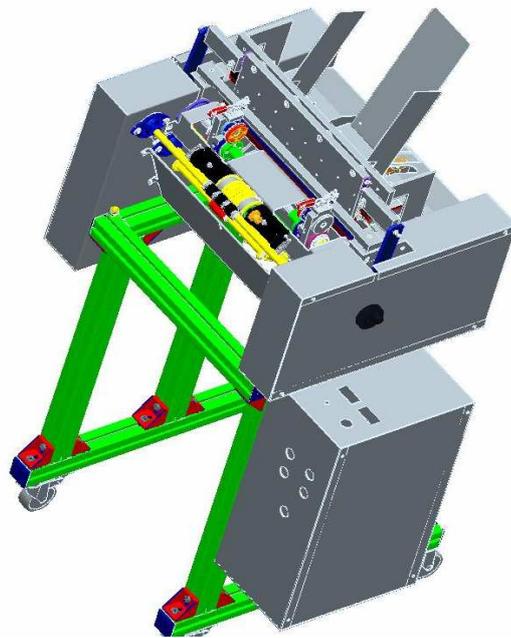
Las ventosas y las patas se mueven gracias a un árbol de levas.



Seguidamente, el sobre pasa por un cilindro que aspira la parte inferior del mismo. Gracias a la inercia del movimiento, el documento contenido dentro del sobre sigue recto posándose sobre una cinta transportadora mientras que el sobre vacío, gracias a la aspiración, desciende a la papelera.

Entre el cilindro de aspiración y la papelerera, hay un sensor de fibra óptica que permite contar el número de sobres abiertos y que a su vez detecta el número de errores en el caso de que haya habido sobres que por alguna causa no hayan sido vaciados.

En estos cinco meses que ha durado el proyecto, hemos dedicado la mayor parte del tiempo a la concepción de la máquina. El diseño total de ésta se ha realizado con el programa de CAO ProEngineer. Todos los planos debían ser entregados al cliente, y además teníamos que entregar la máquina a finales de Enero del 2006.



Summary: Conception and fabrication of a machine.

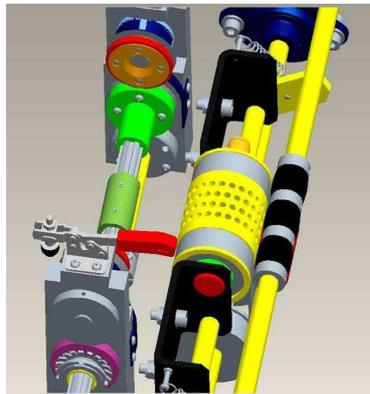
Twenty years ago, an American machine was sold. It was a machine which opens the mails that received the big companies. Now, it is too expensive to repair it because the manufacturer closed and most of the parts are not standard. So, our task was to create a new one which has standard parts, which is secure for the employees and easy to use (the less operation the employee had to do, the best it was).

The principle of the machine is quite easy.

First of all, the operator has to put a heap of envelopes in the loading place. Then, the lower envelope is sucked by two suction pads and laid.

When the envelope is lain, a kind of guillotine cuts the first side of it. After that, the envelope is pushed by two fingers and come through two fixed circular cutters. Three parts of the envelope are now opened.

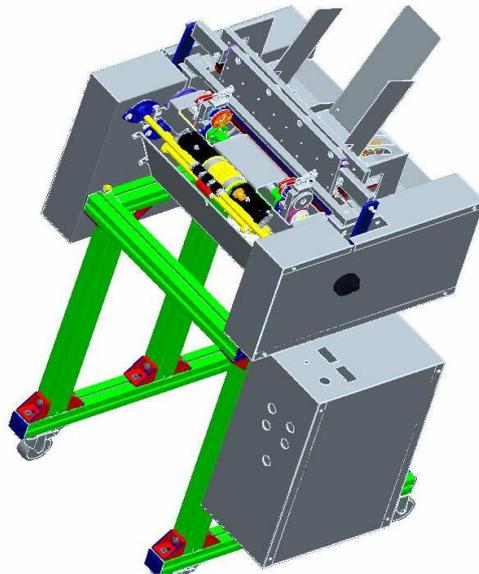
Fingers and suction pads are in movement by a cam.



Now, the envelope passes a cylinder which sucked the lower part of it. By the inertia, the paper which was in the envelope is going straight when the envelope is carried away by the suction. The empty envelope is going to the dustbin.

Between the suction cylinder and the dustbin, there is an optical fibre which is able to indicate how many envelopes were opened and if there are defaults in the opening of them.

In this 5 month project, we spend most of our time in the conception. We used ProEngineer to draw the entire machine because at the end of our period we had to give all the planes to our customer. In addition to that, our mission was to assemble everything to give a prototype at the end of January 2006.



DOCUMENT N° 1 MEMOIRE

SOMMAIRE GENENRALE

1.1 MEMOIRE.....	1
1.2 CALCULS.....	62
1.3 ANNEXES.....	150

1.1.MEMOIRE

SOMMAIRE GENERALE

REMERCIEMENTS	3
INTRODUCTION	4
1.1.1. Planning prévisionnel.	6
1.1.2. Présentation de l'entreprise.	7
1.1.3. Machine d'origine.	9
<i>1.1.3.1. Description</i>	9
<i>1.1.3.2. Découverte de la machine originale</i>	11
1.1.3.3. Problématique	12
1.1.3.4. Grafcet de la machine originale	13
1.1.4. Cahier des Charges.	14
<i>1.1.4.1. Présentation générale</i>	14
1.1.4.1.1. Le produit.....	14
1.1.4.1.2. Contexte du projet et objectifs	15
1.1.4.1.3. Enoncé du besoin.....	16
1.1.4.1.4. Eléments environnants et caractéristiques	17
1.1.4.2. Expression fonctionnelle du besoin	18
1.1.4.2.1. Fonctions	18
1.1.4.2.2. Contraintes	19
<i>1.1.4.3. Appel à variante</i>	19
1.1.4.4. Aspect financier	19
1.1.4.5. Grafcet de la machine	20

1.1.5.	Démarchage des fournisseurs.....	21
1.1.5.1.	<i>Fournisseurs de pièces standards.</i>	21
1.1.5.2.	<i>Fournisseurs de matières.</i>	22
1.1.5.3.	<i>Usineurs</i>	22
1.1.5.4.	<i>Chaudronnerie</i>	23
1.1.6.	Nomenclature.....	25
1.1.7.	Montage.....	27
1.1.7.1.	<i>La came et les doigts</i>	27
1.1.7.2.	<i>La plaque des ventouses</i>	28
1.1.7.3.	<i>Les rouleaux d'éjection du courrier</i>	29
1.1.7.4.	<i>Le rouleau à succion</i>	30
1.1.7.5.	<i>L'assemblage des tiges filetées</i>	31
1.1.7.6.	<i>Le montage de l'armoire électrique</i>	32
1.1.7.7.	<i>Le bâti et la table</i>	33
1.1.8.	Manuel d'utilisation	34
1.1.9.	Planning réel.....	47
1.1.10.	Répartition des tâches.	50
1.1.11.	Nos ressentis	51
	CONCLUSION	59

REMERCIEMENTS

Beaucoup de personnes nous ont aidé au cours de notre projet.

Tout d'abord, nous souhaitons remercier très sincèrement Mr Frédéric Tournier pour nous avoir donné un projet complet et intéressant, pour la confiance qu'il nous a accordée tout au long de ce projet et pour avoir été à l'écoute dès que nous en avons besoin.

De plus, nous remercions Mr. Frédéric Chevet, notre tuteur, qui nous a suivi tout au long de notre projet et nous a beaucoup aidé dans les moments difficiles. Sans ses conseils, son soutien et sa patience, nous n'aurions pas réussi à terminer ce projet.

Par ailleurs, nous remercions Jean-François Poter, notre responsable de laboratoire, qui nous a aidé au cours de l'utilisation du logiciel Pro-Engineer.

Merci à Jean-Claude Bon pour nous avoir donné de nombreux conseils avec patience.

Merci à Mr Marchand, Mr Desquilbet, Mme Poussin et Mr Canaguier pour leurs aides précieuses lors de nos recherches de solutions.

Et merci à toute l'équipe du département productique pour sa bonne humeur et son dynamisme.

INTRODUCTION

Lors de ce projet de cinq mois, l'entreprise Ouest MMC nous a confié la tâche de concevoir une machine puis d'en réaliser un prototype. Cette conception passe par l'optimisation d'une machine existante, mais aussi par l'ajout de fonctions, tout en étant la plus mécanique possible pour faciliter son entretien.

Cette machine est une extractrice de courrier, c'est-à-dire un appareil permettant d'ouvrir le courrier reçu. Les grandes entreprises recevant souvent de grandes quantités de lettres, ont besoin d'ouvrir celles-ci avant l'arrivée des employés pour que ceux-ci puissent travailler dès l'ouverture des bureaux.

L'objectif de cette conception est d'arriver à ce que la machine attrape une enveloppe, découpe certains côtés de l'enveloppe puis arrive à extraire le courrier de l'enveloppe pour éjecter le courrier sur un tapis roulant et évacuer l'enveloppe vers un bac poubelle.

Il est nécessaire que l'utilisation de la machine soit facile et accessible pour n'importe quel utilisateur mais aussi sécuritaire et fiable.

Ainsi, lors de notre projet, nous avons commencé par étudier les besoins, les problèmes et les améliorations à faire sur la machine d'origine. Puis, nous avons recherché et approfondi différentes solutions surtout en ce qui concerne la première découpe de l'enveloppe qui n'était pas intégré dans la machine précédente. Ensuite, vous pourrez lire les solutions que nous avons développées en suivant le chemin de

l'enveloppe dans la machine ; c'est-à-dire, la partie chargeur, puis le système de la prise d'enveloppe, qui sera suivie par la découpe longitudinale de celle-ci, puis par la découpe latérale, et enfin la séparation de l'enveloppe et de son courrier. Ensuite, il était important de parler de l'ensemble des fonctions nécessaires de la machine, mais qui n'ont pas de conséquences directes sur l'enveloppe ; c'est-à-dire le mode de vérification du travail de la machine, l'ensemble de la partie vide et électrique et la cartérisation du système.

Avant de pouvoir commencer la réalisation du prototype, il a fallut connaître précisément les différentes pièces nécessaires à la fabrication, pour ensuite les obtenir au meilleur prix. Nous devons en effet être sûrs de respecter le budget qui nous avait été fixé. La seconde partie de notre mémoire sera donc consacrée à ces besoins pour enfin parler de la fabrication en elle-même.

1.1.2. Présentation de l'entreprise.

La société Ouest MMC fut créée en 2003 avec le rachat du fond de commerce de MMC Distribution (MMC : Matériel Mobilier Consommables) et la reprise d'un technico-commercial.

Depuis sa création en 1998, MMC Distribution, initialement basée à Nantes, a toujours eu pour objet toutes les activités se rapportant directement ou indirectement au négoce, aux prestations de service et à la représentation de tous articles de façonnage, de courrier et d'informatique (non pas au sens ordinateur mais traitement de listing par exemple).

Lors du rachat, Ouest MMC avait déjà en vue le développement de nouveaux matériels. Cependant, il fallut quelques années à la société pour connaître le milieu du façonnage et s'assurer au moins un petit capital financier avant d'entreprendre des projets d'envergure.

Ouest MMC a donc repris les clients de MMC Distribution et cherche depuis un an à développer son panel client en prospectant par mailing et par la sortie d'un site Internet au premier trimestre 2006.

Ses produits s'appliquent à beaucoup d'activités ainsi ses clients sont de toutes sortes :

- Administrations ou collectivités locales (ex : mairie de Nantes)
- L'armée de Nantes et de Rennes
- Des Banques (ex : Société Générale Nantes)
- Des petites sociétés de publicité, de développement informatique (ex : Agence 16)
- Des reprographes et imprimeurs (ex : Imprimerie AAGIR)
- Ecoles

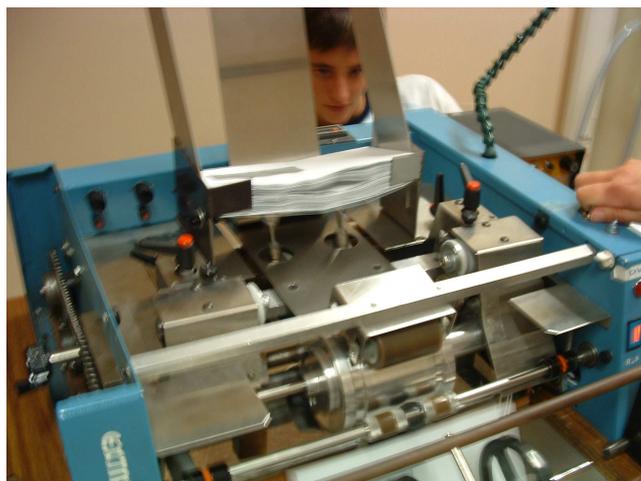
Concernant les projets, Ouest MMC ne veut pas changer d'activité (passer de la vente à la fabrication) mais veut se diversifier, se développer, se faire connaître beaucoup plus qu'elle ne l'est aujourd'hui.

1.1.3. Machine d'origine.

Il existe actuellement une machine extractrice de courrier, « Extractor 2002 », sur laquelle nous devons nous baser pour concevoir la nouvelle machine. Celle-ci a été fabriquée il y a 25 ans, ce qui fait qu'il n'existe pas des problèmes de brevets. La machine peut donc être recopiée sans problèmes et par conséquent il est possible de s'inspirer d' « Extractor 2002 » pour concevoir notre machine.

1.1.3.1. *Description*

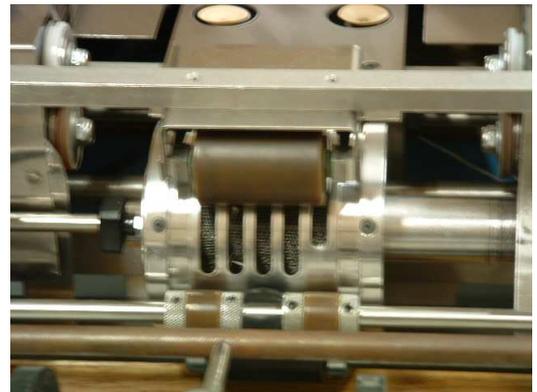
La machine est dotée d'un chargeur d'enveloppes composé de trois pièces en tôle. Une de chaque côté de l'enveloppe et une à l'arrière. Toutes ces parties sont réglables afin de permettre de positionner plusieurs types d'enveloppes dans le chargeur.



Après avoir été découpées sur un premier côté par une autre machine, les enveloppes sont mises dans le chargeur. Deux ventouses viennent les chercher. Grâce à une aspiration, les ventouses prennent l'enveloppe inférieure du chargeur et la déposent sur le bâti. A ce moment là, l'aspiration est coupée laissant l'enveloppe prête à partir vers les couteaux. Cette tâche est réalisée par deux doigts pousse-documents qui amènent le courrier jusqu'aux deux couteaux coupants latéralement les deux côtés de l'enveloppe. Chaque module de couteaux est composé de deux couteaux circulaires et sert aussi à entraîner l'enveloppe ouverte sur trois côtés, jusqu'à un rouleau à succion qui permet l'extraction du courrier et l'éjection de l'enveloppe vide dans le bac poubelle situé en dessous la machine.



Couteaux circulaires



Rouleau aspirant

La machine est placée sur une table à roulette dotée de rallonges pliantes à gauche et à droite, pour que l'opérateur puisse y déposer des piles d'enveloppes, ses outils,...

L'interrupteur « marche » se trouve sur le carter.

Par ailleurs, un variateur de vitesse est fixé sur la table, permettant de varier la cadence de la machine.

1.1.3.2. Découverte de la machine originale

- Caractéristiques du moteur

NSH-11D3 530NF9067 RATIO 60 29TORO

Tension	Intensité	Puissance	Vitesse
115 V	0.33 A	1/50 HP	29 rpm

- Caractéristiques de la pompe du rouleau aspirant

Benton Harbor Model: MDV110 AE

Tension	Intensité	Fréquence
110 V	1.8- 2.2 A	50/60 Hz

- Caractéristiques de la pompe des ventouses

Tension	Intensité	Fréquence
150 V	1.6 A	50 Hz

- Caractéristiques de la machine

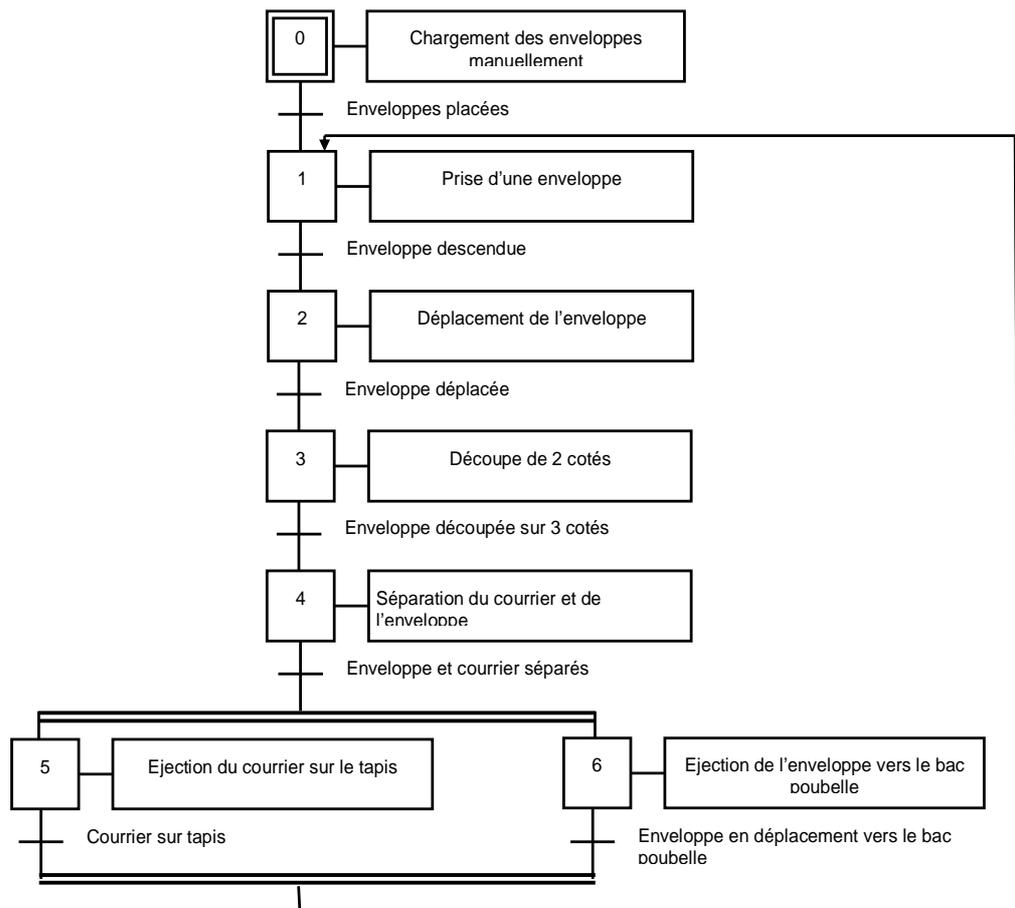
Tension	Intensité	Fréquence	Phase	Température
115 V	5 A	60 Hz	1	40°C

1.1.3.3. Problématique

- Il faut couper un côté des enveloppes avant les mettre dans le chargeur.
- Les composants de la machine ne sont pas standards. Ceci implique qu'il est très cher de les remplacer en cas de nécessité.
- Le réglage manuel du chargeur et des couteaux indépendamment l'un de l'autre prend beaucoup de temps et ce n'est pas précis.
- Les copeaux créés par les coupes des côtés des enveloppes restent coincés entre les éléments de la machine favorisant plus rapidement la détérioration de celle-ci.
- Certaines enveloppes ne sont pas ouvertes et tombent dans le bac poubelle, envoyant le courrier vers la poubelle.
- Le variateur vitesse est fixé à la table à côté du carter gauche empêchant l'ouverture de ce carter, ce qui implique un entretien de la machine difficile.
- Quand il ne reste pas beaucoup d'enveloppes dans le chargeur les ventouses ne parviennent pas à aspirer suffisamment les enveloppes pour les séparer de la pile du chargeur.
- Il faut régler le rouleau aspirant à chaque changement de format d'enveloppe.
- Il n'y a pas de carter de sécurité.

1.1.3.4. Grafcet de la machine originale

Les différentes étapes de la machine peuvent être résumées par le grafcet de la machine :



NB : Avant de mettre les enveloppes dans la machine, le premier côté de celle-ci est coupé par une autre machine

1.1.4. Cahier des Charges.

Le cahier des charges fut réalisé dès le début de notre projet.

En effet, les points forts étaient déjà bien expliqués dans l'intitulé du projet. Ainsi, après une réunion avec notre client, Monsieur Tournerie de la société Ouest MMC, nous avons pu écrire notre Cahier des Charges.

Notre projet est une conception de machine extractrice de courrier. Comme nous l'avons déjà expliqué, la machine « Extractor 2002 » existait déjà, nous permettant ainsi d'en reprendre les bases.

1.1.4.1. *Présentation générale*

1.1.4.1.1. Le produit

1. Concept général

Le présent cahier des charges a pour objet l'étude d'une machine permettant d'effectuer l'ouverture d'enveloppes et d'en extraire le courrier.

2. Besoin principal pour lequel il est conçu

L'intérêt principal de la conception de ce produit est un gain de temps pour les grandes sociétés par rapport à un travail manuel, ainsi que de retirer le risque de coupure des employés lors de l'ouverture des enveloppes.

3. Débouchés prévus

L'objectif de cette étude est de concevoir et de rendre des plans d'une nouvelle machine extractrice de courrier.

1.1.4.1.2. Contexte du projet et objectifs

1. Situation du projet

Le client de ce projet est l'entreprise Ouest MMC, représentée par Frédéric Tournerie.

2. Machine existante

Il existe actuellement une machine extractrice du courrier que nous devons reconcevoir et y apporter quelques modifications. La machine déjà en place s'appelle « Extractor 2002 ».

3. Responsables concernés

Le responsable de ce projet à l'ICAM est Frédéric Chevet ainsi que Camille Gilbert de Cauwer, Elena Jimenez et Marie Normand.

4. Nature de la prestation

Il s'agit de faire la conception de la machine et de rendre un dossier de plans.

5. Caractère confidentiel

Les informations contenues dans ce document présentent un caractère confidentiel.

6. Délais souhaités

La réalisation de l'ensemble devra être terminée et remise à l'entreprise Ouest MMC le **vendredi 27 Janvier 2006.**

1.1.4.1.3. Enoncé du besoin

Il existe 8 fonctions réalisées sur la machine:

- a. Chargement des enveloppes
- b. Prise d'une seule enveloppe
- c. Découpe latérale des 2 cotés de l'enveloppe
- d. Ouverture de l'enveloppe
- e. Extraction de la lettre
- f. Ejection de l'enveloppe vide
- g. Convoyage entre chaque poste de la machine
- h. Réglage manuel de la cadence de l'ensemble

a) Evolution nécessaire

- Sécuriser la machine vis-à-vis de l'opérateur
- Réglage simultané des couteaux latéraux
- Comptage du nombre d'enveloppes ouvertes
- Contrôle des enveloppes vidées.
- Evacuation des copeaux afin d'éviter le bourrage
- Armoire électrique aux normes
- Bac à rebus intégré à la machine

b) Options possibles

- Découpe d'un 3ème côté
- Intégrer le convoyeur de sortie du courrier à la machine.
- Réglage simultané des couteaux et du chargeur d'enveloppes en fonction de la taille de celles-ci.
- Adaptation de la machine à plus de 2 tailles d'enveloppes

1.1.4.1.4. Eléments environnants et caractéristiques

Eléments	Caractéristiques
Opérateurs	Hommes et femmes Age variable Niveau d'étude variable
Armoire électrique	Aux normes
Température	Entre -20°C et 50°C
Energie pneumatique	
Energie électrique	U=220 V f =50 Hz
Convoyeur de sortie	
Grande enveloppe	L=110 mm l=220 mm
Petite enveloppe	L =163 mm l=229 mm

1.1.4.2. Expression fonctionnelle du besoin

Fonctions

Fonction :	Critère d'acceptation	Remarques
Chargement des enveloppes	Déterminant	2 positions révisable
Prise d'une seule enveloppe	Déterminant	Par ventouses Cadence réglable < 5000 enveloppes par heure Non révisable
Découpe latérale des 2 cotés de l'enveloppe par couteaux carénés	Déterminant	Réglage simultané par rapport au centre Non révisable
Ouverture de l'enveloppe	Déterminant	Par rouleaux aspirants révisable
Extraction de la lettre	Déterminant	Par rouleaux révisable
Vérification de l'extraction	Déterminant	Capteur d'épaisseur Limite d'épaisseur minimum et maximum Révisable
Ejection de l'enveloppe vide	Déterminant	Ejection par dessous Non révisable
Réglage manuel de la cadence de l'ensemble	Déterminant	Machine et convoyeur de sortie indépendants Non révisable
Sécuriser la machine vis-à-vis de l'opérateur	Déterminant	Carter avec capteur coupe-circuit Non révisable
Comptage du nombre d'enveloppes ouvertes	Déterminant	Compteur si 3 ^{ème} couteau Révisable
Evacuation des copeaux de chaque coté coupé	Déterminant	Languettes facilitant l'évacuation Non révisable
Armoire électrique aux normes	Déterminant	Non révisable
Découpe d'un 3 ^{ème} côté	Souhaité	Facultatif
Réglage simultané des couteaux et du chargeur d'enveloppes en fonction de la taille de celles-ci.	Souhaité	Pour faciliter l'utilisation de la machine Révisable
Evacuation copeaux	Déterminant	Non révisable

Contraintes

Fonction :	Critère d'acceptation	Remarques
Faciliter le travail de l'opérateur chargeant les enveloppes	Déterminant	Hauteur de machine adaptée au travail manuel ($\approx 1\ 200\ \text{mm}$)
Ne pas dépasser le niveau sonore autorisé	Déterminant	Choix d'une pompe adaptée
Conformité par rapport aux normes de sécurité en vigueur	Déterminant	Normes CE
Facilité de travail de maintenance	Déterminant	Extraction des couteaux par bloc
Température	Déterminant	$-20^\circ < T < 50^\circ$

1.1.4.3. Appel à variante

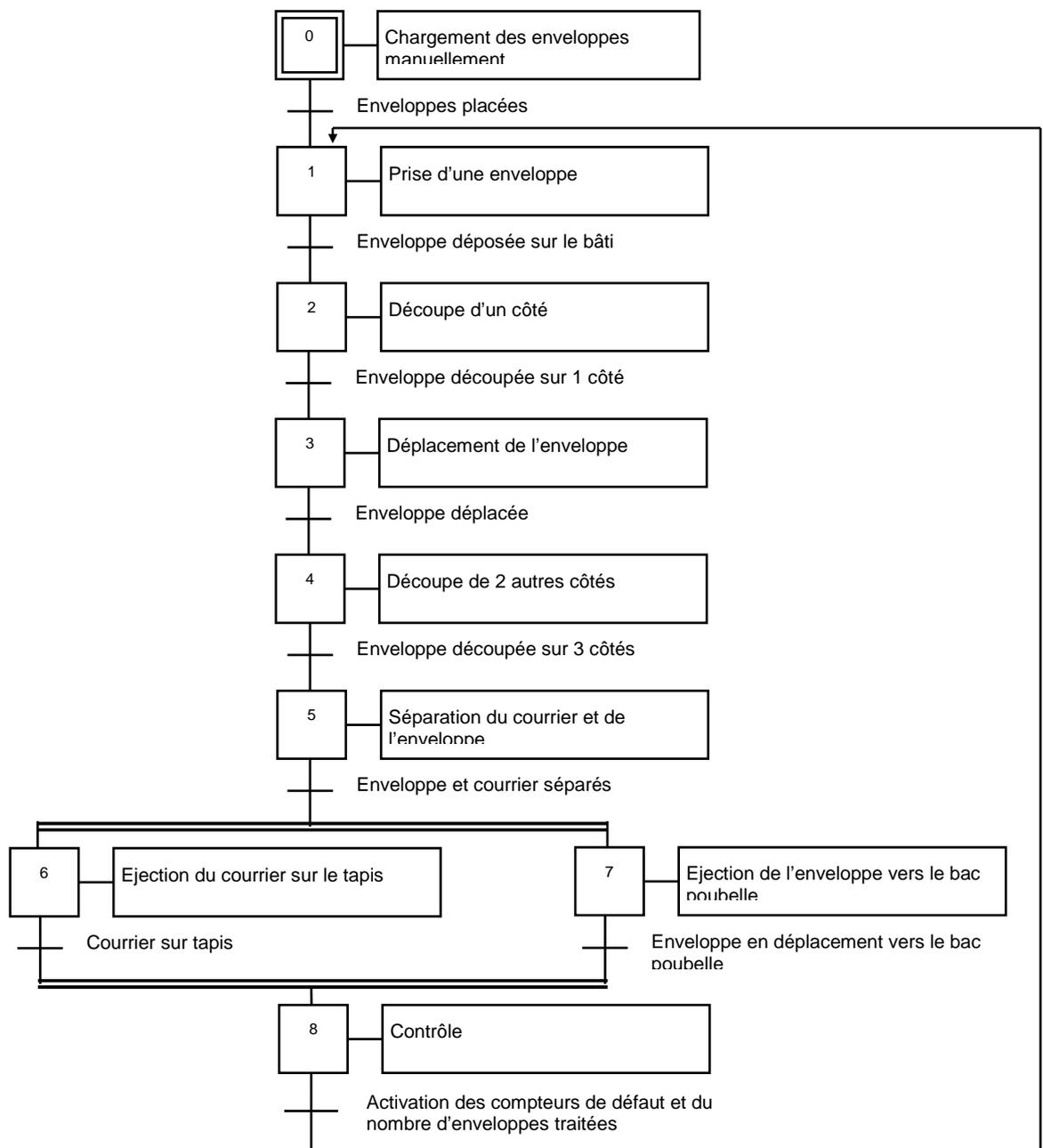
Ce document est utilisable sous réserve de modification.

1.1.4.4. Aspect financier

L'ICAM recevra de la part de l'entreprise une somme de 8000 € pour cette partie étude.

1.1.4.5. Grafcet de la machine

En comparaison avec la machine d'origine, le cahier des charges actuel nous demande d'avoir le grafcet suivant :



1.1.5. Démarchage des fournisseurs.

Afin de mener à bien la réalisation du prototype, il a fallu se mettre en relation avec différents fournisseurs, aussi bien en ce qui concerne les pièces telles que les vis, roulements à billes,... que des fournisseurs de matières ou des usineurs.

1.1.5.1. *Fournisseurs de pièces standards.*

En ce qui concerne les fournisseurs de pièces standards, il était préférable de passer les commandes vers le moins de fournisseurs possibles. En effet, les frais de port sont relativement élevés comparés au prix des pièces.

Ainsi, la plupart des commandes ont été passées chez de grands fabricants pratiquant des prix compétitifs tels que Fabory pour la visserie, Coval et Parker pour les pièces pneumatiques, AD Industrie pour les paliers et Michaud Chailly/Emile Maurin et HPC pour les pièces telles que les vis sans fin, les manettes,...

Pour les pièces de plus grosse taille, comme le moteur, la turbine, le capteur ou le massicot, les contacts avec les fournisseurs n'ont pas été que téléphoniques ou par fax. En effet, ces achats demandant plus de conseils de la part des technico-commerciaux et étant relativement onéreux, nous avons préféré pouvoir bénéficier de leurs conseils lors de rendez-vous.

Nous avons pu tester plusieurs produits pour pouvoir faire nos choix. Les prêts de certains composants nous ont ainsi permis de choisir le plus adapté à notre besoin. Cela a été le cas entre autre des capteurs, turbines,...

Les entreprises fabricant les massicots nous ont aussi bien aidé et conseillé.

1.1.5.2. Fournisseurs de matières.

La plupart des fournisseurs de matière qui ont été sélectionnés sont des fournisseurs de l'ICAM. Ceci nous a permis d'avoir des contacts privilégiés avec des techniciens qui ont pu nous guider dans le choix de nos matières.

Comme dans la commande des pièces, nous avons choisi de commander auprès d'un nombre réduit de fournisseurs, afin de pouvoir diminuer les frais de port.

Chaque fournisseur ayant sa spécialité, nous avons comme principaux fournisseurs EMT Tonnetot, KDI Nozal, le Joint Nantais,...

1.1.5.3. Usineurs

Une des dépenses imprévues de notre budget fut l'usinage.

En effet, nous avons prévu de faire l'usinage dans les ateliers de l'ICAM, or cela ne nous a pas été possible à cause d'un réaménagement des locaux et du fait que plusieurs projets d'ICAM3 avaient eux aussi besoin de l'atelier.

Ainsi, fin novembre, avons-nous commencé à faire faire des devis auprès d'usineurs.

Plusieurs devis furent effectués. Tous tournaient autour de 5500€ excepté un qui ne demandait que 2000€ environ, tout en respectant des délais de livraison très corrects.

Après nous être renseigné sur la qualité du travail de cette entreprise, Armeka, nous avons décidé de lancer notre commande là-bas. Ainsi, dans la semaine du 19 au 25 décembre 2005, avons-nous définitivement lancé l'usinage chez eux.

La remise des pièces usinées était pour la semaine 1 de l'année 2006, or les délais n'ont pas été réellement respectés. Nous avons finalement eu la quasi-totalité de nos pièces à la moitié de la semaine 2. Il ne manquait qu'une seule pièces, qui avait du être envoyée chez un collaborateur d'Armeka, car ceux-ci ne disposaient pas du matériel nécessaire.

1.1.5.4. Chaudronnerie

De même, il a fallut démarcher différents usineurs de tôles, afin de réduire au maximum les coûts et rester dans notre budget.

La plupart des tôles à usiner étaient nécessaire à la fabrication du carter de la machine. Leurs formes pouvant être très compliquées, nous avons estimé que les devis seraient relativement élevés, ou du moins plus important que celui de l'usinage de pièces dont nous avons parlé précédemment. Heureusement pour notre budget, cela n'a pas été le cas.

Nous avons en effet eu la bonne surprise de voir que le devis de la société E.M.F.A. n'excédait pas les 1000€. En passant la commande en semaine 2, EMFA nous proposait un délai de livraison très raisonnable, puisqu'ils estimaient finir leur travail pour la fin de la semaine.

La liste des différents fournisseurs que nous avons contacté est jointe en annexe.

1.1.6. Nomenclature.

Afin de mieux se repérer dans les commandes de toutes les pièces, nous avons créé une base de données sur Excel

La base de données se décline en deux parties :

- Les commandes de pièces.
- Les commandes de matières.

Seule la première partie possède le tri assemblage-fournisseur dont nous allons parler, car il n'y avait pas assez de matières différentes ou de fournisseurs de matières différents et la simple nomenclature de l'ensemble des matières était suffisante.

La partie « commande de pièces » de la nomenclature permet de visualiser les pièces soit selon leur assemblage (ex : l'assemblage rouleau à succion), soit selon leur fournisseur. Il y a donc deux sortes de pages dans la nomenclature. Les pages de type « assemblage » dont le nom de la feuille commence en RD1104, puis les pages de type « fournisseur » dont le nom correspondent au nom du fournisseur.

En concevant la machine sur Pro Engineer, chaque assemblage possède une base de données répertoriant toutes les pièces utilisées. En copiant celle-ci et en l'implantant dans la page « assemblage » prévue à cet effet, on peut retrouver chez le fournisseur X ou Y les nouvelles pièces à commander en réactualisant l'ensemble du fichier grâce à une macro.

Ainsi, après avoir effectué l'ensemble des devis chez les différents fournisseurs, et en rentrant les prix dans la nomenclature dans la colonne prévue pour cela, nous pouvons calculer le montant de la commande globale.

Cette base de donnée est aussi un bon moyen pour envoyer les différentes pièces à commander à notre client, Ouest MMC. En effet, toutes les références des fournisseurs y apparaissent, ainsi que le nom des fabricants. On y connaît aussi le nombre de pièces à commander, le prix unitaire de la pièce ou celui du lot.

1.1.7. Montage.

Le montage de la machine a débuté courant janvier, lorsque nous avons reçu les usinages de chez Armeka.

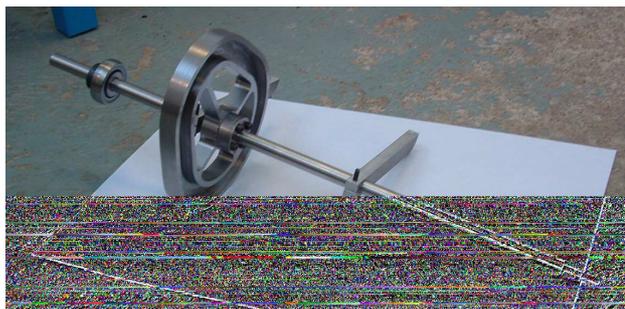
La première étape fut de monter la table.

Etant donné que nous attendions encore l'ensemble des tôles du carter qui devait venir de chez E.M.F.A, nous avons commencé l'assemblage par celui des axes : l'axe de la came, la plaque des ventouses, les rouleaux d'entraînement du papier, le rouleau à succion et une partie des axes supportant les blocs couteaux.

En montant l'ensemble, nous avons du apporter quelques modifications à certains assemblages.

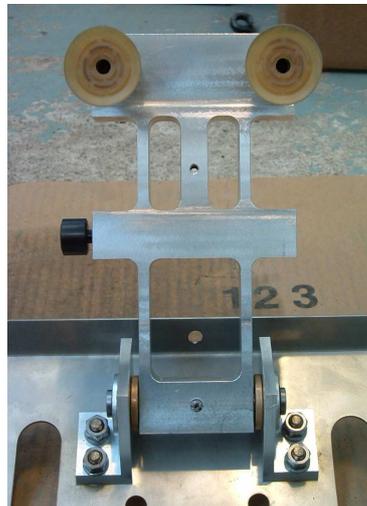
1.1.7.1. La came et les doigts

- Les difficultés que nous avons rencontrées pour monter la came et les doigts fut de régler les angles et les distances entre eux. Cependant, un réglage encore plus précis devra être fait lors des essais.



1.1.7.2. La plaque des ventouses

- Au niveau de la plaque des ventouses : Le galet de came ne pénétrait pas assez dans la plaque des ventouses. Nous avons donc du percer avec un forêt légèrement plus grand que le trou taraudé, pour pouvoir visser le galet de came plus loin dans la plaque.
- De plus, comme vous pouvez le constater la plaque des ventouses a été allégée dans le but de limiter les efforts sur le galet de came.
- Concernant la fixation de la plaque des ventouses sur la plaque-bâti, les goujons soudés ne correspondaient pas exactement aux trous des équerres, c'est pourquoi nous avons du tordre un peu les goujons pour qu'ils correspondent.



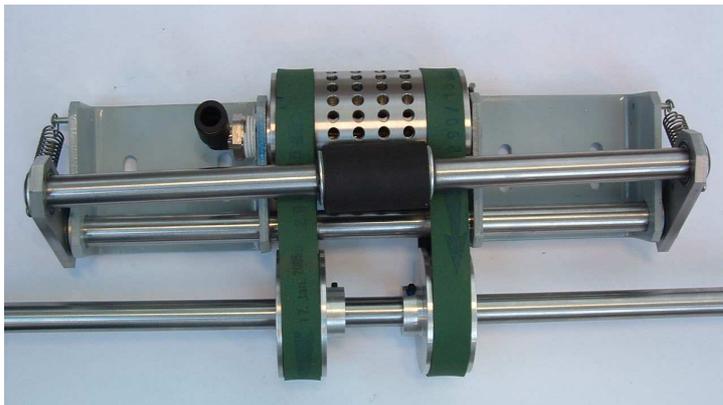
1.1.7.3. Les rouleaux d'éjection du courrier

- Sur le rouleau d'entraînement possédant trois rouleaux en caoutchouc : afin d'obtenir la forme des caoutchoucs souhaitée, nous avons choisi un caoutchouc élastique qui, s'il était comprimé, se bombait. Les bagues moletées situées de part et d'autre de ceux-ci devaient justement permettre de les presser. Or, nous n'avons pas réussi à serrer les bagues suffisamment fort pour obtenir la forme souhaitée. Comme le diamètre des rouleaux est quand même légèrement supérieur au diamètre des bagues, cela n'est pas un problème, mais lors de la fabrication de la prochaine machine, il serait peut-être bon de simplement usiner un caoutchouc à la forme désirée.



1.1.7.4. *Le rouleau à suction*

- Pour le rouleau à suction, il faut faire attention à l'ordre de montage des roulements. Monter un roulement sur le cylindre intérieur, mettre l'ensemble dans le rouleau extérieur, puis le second roulement.
- Concernant les courroies nous avons du faire attention à les monter dans le bon sens car elles ont un sens de rotation



1.1.7.5. *L'assemblage des tiges filetées*

- Pour l'assemblage des tiges filetées, l'accouplement choisi a posé quelques problèmes. En effet, HPC livrait le kit : accoupleur + vis. Or, les vis ne correspondaient pas aux taraudages (diamètre des trous trop petit). N'ayant pas fait attention à cela puisque c'est une erreur d'HPC, nous avons forcé sur la vis et abîmé le taraudage. Il a donc fallu percer des trous plus gros et retarauder l'ensemble.



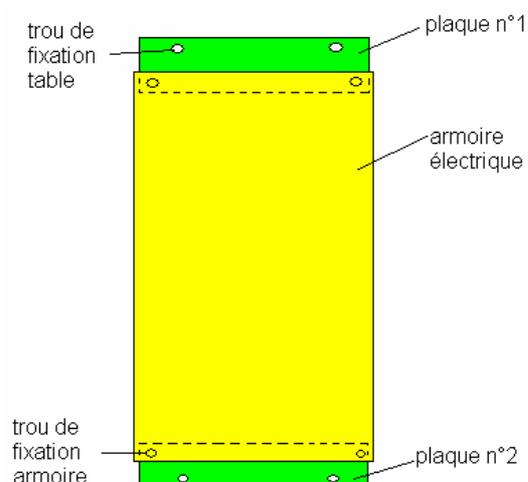
1.1.7.6. Le montage de l'armoire électrique

Une fois les tôles et l'armoire électrique reçues, nous nous sommes lancés sur le montage de cette dernière.

L'intérieur de l'armoire a été monté par Monsieur Tournerie (Ouest MMC). Nous n'avons donc plus qu'à faire des trous pour sortir les câbles pour les connexions au moteur, à la pompe, aux capteurs et à l'alimentation.

Concernant la fixation de l'armoire sur la table, nous ne voulions pas percer l'armoire. Nous avons donc utilisé les quatre trous taraudés placés à chaque coin de la face arrière de celle-ci. Nous avons fabriqué deux tôles qui correspondaient à la fois aux trous de l'armoire, mais aussi aux emplacements des écrous de la table. Sur le schéma ci-contre, nous pouvons en voir le montage.

Pour parvenir à monter cet ensemble, nous avons du tout d'abord fixer la plaque n°1 sur l'armoire, la plaque n°2 sur la table puis la plaque n°1 sur la table et la plaque n°2 sur l'armoire.



1.1.7.7. *Le bâti et la table*

Afin de protéger les tôles d'acier, nous avons peint celles-ci avec un spray gris. Auparavant, nous avons dû dégraisser les tôles pour que la peinture tienne.

Après avoir peint les tôles, nous les avons montées sur la table avec des vis M8 vissées dans des écrous carrés à languette.

Vous pouvez voir ci-contre cet assemblage.



1.1.8. Manuel d'utilisation

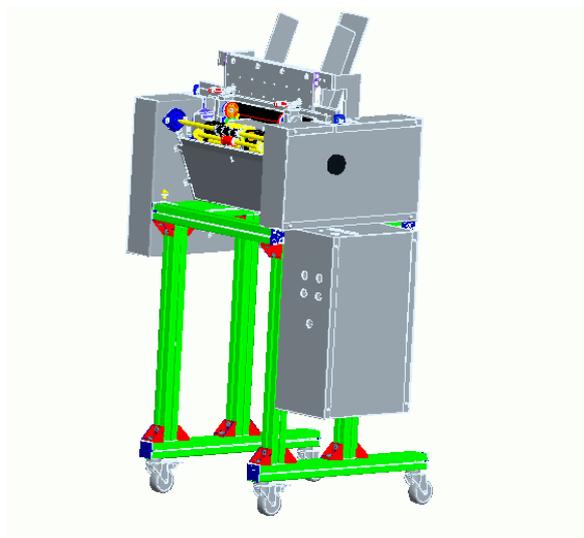


OUEST MMC



Manuel d'utilisation
Instructions for use
Instrucciones de uso

Extractrice de courrier
Letters extractor
Extractor de correo



F **MODE D'EMPLOI.**

Description de la machine :

1. Machine globale
2. Chargeur
 - a. Chargeur arrière
 - b. Bouton étoile de réglage
 - c. Chargeur côté
3. Manivelle de réglage
4. Carter
5. Table sur roulette
6. Armoire électrique :
 - a. Interrupteur
 - b. Bouton poussoir **Marche**
 - c. Bouton poussoir **Arrêt**
 - d. Départ cycle
 - e. Variateur de vitesse
 - f. Compteur
 - g. Détecteur d'erreur
 - h. Arrêt d'urgence

Consigne de sécurité :

- Lire attentivement la notice avant toute utilisation.
- L'appareil doit être branché sur une prise de courant avec terre installée selon les normes en vigueur.
- Ne jamais laisser l'appareil fonctionner sans surveillance. Ne pas laisser à la portée des enfants ou de personnes invalides.
- Vérifier régulièrement l'état du cordon électrique ainsi que l'état du tuyau de la turbine.
- La machine ne doit pas être utilisée si le cordon, le tuyau ou l'appareil lui-même présente des signes de détérioration.
- En conformité avec les règles de sécurité et pour éviter des accidents, les réparations de machines électriques doivent être effectuées par du personnel qualifié. Si une réparation ou un changement de pièce est nécessaire, veuillez contacter l'entreprise Ouest MMC. Son adresse est écrite à la fin de ce manuel d'utilisation.
- L'appareil doit être utilisé dans un endroit sec
- Ne jamais utiliser la machine sans son carter de protection
- Dans le cas où certains copeaux, enveloppes ou lettres soient coincés dans la machine, déconnecter impérativement celle-ci du réseau avant de les extraire.

Utilisation :

1. Soulever le carter de sécurité
2. Desserrer les sauterelles de la barre d'acier
3. Régler le chargeur à la dimension des enveloppes voulue
 - Actionner la manivelle pour régler les couteaux et les chargeurs de côté simultanément
 - Resserrer les sauterelles sur la barre d'acier
 - Dévisser les boutons étoiles manuels situés à l'arrière du chargeur afin de régler en profondeur le chargeur
 - Revisser les deux boutons étoiles lorsque le chargeur arrière est bien positionné
4. Refermer le carter de sécurité
5. Placer le bac poubelle sous la machine
6. Régler le variateur de vitesse au minimum
7. Remettre le capteur de comptage, ainsi que le capteur de détection d'erreurs à zéro en actionnant le bouton de chacun d'entre eux
8. Mettre l'interrupteur en position afin de mettre sous tension la machine
9. Appuyer sur le bouton poussoir afin de démarrer le circuit d'aspiration
10. Positionner le bouton départ cycle sur afin de démarrer le moteur
11. Choisir la cadence qui vous convient. Pour cela, il vous suffit de tourner le variateur de vitesse (vers la droite pour augmenter la vitesse ou vers la gauche pour la diminuer)

12. Réalimenter le chargeur d'enveloppes si nécessaire
13. Lorsque l'extraction de toutes les lettres est terminée, mettre le bouton départ cycle en position pour arrêter le moteur
14. Appuyer sur le bouton poussoir pour stopper l'aspiration
15. Tourner l'interrupteur en position afin de déconnecter la machine au réseau

Service client :

Société OUEST MMC

1 av Vertonne

44120 Vertou

Tel : 02.40.06.20.20

Fax :02.40.06.83.79

Mail : ouestmmc@wanadoo.fr

GB **Instructions for use.**

Description of machine:

1. global machine
2. loading place
 - a. back side
 - b. adjustment star rounded buttons
 - c. right and left sides
3. adjustment crank
4. casing
5. removable table
6. electrical chest
 - a. switch button of the engine
 - b. push button « on » of the suction
 - c. push button « off » of the suction
 - d. departure
 - e. velocity variation
 - f. envelopes meter
 - g. error meter
 - h. emergency stop

Safety precautions:

- Read the instructions carefully before use.
- The machine must be plugged into an earth socket installed in accordance with the regulation.
- Great care is necessary in using any appliance, especially near children. Keep children away. Do not operate without supervision.
- Check frequently the power supply cable and the pipe of the turbine.
- Do not operate if the machine, its power supply cable or the turbine pipe show any signs of damage.
- In order to comply with safety regulations and to avoid hazards, repair of electrical appliances must be carried out by qualified personnel. If repairs are needed, please contact the Ouest MMC Company. The address can be found at the end of this manual.
- Use the machine in a dry place.
- Never use the machine without the safety casing.
- If envelopes, chips or mails are blocked in the machine, unplug imperatively the machine before extracting them.

Operation:

- 1) Lift up the carter
- 2) Unlock the two locking clips.
- 3) Move the loading place until reach the dimension of the envelope.
 - Turn the crank to move the knives and sides of the loading place
 - Lock the two clips onto the steal bar.
 - Move the back side of the loading place, using the two star rounded buttons.
 - Lock the two star rounded buttons when you have got the good dimensions of the loading place.
- 4) Close the casing
- 5) Put the dustbin under the machine
- 6) Choose the minimum velocity
- 7) Press the reset buttons of the two meters.
- 8) Press the “on” button
- 9) Press the departure button of the suction
- 10) Turn the departure button  of the engine.
- 11) Change the velocity as needed, using the velocity variator (right is faster, left is slower)
- 12) Add envelopes in the loading place if it is necessary
- 13) When all the letters are extracted of their envelopes, turn the departure button to  to stop the machine.
- 14) Press the “off” button of the suction.
- 15) Press the “off” button in order to switch off the whole machine.

Customer service department:

Company: OUEST MMC

Address: 1 avenue de Vertonne

44120 Vertou

France

Phone : (+33) 2.40.06.20.20

Fax : (+33) 2.40.06.83.79

E-Mail : ouestmmc@wanadoo.fr

E MODO DE EMPLEO.

Elementos componentes:

1. Máquina
2. Cargador
 - a. Trasera
 - b. Botón de regulación
 - c. Lateral
3. Manivela de regulación
4. Cárter
5. Mesa de ruedas
6. Armario eléctrico:
 - a. Interruptor
 - b. Botón pulsador

Marcha

 - c. Botón pulsador

Parada

 - d. Inicio
 - e. Regulador de velocidad
 - f. Contador
 - g. Detector de errores
 - h. Parada de emergencia

Instrucciones de seguridad:

- Lea atentamente el folleto antes de cualquier utilización.
- La maquina debe enchufarse en un enchufe de corriente con tierra instalada según las normas en vigor.
- No deje nunca la máquina en funcionamiento sin vigilancia. No lo deje al alcance de niños o personas invalidas.
- Verificar regularmente el estado del cable eléctrico y del tubo de la turbina.
- La máquina no debe ser utilizada si el cable, el tubo o la misma máquina presentan signos de deterioro.
- En conformidad con las reglas de seguridad y para evitar accidentes, las reparaciones de la maquina deben efectuarse por personal cualificado. Si es necesario una reparacion o un cambio de pieza, pongase en contacto con la empresa Ouest MMC. Puede encontrar sus datos al final de este manual.
- La máquina debe utilizarse en ambientes secos.
- Nuca utilice la máquina sin cárter de protección.
- En el caso de que la viruta, sobre o correo se queden atascados en la máquina, desenchufarla imperativamente de la res antes de proceder a desatascarla.

Utilización:

1. Levante el cárter de seguridad.
2. Aflojar las palancas de la barra de acero.
3. Regular el cargador según la dimensión de los sobres.
 - Utilizar la manivela para adaptar las cuchillas y los laterales del cargador simultáneamente
 - Volver a apretar las palancas sobre la barra de acero.
 - Destornillar los botnes estrellas manuales hasta que la trasera del cargador esté bien posicionada.
4. Cerrar el cárter de seguridad.
5. Colocar el cajón- papelera debajo de la máquina.
6. Regular la velocidad al mínimo.
7. Reinicializar el contador total y así como el contador de errores a cero apoyando el botón “reset” de cada uno.
8. Ponga el interruptor en posición “ON” para poner la máquina en tensión.
9. Pulse sobre el botón “Marcha” con el fin de poner en marcha el circuito de aspiración.
10. Gire el botón de inicio al la posición “1” para arrancar el motor.
11. elegir la velocidad conveniente. Para ello basta girar el regulador de velocidad (a la derecha para aumentar la velocidad ou a la izquierda para disminuir).
12. Alimentar el cargador de sobres si es necesario.
13. Cuando haya terminado la extracción de todas las cartas, gire el botón de inicio hacia el “0” para parar el motor.

14. Pulsar el boton de “Parada” para parar la aspiración.

15. Girar el interruptor hacia la posición “OFF” par desconectar la máquina de la red.

Sevicio al cliente:

Société OUEST MMC

1, av. Vertone

44120 Vertou

Tlf: 00 33 240 06 20 20

Fax: 00 33 240 06 83 79

Mail: ouestmmc@wanadoo.fr

1.1.9. Planning réel.

Notre travail s'est réparti sur deux grandes périodes.

Tout d'abord, nous avons dû étudier la machine d'origine pour pouvoir trouver des solutions aux améliorations à y apporter. Cette étape a duré un peu plus de temps que ce que nous avions estimé puisqu'il a duré jusqu'à mi-novembre.

Pour pouvoir évaluer la faisabilité de nos solutions, nous avons dû passer par des maquettes, des études de systèmes déjà existant et visibles dans différentes sociétés.

A partir d'Octobre, nous avons pu débuter la conception à proprement parler, avec tout ce que cela implique : calculs, dessins sur le logiciel ProEngineer,...

L'utilisation de ProEngineer nous a pris beaucoup de temps, du fait de la complexité et de la multitude de pièces à dessiner, mais aussi car avant ce projet nous ne maîtrisions pas forcément ce logiciel.

L'ensemble de la conception fut terminé à la semaine 1 de l'année 2006.

- **Commentaires :**

Lorsque nous voyons la différence entre le planning prévisionnel et le planning réel, nous pouvons constater que nous n'étions pas conscientes de la masse de travail qui nous attendait et que nous n'étions pas capable de juger le temps que prenait chaque partie du projet.

En effet, nous n'avions jamais fait de projet de cette ampleur, c'est pourquoi nous sommes totalement passées à côté des délais que nous nous étions fixé. Cependant, il est vrai que si nous nous étions mieux réparties le travail dès le début du projet, les choses auraient certainement été plus vite.

Par ailleurs, le fait que nous ayons intégré dans la conception de la nouvelle machine la découpe longitudinale de l'enveloppe qui n'était pourtant qu'une tâche facultative donnée par le client, a entraîné de nombreux changements dans le reste des fonctions ce qui nous a pris beaucoup plus de temps que prévu.

1.1.10. Répartition des tâches.

		CAMILLE	ELENA	MARIE
Recherche de solutions				
Maquettages	Capteur			
	Rouleau Aspirant			
	Came coeur			
Validation des solutions				
Conception	Table			
	Massicot			
	Bâti			
	Came			
	Rouleau Aspirant			
	Chargeur			
	Evacuation			
	Electricité			
	Partie Pneumatique			
Plans de détails				
Plans d'ensemble				
Nomenclatures				
Commande				
Montage				
Essais				

Toutes les fabrications ont été sous-traitées.

1.1.11. Nos ressentis

- **Eléna**

Au début j'étais très motivée par ce projet. Mais après quelques semaines, pendant la recherche d'idées, j'ai commencé à me sentir un peu perdue et à cause de ça, à perdre aussi un peu ma motivation. Il y a eu des moments où je ne savais pas comment continuer où à quoi cela servait. Mais même si c'était frustrant de rechercher des idées qui n'étaient pas retenues, c'était vraiment gratifiant lorsqu'on en trouvait des intéressantes et que nous les développions. J'ai eu des problèmes de développement d'idées et de conception jusqu'à que je découvre que « rien n'était interdit » et que je pouvais « inventer » ce que je voulais si je trouvais une solution pour le faire. J'ai trouvé ça plutôt amusant.

J'ai ressenti en quelque sorte la même chose vis à vis de Pro/Engineer. Au fur et à mesure, j'avais de moins en moins de problèmes et au bout du compte, j'ai beaucoup aimé. Plus nous faisons des plans, plus nous voyons que la machine prenait forme et cela nous a beaucoup motivé. Nous devions toujours changer quelques plans pour faire les assemblages car chacune d'entre nous avait une sous-partie à réaliser et il y avait souvent des problèmes de cotes et de dimensionnement.

Les tolérances ont présenté aussi des difficultés car il m'a fallu du temps pour apprendre à chercher dans les livres et les utiliser.

Il a fallu aussi que je fasse des efforts pour apprendre le vocabulaire technique tel que les noms d'outils et composants.

Par rapport à la répartition de tâches, nous avons eu du mal à laisser des parties du projet ainsi qu'à choisir ce que nous voulions faire, mais finalement nous nous sommes rendu compte qu'il n'y avait pas d'autre moyen si nous voulions finir le projet.

J'ai surtout ressenti le manque de temps.

J'ai beaucoup aimé travailler en groupe et la complémentarité et camaraderie que j'ai eu la chance d'avoir avec mes trinômes.

Pour moi, c'était très enrichissant d'apprendre à me m'entretenir avec les fournisseurs et le client.

- **Camille**

Mon investissement dans ce projet se divise en 3 grandes parties.

La première partie fut la partie découverte du projet et des outils (ProEngineer en particulier). Cette partie se déroula particulièrement bien du fait de l'attrait de la nouveauté.

Ensuite vint une partie plus calme. Cette partie fut semée de pistes de solutions qui échouèrent, en particulier celle de la came du massicot (en forme de cœur). Le fait de voir autant de temps de travail réduit à néant avait deux impacts contradictoires. D'un côté, cela commençait par être décourageant, mais de l'autre côté, cela nous poussait à dépasser nos premières idées. Nous devions nous impliquer à fond dans la recherche de la solution, tout en essayant d'avoir un regard objectif. En effet, nous ne choissions pas forcément la solution sur laquelle nous avons travaillé, or chacune d'entre nous avait plutôt tendance à défendre ce qu'elle avait fait.

Ensuite vint la dernière période, sans doute la plus stressante.

Dans cette partie, qui dura environ les deux derniers mois, nous nous rendions compte que l'échéance approchait et que nous avions beaucoup de mal à nous sortir de la conception. C'est aussi à ce moment-là que beaucoup de problèmes arrivèrent, incompatibilités d'assemblage, erreurs de commandes,....Pourtant c'est sans doute dans cette partie que nous avons été les plus efficaces. En effet, nous avons du vraiment nous répartir les tâches pour pouvoir régler nos problèmes correctement,

sans nous marcher dans les pattes. Chacune est donc devenue spécialiste dans sa partie. Nous avons déjà commencé à nous répartir les tâches, mais cela n'était pas forcément très bien organisé.

En ce qui concerne les tâches qui m'avaient été attribuées : nomenclature, commandes, pneumatique, capteurs, table,...tout ne s'est pas passé exactement dans les mêmes conditions.

Du côté de la nomenclature, le fait d'avoir à m'occuper uniquement des petites pièces, et non plus de la conception à proprement parler, me paraissait un peu moins intéressant. Après quelques temps dessus, je me suis rendue compte que cela était pourtant important puisque les commandes allaient en dépendre, et qu'ainsi la moindre erreur pouvait être fatale. Le fait d'être capable de tout faire par moi-même était rassurant aussi. Contrairement à la partie conception, j'avais déjà la totalité du bagage nécessaire pour pouvoir faire une base de donnée. J'ai ainsi pu me lancer dans la création de macro.

J'ai bien aimé avoir des contacts avec différents fournisseurs. Les rendez-vous avec les représentants de Keyence, Rietschle Thomas,... m'ont permis de m'éclairer à propos des questions techniques, mais aussi de mettre un pied dans les négociations.

La partie table ne fut pas très compliquée. Cette partie combinait aussi bien la conception que la fabrication.

Ayant fini le projet, je peux maintenant dire qu'il m'a permis de vraiment travailler en équipe. Pour la première fois, j'ai vraiment pu assister à une réelle répartition des tâches. Grâce à celle-ci, le travail peut vraiment aller plus vite. Avant ce projet, j'avais vraiment besoin de tout contrôler un minimum.

D'autre part, je me suis rendu compte que le travail sous pression peut avoir plusieurs facettes. D'un côté, nous sommes plus productives, de l'autre côté cela nous pousse à faire des erreurs. Mieux vaut se mettre dans le projet à fond dès le début.

- **Marie**

Au cours de ce projet, je me suis rendue compte que j'avais beaucoup de choses à améliorer, notamment sur le plan organisationnel et sur l'esprit d'équipe.

- Concernant la répartition des tâches, j'ai eu beaucoup de mal à me cadrer sur une chose bien précise. A chaque fois que je me lançais dans une partie, il suffisait que je pense à une autre chose plus intéressante ou plus importante à faire pour que je passe à celle-ci. Par ailleurs, je voulais toujours être au courant de ce que les autres faisaient, j'avais toujours envie de suivre le projet en entier.

Dans mon futur métier, je pense qu'il sera impératif que je me cadre plus et que je fasse plus confiance aux autres, afin d'être plus efficace.

- Concernant le travail en équipe, je trouve que j'ai manqué par moment de tolérance vis-à-vis de mes deux trinômes. En effet, chacune d'entre nous a sa personnalité et son mode de travail que l'on doit accepter. Il a parfois été difficile de trouver un compromis, surtout à la fin du projet, pour que chacune y trouve son compte.

Pour être un bon ingénieur, je pense qu'il faut faire preuve de beaucoup de tolérance et de flexibilité pour se sentir bien dans un groupe et que le travail soit bien fait.

- Au cours du projet, je me suis rendue compte que nous avons brûlé des étapes, notamment concernant la conception. En effet, nous avons

commencé à dessiner les pièces sur Pro-Engineer avant d'avoir clairement défini sur papier ce que l'on voulait faire. Certes notre tuteur nous a mis en garde, mais à chaque fois, nous nous croyons prêtes et au fur et à mesure nous nous rendons compte que nous avons oublié des éléments. Mais aurions-nous découvert ces éléments manquants si nous avions approfondi uniquement sur le papier ?

Je pense que pour améliorer ce problème, une réalisation plus précise du planning et des bilans plus réguliers étaient nécessaires.

- Sur le plan de l'acceptation, je pense qu'il faudra à l'avenir que je sois moins susceptible et que j'accepte plus les reproches de mes collègues. Cependant, lorsque l'on s'investit dans un projet et que l'on essaie de le faire bien, il est difficile d'accepter les critiques.

- Une autre chose que je dois améliorer, c'est mon efficacité au travail, lorsqu'il n'y a pas d'urgence. Je sais être efficace quand il s'agit de travailler dans l'urgence, mais lorsque nous avons du temps ou lorsque je crois que nous avons du temps, je m'attarde trop sur des petits détails inutiles.

Ce qui a été difficile pour moi, ça a été de définir la limite de notre liberté dans ce projet. Fallait-il attendre l'approbation de notre tuteur pour lancer les choses ou bien prendre des responsabilités, quitte à faire des erreurs ?

Le tuteur est-il un vérificateur, un conseiller, les deux ?

Peut-être peut-il nous reprocher de ne pas avoir pris assez d'initiatives.

Ce que je voudrais rajouter, c'est que ce projet m'a beaucoup plu et qu'il m'a appris beaucoup de choses tant sur le plan technique, qu'organisationnel et humain. Je suis un peu déçue que nous ne puissions pas déposer la machine à la Société Générale comme c'était prévu, c'est pourquoi je serais bien rester quelques semaines de plus pour pouvoir faire les essais et pouvoir dire que nous avons terminé notre projet.

CONCLUSION

Concevoir et fabriquer une machine en s'inspirant d'une autre n'est pas forcément facile. En effet, dès que quelque chose doit être modifié, l'imagination a tendance à se tourner vers la solution trouvée par la machine originale.

Ainsi, devoir rajouter la découpe du côté longitudinal a profondément perturbé le fonctionnement de la machine et a pu nous poser quelques problèmes puisque même avec cette découpe supplémentaire, la cadence devait rester élevée.

Bien que cette découpe longitudinale soit une option du cahier des charges, nous avons choisi de l'intégrer pleinement à notre conception, ce qui nous a pris beaucoup de temps. Cela impliquait de raccourcir les actions des ventouses et des doigts pousse-documents provoquant un nombre de modification de la machine insoupçonné.

De même, la modification du rouleau aspirant permettant la séparation du courrier de l'enveloppe a représenté une partie importante de la conception.

Pour pouvoir concevoir la machine, nous avons dû nous lancer dans l'utilisation de logiciels de CAO, et plus particulièrement ProEngineer. Nous avons aussi dû faire de nombreux calculs (came, galet, ressorts,...), étudier différentes solutions technologiques, etc.

Ce projet fut intéressant car il représentait plusieurs sortes de conceptions différentes. D'une part, il y avait des améliorations de systèmes comme avec les

couteaux circulaires par exemple. Ceux existaient en effet déjà, mais il s'agissait de les fabriquer en utilisant les pièces les plus standards possibles, afin que les coûts soient plus les faibles.

D'autre part, il y avait différentes conceptions où il fallait réinventer totalement la fonction. La découpe longitudinale n'existait pas et il fallait donc partir de zéro. En ce qui concerne le rouleau à succion, nous devions réinventer le principe pour que l'opérateur n'ait pas de réglage à faire. Et pour ce qu'il s'agit du réglage des blocs couteaux et des parties du chargeur, elles devaient se faire simultanément.

De plus, il ne s'agissait pas seulement de concevoir les fonctions premières de la machine, mais aussi de réfléchir à tout ce qu'il y aurait « derrière la machine ». La partie électrique ainsi que la partie pneumatique furent réalisées, ce qui nous poussa à prendre contact avec des technico-commerciaux afin de nous renseigner sur différentes technologies existantes.

Ainsi, nous pouvons dire que ce projet de conception fut très complet. Il alliait l'utilisation de nos connaissances acquises lors de nos études avec celles de personnes ayant de l'expérience dans différents domaines, mais aussi notre imagination. Il nous fit découvrir la plupart des sortes de conception possible, nous ouvrant sur un domaine que nous n'étions pas forcément amenées à découvrir.

En plus de la conception, le fait de devoir fabriquer ce que nous avons inventé est relativement gratifiant. Il nous est enfin possible de savoir si ce que nous

avons conçu est réellement correct, et si nous avons bien pris en compte les différents paramètres.

Avant de se lancer dans la fabrication, il est nécessaire de se procurer toutes les pièces nécessaires au montage. Cela nous a permis de prendre contact avec différentes personnes et différentes sociétés pour pouvoir obtenir les meilleures pièces aux meilleurs prix.

Grâce à ces différents contacts, nous avons pu rentrer dans le budget prévu pour l'ensemble de la conception et fabrication de la machine.

Hormis les mauvaises prévisions de planning que nous avons effectuées, nous pouvons voir que le cahier des charges a été quasi respecté. Il est évident que la totalité des tests n'ont pas été effectués, mais nous pouvons voir que toutes les tâches obligatoires de la machine ont été faites et toutes les options ont été traitées dans la conception de celle-ci.

Lors de la fabrication, nous avons décidé pour des raisons de délais de ne pas implanter la découpe du côté longitudinal à notre prototype, mais la conception a été faite, et lors de la fabrication d'une prochaine machine, elle pourra y être intégrée.

1.2.CALCULS

SOMMAIRE GENERALE

1.2.1.	Recherche de solutions.	65
1.2.2.	Chargeur	77
<i>1.2.2.1.</i>	<i>Arrière chargeur</i>	77
<i>1.2.2.2.</i>	<i>Chargeurs de côté</i>	78
1.2.3.	Came – ventouses – massicot	80
<i>1.2.3.1.</i>	<i>Système came – doigts</i>	80
1.2.3.1.1.	La came poire	80
1.2.3.1.2.	Dimensionnement du galet	83
1.2.3.1.3.	La longueur des doigts.....	85
1.2.3.2.	Dimensionnement de la partie « ventouses »	87
1.2.3.3.	Le système lame/contre-lame	89
1.2.3.3.1.	La lame	90
1.2.3.3.2.	L'excentrique.....	91
1.2.3.3.3.	Le guidage de la lame	92
1.2.3.3.4.	La contre-lame	93
1.2.3.3.5.	Choix du ressort pour le massicot.....	94
<i>1.2.3.4.</i>	<i>Machine globale</i>	95
1.2.4.	Découpes latérales	97
<i>1.2.4.1.</i>	<i>Réglage simultané des couteaux</i>	97
1.2.4.2.	Les blocs couteaux	99

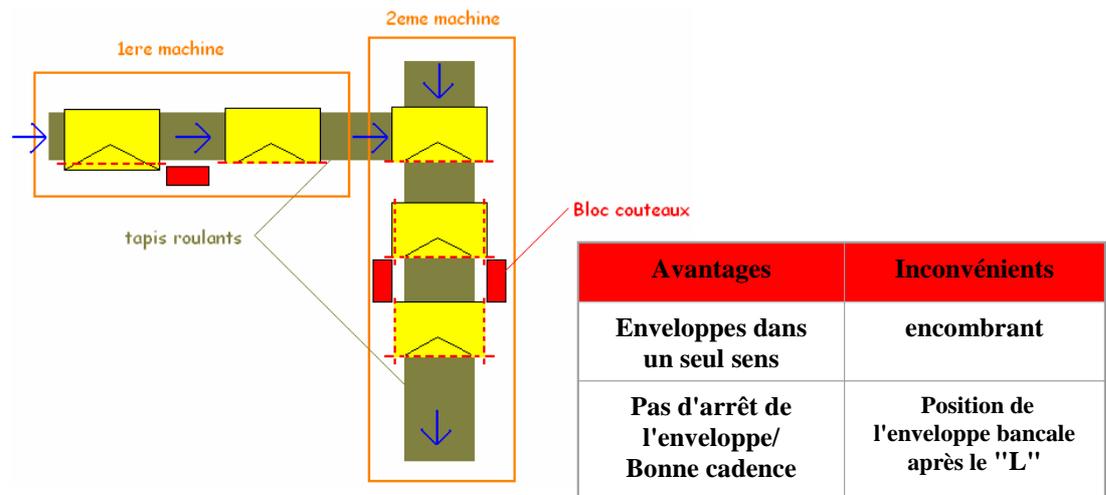
1.2.4.3.	<i>Les arbres</i>	103
1.2.4.4.	<i>Guidages</i>	106
1.2.5.	Rouleau à succion.	108
1.2.5.1.	<i>Machine d'origine</i>	108
1.2.5.2.	<i>Nouvelle conception.</i>	110
1.2.5.3.	<i>La pneumatique.</i>	112
1.2.5.4.	<i>Dimensionnement de l'ensemble rouleau à succion.</i>	112
1.2.5.4.1.	Rouleau externe	113
1.2.5.4.2.	Rouleau interne	113
1.2.5.4.3.	Courroies.....	114
1.2.5.4.4.	Engrenages.....	115
1.2.5.5.	<i>Positionnement</i>	115
1.2.6.	Evacuation / Comptage / Détection.	118
1.2.6.1.	<i>Evacuation.</i>	118
1.2.6.1.1.	Les courroies.....	118
1.2.6.1.2.	Les ressorts	120
1.2.6.2.	<i>Comptage / Détection</i>	121
1.2.6.2.1.	Principe du capteur	122
1.2.6.2.2.	Montage	125
1.2.7.	Le bâti.	127
1.2.7.1.	<i>Le carter.</i>	127
1.2.7.1.1.	La plaque	127
1.2.7.1.2.	Les bâtis latéraux	128
1.2.7.2.	<i>La table</i>	130

1.2.8.	Pneumatique.....	133
<i>1.2.8.1.</i>	<i>Turbine.</i>	<i>133</i>
<i>1.2.8.2.</i>	<i>Ventouses.</i>	<i>133</i>
1.2.8.3.	<i>Rouleau à suction.....</i>	138
<i>1.2.8.4.</i>	<i>Schéma général.....</i>	<i>138</i>
1.2.9.	Partie électrique.....	140
1.2.10.	Engrenages.	146

1.2.1. Recherche de solutions.

Pour trouver des idées pour la coupe du côté longitudinal, nous avons convoqué quelques élèves, professeurs et personnel non enseignant de l'école. Après une présentation de la machine et de ce que nous voulions faire nous avons mis en commun les différentes idées. Voici celles que nous avons étudiées :

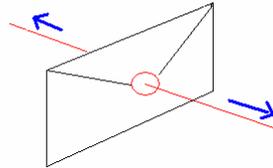
- a) Couplage des deux machines existantes (machine découpant un seul côté + Extractor 2002). Lien des deux machines par un circuit de l'enveloppe en forme de « L » et grâce à deux tapis roulants.



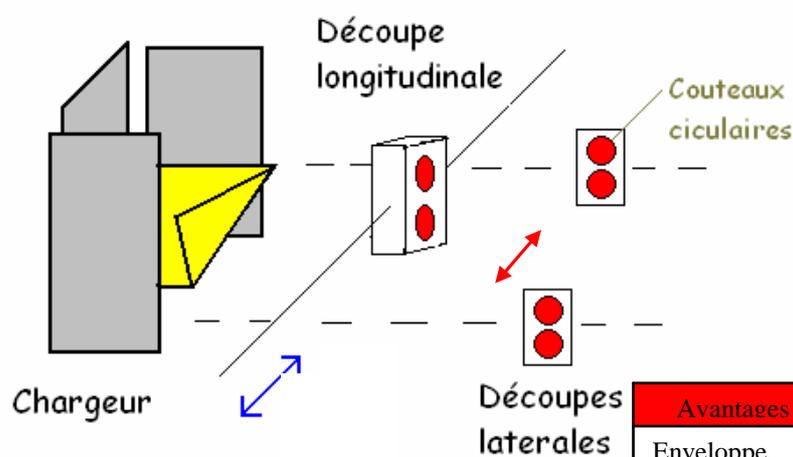
Les 4 systèmes suivantes étaient trop complexes :

- b) Découpe laser : refusé pour problèmes de place et d'argent.
- c) Attaque chimique : refusé parce que pouvait abîmer le courrier.
- d) Découpe à eau : refusé pour problèmes de place et d'argent.
- e) Découpe à ultrason : refusé parce que trop cher.

- f) Arrachage des deux côtés de l'enveloppe avec des ventouses permettant de déchirer l'enveloppe et de sortir le courrier. Mais le problème est qu'il est difficile d'avoir le contrôle sur le courrier pour le récupérer.



- g) Découpe du 3ème coté après la découpe des deux côtés latéraux. Afin de ne pas stopper le mouvement de l'enveloppe, la lame pourrait se déplacer en même temps que l'enveloppe. La lame se déplacerait donc en diagonale alors que le courrier avancerait droit.
- h) Position fixe de l'enveloppe. Tout le travail est effectué par des couteaux qui sont en mouvement.
- i) Un troisième couteau circulaire, identique aux deux existants qui se déplace :

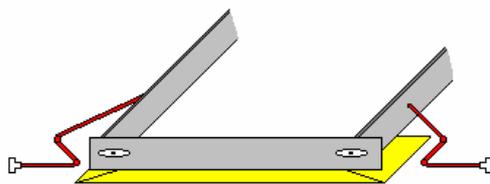


Avantages	Inconvénients
Enveloppe dans un seul	Stopper l'enveloppe
Deux découpes dans l'action aller-retour	Encombrant

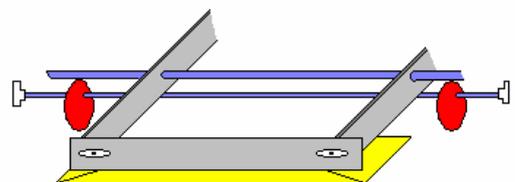
Pour bouger le couteau longitudinalement il fallait un système bielle - manivelle qui prenait trop de place à cause de la distance qu'il devait réaliser (un peu plus que la largeur de l'enveloppe). L'autre problème de cette solution est qu'il faut respecter la cadence, ce que ne nous permet pas l'arrêt de l'enveloppe.

j) Une presse qui découpe trois côtés :

Une presse en forme de « U » composée de trois lames que descend pour couper les trois côtés en même temps.



**Presse avec système
bielle-manivelle**

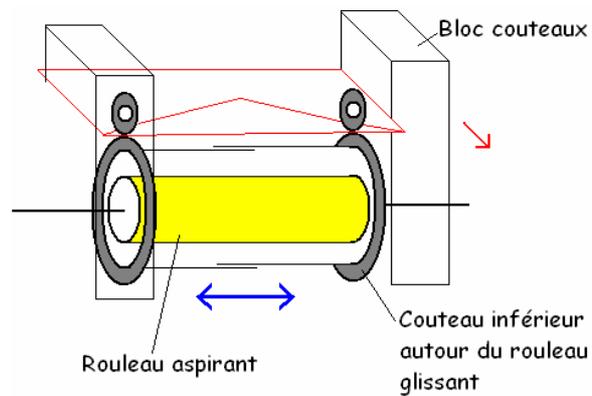


**Presse avec système de
came ou excentrique**

La presse présente des problèmes de place, de respect de la cadence mais aussi de stabilité, de poids et de réglage pour les différents types d'enveloppes.

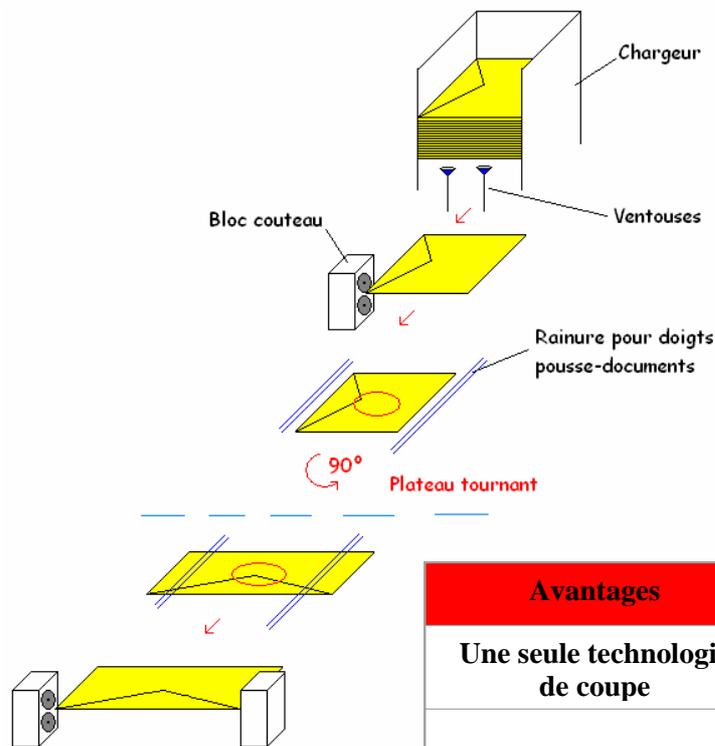
- k) Un même cylindre fait les trois coupes en mettant trois lames sur le rouleau aspirant. Il faudrait donc réussir à positionner le début de l'enveloppe parfaitement, ce qui est déjà le problème de la machine d'origine.
- l) Après la zone de stockage, nous aurions pu faire tomber la lettre à un 1^{er} niveau pour faire une coupe puis faire tomber la lettre à un 2^{ème} niveau pour pouvoir couper les deux côtés comme la machine déjà existante. Le problème était que la maîtrise du passage d'un étage à l'autre était relativement difficile.

m) Pour gagner du temps pour la découpe du côté longitudinal, il était possible de couper les deux côtés de l'enveloppe sur le rouleau aspirant. Cela aurait été un rouleau glissant (afin de régler la coupe dépendant de la taille de l'enveloppe). Les couteaux auraient été circulaires, placés aux extrémités du rouleau et auraient servi de couteaux inférieurs du bloc couteaux.



Ce système nous posait des problèmes au niveau des pertes de charges (pneumatique), de l'évacuation des copeaux et de l'intégration du couteau sur le rouleau.

- n) Trois blocs de couteaux fixes et identiques à ceux de la machine d'origine : en chargeant les enveloppes dans un sens différent de celui de la machine d'origine (comme sur le dessin), un côté aurait été coupé puis il y aurait un plateau rotatif pour faire pivoter l'enveloppe 90°. Celle-ci serait alors prête à avancer vers les couteaux comme elle le fait actuellement. Profitant du fait que nous avons besoin d'une pompe à vide, nous avons prévu une aspiration au centre du plateau afin de plaquer l'enveloppe.



Avantages	Inconvénients
Une seule technologie de coupe	Plateau rotatif
	Arrêt/ Respecter la cadence

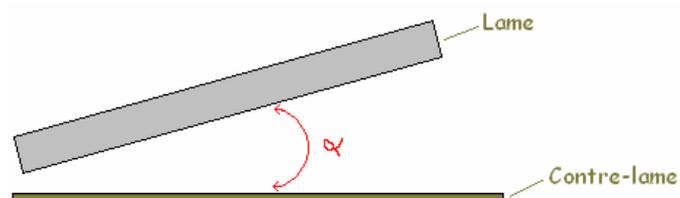
o) Massicot ou cisaille à la sortie du chargeur des enveloppes : il s'agit de l'idée que nous avons choisie.

Nous avons particulièrement développé cette idée en réfléchissant aux différents types de lames utilisables, mais aussi aux différentes manières de l'intégrer à la machine.

- **Différents types de lames**

En résumé, sachant que pour couper du papier le massicot doit descendre avec un certain angle pour avoir une découpe optimale et qu'il doit être tout le temps en contact avec la contre-lame pour garder un fil de coupe, nous avons tenu compte de trois modèles de lames :

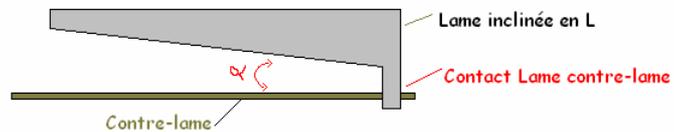
a) *Une lame droite* positionnée diagonalement pour réussir l'angle souhaité α :



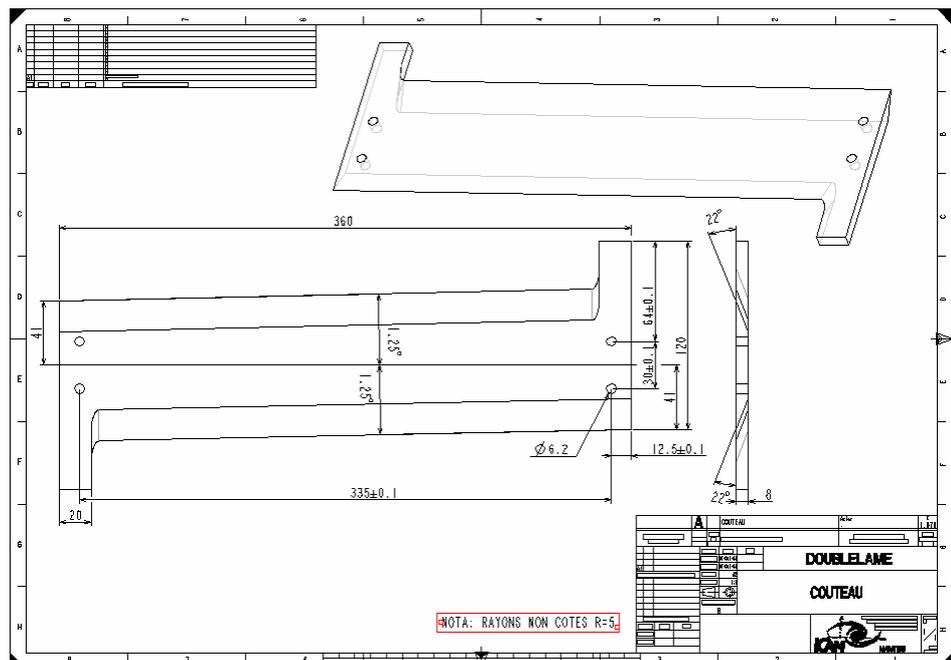
b) Une lame en « L » inclinée :

D'après M. Tournerie, notre client, il était nécessaire d'avoir un contact constant entre la lame de la cisaille et la contre-lame, afin de conserver le fil de coupe lors de la découpe.

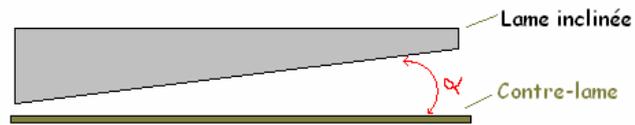
Grâce à la forme en « L » de notre lame, la petite patte non affûtée de la cisaille sera toujours en contact avec la contre-lame.



Dans les trois cas précédents nous avons considéré la possibilité du double affûtage de façon à ce qu'il soit possible de tourner la lame quand celle-ci est abîmée. Finalement cette solution revenait plus chère que d'acheter deux lames standards, donc nous avons pris l'affûtage simple. Voici l'exemple de la lame en « L » avec le double affûtage :



a) *Une lame inclinée de l'angle souhaité :*



Ce type de lame a pu être observé sur une machine de la société Ouest MMC. Celle-ci avait une cadence d'environ 30000 découpes par heure et était très fiable.

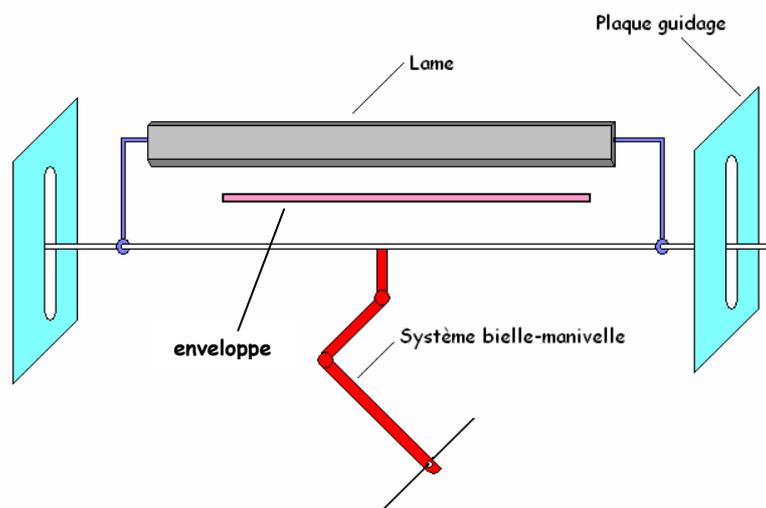
La contre-lame doit aussi être montée sur ressort pour avoir un fil de coupe constant.

Nous avons finalement retenu ce type de lame pour sa simplicité de montage, son coût (lame standard) et sa fiabilité.

- **Différents systèmes.**

a) *Système bielle - manivelle au centre :*

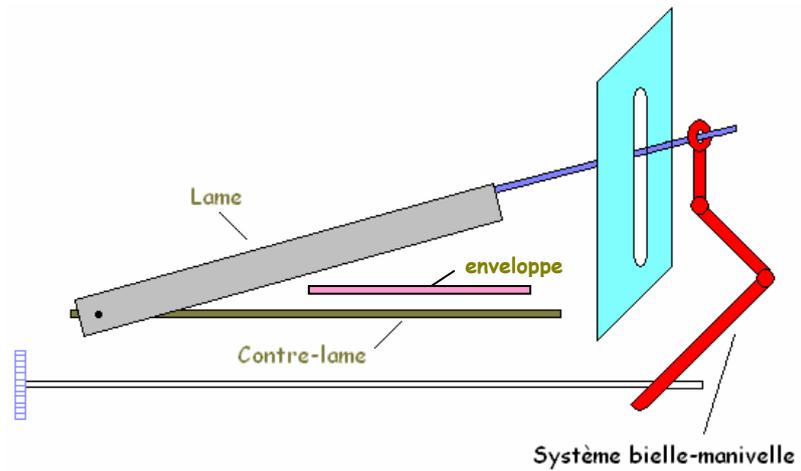
La lame est en glissière et ne fait qu'un mouvement de montée et de descente vertical.



Ce système était trop encombrant et peu stable. Vu la position du système bielle-manivelle, la lame aurait pu s'arc-bouter dans le guidage en translation.

b) Lame fixe dans un côté : *Massicot*.

La lame est en pivot.



Ce système était trop encombrant et la course du massicot devait être trop grande pour qu'une lettre de 6mm d'épaisseur puisse être mise en place entre la lame et la contre-lame.

c) *Système par came*:

Les lames de massicots coupant du papier ont en général un angle de 1,25 à 1,5°. Nous avons choisi d'en prendre une à 1,25°.

Après avoir choisi une lame standard, nous avons dimensionné une came permettant d'avoir le mouvement de lame désiré.

Grâce au dimensionnement de la pente du massicot, ainsi que de sa forme générale, nous pouvions en déduire la course du massicot.

Longueur du massicot : $L_m = 350\text{mm}$

Epaisseur maximale de l'enveloppe :

$e = 6\text{mm}$

Ainsi,

$$c_m = e + L_m \times \tan(1.25)$$

$$c_m = 13,64$$

Nous avons donc prit une course de massicot légèrement supérieure, soit :

$$c_m = 16\text{mm}$$

Afin de pouvoir déterminer la forme de la came, il était nécessaire de déterminer l'accélération lors de la rotation.

$$T = \frac{\psi}{360} \times 0.5$$

ψ : [degré]

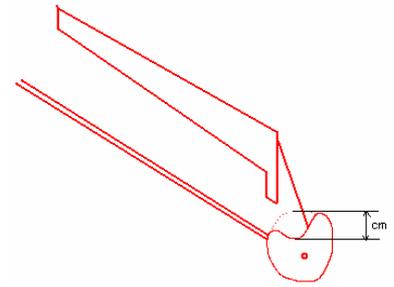
$$T = 0.132\text{s}$$

Si t est le temps nécessaire à la coupe, sur un cycle.

Alors,
$$l = \frac{1}{2} \alpha \times t^2$$

$$\alpha = \frac{2 \times l}{t^2}$$

$$\alpha = 14,705\text{m/s}^2$$



Dimensionnement des galets :

$$\Sigma F = m \cdot \alpha$$

Ici, nous avons pris un poids de 5kg pour le massicot.

$$\Sigma F = 5 \cdot 14.705$$

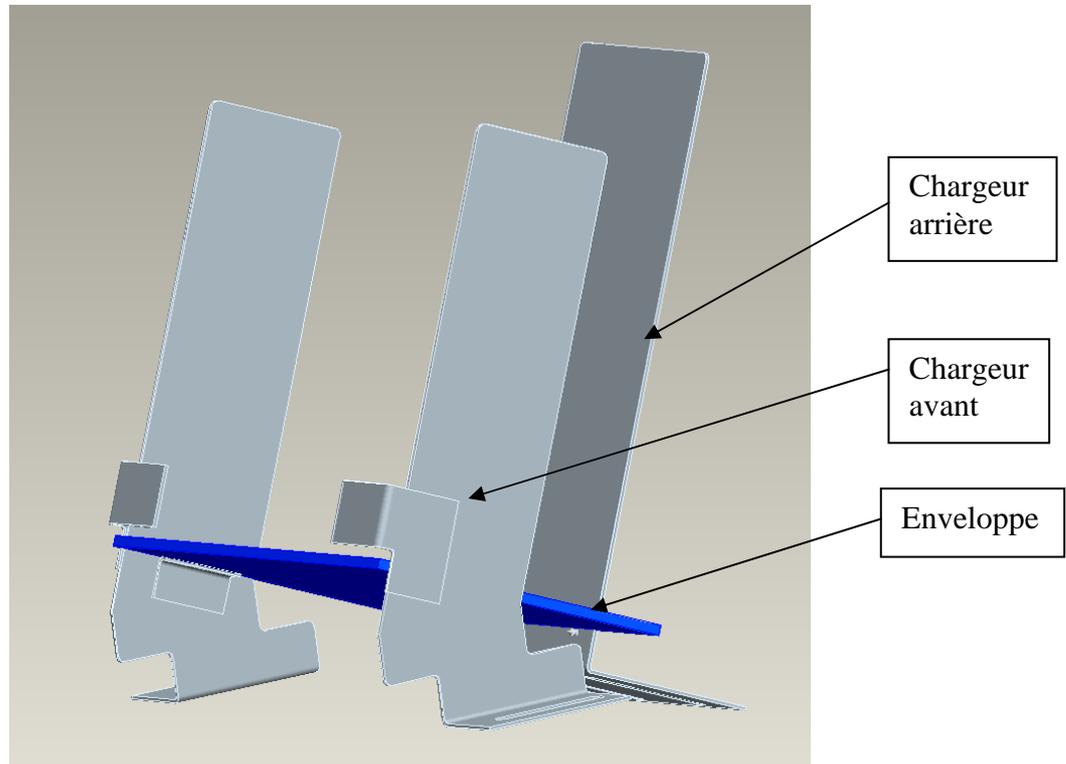
$$\boxed{\Sigma F = 73525N}$$

Afin de supporter cette charge, nous avons dimensionné un galet de came.

Nous en obtenions alors un trop encombrant ou alors nous devions prendre une came trop grande. Nous n'en avons pas la place.

Ainsi, nous avons finalement opté pour un système d'excentriques.

1.2.2. Chargeur



Choix de la matière : inox pour éviter l'oxydation à long terme

Epaisseur de tôle : 1,5 mm

1.2.2.1. *Arrière chargeur*

Le chargeur arrière a été incliné de 22° afin que les ventouses puissent prendre l'enveloppe perpendiculairement et ainsi bien les aspirer.

Deux rainures (arrondies pour faciliter l'usinage) ont été usinées afin d'assurer un bon guidage avant/arrière du chargeur. Celles-ci sont accompagnées de deux boutons étoilés pour faciliter leur manipulation.

Ces boutons sont vissés dans des riveklés emmanchés à forces dans le bâti.

Deux vis à tôle sont vissées dans le chargeur pour soutenir les enveloppes. Elles ne dépassent que de quelques millimètres pour que les enveloppes soient facilement aspirées par les ventouses.

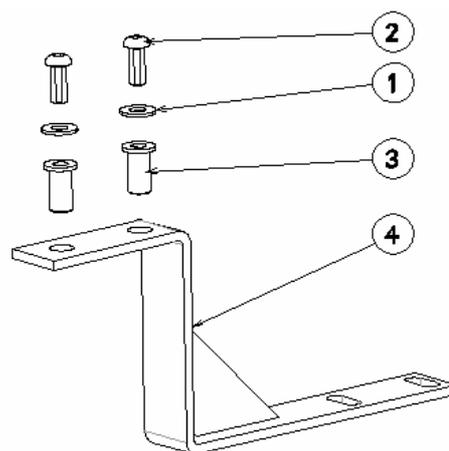
1.2.2.2. Chargeurs de côté

La découpe de ceux-ci peut sembler quelque peu spéciale, mais nous avons essayé de concevoir en utilisant le moins de matière possible afin de réduire le poids et les coûts au maximum.



Ces plaques de côtés sont reliées aux supports couteaux par une tôle d'acier d'épaisseur 4mm. Grâce à ce système, le réglage des chargeurs et des couteaux se fait simultanément.

- 1- rondelle M6
- 2- vis CBPHC M6x16
- 3- écrou noyé avec tête plate
- 4- raccord couteau-chargeur



Sur les chargeurs se trouvent deux rainures afin de bien les guider en translation et deux autres sont faites dans l'autre sens sur la plaque de liaison côté couteaux. Ainsi, il peut s'effectuer un réglage dans les deux sens afin qu'au montage il n'y ait pas de problème.

Des riveklés sont placés sur cette plaque de liaison afin de faciliter la fixation chargeur/liaison et support couteaux/liaison.

Par ailleurs, de petites ailettes sont soudées à l'intérieur de chaque côté du chargeur pour soutenir les enveloppes. Elles sont, elles aussi, orientées de 22° par rapport à la verticale pour que le courrier soit pris de façon bien perpendiculaire par les ventouses.

1.2.3. Came – ventouses – massicot

1.2.3.1. Système came – doigts

1.2.3.1.1. La came poire

Contrairement à la machine déjà existante (Extractor 2002), nous voulons que les ventouses ne soient en mouvement que durant une période déterminée.

Ainsi, nous avons décidé que le moment de montée et descente des ventouses correspondrait à 140° .

$$\beta = 140^\circ$$

Pour trouver un mécanisme capable de n'actionner les ventouses que sur une petite période, nous avons décidé de conserver le système de came-galet déjà utilisé, tout en changeant la forme de la came. La précédente était cylindrique, de type excentrique, la nouvelle est de la forme d'une poire.

Afin de déterminer la forme de la came, il était nécessaire d'en connaître son accélération.

Plus l'accélération est constante et mieux se porte le galet qui se promène dans la rainure, ses efforts en étant plus faibles.

Le temps nécessaire à une rotation de la came est de 0,5 seconde. Etant donné qu'au maximum de ses capacités la machine pourra ouvrir 7200 enveloppes de l'heure.

$$T = \frac{\beta}{360} \times 0.5$$

$$T = 0,194 \text{ s}$$

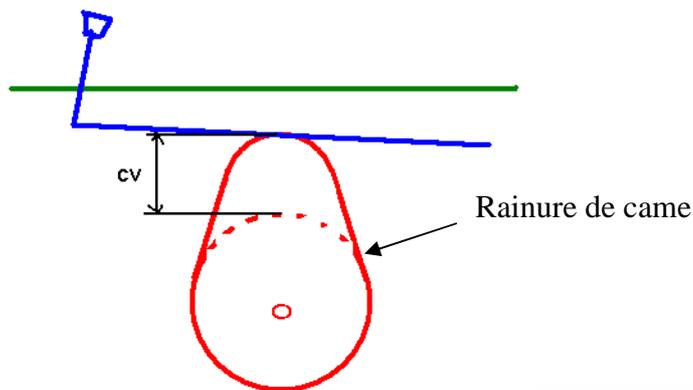
α : [m/s ²]
t : [s]
R _{min} : [m]

De plus, $l = \frac{1}{2} \alpha \times t^2$
 $\alpha = \frac{2 \times l}{t^2}$

$\alpha = 12,696 \text{ m/s}^2$

L'accélération du galet est de $12,7 \text{ m/s}^2$

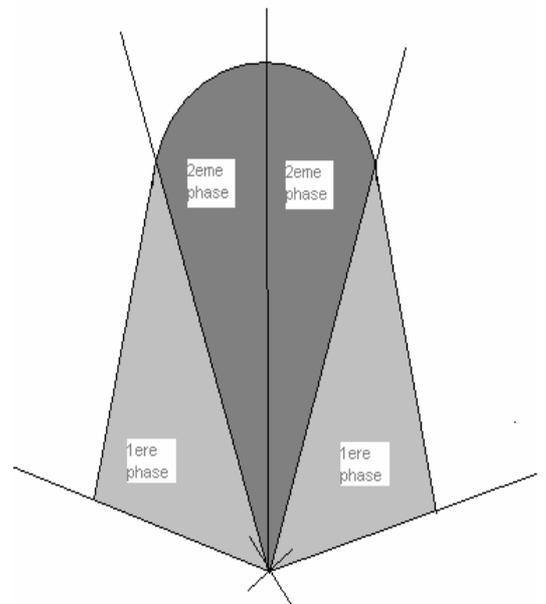
On prend une course de galet de came dans la rainure de $c_v = 30 \text{ mm}$.

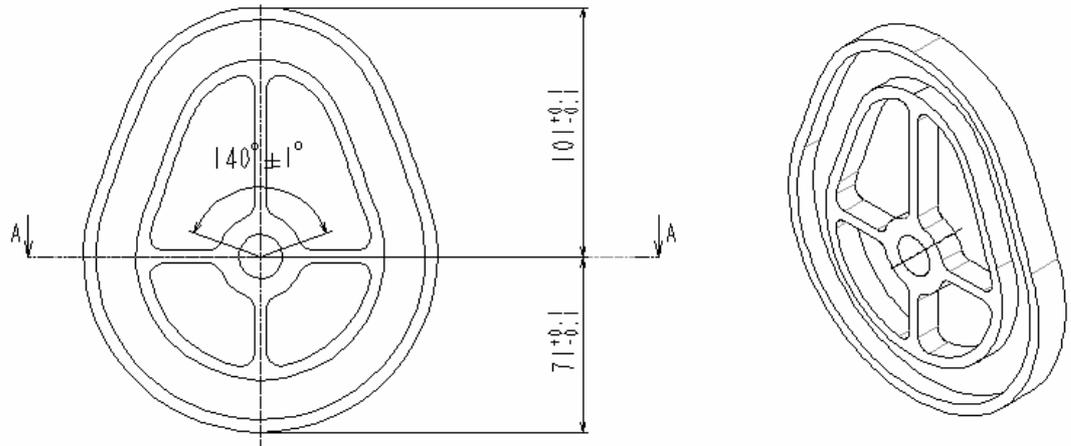


On peut en déduire la forme de la trajectoire du milieu de la rainure :

$l = \frac{1}{2} \times \alpha \times t^2 + R_{\min}$ 1ere phase

$l = c_v + \frac{1}{2} \times \alpha \times \left(\frac{T}{2} - t\right)^2 + R_{\min}$ 2eme phase





La came est en Acier 42CrMo4, zinguée pour éviter l'oxydation et trempée au niveau de la rainure de came pour obtenir une dureté de 60 HRc (dureté Rockwell). Cette trempe augmentera la capacité du matériau à résister à l'usure et à l'érosion.

Afin d'alléger la came, nous avons décidé de trouser plusieurs parties de celle-ci comme vous pouvez le voir sur le schéma ci-dessus.

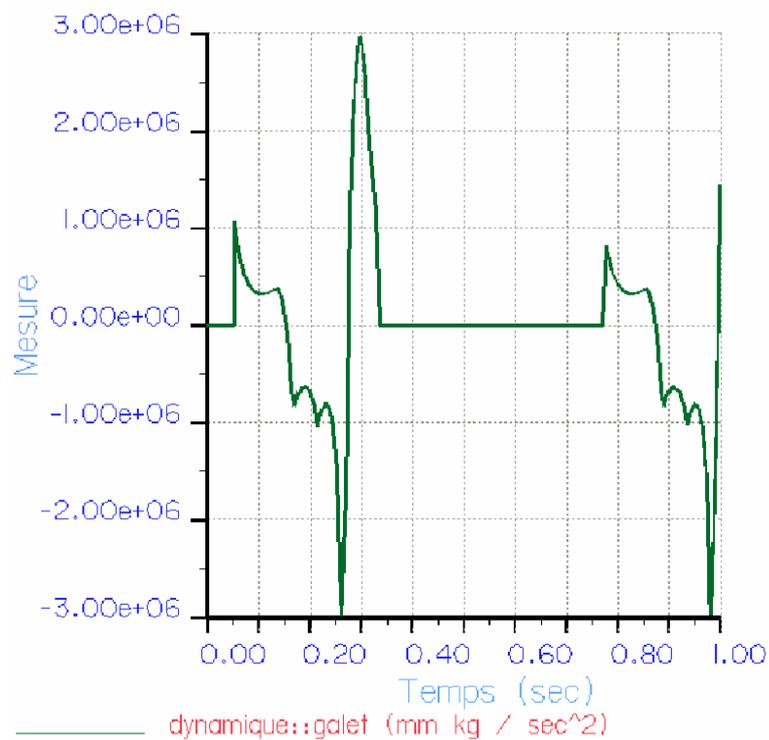
Par ailleurs, nous avons choisi un moyeu pour fixer la came sur l'arbre, afin de pouvoir faire un réglage précis de la came par rapport aux doigts et au massicot. Grâce à ce moyeu, il nous sera possible lors des essais sur la machine de rectifier de quelques degrés l'angle de la came.

1.2.3.1.2. Dimensionnement du galet

Avec le logiciel Pro Engineer, nous avons calculé la force normale qu'exerçait la came sur le galet:

Si l'on considère que les frottements du galet contre la came sont négligeables, la force tangentielle est nulle.

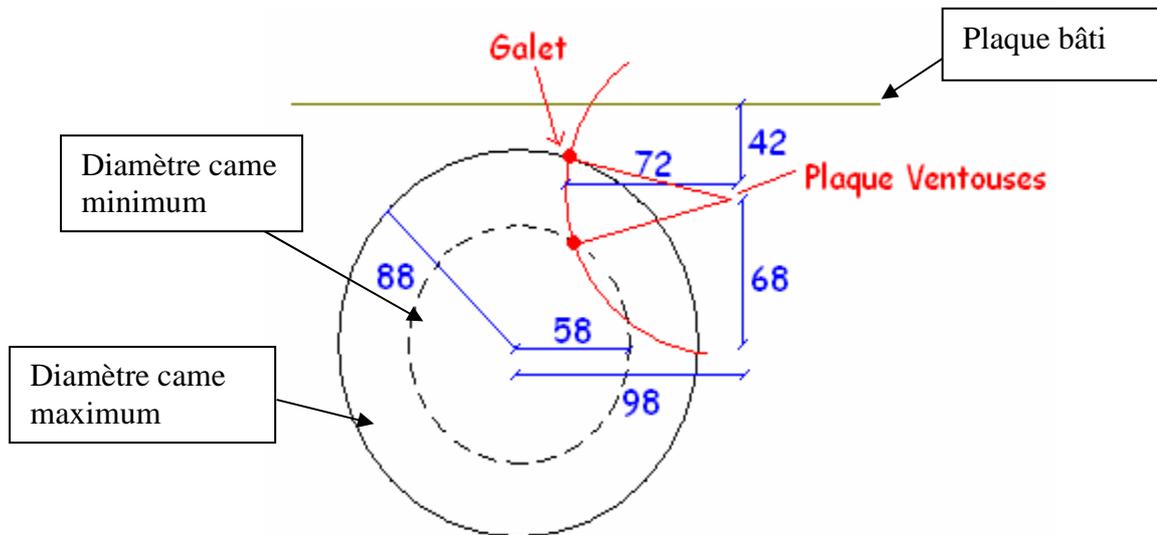
FORCE NORMALE DU GALET DE CAME SUR LA RAINURE



La force normale maximale est de 3.106mN/s^2 , soit $3\,000\text{ N/s}^2$.

Nous pouvons constater que contrairement à notre calcul précédent, la force n'est pas constante car l'accélération ne l'est pas.

Cela est dû au fait que le galet de came ne se déplace pas sur une droite mais sur un arc de cercle.



Nous avons choisi le galet en fonction de la charge dynamique, statique, de la vitesse de rotation admissible ainsi que des dimensions et nous sommes arrivées au galet de type suivant :

Fournisseur : fillon-fauconnet

référence : KR16PP

cf devis

1.2.3.1.3. La longueur des doigts

Pour calculer la longueur des doigts, nous devons prendre en compte à la fois les dimensions de la plus grande enveloppe et les dimensions de la plus petite :

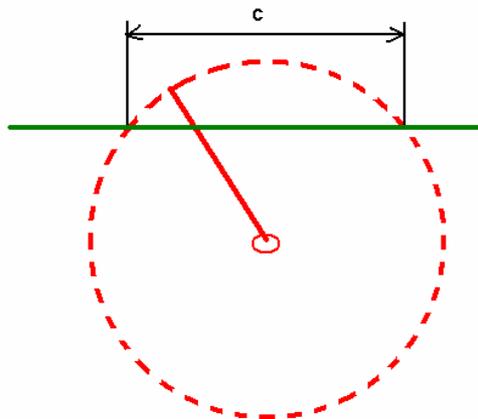
dimensions de l'enveloppe maximale	
largeur l1 (mm)	162
longueur L (mm)	229

dimensions de l'enveloppe minimale	
largeur l2 (mm)	110
longueur L2 (mm)	100

Afin de dimensionner la longueur des doigts, il suffit de connaître la longueur de la poussée nécessaire des doigts pousse-documents. Selon les dimensions des enveloppes que Ouest MMC nous a donné, le calcul de la poussée minimale est relativement aisé.

Suite à cela, la course des doigts pousse-documents minimale est de :

$$c=(l_1-l_2)+50$$



Les 50mm ont été rajoutés car il est nécessaire de pousser sur environ 50mm l'enveloppe, après sa découpe pour arriver aux couteaux circulaires.

$$c=106\text{mm}$$

Il a été nécessaire de poser la longueur du doigt pousse-document que nous souhaitons afin de partir d'une valeur et de pouvoir en déduire les autres. Ainsi, après plusieurs essais, nous avons choisi de prendre une longueur de doigt de $R=144\text{mm}$, ainsi que de positionner l'arbre à $L=110\text{mm}$ en dessous du socle.

Ainsi, la course de l'enveloppe poussée par le doigt sera de :

$$c'=2\times\sqrt{R^2-L^2}$$

$$c'=153,05\text{ mm}$$

Nous avons donc une marge de $c'-c=153.05-106=47.05\text{mm}$

Cette sécurité permettra aux enveloppes d'être poussées de $47/2=23.5\text{mm}$ plus loin que les couteaux circulaires, quelque soit leur dimension.

Cette course représente donc une certaine partie de la rotation de l'axe, soit :

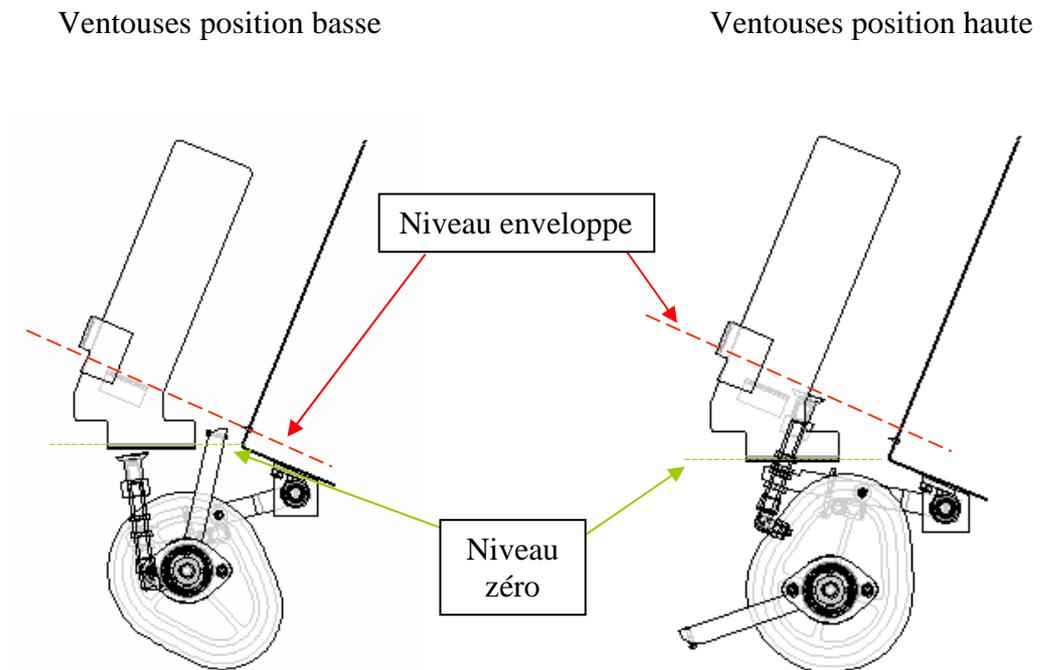
$$\theta=2\times\arctan\left(\frac{c'}{L}\right)$$

$$\theta=108,59^\circ$$

1.2.3.2. Dimensionnement de la partie « ventouses »

Concernant le dimensionnement de la plaque des ventouses et des rallonges pneumatiques, nous avons pris en compte plusieurs paramètres :

- les ventouses doivent redescendre d'environ 5mm en dessous du bâti
- elles doivent prendre les enveloppes perpendiculairement
- elles doivent aspirer les enveloppes à un minimum de 50mm du bout de tout type de lettre
- elles doivent monter d'environ 5mm plus haut de la pile d'enveloppes pour permettre une bonne prise



NB : Le niveau 0 correspond à l'endroit où les enveloppes sont déposées.

La plaque est montée sur un arbre en pivot, serrée grâce à une goupille $\varnothing 5\text{mm}$ dans laquelle est insérée une goupille de $\varnothing 3\text{mm}$ afin que le serrage soit parfait.

Les ventouses sont des ventouses papier de 30 mm de diamètre en caoutchouc naturel afin de résister à une éventuelle abrasion du papier.

1.2.3.3. Le système lame/contre-lame

Connaissant les degrés nécessaires à l'utilisation des ventouses, ainsi qu'à la poussée par les doigts pousse-document, il est facile d'en déduire combien de degrés sont encore disponibles pour la découpe au massicot.

$$\psi = 360 - \theta - \beta - \text{sécurité}$$

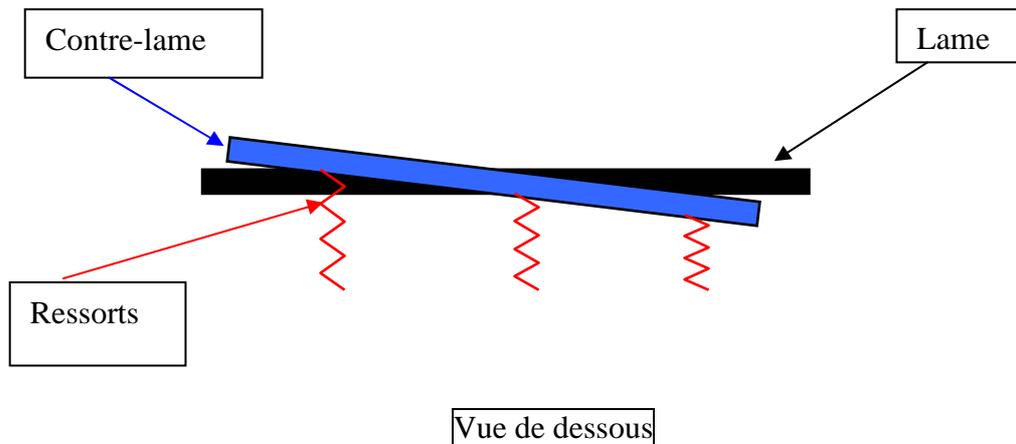
$$\psi = 95^\circ$$

Afin d'avoir une sécurité, nous avons choisi de prendre un angle de 95° au lieu de $111,411(\psi = 360 - \theta - \beta)$.

Ainsi, nous avons un angle de sécurité de $111 - 95 = 16^\circ$.

Au départ, nous étions partis sur un massicot en L afin que la lame soit toujours en contact avec la contre-lame. Ensuite, après nous être renseignées, nous avons trouvé un système moins coûteux car celui-ci nous permettait de prendre une lame standard et tout aussi performant.

Pour ce qui concerne la contre-lame, grâce à un système ressort/vis de réglage, la lame n'a plus besoin d'être toujours en contact avec la contre-lame. Les ressorts, placés derrière la contre-lame, la poussent continuellement et les vis de réglage placées devant celle-ci permettent de la positionner en biais. Ce qui fait que lorsque la lame rentre en contact avec la contre-lame, elle repousse celle-ci et conserve ainsi le fil de coupe.



1.2.3.3.1. La lame

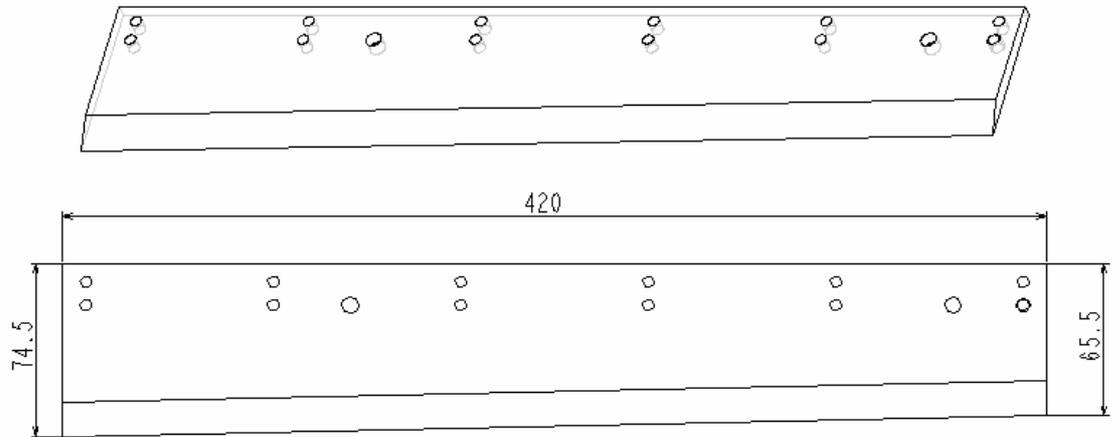
Choix de la lame :

Type de lame	Durée de vie	Temps de montage	Prix en €
Acier			
Acier rapide	10 fois plus que l'acier	4 fois plus que l'acier	2 fois plus que l'acier
Carbure de tungstène	15 fois plus que l'acier	10 à 15 fois plus que l'acier	3 fois plus que l'acier

Nous avons choisi une lame en acier rapide, car la durée de vie était nettement plus importante que celle de l'acier. Cependant nous n'avons pas pris la lame en carbure de tungstène car elle était nettement plus chère, et son temps de montage était trop long.

Les lames de massicots coupant du papier ont en général un angle de 1,25 à 1,5°. Nous avons choisi d'en prendre une à 1,25°.

Nous avons choisi une lame de 420mm la longueur, car l'intérieur de notre machine mesure 440mm. Comme vous pouvez le voir ci-dessous, le côté gauche de la lame est plus grand que le côté droit. Ainsi, nous pouvons faire descendre la lame de façon verticale. Nous pouvons donc avoir deux bielles de même longueur.



1.2.3.3.2. L'excentrique

Comme vous avez pu le lire au début du mémoire, lors de notre recherche de solutions, nous pensions nous servir d'une came en forme de cœur pour avoir une très petite course et ne couper que pendant 95° . Cependant la vitesse de rotation du moteur étant très élevée, les efforts sur le galet auraient été trop importants. Par conséquent, nous avons décidé de prendre un excentrique. La course du massicot est maintenant très grande, c'est à dire 80mm, mais les efforts sur l'excentrique ont été fortement diminués car il n'y a pas de discontinuité contrairement à la came en forme de cœur. Par conséquent, nous avons une accélération constante et donc une force très réduite.

Par ailleurs, étant donné que la lame descend droite sur la contre-lame, nous avons mis deux excentriques afin que les chocs sur ceux-ci soient réduits de moitié et que le système garde sa stabilité.

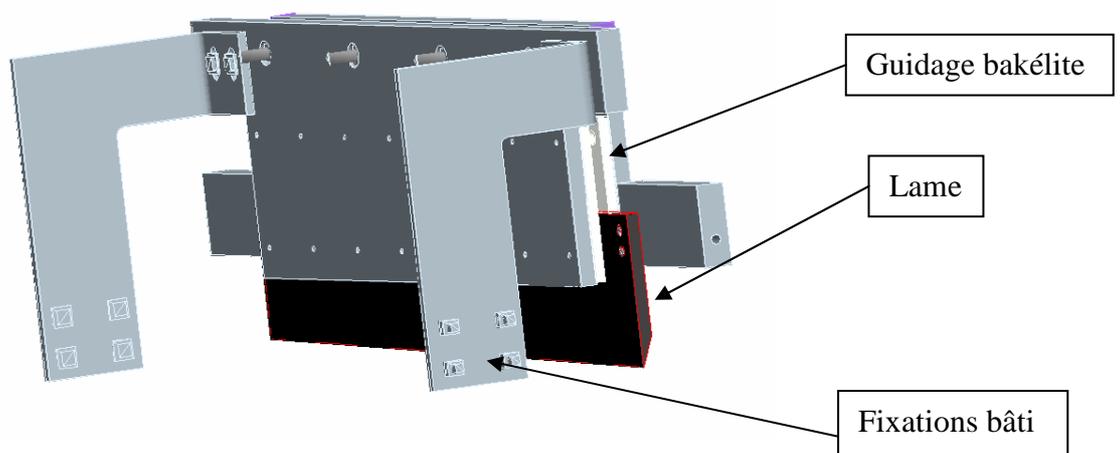
De la même façon que la came en forme de poire, les excentriques seront serrés sur un moyeu de serrage afin de pouvoir les régler symétriquement, le plus précisément possible, mais aussi de pouvoir les coordonner avec la came et les doigts.

Ces excentriques sont reliés à deux bielles par des paliers lisses à collerettes qui permettent d'entraîner la lame.

1.2.3.3.3. Le guidage de la lame

La lame étant très fragile et devant descendre de manière rectiligne ; son guidage, doit être parfait. Pour cela, nous avons choisi de mettre la lame dans une sorte de sandwich fixée sur le bâti, afin de la guider en translation. Une plaque de bakélite de chaque côté de la lame permet de ne pas l'abîmer et de la faire bien glisser.

De plus, pour qu'elle reste bien symétrique au centre de la machine, des petites plaques de côté sont mises le long des bielles.

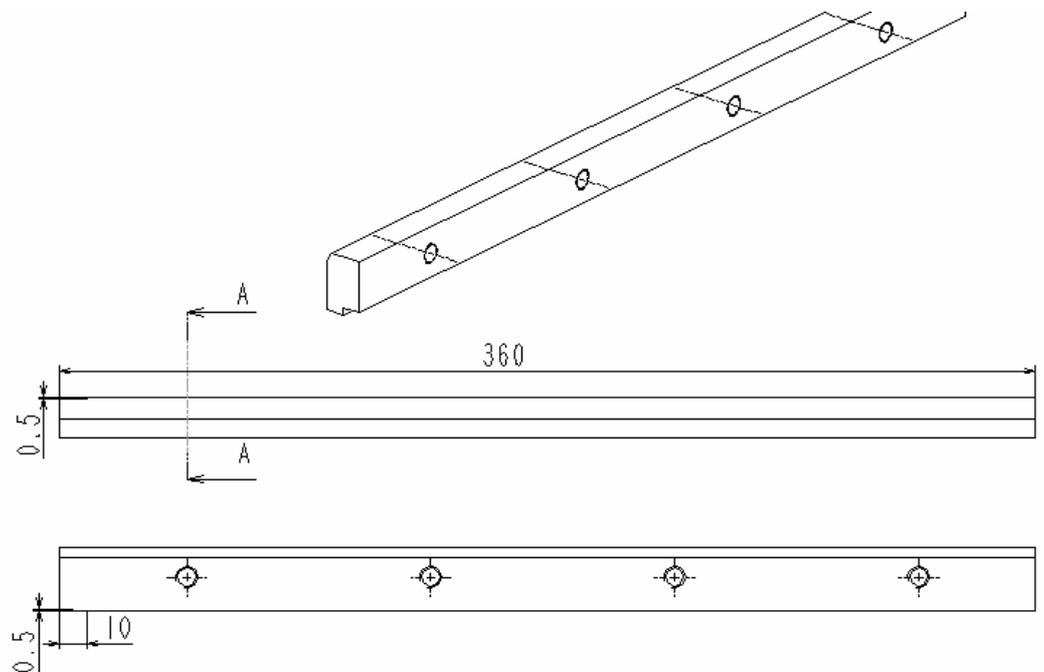


1.2.3.3.4. La contre-lame

Concernant la contre-lame, nous en avons pris une plus petite (360mm) car nous avons besoin d'un guidage en translation par rapport au bâti, et par conséquent de plus de place sur les côtés. Ce guidage est fait par un chariot de guidage linéaire miniature.

Notre contre-lame est fixée sur un support afin que les ressorts appuient sur celui-ci et que le chariot soit fixé dessus. Ils sont fixés entre-eux grâce à quatre vis de pression vissées par en-dessous.

Nous pouvons remarquer qu'au niveau du fil de coupe de la contre-lame, nous avons un petit chanfrein de 2° sur toute la longueur de celle-ci ainsi qu'un chanfrein de côté sur le début de la contre-lame. Le premier comme le second permettent à la lame de ne pas entrer en contact trop brutalement avec la contre-lame.

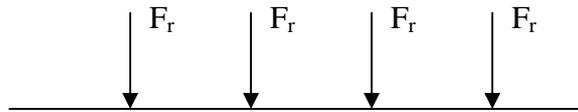


1.2.3.3.5. Choix du ressort pour le massicot

Pour pousser la contre-lame afin qu'elle reste en contact avec les vis de pression, nous avons utilisé des ressorts de compression standard en inox afin d'éviter toute oxydation.

Tout d'abord, nous avons posé une force de 140 N qui s'appliquerait sur la contre-lame lorsque la lame rentrerait en contact.

Etant donné que nous fixons quatre ressorts disposés uniformément et de façon régulière sur le support de la contre-lame, la force qui s'applique sur chaque ressort est de 35N.



k : raideur du ressort en N/mm

F_r : force du ressort en N

Nous choisissons un ressort Vanel de longueur libre $L_b=10\text{mm}$ et de longueur à bloc maximale $L_{\text{max}}=4.9\text{mm}$.

$$f = L_b - L_{\text{max}} = 10 - 4.9 = 5.1\text{mm}$$

$$k = \frac{F_r}{f} = 35 / 5.1 = 6.86\text{N/mm}$$

$$k \approx 7\text{N/mm}$$

$$k \approx 0.7\text{daN/mm}$$

Le ressort doit donc avoir une raideur minimale de 0.7N/mm.

Nous avons donc choisi un ressort Vanel de raideur 0.729daN/mm.

$L_{\max} = 10\text{mm}$ $L_{\min} = 4.9\text{mm}$ $D_{\text{ext}} = 9\text{mm}$ $D_{\text{fil}}=0.9\text{mm}$

1.2.3.4. Machine globale

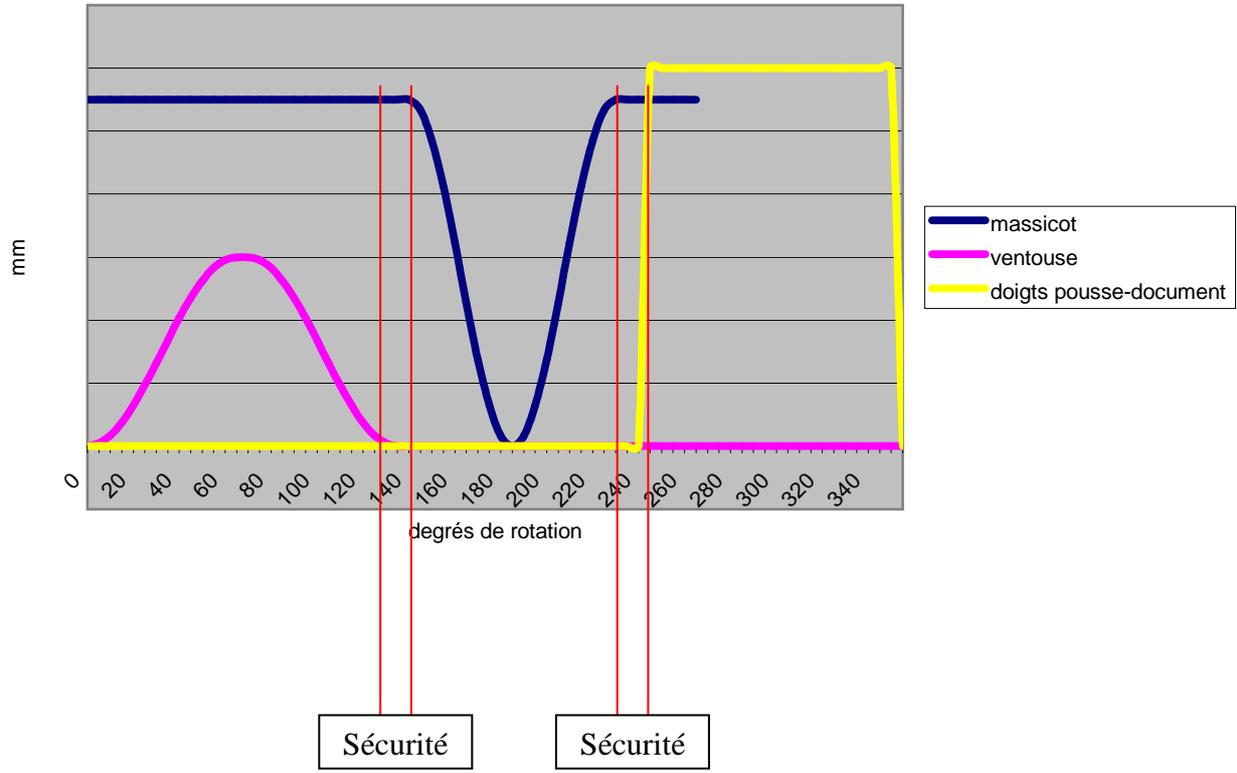
La difficulté du système came/doigts/ventouses/massicots a été le bon dimensionnement pour les différents types d'enveloppes.

Les différents paramètres à prendre en compte :

- La longueur des doigts par rapport au positionnement de l'arbre du massicot
- La position de l'arbre de la came par rapport à la plaque des ventouses
- Le bon positionnement des enveloppes correspondant à la descente du massicot
- La prise des enveloppes par les ventouses au bon endroit
- La symétrie des ventouses par rapport au centre de la machine
- La symétrie des doigts par rapport au centre de la machine
- La longueur de la plaque suivant l'angle nécessaire des ventouses

La corrélation des actions sur 360°

CORRELATION DES ACTIONS



1.2.4. Découpes latérales

Le système de découpe des 2 cotés latéraux de l'enveloppe était relativement performant. Ainsi, nous en avons gardé l'idée principale.

Il a tout de même fallu changer quelques petits aspects. En effet, les pièces des couteaux de la machine d'origine américaine étaient très onéreuses, non-standards et il n'était pas possible de déplacer simultanément les deux blocs couteaux. Comme demandé dans le cahier des charges, notre client souhaitait que l'opérateur n'ait qu'un minimum de réglage à effectuer.

1.2.4.1. *Réglage simultané des couteaux*

Une manière facile de réaliser le réglage de la position des couteaux et qui prendrait le moins de place serait d'utiliser un système de 2 vis sans fin alignées, l'une avec un pas à gauche, l'autre à droite. Ainsi lorsque l'opérateur actionne la manivelle (cf. schéma 1), les deux blocs couteaux montés sur les vis, se déplacent en sens contraire, tout en étant symétrique par rapport au milieu.

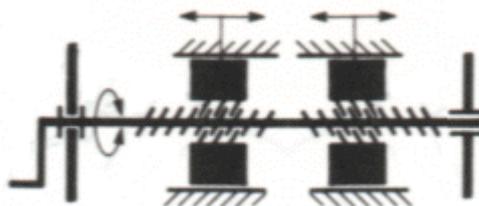


Schéma 1

Afin de guider linéairement les blocs couteaux, les couteaux sont actionnés par la fameuse double vis sans fin, mais aussi par un arbre cannelé lorsque la machine est en mode « arrêt ».

De plus, nous avons décidé, toujours dans le souci de réduire le nombre de manœuvres de l'opérateur, de lier le mouvement des blocs couteaux avec celui des cotés latéraux du chargeur. Cette liaison a déjà été abordée au chapitre « Chargeur ».

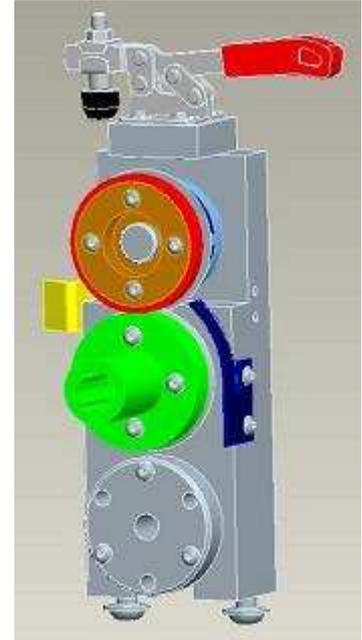


Schéma 2

Les deux blocs couteaux peuvent être soumis à des vibrations. Cela peut entraîner un décalage des blocs couteaux. Ainsi, pour éviter ce dérèglement, deux sauterelles sont fixées sur le dessus de ceux-ci. Une barre transversale fixée au bâti permet de serrer la sauterelle et fixer ainsi les blocs couteaux.

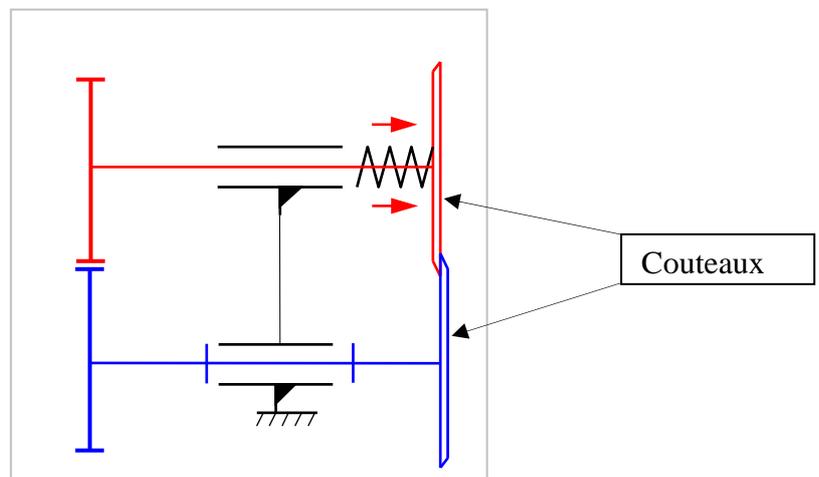
Lors d'un réglage, l'opérateur doit donc :

- i. Desserrer les sauterelles.
- ii. Tourner la manivelle pour faire translater les blocs couteaux.
- iii. Resserrer les sauterelles.

1.2.4.2. Les blocs couteaux

Etant donné que nous souhaitons une découpe latérale, c'est-à-dire que nous voulions que les blocs couteaux découpent les deux cotés de l'enveloppe en même temps, nous avons décidé de conserver le principe de la machine existante. Ainsi, les blocs couteaux sont toujours des blocs contenant deux couteaux circulaires chacun.

Ayant vu plusieurs types de couteaux circulaires, nous avons décidé qu'il était préférable de mettre un ressort sur l'une des lames de couteau. En effet, dans la même optique que le système de lame/contre-lame où il faut toujours garder le fil de coupe, nous voulions que les deux couteaux circulaires restent en contact permanent.



Afin d'avoir deux pivots parfaits, chacun d'entre eux est composé de deux roulements.

L'entraînement des couteaux est réalisé grâce à un arbre cannelé. Celui-là même qui permet aux deux blocs couteaux de se déplacer lorsque l'opérateur tourne

la manivelle de réglage de la position des blocs couteaux en position « arrêt » de la machine.

Ainsi, lorsque la machine est en marche, l'arbre cannelé est en rotation et transmet son mouvement au couteau inférieur par le biais d'une bague cannelée fixée sur celui-ci.

Cet arbre cannelé est lui-même entraîné en rotation par un pignon fixé à son extrémité, qui est mis en mouvement par le circuit de chaînes entraîné par le moteur.

Calcul des ressorts des couteaux.

- Ressorts originaux :

$$\varnothing_{fil} = 0,9mm$$

$$\varnothing_{ext} = 12mm$$

Ainsi,

$$\varnothing_m = \varnothing_{ext} - \varnothing_{fil}$$

$$\varnothing_m = 11,1mm$$

La longueur libre du ressort (longueur du ressort non comprimé) est de :

$$l_{lib} = 11mm$$

Lorsque le ressort est comprimé au maximum, il atteint la longueur de :

$$l_{bloc} = 3,4mm$$

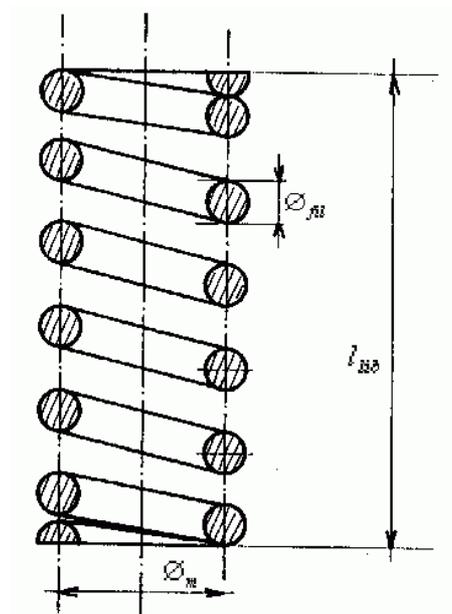


Schéma 3

Dans le montage, le ressort en compression ne peut pas avoir une longueur inférieure à :

$$l_{\text{blocmontage}} = 6,3\text{mm}$$

$$n = 1,5\text{spires}$$

Raideur du ressort :

$$k = \frac{G \times \varnothing_{\text{fil}}^4}{8 \times \varnothing_m^3 \times n}, \text{ G étant le module d'élasticité du ressort considéré ici comme étant}$$

en acier.

$$k = \frac{8000 \times 0,9^4}{8 \times 11,1^3 \times 1,5}$$

$$k = 0,320\text{daN} / \text{mm}$$

Efforts dans le ressort :

Le ressort est monté à :

$$l_{\text{mont}} = 6,3\text{mm}$$

$$l = l_{\text{lib}} - l_{\text{mont}}$$

$$l = 4,7\text{mm}$$

Ainsi :

$$P = k \times l$$

$$P = 0,32 \times 4,7$$

$$P = 1,5\text{daN}$$

Travail :

$$T_C = \frac{8 \times P \times \varnothing_m}{\pi \times \varnothing_{fil}^3}$$

$$T_C = \frac{8 \times 1,5 \times 11,1}{\pi \times 0,9^3}$$

$$T_C = 58,2 daN / mm^2$$

- Nouveaux ressorts

Or, sur nos nouveaux couteaux, nous avons les valeurs initiales suivantes :

$$\varnothing_{fil} = 1mm$$

$$\varnothing_{ext} = 14mm$$

$$l_{lib} = 20mm$$

$$l_{mont} = 10mm$$

Ainsi, nous avons :

$$\left. \begin{array}{l} \varnothing_m = \varnothing_{ext} - \varnothing_{fil} \\ \varnothing_m = 13 \end{array} \right| \left. \begin{array}{l} k = \frac{G \times \varnothing_{fil}^4}{8 \times \varnothing_m^3 \times n} \\ k = 0,162 daN / mm^2 \end{array} \right| \left. \begin{array}{l} P = k \times l \\ P = 1,62 daN \end{array} \right| \left. \begin{array}{l} T_C = \frac{8 \times P \times \varnothing_m}{\pi \times \varnothing_{fil}^3} \\ T_C = 53,63 daN / mm^2 \end{array} \right.$$

Ceci nous permet de déterminer le ressort à utiliser.

Nous avons donc choisit un ressort en compression Vanel C.140.100.0200A,

dont les caractéristiques sont :

$$\varnothing_{fil} = 1mm$$

$$\varnothing_{ext} = 14mm$$

$$l_{lib} = 20mm$$

$$k = 0,162 daN / mm^2$$

$$l_{bloc} = 5mm$$

1.2.4.3. Les arbres

Comme nous l'avons déjà expliqué auparavant, les deux grands axes principaux des découpes latérales sont :

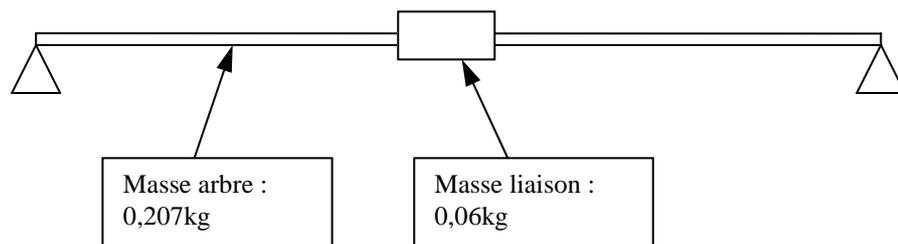
- i. double vis sans fin.
- ii. L'arbre cannelé.

Ces axes permettent donc de supporter les blocs couteaux, de les déplacer pour pouvoir découper les enveloppes selon leur format, mais aussi d'entraîner la rotation des couteaux circulaires.

Au début de notre étude, nous n'étions pas sûrs que ces arbres ne se déformeraient pas trop. Il nous aurait donc fallu ajouter un 3ème support à l'un des arbres : un palier auto-aligneur par exemple.

Flexion du système.

Afin de savoir s'il fallait ou non soutenir l'arbre des couteaux, nous avons pu modéliser l'arbre par le schéma suivant.



L'arbre a pour caractéristiques physiques :

$$l = 450\text{mm}$$

$$I = 1,25 \times 10^3 \text{ N} / \text{mm}^2$$

$$P = (2 \times 0,207 + 0,06) \times 10 = 4,75 \text{ N}$$

Les caractéristiques du matériau sont :

$$E = 210000MPa$$

Calculons la déformée de ce système.

$$f = \frac{P \times l^3}{48 \times E \times I}$$

$$f = \frac{4,75 \times (450)^3}{48 \times 210000 \times 1,25 \times 10^3}$$

$$f = 0,034mm$$

La flèche ou déformation de l'arbre est donc minime et peut être négligée. Il n'est donc pas nécessaire de renforcer l'arbre par un soutien quelconque.

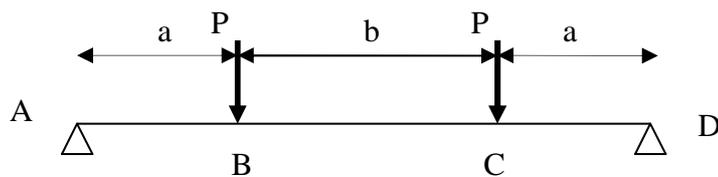
$$\sigma = \frac{Mf}{I/v} = \frac{P \times l}{4 \times I/v}$$

$$\sigma = \frac{4,75 \times 450}{4 \times 1,25 \times 10^3 / 8}$$

$$\sigma = 3,42daN / mm^2$$

La contrainte maximum admissible est de 25daN/mm². Nous avons donc un coefficient 7 de sécurité.

Dans notre cas, les deux couteaux étant symétriques sur l'arbre par rapport au centre, nous pouvons modéliser le système comme cela :



Or, b vaut au minimum la longueur d'une petite enveloppe. Connaissant donc les valeurs de l et de b , nous pouvons en déduire que :

$$2 \times a_{\max} = l - b_{\min}$$

$$a_{\max} = \frac{450 - 120}{2}$$

$$a_{\max} = 165 \text{ mm}$$

D'après les abaques, la flèche maximale se situe au milieu de la poutre

$$\left(x = \frac{l}{2}\right)$$

$$- \quad f_{\max} = \frac{P \times a}{24 \times E \times I} \times (3 \times l^2 - 4 \times a^2)$$

$$f_{\max} = \frac{10 \times 165}{24 \times 210000 \times 1,25 \times 10^3} \times (3 \times 450^2 - 4 \times 165^2)$$

$$f_{\max} = 0,13 \text{ mm}$$

D'après les abaques, la contrainte maximale se situera en B ou C. Ainsi :

$$- \quad \sigma_{\max} = \frac{Mf}{\frac{I}{v}} = \frac{P \times a}{\frac{I}{v}}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{10 \times 165 \times 8}{1,25 \times 10^3} = 10,56 \text{ daN} / \text{mm}^2$$

Nous avons donc un coefficient de sécurité de 2,5 puisque la contrainte maximum admissible est de 25 daN/mm².

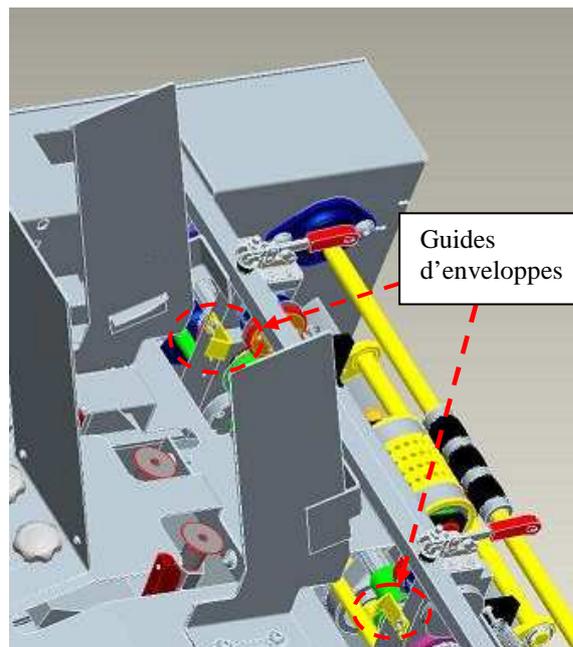
Considérant que dans les deux cas, la flèche est inférieure à 0,2 mm, nous pouvons négliger la déformation de l'arbre des couteaux. La flèche totale ne sera donc jamais supérieure à 0,17 mm.

De même, nous sommes très loin de la rupture puisque dans l'un des cas, nous avons un coefficient de sécurité de 7 alors que dans l'autre cas nous avons un coefficient de sécurité de 2,5.

1.2.4.4. Guidages

Deux sortes de guidage sont fixés sur nos blocs couteaux.

La première sorte est un guidage des enveloppes. En effet, il se pourrait que l'enveloppe n'arrive pas exactement centrée par rapport au milieu des deux blocs couteaux. Or, si l'enveloppe n'est pas centrée, les



couteaux risquent de couper plus d'un côté que de l'autre. Cela serait risqué, car les cas suivants pourraient se produire :

1. Non découpage de l'un des côté, provoquant la non ouverture de l'enveloppe.
2. Copeaux de découpe trop large, impliquant un risque de découpe sur le courrier. Le courrier pouvant contenir des informations très importantes, cela serait catastrophique.

Si l'enveloppe n'arrive pas centrée, cela peut être la faute des doigts pousse-documents, d'une mauvaise prise de l'enveloppe par les ventouses, ou simplement d'un mauvais positionnement des enveloppes dans le chargeur.

Deux petits guides ont donc été fixés sur le côté des blocs couteaux qui permettent de repositionner l'enveloppe.

Le deuxième type de guidage qui existe sur les blocs couteaux est pour l'évacuation des copeaux. En effet, après avoir découpé les cotés des enveloppes, il ne faut pas que les copeaux viennent obstruer les couteaux circulaires.

Pour cela, deux petites languettes viennent se positionner juste après l'intersection des deux couteaux sur le même bloc. La silhouette de la languette suivant une courbe circulaire permet aux copeaux d'être dirigés vers le sol. Ce copeau tombera sur la même tôle que les enveloppes vides, s'évacuant directement dans le bac poubelle.

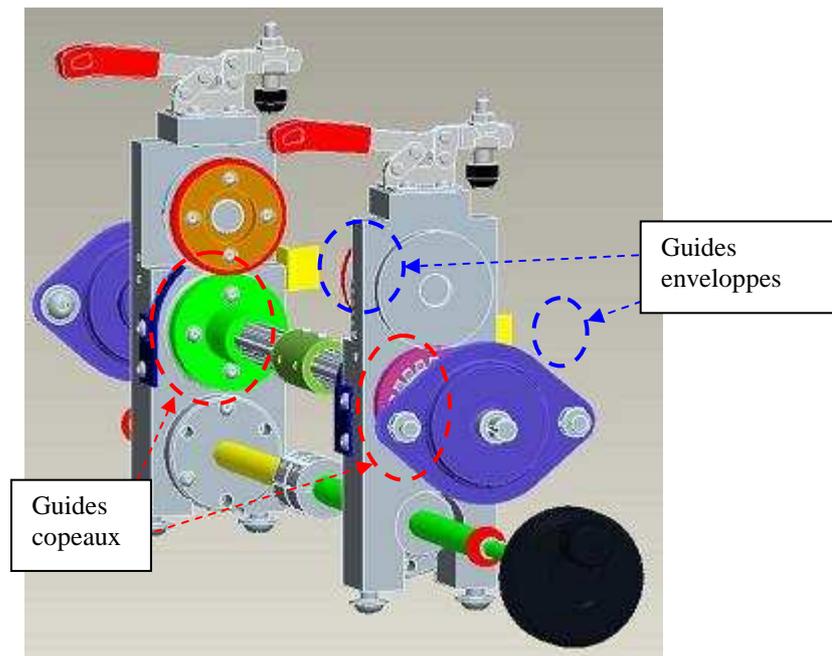


Figure 1

1.2.5. Rouleau à succion.

1.2.5.1. *Machine d'origine*

Afin d'effectuer la séparation de l'enveloppe et du courrier, il y avait sur la machine d'origine un rouleau fendu entraîné en rotation à l'intérieur duquel on pouvait trouver une buse d'aspiration fixe.

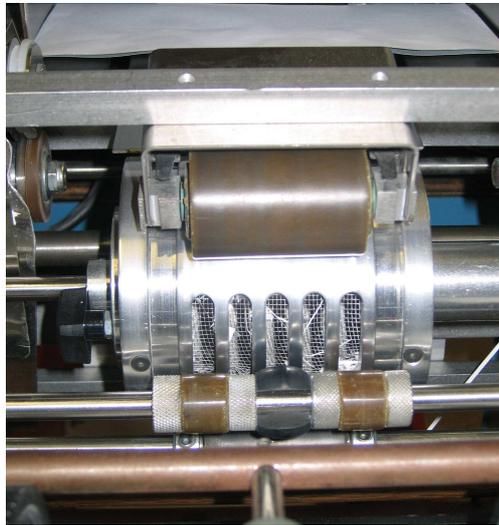


Figure 2

Après avoir été découpée, l'enveloppe était entraînée jusqu'au rouleau aspirant où la face inférieure de l'enveloppe était aspirée, alors que le reste (face supérieure de l'enveloppe et courrier) continuait sa trajectoire horizontale. Ensuite grâce à la force d'aspiration la face supérieure de l'enveloppe était tirée par la face inférieure et ainsi dirigée vers le bac poubelle. Le système du rouleau de la machine d'origine peut être modélisé sur le schéma ci-dessous.

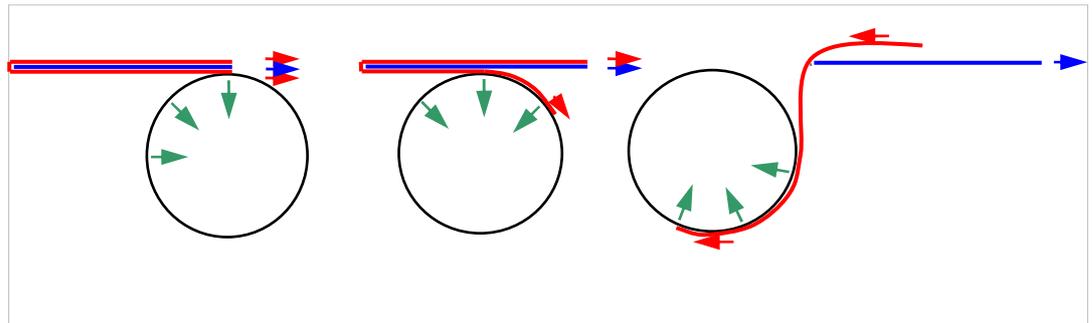


Schéma 4

Ce rouleau d'aspiration ne convenait pas car il nécessitait un réglage lors de chaque changement de format d'enveloppe. Il fallait en effet que le début de chaque enveloppe corresponde parfaitement avec le début des fentes du rouleau.

Afin d'avoir le début de l'enveloppe en concordance avec le début des fentes du rouleau, il était nécessaire que l'opérateur effectue un réglage manuel.

En modifiant le principe du rouleau aspirant, l'objectif est d'annuler le réglage de la position du début de fente, et ainsi de faire un gain de temps.

Il est à noter aussi que l'opérateur se blessait régulièrement lors des réglages car il devait mettre ses mains dans la machine. Notre but est de sécuriser l'ensemble en empêchant celui-ci de se blesser.

1.2.5.2. Nouvelle conception.

Etant donné que le principe général du rouleau aspirant fonctionnait, nous avons cherché une solution similaire évitant tout réglage de l'opérateur.

La solution retenue est ce que l'on appelle un rouleau à suction. Le principe est sensiblement le même, dans le sens où il s'agit encore de la surface inférieure de l'enveloppe qui est aspirée sur le rouleau et qui permettra à l'enveloppe d'être évacuée vers le bas alors que le courrier continuera sa translation horizontale.

L'idée du rouleau à suction est qu'au lieu d'avoir la zone d'aspiration contrôlée sur le rouleau extérieur, ce sera plutôt au niveau de la buse d'aspiration.

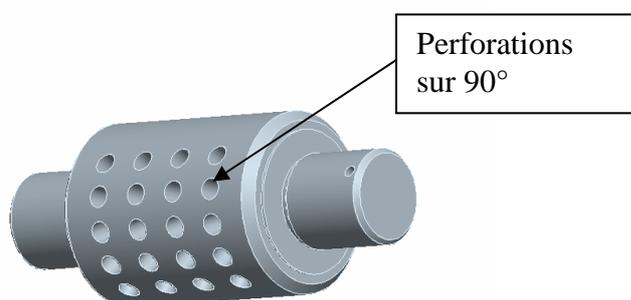


Figure 3

Ainsi, si l'on arrive à contrôler l'angle de l'aspiration, il nous suffira d'avoir le rouleau percé sur l'ensemble de la périphérie et entraîné en rotation pour pouvoir faire bouger la face inférieure de l'enveloppe tout en l'aspirant.

Afin de pouvoir contrôler la zone d'aspiration, nous utilisons un rouleau comportant plusieurs lignes de perforation sur 90° de sa périphérie. Il s'agit d'un rouleau avec des perforations sur 90° et sur plusieurs lignes.

Ce rouleau est fixé grâce à deux équerres, et l'on fixe le système pneumatique à l'extrémité du rouleau prévu à cet effet.

Autour du rouleau de la figure 2, on fixe un rouleau totalement perforé avec deux roulements à billes. Le fait d'avoir une aspiration d'air dans le rouleau à succion nous a obligé à choisir des roulements à billes étanches afin de limiter les pertes de charges.

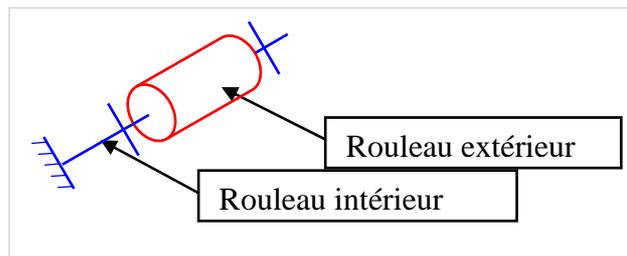


Schéma 5

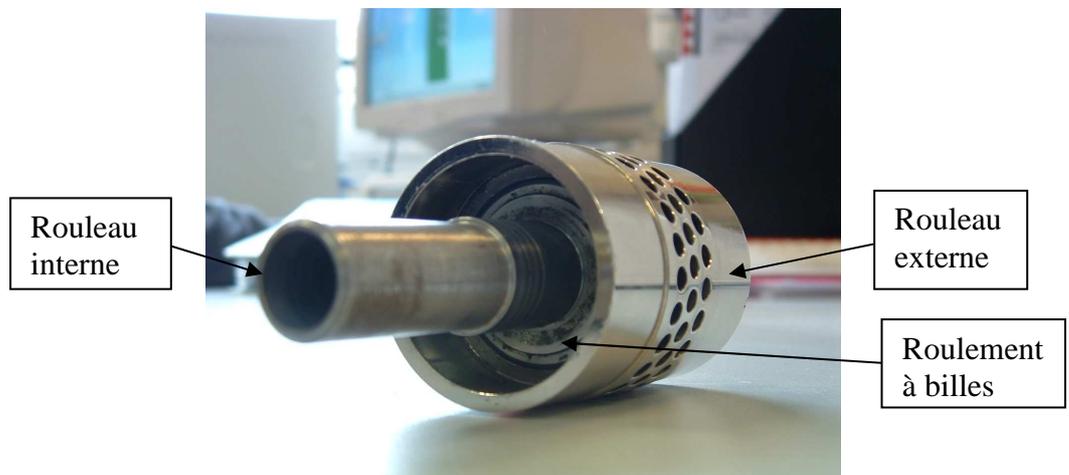


Figure 4

1.2.5.3. La pneumatique.

Le problème de ce système est d'arriver à faire suffisamment le vide. Rien qu'avec le système d'aspiration en continue et les perforations, les pertes de charges sont énormes.

Après avoir effectué des tests avec différentes pompes à vide et turbines, la turbine a été préférée à la pompe à vide.

En effet, il n'est pas souhaité d'avoir une dépression trop importante, car sinon plusieurs épaisseurs de papier sont aspirées. Cela signifie que le courrier est aspiré et ainsi est emmené avec l'enveloppe vers le bac poubelle.

Ainsi, le débit est plus important que la pression du vide souhaité étant donné que pompe à vide rime avec dépression alors que turbine rime avec débit.

1.2.5.4. Dimensionnement de l'ensemble rouleau à succion.

Sur la machine existante, il y avait déjà un type de rouleau aspirant. Nous avons toutefois pu voir marcher un autre type de rouleau, le rouleau à succion. Celui-ci évite d'avoir un réglage à effectuer à chaque fois que le format de la pile d'enveloppe change.

Nous avons pu tester ce type de rouleau grâce à un prêt de machine de Ouest MMC. Ayant fait quelques simulations avec ce banc d'essai, nous avons décidé d'utiliser cette technologie.

1.2.5.4.1. Rouleau externe

Le dimensionnement général du rouleau externe est resté similaire à celui du rouleau que Ouest MMC nous avait prêté. Il était juste nécessaire d'avoir un rayon de rouleau externe suffisamment grand pour que la prise d'aspiration de l'enveloppe soit assez importante.

Afin de pouvoir bien aspirer l'enveloppe, les perforations ont été choisies avec un diamètre de 4,5mm tous les 15°

Sur le rouleau, il y a 4 rangées de perforations, espacées de 10mm.

1.2.5.4.2. Rouleau interne

Le souci du rouleau interne est d'avoir une arrivée d'aspiration suffisamment grande pour pouvoir limiter au maximum les pertes de charges. En effet, plus le tuyau d'aspiration se réduit et plus il y a de pertes de charges et donc plus le débit d'air et la dépression doivent être importantes.

Or, connaissant le diamètre intérieur du rouleau externe, nous pouvons en déduire le diamètre extérieur du rouleau interne car pour avoir le moins de perte de charge il ne faut aucun espace libre entre les deux rouleaux.

Ainsi nous avons un diamètre extérieur de rouleau interne connu.

$$D_{\text{int,ext}} = 38\text{mm}$$

Nous prendrons donc un diamètre d'arrivée d'aspiration en G 3/8.

1.2.5.4.3. Courroies

Afin d'entraîner en rotation le rouleau externe, un système de deux courroies est utilisé. De chaque côté de la zone perforée se situe une partie de cylindre parfaite (cf figure 5)

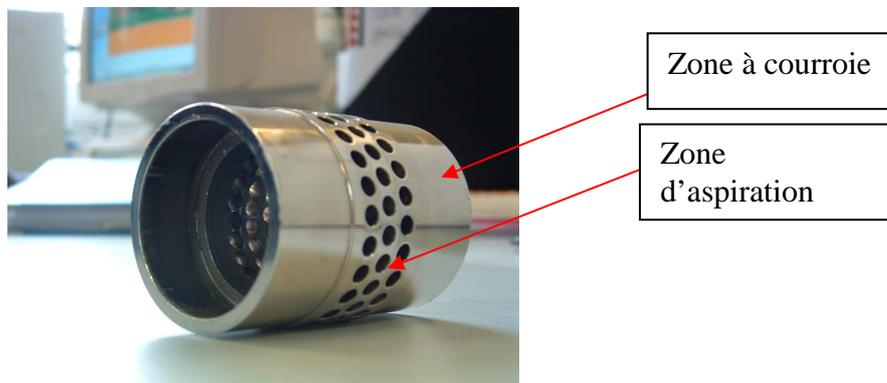


Figure 5

Les deux courroies sont entraînées par deux autres cylindres eux-mêmes fixés sur un arbre qui possède un pignon à son extrémité. Le pignon sera actionné par la chaîne entraînée par le moteur.

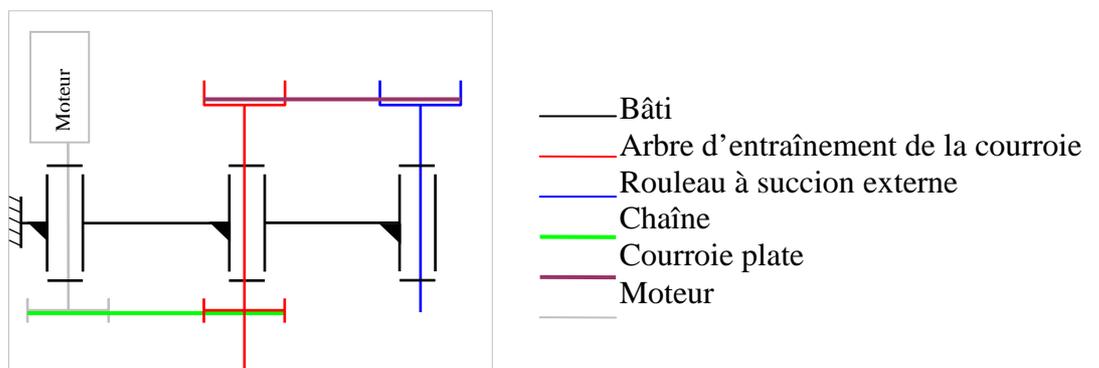


Schéma 6

- Bâti
- Arbre d'entraînement de la courroie
- Rouleau à suction externe
- Chaîne
- Courroie plate
- Moteur

Dans un soucis d'espace, les courroies ont été choisies les plus petites possibles.

Le cylindre d'entraînement de la courroie a le même diamètre que le rouleau entraîné, c'est-à-dire que le rouleau à succion externe, $R=46\text{mm}$.

1.2.5.4.4. Engrenages

Le dimensionnement du pignon sera expliqué dans la partie « engrenage » de ce rapport.

1.2.5.5. Positionnement

Le rouleau à succion se situe après la découpe par les deux blocs couteaux latéraux.

Les blocs couteaux entraînent l'enveloppe en translation grâce à des rondelles situées à côté des couteaux. Considérant la largeur de l'enveloppe la plus petite, il fallait que le rouleau à succion se situe à une distance minimale afin que toute enveloppe puisse être « aspirée » et que l'extraction du courrier soit possible.

Ainsi, il nous est possible de connaître la distance entre le rouleau à succion et les couteaux maximale de x , la différence d'abscisse des centres de rotation.

$$x \leq 100\text{mm}$$

Nous posons donc :

$$x = 65\text{mm}$$

En ce qui concerne la différence d'ordonnée, connaissant le rayon des couteaux et leur position, ainsi que le rayon du cylindre extérieur du rouleau à succion, il nous est possible de déterminer la valeur y , c'est-à-dire la différence d'ordonnée.

En effet, nous souhaitons que le cylindre aspirant soit 0,5mm en dessous de la face inférieure de l'enveloppe.

$$d = 0,5mm$$

De plus, le diamètre du cylindre extérieur est de 49,5mm.

$$D = 49,5mm$$

Ainsi :
$$y_r = \frac{D}{2} - d$$

$$y_r = 24,75 + 0,5$$

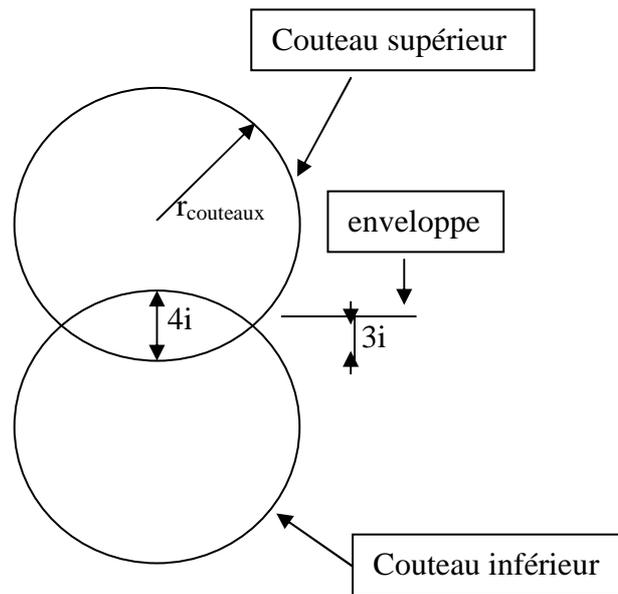
$$y_r = 25,25mm$$

Au niveau des couteaux, nous avons :

$$r_{\text{couteaux}} = 22mm$$

Les deux lames des couteaux circulaires se chevauchent de 4i, mais l'enveloppe se trouve à 3i du bas du couteau circulaire supérieur :

$$i = 0,5mm$$



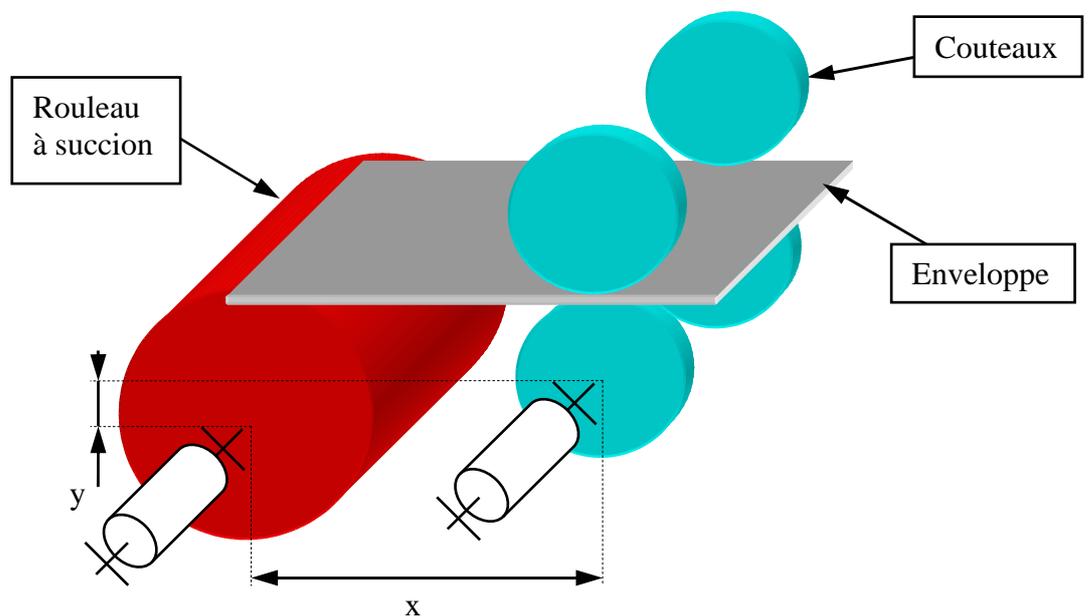
Nous avons donc :

$$y = y_r - r_{couteaux} + i$$

$$y = 25,25 - 22 + 0,5$$

$$y = 3,75\text{mm}$$

Les valeurs x et y sont visibles sur le schéma 4.



1.2.6. Evacuation / Comptage / Détection.

1.2.6.1. Evacuation.

1.2.6.1.1. Les courroies

L'évacuation de l'enveloppe se situe juste après l'opération de séparation du courrier et de l'enveloppe. Après être passé par l'étape du rouleau à succion, le courrier est envoyé par un tapis roulant vers un opérateur chargé de saisir le courrier et de le déposer manuellement dans un bac. L'enveloppe est, elle, aspirée par le rouleau à succion.

Afin de pouvoir décoller l'enveloppe du rouleau à succion et lui éviter de faire le tour complet du rouleau, nous utilisons les courroies pour décoller les extrémités et ainsi puisque l'aspiration est contrôlée sur 90° grâce aux perforations du rouleau interne, l'enveloppe se décolle facilement.

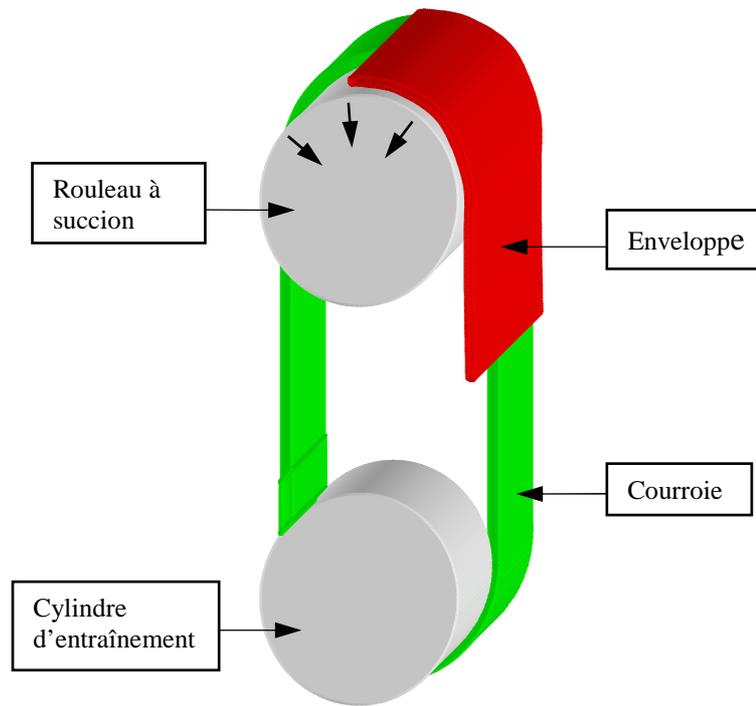


Figure 6

Après avoir été décollée du rouleau à suction, l'enveloppe est lâchée de toute aspiration, et est évacuée vers le bac poubelle guidée par une tôle.

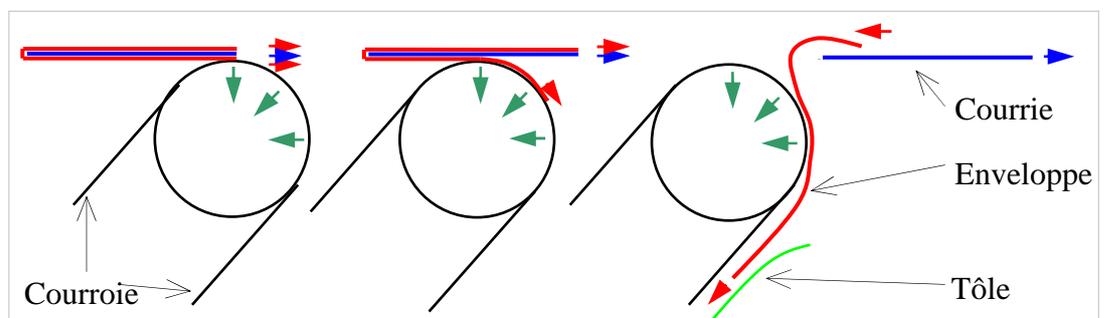


Schéma 7

1.2.6.1.2. Les ressorts

Afin que l'enveloppe réussisse à bien suivre le contour du rouleau à succion, nous avons rajouté un rouleau qui vient presser l'enveloppe grâce à deux ressorts. Ce rouleau est en caoutchouc et n'abîme donc pas l'enveloppe. Etant donné qu'il est en contact direct avec le rouleau à succion, il tourne en sens contraire et permet ainsi d'entraîner l'enveloppe et de bien la plaquer contre le rouleau à succion au cas où elle se décollerait un peu.

Les ressorts permettent que différentes épaisseurs d'enveloppes passent.

Concernant le rouleau d'évacuation, il sert à éjecter le courrier.

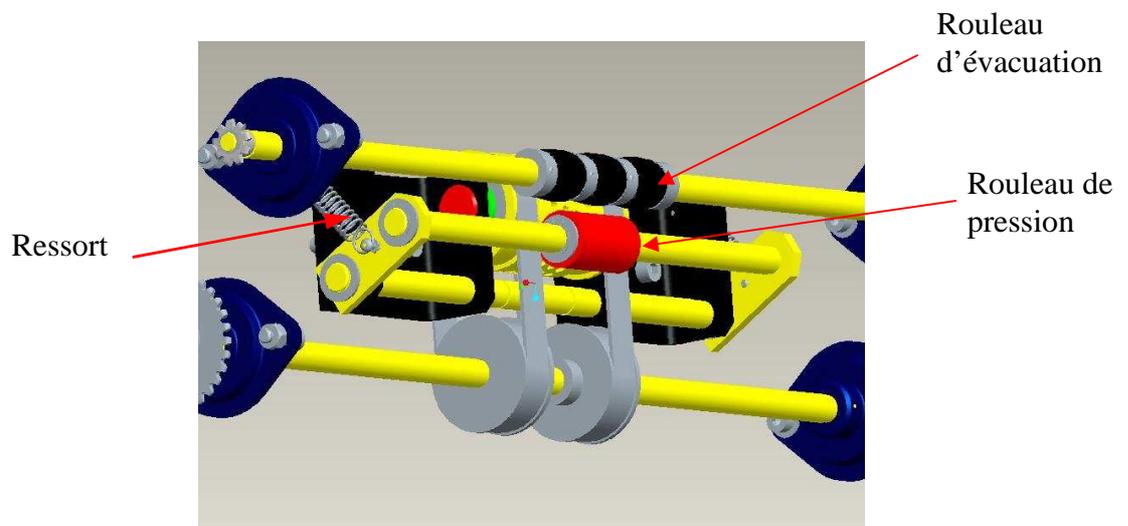


Figure 7

Ces ressorts sont des ressorts de compression. Leurs longueurs ont été choisies en fonction de la longueur initiale à vide, ainsi que de la charge estimée.

1.2.6.2. **Comptage / Détection**

Dans le cahier des charges, il a été demandé d'avoir un système permettant de vérifier le fait que les enveloppes aient bien été vidées de leur courrier, mais aussi de compter le nombre d'enveloppes ouvertes.

Compter n'est pas vraiment difficile. Il est beaucoup plus compliqué de vérifier que les enveloppes soient vides. Pour cela, nous avons décidé de mesurer l'épaisseur des enveloppes en sortie. Si l'épaisseur est supérieure à une épaisseur de papier (le papier utilisé pour les enveloppes), cela signifie que :

- L'enveloppe n'a pas été ouverte du tout et que le courrier n'a pas pu être éjecté.

Ou que

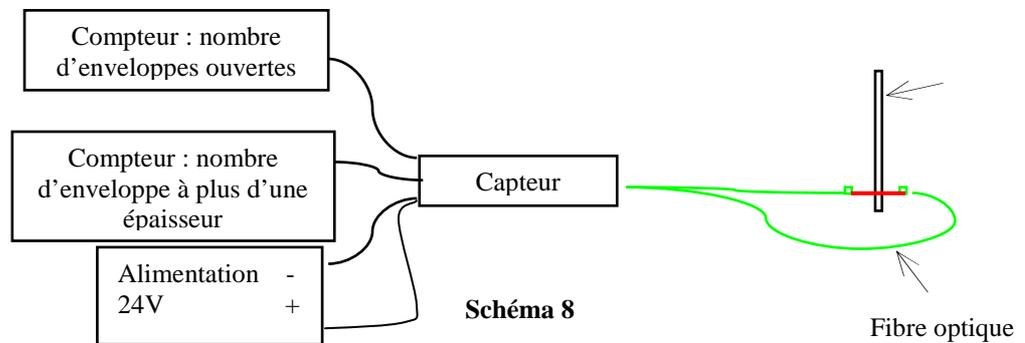
- Le courrier n'a pas été enlevé pour une raison quelconque (le courrier est collé par la colle de la fermeture de l'enveloppe, la machine n'a pas fonctionné, etc....).

Nous avons cherché à combiner les deux actions : comptage et vérification de l'épaisseur. Cela devait nous permettre un gain de place, mais aussi un gain financier.

1.2.6.2.1. Principe du capteur

Nous avons décidé d'utiliser un capteur à fibre optique à deux sorties.

Ce capteur muni d'une fibre optique à deux brins en barrage possède deux seuils réglables qui vont permettre de différencier la sortie « comptage » de la sortie « vérification de l'épaisseur ».



Le principe du capteur est simple.

Pour l'expliquer, nous allons faire un exemple de son fonctionnement.

Le capteur mesure la densité lumineuse que le brin récepteur reçoit. Supposons qu'il reçoive 500.

Maintenant, si l'on fait passer une enveloppe ouverte et vide (le cas idéal, celui où le courrier a été éjecté correctement), le brin recevra moins car le papier réduit l'intensité lumineuse reçue. Le capteur mesurera donc par exemple seulement 200.

Si enfin nous faisons passer deux papiers (un côté de l'enveloppe plus un courrier), nous n'aurons qu'une intensité lumineuse de 100.

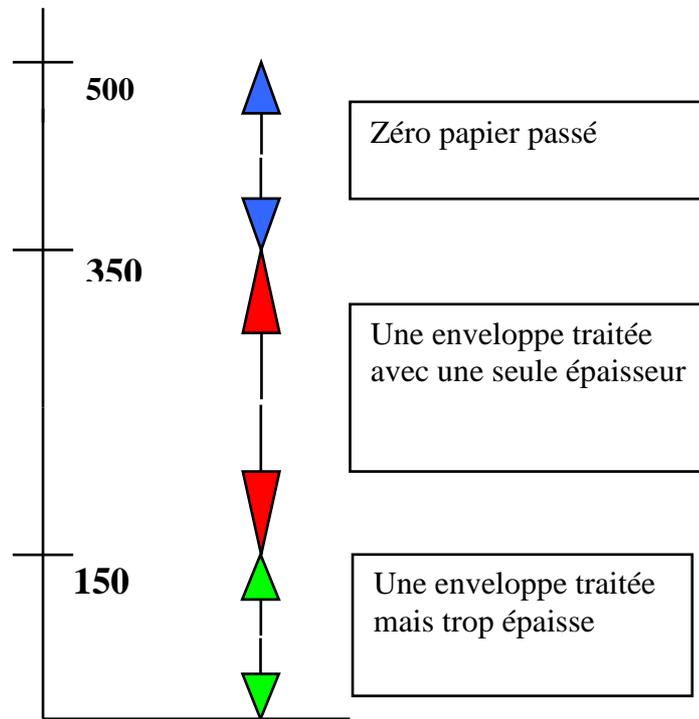


Schéma 9

Ainsi, dans ce cas précis, si nous fixons un premier seuil d'intensité lumineuse de 350, et l'autre à 150, nous devrions pouvoir mesurer aussi bien le nombre d'enveloppes passées dans la machine, mais aussi le nombre d'enveloppes de plus d'une épaisseur passées.

Ainsi, entre 500 et 350, cela signifie que rien ne passe entre les brins optiques.

Entre 350 et 150, une impulsion électrique est envoyée par le capteur vers le compteur de « comptage du nombre d'enveloppes traitées ».

Entre 0 et 150, deux impulsions électriques sont envoyées par le capteur. L'une vers le compteur « comptage du nombre d'enveloppes traitées », et l'autre vers le compteur « trop d'épaisseur ».

Ainsi, à chaque détection d'une « trop grande épaisseur », cela signifie qu'il y a un problème. L'opérateur n'aura donc plus qu'à regarder combien de problèmes ont été détectés pour ensuite aller chercher le nombre de courrier similaire dans le bac poubelle.

Ce capteur correspond donc parfaitement à notre besoin.

Grâce au prêt de capteurs de la société Keyence, nous avons pu tester ce type de capteur qui fonctionne très bien à partir du moment où les deux brins de la fibre sont bien l'un en face de l'autre, et pas trop éloignés l'un de l'autre.

Les tests ont été faits sur une maquette mais aussi sur la machine d'origine pour vérifier que la cadence n'aurait pas d'effets négatifs sur la qualité d'analyse du capteur. Les tests ont été validés même avec une cadence élevée.

1.2.6.2.2. Montage

La fibre optique étant relativement longue, il n'est pas nécessaire de placer le capteur dans la machine à proprement parler. Il est possible et conseillé de le placer dans la boîte électrique, avec les deux compteurs visibles par l'opérateur à côté des interrupteurs de marche, d'arrêt d'urgence,...

Quant à la fibre optique, les deux extrémités sont situées l'une au niveau de la tôle d'évacuation, l'autre sur une seconde plaque parallèle. Afin de pouvoir régler les deux fibres bien en face l'une de l'autre, deux fentes ont été percées sur des supports. Celles-ci étant perpendiculaires l'une à l'autre, il existe forcément une position où les deux fibres seront parfaitement l'une en face de l'autre, ce qui permet d'avoir une réception parfaite du faisceau lumineux.

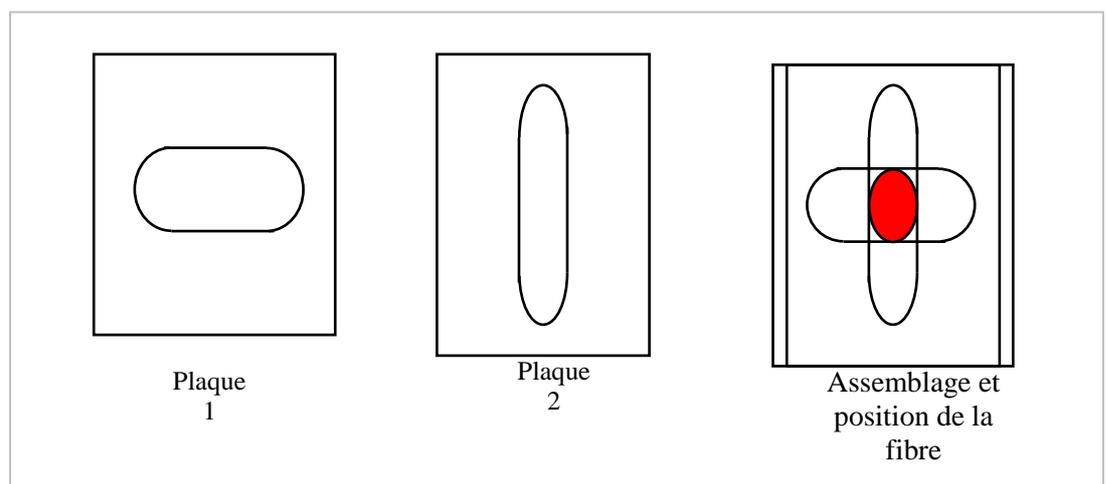


Schéma 10

L'extrémité de chaque brin étant filetée, il est facile de fixer celui-ci sur la tôle, grâce à deux écrous placés chacun de part et d'autre de la tôle.

Afin de garder l'intensité lumineuse maximale, pour pouvoir mesurer au mieux l'épaisseur, les deux plaques de fixation sont parallèles, et situées le moins loin possible l'une de l'autre. L'une des plaques arrive au niveau de la courroie, l'autre se situe un peu plus en dessous. Il n'était pas possible de la déplacer de seulement quelques millimètres car la plaque du dessous doit être fixée au bâti, et il faut donc faire attention aux autres arbres et paliers auto-aligneurs qui peuvent gêner.

Etant donné que la courroie a un angle de 23° par rapport à la verticale, les deux parties de plaques supports de la fibre sont aussi à 23° .

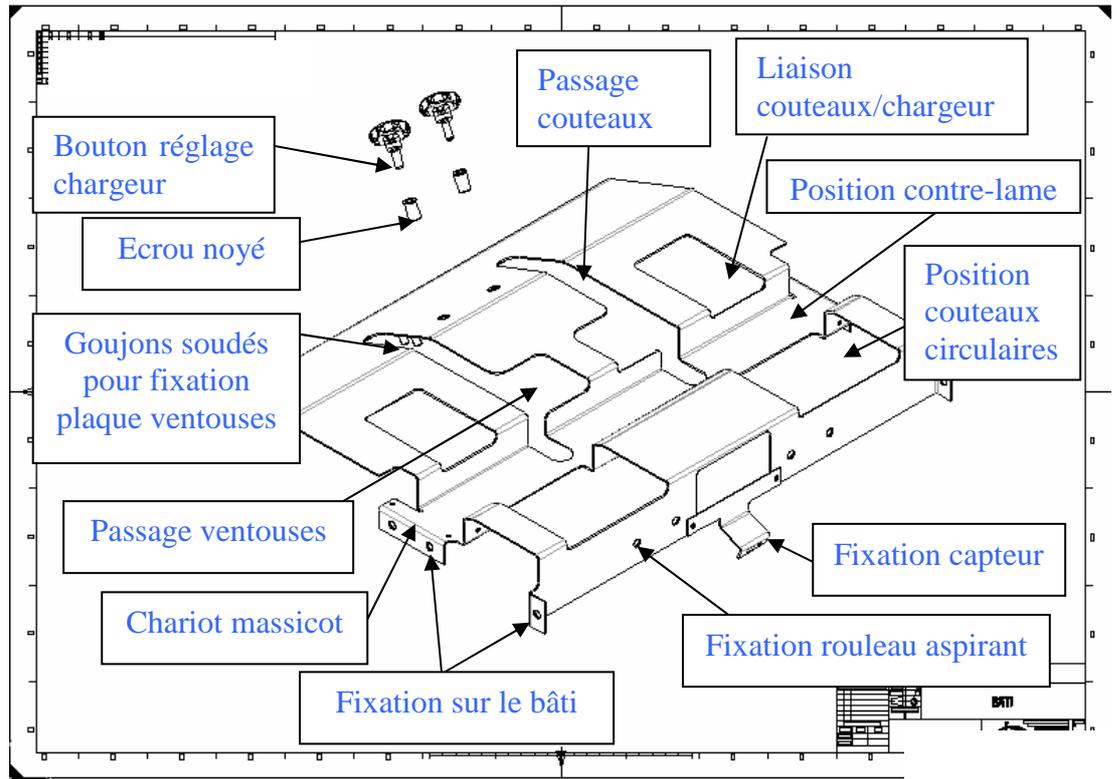
Seule la plaque du dessous a besoin de faire la totalité de la largeur de la machine. En effet, à cause de la gravité, cela fera comme un toboggan pour l'enveloppe, et de plus cela servira de carter avant à la machine.

Les enveloppes passent ainsi entre ces deux plaques permettant au capteur de fonctionner au mieux, mais aussi de diriger l'enveloppe dans le bac poubelle avec un maximum de précision.

1.2.7. Le bâti.

1.2.7.1. *Le carter.*

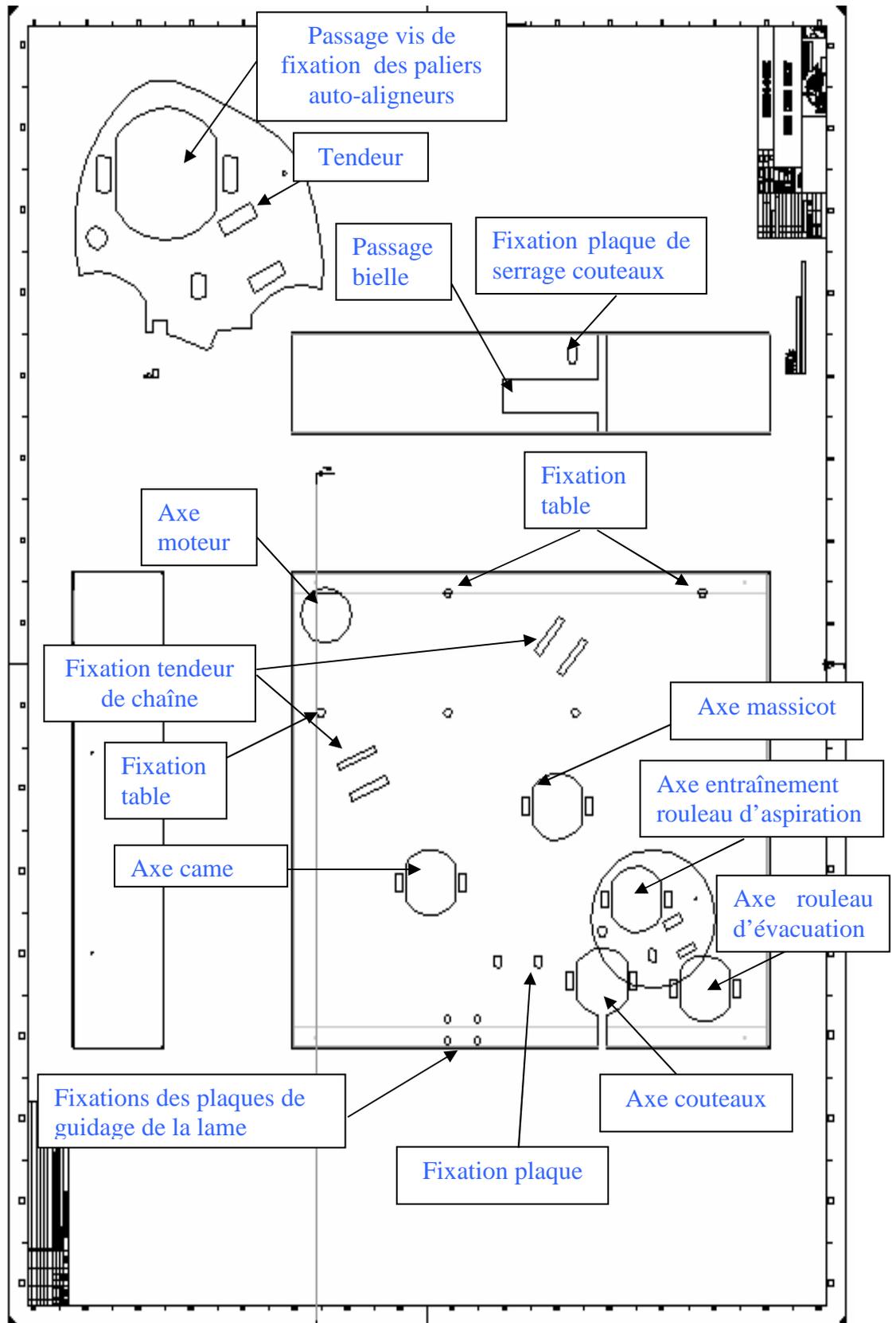
1.2.7.1.1. La plaque



La plaque du bâti est en acier inox afin d'éviter l'oxydation et d'épaisseur 1.5mm.

Les fixations sur le bâti sont stratégiques car elles sont mises aux endroits où il y a le plus efforts. Il y a une fixation que nous ne pouvons pas voir, il s'agit de la fixation arrière (derrière le chargeur).

1.2.7.1.2. Les bâtis latéraux



Commentaires :

Nous pouvons remarquer que les trous pour les paliers auto-aligneurs permettent un réglage en hauteur de plus ou moins 5mm et évidemment les trous pour les vis de fixation des paliers auto-aligneurs permettent aussi un réglage de plus ou moins 5mm. Concernant les tendeurs de chaîne, nous avons également prévu un réglage afin de pouvoir modifier la tension et d'avoir la possibilité de démonter la chaîne.

De l'autre côté, le bâti est plus court car il n'a pas le moteur ni l'armoire électrique, mais les trous des axes sont évidemment les mêmes.

Le bâti est en acier S235JR et non pas en inox car il sera peint afin de donner un certain esthétisme à la machine. La peinture évitera l'oxydation.

1.2.7.2. La table

Les conditions de conception de la table étaient les suivantes :

- les différentes tâches que l'opérateur doit accomplir doivent se situer à hauteur ergonomique.
- L'ensemble de la machine doit pouvoir passer dans l'encadrement de la porte.
- L'ensemble doit être mobile et pratique.

Dans un souci de praticité, nous avons choisi la solution Minitec. En effet, les tables Minitec sont très faciles à construire et solides.

La forme générale de la table peut être vue sur le schéma ci-contre.

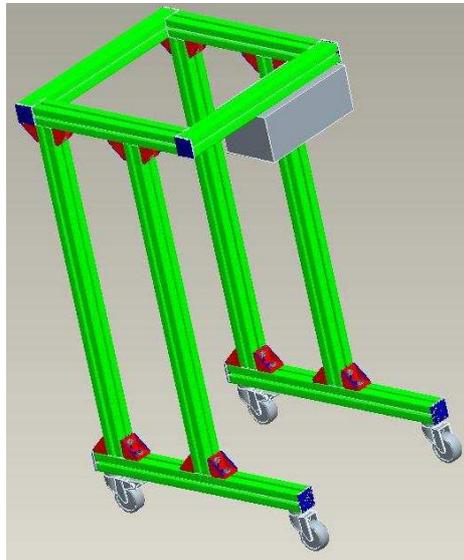


Figure 8

Etant donné le poids de la machine générale et la forme de la table ainsi que celle des profilés, la déformation est considérée comme étant négligeable dans notre cas. La limite élastique à 0,2% étant de 200N/mm^2 (cf. doc Minitec).

Or, la machine pèse moins de 30kg, le moteur en fait environ 7. Ainsi, si l'on fait une approximation, cela fait 37kg pour l'ensemble de la surface. Nous avons donc 370N répartis sur l'ensemble de la table. La surface du cadre supérieur où sont fixés la machine et le moteur étant de 81450mm², nous pouvons donc voir que nous sommes largement en dessous de la limite élastique à 0,2%. Nous considérons donc que la déformation générale de la table sera négligeable.

L'ensemble est construit à partir de profilé de 45mmx45mm.

Les fixations sont soit des équerres, soit des fixations Minitec. En effet, les

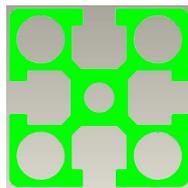


Figure 9

fixations Minitec sont intéressantes dans le sens où elles n'utilisent pas de volume supplémentaire. On peut le voir sur le schéma ci-dessous. Les équerres sont donc utilisées dans les endroits où l'espace est moins important. C'est pour cela que les équerres sont situées au niveau des pieds de la table, alors que les fixations Minitec sont utilisées au niveau du cadre. Deux équerres supplémentaires sont fixées sur le côté de la table où ne se trouve pas la boîte électrique, afin de pouvoir fixer une rallonge à la table si nécessaire. Il se pourrait en effet que l'on veuille par la suite monter une planche sur ces équerres afin que l'opérateur puisse y poser des objets.

La table se voulant mobile, nous avons placé quatre roulettes, dont deux sont munies de freins. Il nous est donc possible de déplacer la table au besoin, tout en la rendant immobile grâce aux deux freins.

Des embouts ont été placés à chaque extrémité de profilé, afin que l'opérateur ne puisse pas se blesser avec les bavures ou côtés tranchants dus à la découpe des profilés.

En ce qui concerne les fixations du moteur et de la turbine, l'ensemble se fixe uniquement à l'aide de vis et d'écrous carrés à languette. La forme carrée des écrous permet de « coincer » l'écrou dans la fente du profilé, et d'ainsi pouvoir visser la vis sans que l'écrou ne tourne dans la fente.

1.2.8. Pneumatique.

1.2.8.1. Turbine.

La turbine qui a été choisie est une SAP90 de puissance 0,37kW. En accord avec un technicien du groupe Rietschle Thomas, nous avons jugé qu'il était préférable de choisir une turbine pour ensuite en faire les tests et éventuellement en changer.

En effet, le calcul des pertes de charges est quasi impossible à faire. Les perforations du rouleau à suction, la longueur de tuyau utilisé, ainsi que toutes les pertes de charges dues aux problèmes d'étanchéité, de différence de diamètre de tuyau,...sont innombrables et trop compliqués à analyser.

La pratique a donc été préférée à la théorie.

1.2.8.2. Ventouses.

Afin d'extraire une enveloppe du chargeur, deux ventouses sont utilisées. Ces ventouses ne fonctionnent pas en continu puisque quand elles sont en position basse, l'aspiration doit cesser pour que les doigts pousse-documents puissent entraîner l'enveloppe vers les couteaux latéraux.

Pour ce faire, un distributeur est utilisé. Celui-ci fonctionne grâce à un bouton poussoir actionné par la plaque de fixation des ventouses.

En effet, une came actionne une plaque supportant les ventouses fixée en pivot. A chaque fois que la plaque se lève, les ventouses se lèvent aussi et le distributeur doit être en position d'aspiration.

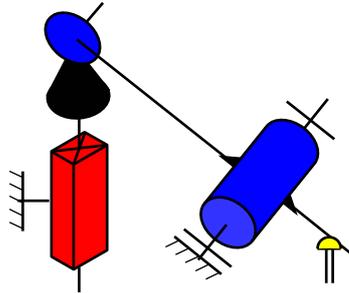


Schéma 11

Sur le schéma dessus, l'ensemble glissière-ponctuelle représente l'action de la came sur la plaque des ventouses. Le système de came est représenté en rouge.

Le pivot en bleu, représente la plaque des ventouses.

Le distributeur et son bouton poussoir se situent en dessous de la plaque, et est en jaune sur le schéma.

Le distributeur et l'ensemble de cette partie pneumatique sont visibles sur le schéma ci-dessous.

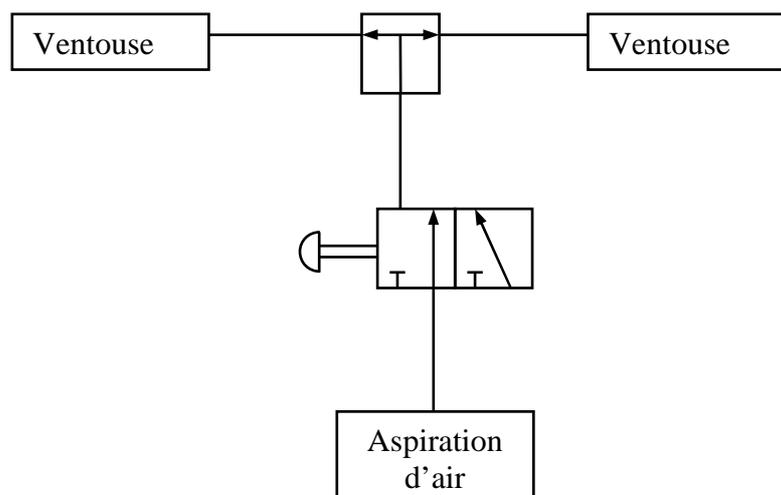


Schéma 12

Etant
la taille des
ventouses,

donné
ainsi

que les rallonges adéquates, le tuyau utilisé est un Rilsan 6/8. Pour cela, nous utilisons des raccords rapides Rilsan.

Le distributeur utilisé est un distributeur existant de marque Bosch, semblable à celui de la figure ci-contre.

Les entrées et/ou sorties d'air non utilisées sont bouchées par des filtres afin que la turbine n'aspire pas de poussières.



Figure 10

Le débattement de la plaque et sa position basse sont connus.

Ainsi, connaissant la longueur entre l'axe du pivot, l'extrémité de la plaque (celle du côté du distributeur), et la taille de la bille, nous avons pu en déduire la position nécessaire du distributeur.

Ainsi, si la longueur axe-extrémité de la plaque est de :

$$l = 15\text{mm}$$

Si l'angle de la plaque en position levée est :

$$\theta_h = -11^\circ$$

Si l'angle de la plaque en position basse est :

$$\theta_b = 11^\circ$$

Le bouton du distributeur a une course de commande de 3mm. On ne peut donc pas appuyer plus que 3mm sur le bouton.

$$p \leq 3\text{mm}$$

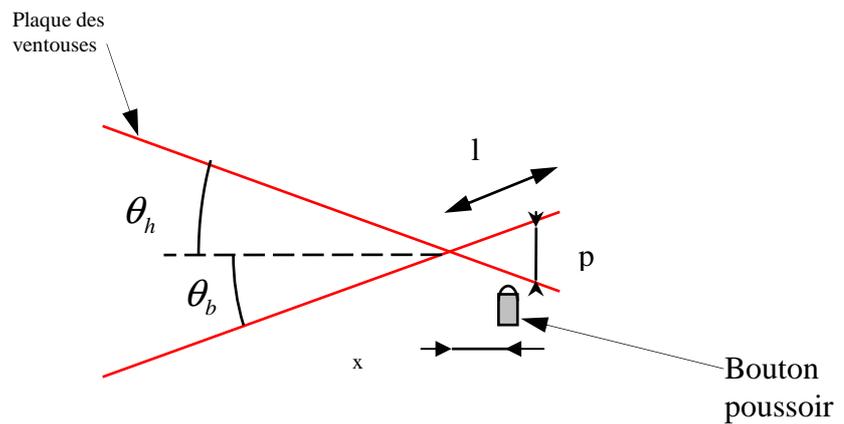


Schéma 13

$$\frac{p_1}{x} = \tan|\theta_h| ; \quad \frac{p_2}{x} = \tan|\theta_b| ; \quad p_1 + p_2 = p$$

Soit,

$$p = x(\tan|\theta_h| + \tan|\theta_b|)$$

x étant la distance horizontale entre l'axe de rotation de la plaque des ventouses et le milieu de la bille du distributeur.

$$\text{Ainsi,} \quad x = p \times \left(\frac{1}{\tan|\theta_h| + \tan|\theta_b|} \right)$$

$$x \leq 7,71\text{mm} \quad \text{soit } x=7\text{mm}$$

Or, comme le bouton est de forme cylindrique, la plaque entre en contact plus souvent que si l'on avait un point fixe. En position haute, par exemple, la plaque peut continuer à appuyer plus longtemps sur le bouton poussoir, alors que cela n'était pas prévu s'il y avait une simple ponctuelle.

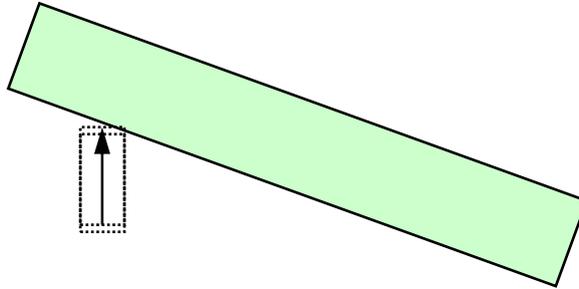


Schéma 14

Nous pouvons donc voir sur le schéma ci-contre que dans le cas d'un bouton poussoir en ponctuelle (modélisé par la flèche), le bouton n'est pas actionné.

Or, si nous modélisons un bouton poussoir en forme de rectangle et possédant la même position haute que le précédent bouton (en ponctuelle), nous pouvons voir que le bouton est déjà actionné, alors que le bouton en ponctuelle ne l'est pas.

C'est pourquoi nous avons rajouté un peu de marge à la valeur x pour être sûrs que la plaque n'appuie pas plus que 3mm.

Nous avons donc pris $x=8\text{mm}$.

Afin de fixer le distributeur pneumatique, et pour ne pas avoir à rajouter d'axe à travers toute la machine, une simple calle est rajoutée derrière le distributeur et ensuite fixée à la tôle arrière du carter. Deux lumières permettent un réglage vertical en précision.

1.2.8.3. Rouleau à succion.

Le filetage du rouleau à succion permettant de relier le rouleau au système d'aspiration est un filetage 3/8.

Or, comme nous l'avons dit précédemment, le but est d'avoir une aspiration optimum, se qui passe entre autre par un diamètre de tuyau arrivant à la fixation de 3/8 maximum.

1.2.8.4. Schéma général.

La sortie de la turbine est une sortie de tuyau de 25mm de diamètre intérieur.

Afin de pouvoir distribuer l'aspiration dans les ventouses mais aussi dans le rouleau à succion, il a fallu diviser le système en deux parties, sachant que la partie rouleau à succion nécessitait un tuyau de plus grand diamètre que celle des ventouses.

Ainsi, l'utilisation d'une nourrice a été nécessaire.

Utilisant une nourrice à deux entrées d'un pouce (rouge), et trois sorties d'un demi pouce (vert), la division du système a été possible.

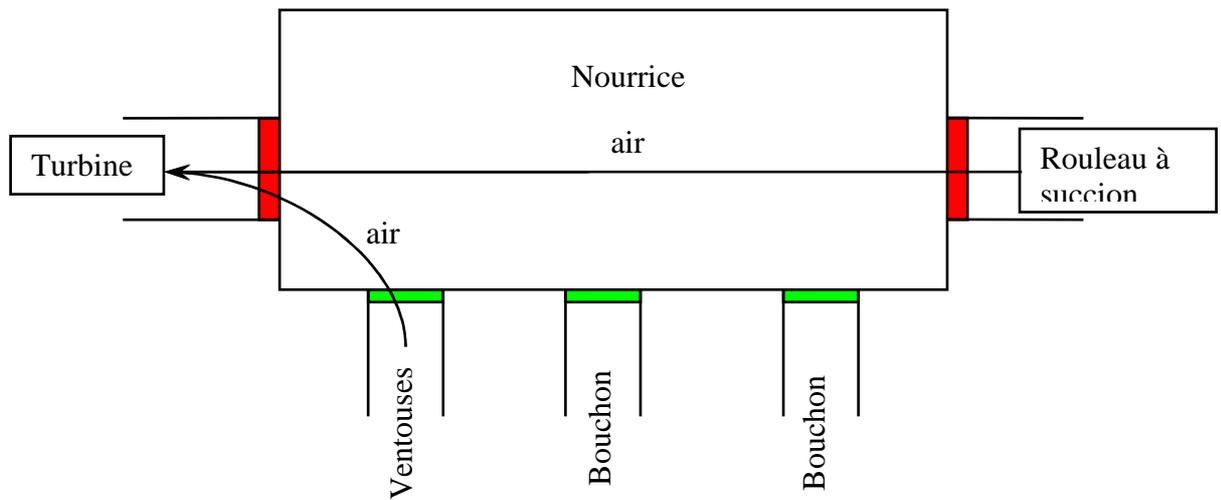


Schéma 15

Ainsi, entre la turbine et la nourrice, nous aurons le même tuyau qu'entre le rouleau à succion et la nourrice. A chaque fois, dans l'optique de brancher le tuyau à la nourrice, nous sommes obligés de passer par un certain nombre de raccords.

Pour passer du tuyau au raccord 3/8 du rouleau à succion, nous aurons également besoin de différents raccords. Nous devons passer du 3/8 au 3/4 puis au 1pouce pour enfin repasser en 25mm. Il ne faut pas oublier d'utiliser un raccord coudé de 3/8 en sortie du rouleau à succion. En effet, il n'y a pas assez de place pour pouvoir fixer la succession de raccords à cause des deux équerres, supports du rouleau à succion.

1.2.9. Partie électrique.

L'alimentation de la machine sera monophasée en courant alternatif 230V et protégée par un interrupteur - sectionneur de 12 A (de marque Schneider). La puissance maximale ne pourra dépasser de 2,76kW.

- **CARTOUCHES FUSIBLES:** Nous avons acheté les fusibles chez Schneider. Toutes les cartouches fusibles sont cylindriques de dimension 10x38, et de fusion rapide comme habituellement en industrie. Ils sont de différents types et intensités en fonction du circuit à protéger :
 - Protection du module Preventa: Fusible gG 2A, 500V.
 - Circuit du moteur : Fusible aM 6A, 500V.
 - Protection de l'alimentation redressée : Fusible aM 0,25A, 500V.

Les fusibles gG sont de gamme industrielle, les anciens gI, mais plus précis et conforme aux nouvelles normes CE.

Les fusibles aM servent à l'accompagnement du moteur, ils supportent de fortes surcharges et courts-circuits, ainsi que des surcharges répétées (démarrage).

Les fusibles seront placés dans des appareils modulaires porte-fusibles « unipolaire + neutre » de marque LEGRAND.

- **ARRET D'URGENCE:** La machine est dotée d'un interrupteur manuel d'arrêt d'urgence. Le bouton poussoir a la mission d'arrêter le fonctionnement de la machine en cas de dysfonctionnement ou d'accident. Il est uniquement de fonctionnement manuel, et ne peut être activé que par l'opérateur chargé de la machine. Pour le déverrouiller il suffit de le tourner. (Marque Schneider)

- **BP ARRET:** Bouton poussoir pour arrêter la machine. (Marque Schneider)

- **CAPOTAGE :** la machine est conçue pour fonctionner capotée. Pour cela, il existe un contact de type N.O (normalement ouvert) solidaire au capot de façon à ce que le contact se ferme lorsque le capot est mis ; permettant ainsi un fonctionnement normal de la machine. Le fournisseur est Radiospares.

- **MODULE SECURITE PREVENTA:** Il surveille le circuit d'arrêt d'urgence et les interrupteurs. Il assure la protection de l'opérateur et de la machine par l'arrêt immédiat du mouvement dangereux :
 - Après avoir reçu une commande d'arrêt par l'opérateur
 - Ou par la détection d'un défaut dans les circuits de sécurité lui-même

- **BP MARCHE:** Bouton poussoir qui démarre la pompe à vide. Connecté en série avec deux contacts de type N.C (normalement fermé) des contacteurs. Ces contacteurs ont pour désignation KM1 et KM2.

- CONTACTEURS: En poussant le B.P « marche » le courant passe par les contacteurs KM1 et KM2 qui, par excitation, ferment les contacts N.O permettant le passage du courant vers le reste des circuits qui mettra en marche la pompe à vide et qui permettra le démarrage et la mise en le fonctionnement de la machine.

- DISJONCTEURS MAGNETOTHERMIQUES: Triphasés de type GV2 ME chez Schneider. Ils ont pour rôle de protéger les installations électriques contre les surcharges par un dispositif thermique et les courts-circuits par un dispositif magnétique. Leur puissance dépend de la puissance des éléments à protéger :
 - Pour la pompe à vide, nous avons choisi un disjoncteur de 0,37 kW. Etant donné que la pompe à vide est monophasée et le disjoncteur qui le protège est triphasé, nous avons connecté deux phases pour équilibrer les courants.
 - Pour le moteur, le disjoncteur sera de 0,09 kW. Il sera connecté au moteur et au variateur de vitesse par un câble blindé 4G 1,50.

- VOYANT VERT: voyant lumineux qui indique que la machine est allumée.

- VARIATEUR VITESSE : Permet de modifier la vitesse du moteur à partir d'un potentiomètre de 10 k Ω connecté entre la sortie « COM » et la sortie « +10V » du variateur. En même temps, ce variateur fonctionne comme un

convertisseur permettant la connexion du moteur triphasé à l'alimentation monophasé. (ABB)

- **MOTEUR** : Moteur réducteur triphasé coaxial 0,09kW. Pour faire le choix du moteur nous avons eu plusieurs rendez-vous avec un commercial de la société COMO (représentant de ABB à Nantes). Il nous a conseillé de prendre le moteur triphasé avec un variateur de vitesse convertisseur car ce système est fiable et peu coûteux.
- **DEPART CYCLE**: Bouton tournant qui permet le démarrage du moteur et du variateur achevant la mise sous tension de l'ensemble de la machine. Il est connecté entre les sorties +12V et le « START » du variateur.
- **ALIMENTATION REDRESSÉE**: Permet d'alimenter le capteur et les compteurs en tension continue de 24V à partir de l'alimentation monophasée 230V, courant alternatif de la machine. Sa puissance est de 24 W.

- CAPTEUR : Un capteur d'épaisseur et de présence de lettre a été retenu. Il s'agit d'un capteur à fibre optique composé de :
 - Un amplificateur
 - Deux brins de fibre optique
 - Une alimentation

Cet amplificateur permet les 2 mesures avec un seul capteur.

Principe de l'amplificateur :

L'amplificateur affiche une valeur comprise entre 0 et 4095. Le 0 signifie qu'il n'y a aucune lumière de transmise entre les 2 fibres. 4095 signifie que toute la lumière émise a été transmise.

Lors des essais, nous avons pu voir que lors du passage de l'enveloppe, qu'une certaine valeur était donnée, et que lors du passage de l'enveloppe fermée ou contenant encore un courrier, le capteur donnait une valeur inférieure.

On peut en déduire 2 valeurs repères. La sortie de l'amplificateur donnera un signal binaire.

- COMPTEURS : Deux compteurs totalisateurs de marque Omron connectés au capteur et au circuit secondaire de l'alimentation redressée.

Les connexions entre les éléments dans la partie en courant alternatif sont faites avec fil de section $1,5\text{mm}^2$, sauf la partie du moteur comme nous l'avons dit auparavant. En courant continu, la section du fil sera de $0,75\text{mm}^2$.

Tous les éléments sont fixés à une grille de $400 \times 300\text{mm}$ dans une armoire électrique, sauf les voyants et les boutons manuels qui seront placés sur la porte de cette armoire à fin d'être accessibles.

On peut voir le schéma électrique ainsi que les caractéristiques des composants dans les annexes.

1.2.10. Engrenages.

Sur la machine d'origine, l'ensemble fonctionnait déjà grâce à un système de pignonnerie. Le moteur entraînait l'ensemble de la machine grâce à trois chaînes. La première étant celle qui passait par le moteur, l'arbre de la came et le rouleau aspirant. Une seconde chaîne partait de l'arbre du rouleau aspirant pour entraîner l'arbre en feutre puis un autre arbre (arbre moteur couteaux), responsable de l'entraînement de l'axe des blocs couteaux.

Nous avons pu mesurer les diamètres et le nombre de dents des pignons. Nous en avons déduit les vitesses de rotation de l'ensemble puisque le moteur avait une vitesse de rotation de 29rpm.

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

Ainsi, nous avons :

		Vitesse de rotation (rpm)	Nombre de dents
Chaîne n°1	Moteur	29	20
	Came	24,7	24
	Rouleau aspirant	48,33	12
Chaîne n°2	Rouleau aspirant	48,33	30
	Arbre moteur couteaux	120,83	12
	Rouleau en feutre	161,1	9
Chaîne n°3	Arbre moteur couteaux	120,83	20
	Couteaux	134,26	18

L'ensemble était avec un pas de 12,7mm, ce qui est une valeur typiquement américaine.

Or, comme nous l'avons indiqué, nous voulions que notre machine soit la plus standard possible, mais aussi avec des produits facilement trouvable en France.

Nous avons donc choisi un pas standard de 6mm afin d'avoir des pignons de petite taille.

NB : Avec l'optimisation de certaines parties de la machine, nous avons fait quelques modifications.

En conservant les mêmes ratios de vitesse de rotation, nous obtenons :

nouveaux pignons		Nombre de dents théoriques	Nombre de dents choisit
Chaîne n°1	moteur	20	26
	came	23,99	24
	rouleau aspirant 1	12,00	12
Chaîne n°2	rouleau aspirant 2	30,00	30
	rouleau en feutre	9,00	9
	couteaux	10,79	12

Comme nous pouvons le voir sur le tableau, la seule différence entre la théorie et ce que nous avons pris est sur le pignon du moteur.

En effet, le moteur avait un axe de sortie relativement important c'est pourquoi nous avons du prendre un pignon légèrement plus grand. Néanmoins, vu que nous avons mis un régulateur de vitesse sur le moteur, cela ne pose pas de problèmes.

Par ailleurs, pour chaque chaîne, nous avons placé un dispositif de réglage, c'est à dire des tendeurs de chaîne, afin de pouvoir plus ou moins tendre celles-ci mais aussi de pouvoir démonter les pignons plus facilement.

Annexes

1.3 ANNEXES

SOMMAIRE GENERALE

ANNEXE A: LISTE DES FOURNISSEURS

ANNEXE B: DOCUMENTATION TECHNIQUE

MOTEUR

PREVENTA

TURBINE

DISTRIBUTEUR

CAPTEUR

GALET DE CAM

PALIER AUTOALIGNEUR

A

Liste des Fournisseurs

B

Documentation Technique

DOCUMENT N° 2 PLANS

SOMMAIRE GENENALE

2.1. LISTE DES PLANS

2.2 PLANS

2.1.LISTE DES PLANS

SOMMAIRE GENERALE

RD1104-0: Machine Globale

RD1104-1 : Partie bâti, table et tôles

RD1104-2 : Assemblage lame et assemblage contre-lame

RD1104-3 : Partie lame

RD1104-4 : Partie contre-lame

RD1104-5 : Partie came et doigts pousse - documents

RD1104-6 : Partie rouleau aspirant et éjection du courrier

RD1104-7 : Partie Chargeur

RD1104-8 : Partie ventouses

RD1104-9 : Partie couteaux circulaires

DOCUMENT N° 3 CONVENTION

SOMMAIRE GENENALE

3.1. CONVENTION RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

DOCUMENT N° 4 BILAN FINANCIER

SOMMAIRE GENERALE

4.1. BILAN FINANCIER.....	1
4.2. ANNEXES.....	3

Annexes

4.2 ANNEXES

SOMMAIRE GENERALE

ANNEXE A: NOMENCLATURE PAR ASSEMBLAGE

ANNEXE B: NOMENCLATURE PAR FOURNISSEUR

ANNEXE C: NOMENCLATURE PAR MATIERE

ANNEXE D: BONS DE LIVRAISON

A

Nomenclature par Assemblage

B

Nomenclature par Fournisseur

C

Nomenclature par Matière

D

Bons de Livraison

4.1. Bilan financier.

Dans le cahier des charges, il a été fixé que le budget du coût d'achat de la machine ne devait pas excéder les 15 000€ TTC.

Afin de rentrer dans nos frais, nous avons régulièrement tenu à jour les devis de nos commandes.

Grâce à la nomenclature où figurent les prix des pièces, il nous a été possible de tenir facilement à jour nos comptes. Notre client passant ses commandes selon notre demande, nous n'avions ainsi qu'à lui fournir la page de la nomenclature mise à jour, avec les références des produits, leurs quantité, leurs prix, etc. (Voir Annexes de « Nomenclature »).

Au début du projet, nous n'avions pas pensé que l'atelier de l'ICAM allait déménager et qu'ainsi nous ne pourrions pas usiner toutes nos pièces sur place. Il a donc fallu les faire usiner à l'extérieur, ce qui a occasionné un coût supplémentaire important. Ce coût a tout de même pu être réduit à son maximum.

En effet, nous avons effectué plusieurs devis auprès de divers usineurs, et les tarifs d'Armeka ont défiés toute concurrence. Nous avons fait faire 4 devis différents. Trois d'entre eux tournaient autour de 5000 à 6000€ Armeka, lui divisait les prix par 2 voire 3.

Pour les usineurs de tôles, la surprise fût bonne aussi. Nous pensions que cela nous coûterait facilement un quart de notre budget, vu certaines formes complexes qu'il y avait, or les prix sont restés très raisonnables.

La répartition des dépenses se répartit comme suit :

Bilan financier			
		PRIX HT (€)	PRIX TTC(€)
Pièces			
	<i>commande n°1</i>	1 109,26 €	1 326,67 €
	<i>commande n2</i>	211,15 €	252,54 €
Pneumatique		1 039,12 €	1 242,79 €
Usinage		2 000,00 €	2 392,00 €
Tôlerie		650,00 €	777,40 €
Electrique			
	<i>1ère commande</i>	743,59 €	889,33 €
	<i>moteur+ variateur</i>	440,75 €	527,14 €
Table		91,70 €	109,67 €
Matière		602,00 €	719,99 €
	total	6 887,57 €	8 237,53 €

La totalité des coûts de la machine ayant été pris en compte (excepte le prix du montage), il est facile de se rendre compte que le budget n'a largement pas été dépassé.

Nous rentrons donc pleinement dans le budget prévu.