

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

BADJI MOKHTAR ANNABA-UNIVERSITY
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA



FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIORAT
DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE

PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

INTITULE

**Conception d'une machine automatique
d'assemblage des rouleaux de transporteurs**

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNIQUES

FILIERE : GENIE MECANIQUE

SPECIALITE : MECATRONIQUE

PRESENTE PAR : GHARBI KHAOULA

DIRECTEUR DU MEMOIRE : Pr. BOUCHELAGHEM Abdelaziz Mahmoud

DEVANT LE JURY

PRESIDENT : Pr. BOUCHELAGHEM Abdelaziz

Université Badji Mokhtar Annaba

EXAMINATEURS : Pr. LAOUAR Lakhdar

Université Badji Mokhtar Annaba

M.C.A. BENGHERSALLAH Mohiédine

Université Badji Mokhtar Annaba

M.C.A. MEKHILEF Slimane

Université Badji Mokhtar Annaba

M.A.A. MANSOURI Mohamed

Université Badji Mokhtar Annaba

Année: 2015/2016

Remerciements et Dédicaces

Je remercie Allah tout puissant qui m'a donné la force et la volonté pour Pouvoir finir ce mémoire de master II.

*Je tiens aussi à exprimer ma gratitude à mon Directeur de mémoire
« Pr. BOUCHELAGHEM Abdelaziz Mahmoud »
pour la confiance, les encouragements, les précieux Conseils qu'il
m'a accordés et prodigués durant ce travail.*

*Je remercie également la Direction et l'équipe de l'Atelier
Mécanique de l'Entreprise GENERAL MECANIQUE ZENNADI
(GMZ)
pour leur accueil en stage et leur précieuse aide à réaliser le projet.*

Je dédie ce mémoire à :

*Mes chers parents pour tous les sacrifices consentis, pour leur soutien
durant toutes mes années d'études,*

Toute ma famille, en particulier ma sœur et mon frère,

Tous mes amis.

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : Recherche bibliographique	1
I.1 - Les transporteurs	6
I.1.1-Transporteur à rouleaux	6
I.1.2-Transporteur aérien ou transporteur à câbles.....	6
I.1.3-Transporteur à raclettes.....	7
I.1.4-Transporteur à tablier	7
I.1.5-Transporteur de gaz	8
I.1.6-Transporteur de vrac	8
I.1.7-Transporteur élévateur mobile.....	8
I.1.8-Transporteur pneumatique.....	8
I.2-Description d'un transporteur a bande.....	9
I.2.1-Utilisation	9
I.2.2-Convoyeur magnétique.....	11
I.2.3-Convoyeur à courroie crantée	11
I.2.4-Convoyeur à résonance.....	12
I.2.5 - Convoyeur à chaîne	12
I.2.6-Convoyeur à pas de pèlerin.....	13
I.2.7-Convoyeur à accumulation pour charge isolées	13
I.2.8-Convoyeur à vis sans fin	14
I.2.9-Convoyeur à air.....	15
I.3- Rouleaux de transporteurs	15
I.3.1-Définition des rouleaux	15
I.3.2-Fonctions et critères de Conception de Rouleau	18
I.3.2.1- Conception	18
I.3.2.2- Choix du diamètre du rouleau en fonction de la vitesse.....	20
I.4- Productivité et automatisation	26
I.4.1-Définitionde la production	26
I.4.2-Les objectifs généraux de la production	26
I.4.3-Les objectifs techniques.....	27
I.4.4-Contribution et conséquences de l'automatisation.....	27

I.5- Assemblage mécanique.....	28
I.5.1- Définition de l'assemblage	28
I.5.2- Fonctions d'assemblage.....	28
I.5.3- Types d'assemblages.....	29
I.5.4- Assemblage par soudage	30
I.6 - Méthodologie d'assemblage au moyen du logiciel de conception SolidWorks (SW) ...	34
I.7- Assemblage automatique	37
I.7.1- Historique	37
I.7.2- Systèmes d'assemblage automatisé.....	38
CHAPITRE II : Fabrication de rouleau et gamme d'assemblage.....	43
II .1-L'éléments constituant des rouleaux transporteurs.....	44
II .1.1 - Spécifications techniques.....	45
II .1.1.1 - Tube.....	45
II .1.1.2 - Axe	46
II .1.1.3- Roulements	49
II .1.1.4- Joints pour axe	49
II .1.1.5- Liaisons boîtiers tube.....	51
II .1.2-Opération de fabrication des rouleaux.....	52
II .1.2.1-Exigences techniques.....	52
II .1.2.2-Dessins de définition des toute les pièces à monter	55
II.2-Montage manuel.....	64
II.3 - Gamme de montage et temps	68
II .3.1- Processus de fabrication des rouleaux	68
CHAPITRE III : Machine d'assemblage du rouleau.....	69
III.1-Composition de la machine d'assemblage.....	70
III.2 - Description du fonctionnement de la machine.....	71
III.3 - Cycle de fonctionnement de la machine d'assemblage du rouleau	77
III.4 -Calculs mécaniques.....	78
III.4.1 - Calcul des vérins	78
III.4.1.1 - Vérin hydraulique télescopique de montage des roulements.....	78

III.4.1.2 - Vérin hydraulique télescopique de sertissage	80
III.4.2 - Calcul de diamètre d'arbre.....	82
III.4.3 - Vérification de l'arbre aux sollicitations.....	85
III.4.3.1 - Détermination des contraintes et leur répartition	86
III.4.3.2 - Détermination de la flexion.....	86
III.5 - Dessins des composants de la machine d'assemblage de rouleau	87
CHAPITRE IV : Commande de la machine d'assemblage de rouleau.....	100
IV.1- Les capteurs.....	101
IV.2 - Codification des composants de la machine d'assemblage.....	103
IV.3 - Grafcet de la machine d'assemblage.....	106
CONCLUSION GENERALE	107

Figures

Figure 1 : schéma des principales disciplines de la

Figure 2 : Transporteur à rouleaux

Figure 3 : Transporteur à rouleaux

Figure 4 : Transporteur à raclettes

Figure 5 : Transporteur à tablier

Figure 6 : Transporteur de vrac

Figure 7 : Transporteur élévateur mobile

Figure 8 : transporteur à bande

Figure 9 : schéma de transporteur à bande

Figure 10 : Convoyeur à courroie crantée

Figure 11 : Convoyeur à chaînes

Figure 11 : Convoyeur à pas de pèlerin

Figure 12 : Convoyeur à accumulation pour charges isolées

Figure 13 : Convoyeur à vis

Figure 14 : Rouleaux porteurs ou supérieurs

Figure 15 : Rouleaux amortisseurs

Figure 16 : Rouleaux de retour ou inférieurs

Figure 17 : Rouleaux anticollants

Figure 18 : Rouleaux d'inflexion

Figure 20 : poste à souder ou soudeuse

Figure 21 : Organigramme des procédés de soudage les plus répandus.

Figure 22 : bride hydraulique

Figure 23 : En ligne de machine d'assemblage

Figure 24 : Dial indexation automatique

Figure 25 : Système de montage Carrousel

Figure 26: Simple-Station Assemblée cellulaire

Figure27 : forme bi conique

Figure 28: forme W du méplat

Figure29 : positionnement du trou de vis de réglage de hauteur

Figure 30: joint

Figure 31: joint pour axes

Figure 32: assemblage boitier de roulement et roulement

Figure 34: assemblage du boitier de roulement et roulement sur l'axe

Figure 35: assemblage du circlips

Figure 36: assemblage tube

Figure 37: assemblage boitier de roulement et roulement

Figure 38: assemblage circlips

Figure39 : Sertissage

Figure 40: assemblage le Bouchon

Figure 41: vue éclater

Figure 41: vue éclater

Figure 42: Processus de fabrication des rouleaux

Figure 43 : mécanisme de montage de circlips

Figure44: principaux capteurs

Tableaux

Tableau 1 : Vitesse maximale et nombre de rotations des rouleaux

Tableau 2 : Diamètre recommandé pour les rouleaux

Tableau 3: Coefficient de participation F_p

Tableau 4: Coefficient d'utilisation

Tableau 5: Coefficient lié à l'environnement

Tableau 6: Coefficient de choc F_d

Tableau 7: Coefficient de vitesse F_v

Tableau 8: Coefficient de vie théorique des roulements

Tableau 9: dimensions Méplats

Tableau 10: dimensions des filtrages des axes

Tableau 11: dimensions des filetages des épaulements

Tableau 12: description des pièces rouleau et matière

Tableau 13: défient épissure dans le tube

Tableau 14: type de roulement

Tableau 15: Caractéristiques des roulements à billes utilisés

INTRODUCTION GENERALE

Introduction à la mécatronique

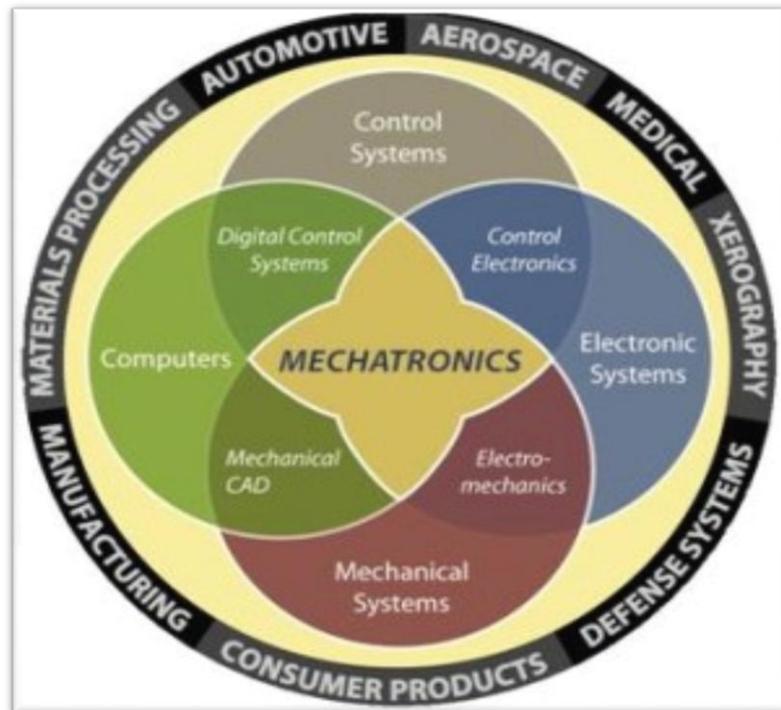


Figure 1 : Schéma des principales disciplines de la Mécatronique

Plus qu'une discipline, la mécatronique est une approche de l'ingénierie qui intègre plusieurs spécialités. Typiquement on regroupe sous ce terme : la mécanique, l'électronique, l'informatique et une partie contrôle.

Le mot mécatronique (mechatronics en anglais) a été inventé au Japon en 1969 par les ingénieurs Etsuro Mori et Er. Jiveshwar Sharma de la compagnie Yaskawa.

La robotique peut être considérée comme le père, ou l'ancêtre de la mécatronique. Ceci-dit, aujourd'hui la mécatronique dépasse largement le cadre de la robotique et englobe de nombreuses applications dans des domaines aussi divers et variés que l'aérospatial (par exemple les systèmes de régulations antivibratoires des avions), l'automobile (exemple avec la direction assistée, l'ABS, l'EPS), la production (machines-outils, robots industriels), le médical (aussi bien dans le matériel que dans l'assistance ou le remplacement d'organes humains, on parle alors de bio mécatronique), l'électroménager avec les machines à laver dites « intelligentes », ...etc.

En France, la norme NF E01-010 définit la mécatronique comme étant : « une démarche visant l'intégration en synergie de la mécanique, l'électronique, l'automatique et l'informatique dans la conception et la fabrication d'un produit en vue d'augmenter et/ou d'optimiser sa fonctionnalité ».

➤ **La régulation au cœur des systèmes mécatroniques**

Un système mécatronique est en général caractérisé par sa fonctionnalité d'autorégulation, c'est-à-dire qu'il réagit en temps réel ou non en fonction de son propre état. Un système classique est donc composé de capteurs qui informent sur l'état de celui-ci, des actionneurs qui agissent sur le système à réguler et un outil de correction, généralement un logiciel, pour améliorer la qualité de la régulation (vitesse de réaction, précision, justesse, adaptabilité du système à des situations nouvelles...). Parmi une multitude de correcteurs, on peut citer le PID. Sans doute le régulateur le plus utilisé dans l'industrie, il répond efficacement à un grand nombre de problèmes. Il est composé d'une action Proportionnelle (multiplie la différence état réel/état souhaité par un gain G), d'une action Intégrale (l'erreur est intégrée sur un intervalle de temps S , puis multipliée par un gain T_i), et d'une action Dérivée (l'erreur est dérivée suivant un temps S , puis multipliée par un gain T_d).

Pour reprendre, de manière plus simple, la définition de lamécatronique comme étant la convergence de la mécanique et de l'électronique. Elle associe à ces deux éléments les notions d'informatiques nécessaires au contrôle et au traitement des informations provenant des différents capteurs.

Les trois principales composantes de la mécatronique peuvent donc être :

- La partie opérative (l'ensemble Cinématique avec ses Actionneurs et ses Capteurs - Mécanique et Electronique)
- La partie commande (l'Intelligence du système - Electronique et Informatique temps réel)
- La partie IHM Interface Homme/Machine (le Pilotage du système - Informatique et Communication).

La mécatronique est en pleine expansion, aussi bien au niveau des équipements industriels, que des composants et des processus de production.

La conception mécatronique

La mécatronique exige de penser les produits de manière transverse ; elle fait tomber les murs entre domaines de compétences. Il s'agit au final d'obtenir non pas un élément purement mécanique, ou purement électronique, mais bien un ensemble qui combine les deux technologies. Alors, quelle démarche de projet et quels outils permettent cette synergie en phase de conception ?

La conception des systèmes mécatroniques en général et des systèmes microtechniques en particulier exige un échange fluide des données entre les domaines de la mécanique et de l'électronique.

L'utilisation des boîtiers CMS (Composants Montés en Surface) et des composants électroniques programmés permet une intégration poussée des parties commande et de l'interface homme-machine à l'intérieur même des ensembles mécaniques. Cette électronique miniaturisée n'est plus annexée, elle est conçue pour être le plus intégrée possible dans le système.

De plus en plus, les deux univers de la mécanique et de l'électronique, s'ils ne sont pas l'apanage des mêmes techniciens, se doivent malgré tout de fonctionner en bonne harmonie avec des méthodes et des outils communs. Il incombe donc aux deux domaines de l'enseignement technologique correspondants, encore trop souvent cloisonnés (enseignants, labos, logiciels, etc., différents), de trouver des méthodes d'ingénierie compatibles avec l'évolution des produits.

Le chef de projet doit maîtriser les différents domaines, et non être un expert dans l'une des technologies mécatroniques, il lui faut absolument éviter de porter un regard purement mécanicien ou électronicien sur le projet.

La conception ne doit plus se faire de manière séquentielle : la démarche mécatronique nécessite de penser le produit dans son ensemble (tous les domaines de compétences à la fois) et non pas d'abord la partie mécanique, ensuite l'électronique, puis les capteurs actionneurs, enfin l'informatique, sous peine de surcoûts rédhibitoires et de solutions non optimisées en taille et en ergonomie.

Problématique

Pendant que la technologie avance, l'automatisation des procédés industriels est devenue d'autant plus nécessaire, surtout dans les perspectives de productivité. Le problème de l'automatisation des opérations d'assemblage des rouleaux, au niveau de l'Entreprise Algérienne Général Mécanique Zennadi(GMZ), sert de guide à ce mémoire. L'objectif est de concevoir une machine d'assemblage, capable de répondre aux exigences technico-économiques.

CHAPITRE I

RECHERCHE

BIBLIOGRAPHIQUE

I.1-Les transporteurs

I.1.1-Transporteur à rouleaux

Appareil constitué par des cylindres horizontaux, mobiles autour de leur axe, et montés sur une ossature métallique de façon à constituer un chemin de roulement. Ces convoyeurs permettent de transporter automatiquement des marchandises d'un point A à un point B en s'appuyant sur une architecture de rouleaux métalliques.

Cette dernière autorise une grande flexibilité d'organisation, qui se traduit par l'existence de très nombreux modèles de cet équipement, propres à l'environnement de chaque entreprise.



Figure 2 : Transporteur à rouleaux

I.1.2-Transporteur aérien ou transporteur à câbles

Installation comportant un ou deux câbles auxquels sont suspendues les bennes de transport des matériaux sur de grandes distances.

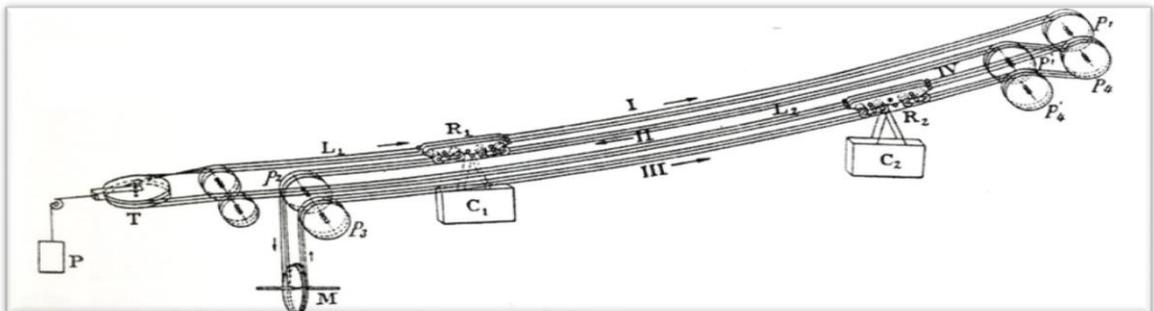


Figure 3 : Transporteur à rouleaux

I.1.3-Transporteur à raclettes

Transporteur constitué par une ou plusieurs chaînes (ou câbles) sans fin, actionnées par une roue motrice et sur lesquelles sont montées des plaques métalliques épousant la section d'une gouttière ou d'un couloir fixe à l'intérieur desquels elles entraînent la marchandise.

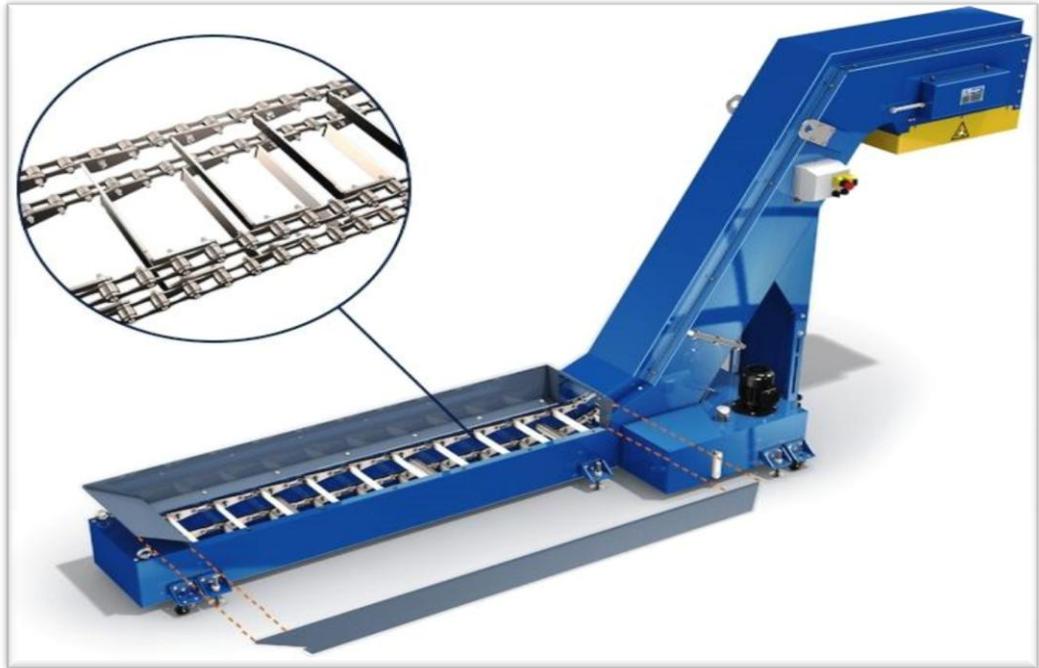


Figure 4 : Transporteur à raclettes

I.1.4-Transporteur à tablier

Transporteur constitué par une ou plusieurs chaînes (ou câbles) sans fin, sur lesquelles sont fixées des lattes de bois ou de métal espacées.



Figure 5 : Transporteur à tablier

I.1.5-Transporteur de gaz

Navire de charge destiné au transport de gaz liquéfiés. (Selon le gaz transporté, il s'agit de butanier, de méthanier, d'éthylénier.)

I.1.6-Transporteur de vrac

Navire de charge destiné au transport de marchandises sèches en vrac.



Figure 6 : Transporteur de vrac

I.1.7-Transporteur élévateur mobile

Synonyme de sauterelle.



Figure7 : Transporteur élévateur mobile

I.1.8-Transporteur pneumatique

Tuyau à l'intérieur duquel de petits colis ou des matières pulvérulentes sont entraînés au moyen d'air comprimé.

Transporteurs d'hydrogène, série de corps capables de passer facilement de leurs formes oxydées à leurs formes réduites et inversement, jouant ainsi un rôle essentiel dans la respiration cellulaire.

I.2-Description d'un transporteur a bande

I.2.1 - Utilisation

Le transporteur à bande ou convoyeur à bande est adaptable pour la série de concassage mobile et immobile, il est amplement employé dans le minerai, la métallurgie et l'industrie charbonnière pour transférer le matériel sablonneux et massif, ou le matériel emballé. Le système de transfert peut être seul ou multi-transporteurs ou combiné avec d'autre équipement de transfert en fonction de divers demandes de transfert. Le transporteur est installé horizontalement ou en pente pour satisfaire les besoins des différentes chaînes de transfert.

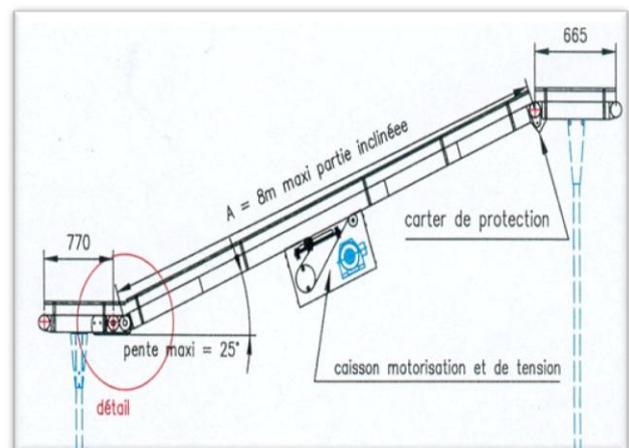


Figure 8 : Transporteur à bande

Principe et composantes

Il est constitué essentiellement d'une bande sans fin en matériau souple entraînée et supportée par des poulies motorisées. La bande, plus ou moins large, comporte un brin inférieur et un brin supérieur, lequel supporte et entraîne la marchandise posée dessus. Elle peut être munie de nervures en chevrons permettant un meilleur entraînement de la marchandise.

Le parcours de la bande transporteuse peut être horizontal ou ascendant ou descendant. Il peut être rectiligne ou comporter des courbes. C'est une entreprise française qui est à l'origine des améliorations notables au cours des années 1970. L'ingénieur Hyacinthe Marcel Bocchetti et l'équipe de la REI (Réalizations de projets Industriels) a déposé divers brevets pour des spacebelt de grandes longueurs ou de configurations courbes.

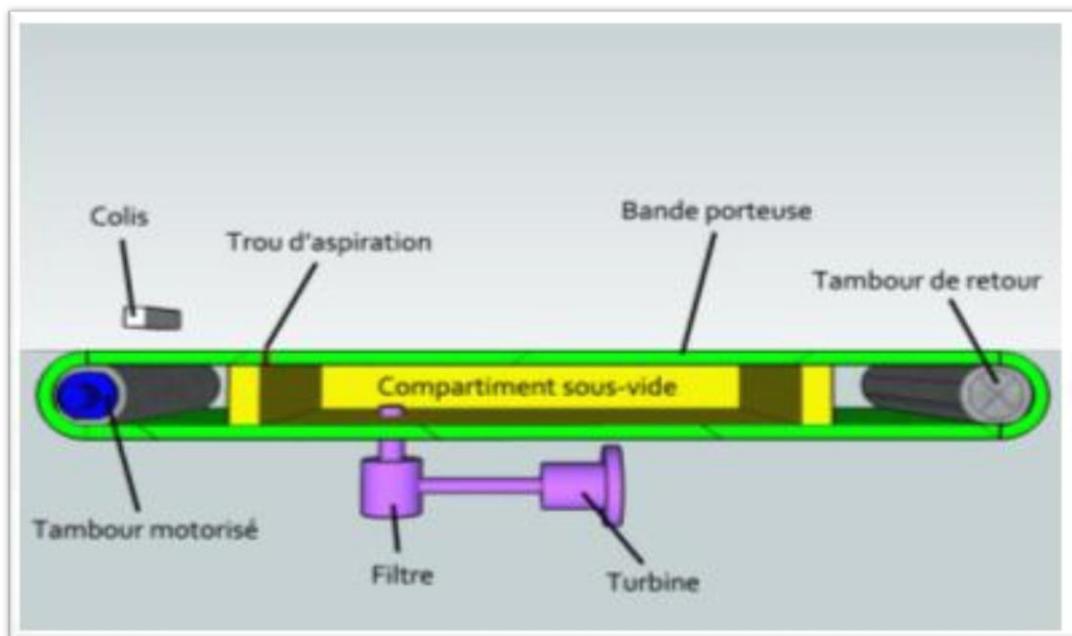


Figure 9 : Schéma de transporteur à bande

Les bandes transporteuses sont très employées dans l'industrie, les mines et carrières et l'agriculture pour le déplacement, généralement à courte distance, de matériaux plus ou moins pondéreux tels que charbon, minerai, sable, céréales, etc. Cette technique a des emplois très variés. On la retrouve par exemple sous forme de trottoir roulant pour le déplacement de personnes dans les gares et aéroports, de fonds mobiles de certains véhicules auto-déchargeurs, de tapis roulants aux caisses des hypermarchés ou pour la livraison des bagages dans les aéroports, etc.

Des bandes transporteuses mobiles, souvent appelées « sauterelles » servent au chargement ou au déchargement de véhicules, notamment des wagons et des navires, par exemple pour le minéral.

Le convoyeur peut également être conçu pour transporter uniquement des charges isolées (cartons, bacs, sacs, palettes, containers,...) selon des trajectoires droites ou courbes, montantes et descendantes.

Des mécanismes de convoyeurs à bandes sont utilisés comme composants dans les systèmes de distribution et d'entreposage automatisés. Combinés à des équipements de manutention de palette commandés par ordinateur, ils permettent une distribution plus efficace des produits manufacturés, de détail ou de gros. Ces systèmes permettent de traiter rapidement des volumes de marchandises plus importants tant en réception qu'en expédition, avec des volumes de stockage plus réduits, autorisant d'intéressants gains de productivité aux entreprises.

Élévateur à godets

Un élévateur à godets est une installation assurant l'ascension de matières solides en vrac, généralement pondéreuses, à l'aide de récipients fixés à intervalles réguliers sur une bande souple refermée sur elle-même.

I.2.2-Convoyeur magnétique

Le convoyeur magnétique est un appareil muni d'une bande avec une partie magnétique qui, placée en dessous de la bande, permet d'attirer les produits métalliques vers le bas leur donnant ainsi plus de stabilité.

Les convoyeurs à tambour magnétique permettent la séparation des particules ou déchets métalliques. Ils sont souvent employés en fonderie pour extraire les déchets métalliques d'un transporteur de sable après l'opération de décochage.

I.2.3-Convoyeur à courroie crantée

Le crantage de la bande permet son déplacement d'une valeur précise, sans craindre le glissement possible comme avec une courroie lisse.

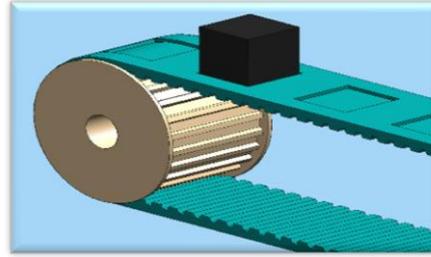


Figure 10 : Convoyeur à courroie crantée

I.2.4-Convoyeur à résonance

Un piston actionné par de l'air comprimé (entre 2 et 6 bars) fait trembler le convoyeur et permet ainsi le déplacement des marchandises dans le convoyeur. Ce type de convoyeur est souvent utilisé pour de petites choses légères, par exemple, des semences.

I.2.5 -Convoyeur à chaîne

Les convoyeurs à chaînes permettent le déplacement de charges qui ne pourraient pas l'être sur des convoyeurs à rouleaux, cas des palettes ou containers dont les "skis" sont perpendiculaires au sens de déplacement.

Selon la rigidité de la charge à transporter, le nombre de chaînes est augmenté de sorte à réduire l'entraxe des chaînes. Il existe des convoyeurs à deux, trois, quatre, voire cinq chaînes et plus.

Ces convoyeurs se caractérisent par le nombre de chaînes, le matériau des chaînes (acier, inox, plastique) ainsi que la robustesse de leur châssis porteur qui dépend de la charge à supporter.

L'accumulation est en général non préconisée. Pour le passage d'un convoyeur à l'autre, il est quelquefois conseillé d'imbriquer les convoyeurs entre eux en variant les entraxes des chaînes.

L'entraînement des charges est alors assuré en permanence, y compris durant le transfert.

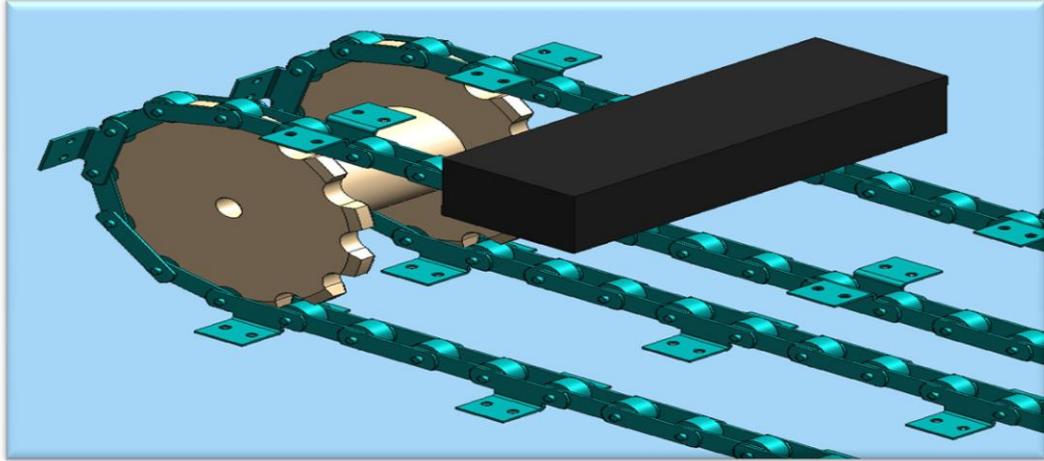


Figure11 : Convoyeur à chaines

I.2.6-Convoyeur à pas de pèlerin

C'est le système où le produit avance pas à pas. Le mécanisme décrit, en quelque sorte, un rectangle : montée et levage du produit / avance avec le produit / descente et pose du produit / retour à vide.

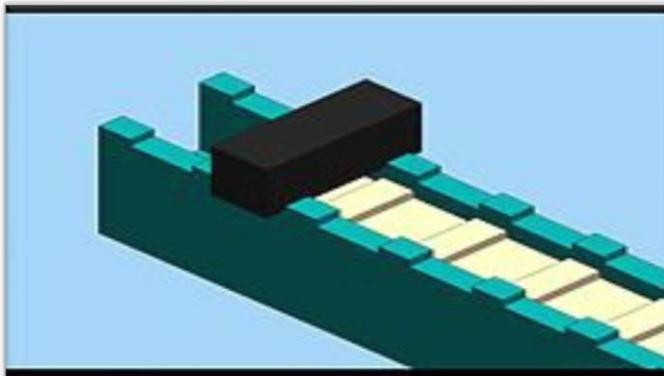


Figure11 : Convoyeur à pas de pèlerin

I.2.7-Convoyeur à accumulation pour charges isolées

On entend ici par accumulation l'action de stocker des colis sur un convoyeur, généralement à rouleaux. On distingue l'accumulation avec contact et l'accumulation sans contact.

La première est la solution de stockage la plus économique, elle englobe plusieurs technologies de convoyage: accumulateur à rouleaux commandés par courroies rondes, par courroie tangentielle, à rouleaux débrayables à friction,...etc. Elle offre l'avantage de pouvoir

réaliser des parties droites et courbes avec une seule motorisation ce qui est particulièrement économique.

La deuxième est utilisée lorsque les charges à transporter ne doivent pas se toucher. Il s'agit alors de parceller le convoyeur en différentes zones, chacune d'entre elles ne contenant qu'un seul colis. Ces zones sont toutes indépendantes et libèrent un colis lorsque la zone suivante est libre. En général, chaque zone intègre son propre système de motorisation et de détection. C'est la solution d'accumulation la plus performante elle mais reste assez coûteuse considérant le nombre de motorisations et de dispositifs de détection.



Figure12 : Convoyeur à accumulation pour charge isolées

I.2.8-Convoyeur à vis sans fin

Le convoyeur à vis ou transporteur à vis est conçu pour le transfert de produits solides, pâteux ou boueux. La technologie utilisée pour ce transfert repose sur l'utilisation d'une vis sans âme (ou spire). Celle-ci permet un convoyage efficace sur de nombreux produits, avec des débits pouvant atteindre 200 m³/h. La spire utilisée est un élément important dans la conception du convoyeur, elle permettra de remplir un certain nombre de fonctions associées au simple convoyage. La vis peut être fabriquée de 2 façons :

1. Fabrication par secteurs soudés (assez fragile).
2. Fabrication par roulage à froid d'un profil (résistance à l'abrasion et aux efforts mécaniques élevé).



Figure 13: Convoyeur à vis sans fin

I.2.9-Convoyeur à air

Convoyeurs utilisant un flux d'air orienté pour déplacer des charges légères. Une chambre est mise sous pression par ventilateur centrifuge. L'une des parois de cette chambre reçoit des ouïes au travers desquelles la pression statique de l'air (déplacement lent) se convertit en pression dynamique (vitesse plus élevée). Utilisé entre autres pour le transport de boîtes de boissons métalliques ou bouteilles plastiques (PET). [1]

I.3- Rouleaux de transporteur

Dans un convoyeur, le composant le plus coûteux et le plus susceptible d'être endommagé est le rouleau. Les rouleaux soutiennent la bande en élastomère sur toute sa longueur. Il convient de les étudier, de les concevoir et de les fabriquer convenablement ou de les choisir de manière à optimiser leur durée de vie et en même temps celle de la bande.

La résistance à la mise en rotation des rouleaux a une influence importante sur la bande et, par conséquent, sur la puissance nécessaire pour la déplacer et la maintenir en mouvement.

I.3.1-Définition des rouleaux

Les rouleaux que nous décrivons sont ceux utilisés pour le transport de produits en vrac par convoyeur à bande. Selon l'utilisation qui en est faite, nous les nommons de la façon suivante

- **Rouleaux porteurs ou supérieurs**

Rouleaux qui soutiennent la partie de la bande qui transporte le matériau. Ces rouleaux peuvent donner à la bande une forme d'auge, de vé ou de plat.



Figure 14 : Rouleaux porteurs ou supérieurs

- **Rouleaux amortisseurs**

Rouleaux qui soutiennent la bande aux points de chargement du transporteur. Ces rouleaux donnent généralement à la bande une forme d'auge.

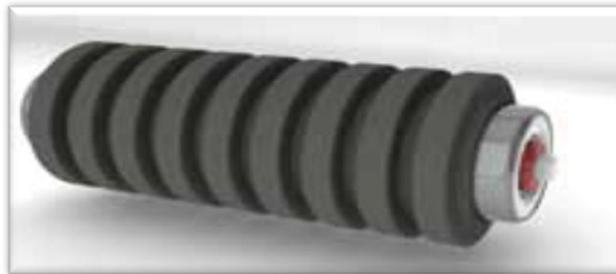


Figure 15 : Rouleaux amortisseurs

- **Rouleaux de retour ou inférieurs**

Rouleaux qui maintiennent le brin retour de la bande. En général, le côté utile de celle-ci est en contact avec les rouleaux. Le retour peut être fait avec une bande à plat ou en vé pour lui assurer un meilleur centrage.

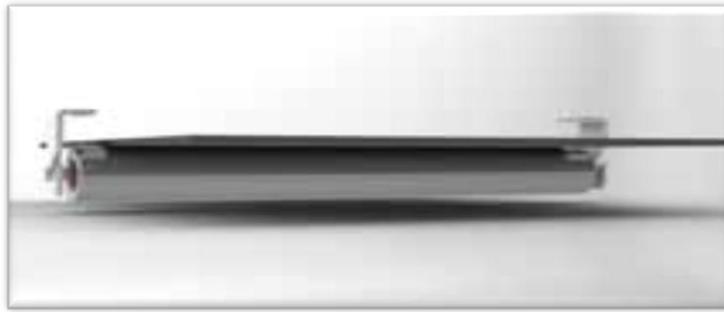


Figure 16: Rouleaux de retour ou inférieurs

- **Rouleaux anticolmatants**

Ces rouleaux sont revêtus de bagues ou d'une gaine caoutchouc dont le but est d'empêcher l'adhérence du produit transporté.

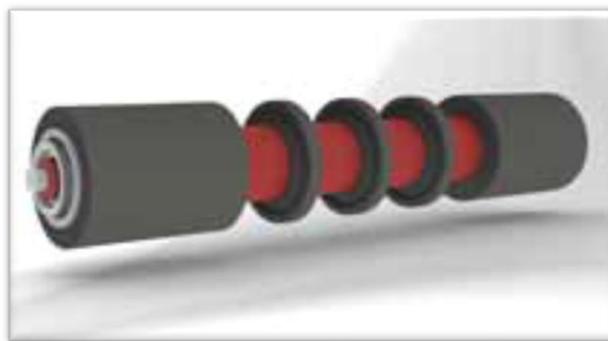


Figure 17 : Rouleaux anticolmatants

- **Rouleaux d'inflexion**

Rouleaux qui imposent à la bande un changement d'inclinaison.



Figure 18 : Rouleaux d'inflexion

- **Rouleaux de contrainte**

Rouleaux situés à proximité des tambours dans le but d'augmenter la surface de contact entre ce dernier et la bande.

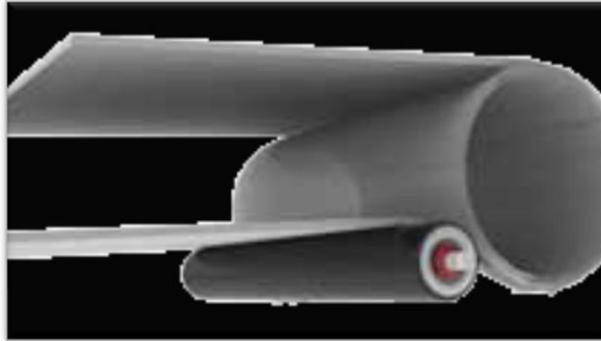


Figure 19 : Rouleaux contrainte

I.3.2-Fonctions et critères de Conception Rouleau

I.3.2.1- Conception

➤ **Étanchéité**

L'utilisation des rouleaux touche tous les domaines de la manutention de produits en vrac car le convoyeur à bande est souvent le choix le plus rationnel et le plus économique qui puisse être fait. L'étanchéité, tout en restant très économique et de faible résistance au roulement doit offrir une protection efficace dans les conditions les plus diverses.

Les critères à prendre en compte sont :

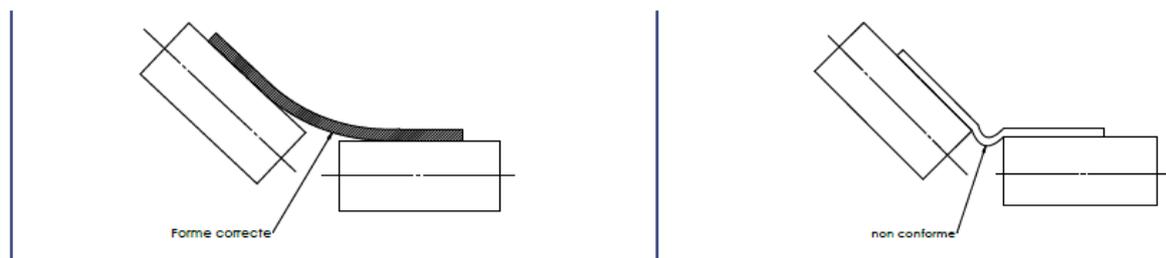
- La nature chimique du produit transporté
- La granulométrie du produit
- La température et ses variations
- La charge et la vitesse de fonctionnement
- L'exposition à la corrosion
- La maintenance et le nettoyage des installations
- La propreté de la bande, notamment pour le brin de retour
- Le spectre de fonctionnement

L'étanchéité développée, dite (M+), doit répondre à la majorité des utilisations courantes.

Couplée à un choix approprié de graisse, elle offre un dispositif parmi les plus efficaces. Le défaut d'étanchéité est la première cause de défaillance des rouleaux.

➤ Usure du tube

La bande se déplace sur les rouleaux essentiellement en roulant, mais les glissements relatifs ne sont jamais totalement exclus. Ceux-ci peuvent provoquer dans le temps une usure du tube, surtout si le matériau transporté est très abrasif. Dans certaines installations, un choix de bande inapproprié ou une distance entre supports trop importante peuvent engendrer entre les stations une déformation de la bande en forme de poche. Lorsque celle-ci revient dans sa position théorique au contact des rouleaux, elle le fait en générant des glissements transversaux provoquant des pressions élevées dans les angles d'auge. Une usure rapide des bords de rouleaux peut alors se produire pouvant aller jusqu'à la désolidarisation du tube et du boîtier. Ce dernier peut alors endommager gravement la bande.



Dans le cas où les paramètres initiateurs ne peuvent être corrigés, des solutions existent pour éviter ou retarder ces désagréments, ces solutions sont :

- Utilisation de tubes HLE (Haute limite élastique)
- Epaisseurs de tubes plus importantes
- Revêtements adaptés

➤ Usure de l'axe

Les portées de roulements peuvent s'user prématurément si la bague interne tourne autour de l'axe. Les principales causes de ce défaut sont :

- Trop grand jeu dans la portée de roulement
- Acier de l'axe pas assez dur
- Rouleau pas assez chargé par rapport au choix du roulement
- Utilisation d'une graisse pas assez fluide (problème fréquent à basse température).

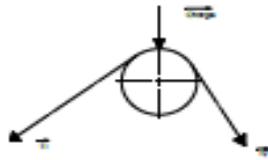
Pour retarder ce phénomène, et à partir du diamètre 25, des portées usinées h7 dans des aciers « mi dur » sont utilisées. Le montage des roulements avec serrage sur l'axe est à éviter, car les dilatations et la flexion de celui-ci provoqueraient des efforts axiaux importants dans les roulements et les endommageraient rapidement.

Dimensionnement des rouleaux d'inflexion et de contrainte

La méthode précédente s'applique au dimensionnement des rouleaux d'inflexion et de contrainte mais les efforts de tension de bande viennent s'ajouter aux autres.

La tension de bande peut être calculée dans le cadre de la norme ISO 5048. Dans ce cas un coefficient de sécurité de 1.5 doit être appliqué pour les rouleaux d'inflexion et de 2 pour les rouleaux de contrainte. En première approximation et grossièrement, la tension est déterminée à partir de la puissance moteur de la sorte : **T = puissance/vitesse de bande**.

Dans ce cas, le coefficient de sécurité peut ne pas être pris en compte.



L'effort résultant sur le rouleau est la somme géométrique des tensions et non pas la somme algébrique.

Dans la plupart des cas, la flexion de l'axe va provoquer un désalignement trop important des roulements. Il est préférable dans ce cas d'utiliser des roulements à rotule à double rangées de rouleaux de la série 21000 ou 22000.

Dans les cas les plus contraignants, il faut prévoir d'utiliser des boîtiers massifs afin d'éviter le laminage de la portée extérieure du roulement.

Il est parfois préférable de choisir une solution avec des paliers appliqués montés sur les flasques. Cette solution peut avoir pour avantage d'éviter de démonter complètement le rouleau en cas d'intervention sur un roulement.[2]

I.3.2.2- Choix du diamètre du rouleau en fonction de la vitesse

La vitesse de déplacement de la bande, par rapport aux conditions de charge requises, est un facteur important pour la conception d'un convoyeur.

A partir de la vitesse de la bande et du diamètre des rouleaux, on peut déterminer les tours/minute des rouleaux à l'aide de la formule suivante:

$$n = \frac{v \times 1000 \times 60}{D \times \pi} \quad [t/min]$$

Où:

D : diamètre des rouleaux [mm]

v : vitesse de la bande [m/s]

Le tableau indique la relation entre la vitesse maximale de la bande, le diamètre des rouleaux et la vitesse de rotation relative. Lors du choix des rouleaux, il est intéressant de noter que, même si un rouleau de diamètre supérieur donne lieu à une plus grande inertie au démarrage, il présente en réalité (les autres paramètres étant pris identiques) de nombreux avantages: réduction du nombre de tours/minute, diminution de l'usure des roulements et des cages, diminution du frottement de roulement et de l'usure entre le rouleau et la bande.

Tableau 1 : Vitesse maximale et nombre de rotations des rouleaux

Diamètre des rouleaux mm	Vitesse de la bande m/s	t/min n
50	1.5	573
63	2.0	606
76	2.5	628
89	3.0	644
102	3.5	655
108	4.0	707
133	5.0	718
159	6.0	720
194	7.0	689

Le choix du diamètre doit tenir compte de la largeur de la bande. Le tableau indique le diamètre des rouleaux en fonction de la largeur de la bande.

Tableau 2 : Diamètre recommandé pour les rouleaux

Largeur de la bande mm	Pour une vitesse								
	≤ 2 m/s			$2 \div 4$ m/s			≥ 4 m/s		
	Ø rouleau mm			Ø rouleau mm			Ø rouleau mm		
500	89			89					
650	89			89	108				
800	89	108		89	108	133	133		
1000	108	133		108	133		133	159	
1200	108	133		108	133	159	133	159	
1400	133	159		133	159		133	159	
1600	133	159		133	159	194	133	159	194
1800	159	159	194	159	194				
2000	159	194		159	194		159	194	
2200 et autres	194			194			194		

D'autres diamètres peuvent être recommandés, dans le cas où le choix est fait en fonction de la granulométrie du produit et de la dureté des conditions de travail.

I.3.2.3-Choix en fonction de la charge

Le type et les dimensions des rouleaux des convoyeurs à bande dépendent essentiellement de la largeur de la bande, de l'écartement des stations-soutiens, et surtout de la charge maximale que doivent supporter les rouleaux sous pression, nonobstant d'autres facteurs de correction.

Le calcul des efforts dus à la charge est généralement effectué par le concepteur de l'installation.

La première valeur à définir est l'effort exercé sur les stations-soutiens. Ensuite, en fonction du type de station-soutien (porteuse, inférieure ou amortisseuse), du nombre de rouleaux sur une traverse ou un soutien, des angles d'inclinaison des rouleaux latéraux, de la granulométrie du produit et d'autres facteurs pertinents indiqués ci-après, on peut calculer l'effort maximal exercé sur les rouleaux pour chaque type de station-soutien. [3]

La valeur d'effort ainsi obtenue peut être comparée à la capacité de charge des rouleaux.

Principaux facteurs pertinents:

I_v = débit-masse

v = vitesse de la bande

a_o = écartement des stations-soutiens du brin supérieur

a_u = écartement des stations-soutiens du brin inférieur

q_b = poids de la bande par mètre linéaire

F_p = coefficient de participation des rouleaux sous contrainte maximale (dépend de l'inclinaison du rouleau dans la traverse)

F_d = coefficient de choc (dépend de la granulométrie du produit)

F_s = coefficient d'utilisation

F_m = coefficient lié à l'environnement

F_v = coefficient de vitesse

Tableau 3: Coefficients de participation F_p

0°	20°	20°	30°	35°	45°
					
1,00	0.50	0.60	0.65	0.67	0.72

Tableau 4: Coefficients d'utilisation

Durée de vie	F_s
Moins de 6 heures par jour	0.8
De 6 à 9 heures par jour	1.0
De 10 à 16 heures par jour	1.1
Plus de 16 heures par jour	1.2

Tableau 5: Coefficients liés à l'environnement

Conditions	Fm
Maintenance propre et régulière	0.9
Présence de produit abrasif ou corrosif	1.0
Présence de produit très abrasif ou corrosif	1.1

Tableau 6: Coefficients de choc Fd

Granulométrie du produit	Vitesse de la bande m/s						
	2	2.5	3	3.5	4	5	6
0 ÷ 100 mm	1	1	1	1	1	1	1
100 ÷ 150 mm	1.02	1.03	1.05	1.07	1.09	1.13	1.18
150 ÷ 300 mm en couches de produit fin	1.04	1.06	1.09	1.12	1.16	1.24	1.33
150 ÷ 300 mm sans couches de produit fin	1.06	1.09	1.12	1.16	1.21	1.35	1.5
300 ÷ 450 mm	1.2	1.32	1.5	1.7	1.9	2.3	2.8

Tableau 7: Coefficients de vitesse Fv

Vitesse de la bande m/s	Diamètre des rouleaux mm						
	60	76	89-90	102	108-110	133-140	159
0.5	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
1.0	0.92	0.87	0.85	0.83	0.82	0.80	0.80
1.5	0.99	0.99	0.92	0.89	0.88	0.85	0.82
2.0	1.05	1.00	0.96	0.95	0.94	0.90	0.86
2.5			1.01	0.98	0.97	0.93	0.91
3.0			1.05	1.03	1.01	0.96	0.92
3.5					1.04	1.00	0.96
4.0					1.07	1.03	0.99
4.5					1.14	1.05	1.02
5.0					1.17	1.08	1.0

Tableau 8: Coefficients de vie théorique des roulements

Durée de vie prévisionnelle théorique du roulement	10'000	20'000	30'000	40'000	50'000	100'000
Coefficient avec base 30'000 heures	1.440	1.145	1.000	0.909	0.843	0.670
Coefficient avec base 10'000 heures	1	0.79	0.69	0.63	—	---

I.4- Productivité et automatisation

Depuis l'origine des temps l'homme rêve de vivre plus longtemps et surtout d'utiliser ce Temps pour des activités agréables. Une première étape est constituée par la découverte puis l'utilisation à grande échelle des outils : bifaces, haches, couteaux, bistouris, marteaux, charrues, crayons...etc. La deuxième étape est liée à la mécanisation de ces outils pour exercer des forces plus importantes (roues, poulies, vis-écrou, engrenages...etc.) ou obtenir un mouvement continu (manivelles, pompes,...etc.). Ces mécanismes ont ensuite été actionnés directement par des moteurs : moulins à vents, moulins à eau, machine à vapeur, moteurs à explosion, moteurs électriques, moteurs piézoélectriques...etc. Les mouvements ont, ensuite, été contrôlés par la machine elle-même : machines-outils à commande numérique, pilotes automatiques en aviation, contrôle des processus...etc.

Le besoin, sans cesse de technologies et de temps a fait soumettre les industriels à fixer des politiques de gestion de production pour pouvoir subsister à une concurrence qu'on qualifie comme impitoyable.

I.4.1-Définition de la production

La production est le processus conduisant à la création de produits par l'utilisation et la transformation des ressources (transformation doit être entendu au sens large, puisqu'il recouvre la modification de l'apparence, des propriétés physico-chimiques, de l'emplacement c.à.d. le transport, etc.).

I.4.2-Les objectifs généraux de la production

Pour assurer une productivité satisfaisante et pouvoir s'imposer sur les marchés, il faut que la production atteigne les objectifs suivants :

- **Garantir** : la livraison dans les délais prévus pour honorer les engagements du service commercial.
- **Réduire** : les délais de commercialisation des produits nouveaux afin d'augmenter la part de marché.
- **Aider** : à la réalisation des commandes dans des conditions économiques telles que la rentabilité soit assurée.
- **Assurer** : la rigueur et le respect des procédures définies, ainsi que la cohérence et la rapidité de circulation des formations.

I.4.3- Les objectifs techniques

On peut distinguer les objectifs techniques suivants :

- Diminuer la durée du cycle de production (0 délai),
- Améliorer la qualité des produits,
- Améliorer la disponibilité du système de production,
- Augmenter la flexibilité du système de production.

Afin d'assurer les objectifs du système de production, autrement dit assurer une productivité optimale vis-à-vis des marchés, une présence simultanée et en symbiose étroite de la mécanique, l'automatique et l'informatique doit être présente dans les entreprises aujourd'hui.

I.4.4-Contribution et conséquence de l'automatisation

➤ Contribution à la réalisation des objectifs :

Les différents composants de la productique vont contribuer à la réalisation des objectifs généraux de la production :

- La CFAO, en déduisant la durée de la conception et l'industrialisation des produits nouveaux ou l'adaptation des produits anciens, va faciliter l'action commerciale en améliorant la flexibilité de l'entreprise face aux demandes de la clientèle et aux offres de la concurrence.
- La GPAO va permettre à la production de réduire les délais, les coûts, les stocks, ce qui constitue incontestablement une amélioration de la position de l'entreprise vis-à-vis de son environnement.
- Dans certains cas la robotique va en remplaçant certains travaux pénibles, améliorer les conditions de travail du personnel de fabrication. Elle va également contribuer à une plus grande régularité de la fabrication aussi bien au niveau des délais, des coûts que de la qualité.
- L'automatisation assure une qualité de fabrication constante.

➤ Conséquences de l'automatisation

Nous empruntons ici quelques conséquences étudiées dans la vie et le rapport de conseil économique et social sur l'avenir de la robotique

- Contrairement à ce que certains écrivent, l'automatisation ne va pas réduire le nombre d'emploi. Le phénomène est beaucoup plus complexe : d'une part, l'automatisation

demande une adaptation du personnel d'exécution et d'encadrement aux nouvelles conditions et techniques de fabrication, d'autre part au niveau de l'entreprise une amélioration de la compétitivité des produits peut et doit permettre d'augmenter le volume des ventes, d'employer des personnes éventuellement en surnombre.

- Par contre il est certain que la généralisation de l'automatisation des outils de fabrication va certainement modifier les structures régionales d'emploi et qu'une nécessaire mobilité de la main d'œuvre va devoir exister.
- Enfin deux points restent encore sans réponse : ceux de l'impact social et de l'incidence de nouvelles technologies de fabrications sur les hommes et les organisations. Va-t-on, dans certains cas, assister à un régime de modernisation des outils de fabrication, et dans d'autres, à une adaptation rapide suivie de conséquences bénéfiques pour l'entreprise et pour l'emploi ? [4]

I.5- Assemblage mécanique

I.5.1- Définition de l'assemblage

Une solution constructive d'assemblage a pour fonction de lier des pièces les unes aux autres, en utilisant différents moyens d'assemblage : par organes filetés, par collage, par soudages ...

I.5.2- Fonctions d'assemblage

Un assemblage est une liaison mécanique qui évite le déplacement relatif entre plusieurs pièces (à l'échelle macroscopique). Cette liaison, au positionnement plus ou moins précis, peut être temporaire ou permanente.

L'assemblage permet la transmission des contraintes en supportant différents types (flexion, torsion...) et mode (statique, dynamique, chocs...etc) de sollicitations. Généralement, c'est au niveau d'un assemblage que la rupture a lieu.

Il existe différentes contraintes :

- les contraintes physiques (thermiques par exemple, qui induisent des déformations par dilatation),
- les contraintes chimiques (c'est le cas par exemple de la corrosion, due aux différences de nature chimique).

Outre le maintien de pièces entre elles, on peut rechercher d'autres fonctions à un assemblage :

- une continuité mécanique (pour assurer une conduction thermique ou électrique par exemple),
- une étanchéité.

I.5.3- Types d'assemblages

On distingue différents types d'assemblage :

a) Assemblage complet ou partiel

- **Assemblage complet** : aucun mouvement possible entre les pièces assemblées.
- **Assemblage partiel** : mouvement(s) possible(s) entre les pièces assemblées.

b) Assemblage démontable ou non démontable (permanent)

- **Assemblage démontable** : il est possible de supprimer la liaison sans détériorer les pièces ou les éléments liés.
- **Assemblage non démontable (permanent)** : impossible de supprimer la liaison sans provoquer la détérioration des pièces ou des éléments liés.

c) Assemblage élastique ou rigide :

- **Assemblage élastique** : un déplacement d'une pièce provoque la déformation d'un élément élastique (ressort, caoutchouc).
- **Assemblage rigide** : l'assemblage n'est élastique dans aucune direction de déplacement.

d) Assemblage par obstacle ou par adhérence

- **Assemblage par obstacle** : un élément fait obstacle au mouvement entre deux pièces.
- **Assemblage par adhérence** : l'assemblage est obtenu par le phénomène d'adhérence dû au frottement entre les pièces.

e) Assemblage direct ou indirect

- **assemblage direct** : la forme des pièces liées sont directement en contact. Il n'y a pas d'élément intermédiaire.
- **assemblage indirect** : l'assemblage nécessite un ou des éléments intermédiaires.

I.5.4- Assemblage par soudage

a) Histoire du soudage

Pendant des millénaires, l'assemblage des métaux s'est fait par forgeage. La rupture est intervenue à la fin du XIXe siècle, lorsqu'il est devenu possible d'obtenir des températures de flammes suffisantes en mélangeant des gaz comme l'oxygène et l'acétylène désormais stockables en toute sécurité et que sont apparus des procédés de soudage, comme le soudage par résistance et le soudage à l'arc, utilisant l'électricité comme source d'énergie. Avec ces procédés, la montée en température provoquée par une source thermique intense était bien plus rapide que la dissipation à l'intérieur de la pièce à souder. Le bain de métal en fusion obtenu se solidifiait en refroidissant pour constituer le joint unissant les deux pièces à souder. Le soudage à l'arc, le soudage par résistance et le soudage sous protection gazeuse ont tous été inventés avant la Première Guerre mondiale.

b) Introduction du mécano soudage

Le mécano soudage est un procédé qui permet de réaliser des ébauches de pièces, type « bâti ». L'idée est de mettre de la matière là où on en a besoin grâce à des éléments préfabriqués en acier que l'on assemble par soudage.

Ces éléments sont souvent des produits laminés (tôles, barres, profilés, tubes), forgés, estampés, moulés. Les éléments sont préalablement découpés et préparés en vue d'une opération de soudage.

Le mécano soudage est un procédé qui doit, en partie, son développement à la maîtrise grandissante du soudage. Les formes extérieures mécano soudées sont plus anguleuses que leurs cousines moulées ou forgées ce qui rend les pièces plus sobres.

Le soudage est un procédé d'assemblage permanent de 2 ou plusieurs pièces par fusion localisée du métal.

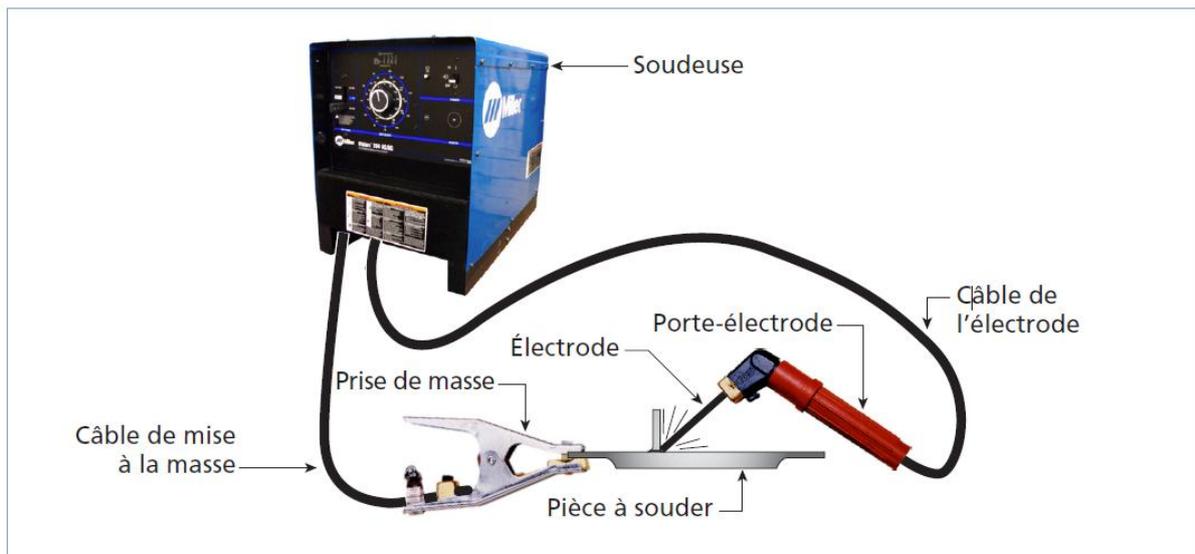
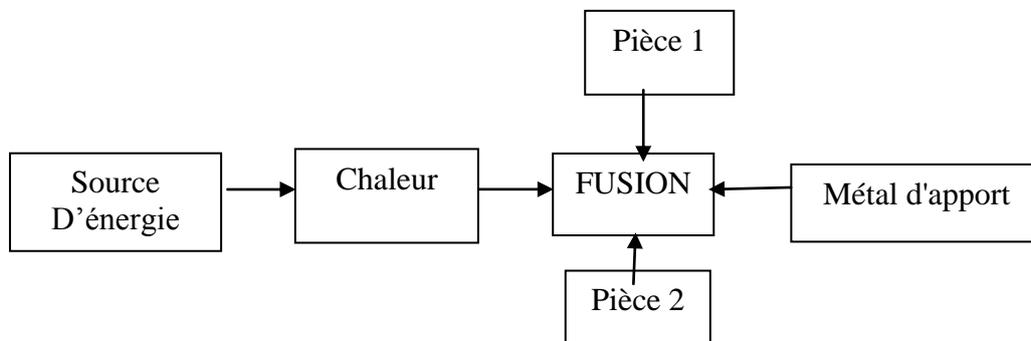


Figure 20: Poste à souder ou soudeuse

c) Principe de fonctionnement



d) Les soudures sont dites :

1. Soudure autogène

Le métal, qui compose le joint, est de même nature que les pièces à souder, on distingue différents types de soudure autogène :

- **La soudure à l'étain**

Alliage d'étain et de plomb dont le point de fusion varie entre 200 et 300 degrés.

- **Le brasage**

Alliage de cuivre et de zinc auquel on ajoute de l'étain. Le point de fusion varie entre 500 et 1000 degrés.

- **Le soudo-brasage**

Alliage de laiton comprenant du silicium. Le point de fusion varie entre 500 et 1000 degrés.

Les pièces peuvent être assemblées bout à bout alors que le brasage se fait généralement par recouvrement.

2. La soudure Hétérogène

Le métal qui compose le joint est de nature différente des pièces à souder, on distingue différents types de soudures hétérogènes :

- **Au chalumeau**

Utilisée pour l'assemblage des pièces minces. La source de chaleur est produite par combustion de l'acétylène ou de l'hydrogène dans l'oxygène.

- **A l'arc électrique**

Utilisée pour l'assemblage des pièces supérieures ou égales à 2 mm. Le poste de soudure est à l'arc, il peut être alimenté soit en courant continu, soit en courant alternatif.

L'intensité est fonction du diamètre de l'électrode. [5]

e) Les procédés de soudage les plus répandus

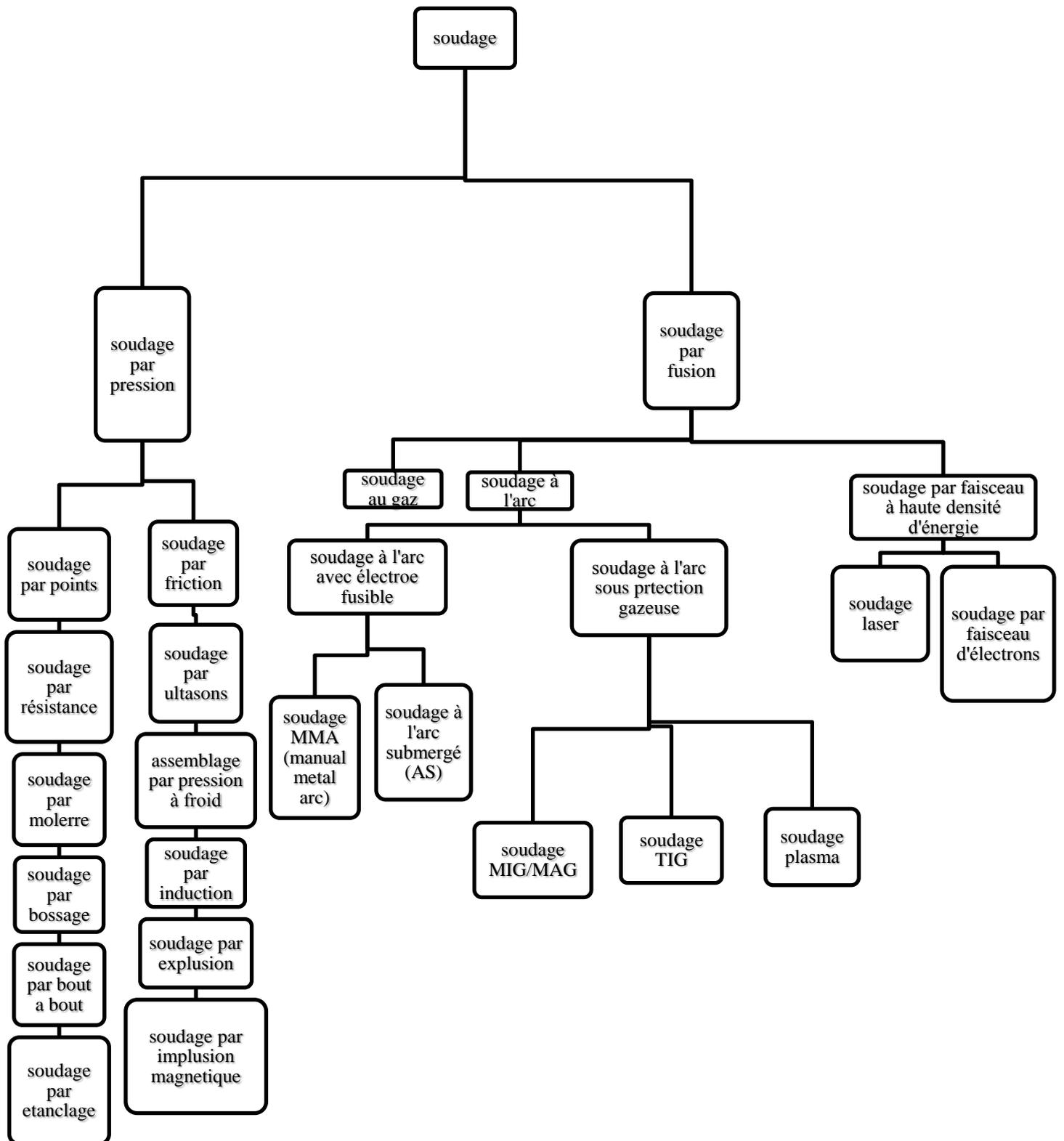


Figure21: Organigramme des procédés de soudage les plus répandus.

I.6. Méthodologie d'assemblages au moyen du logiciel de conception

SolidWorks (SW)

Les assemblages ascendants sont créés en ajoutant et en orientant des pièces existantes dans un assemblage. Les pièces ajoutées à l'assemblage apparaissent comme des pièces de composant. Les pièces de composant sont orientées et positionnées dans l'assemblage à l'aide de contraintes. Ces dernières relient les faces et les arêtes des pièces de composant à des plans et à d'autres faces/arêtes.

1) Ajouter le premier composant : Il est possible d'ajouter des composants (pièces ou assemblages) de plusieurs façons. On peut les faire glisser à partir d'une fenêtre de pièce ouverte et les déposer, ou les ouvrir à partir d'un explorateur standard.

Le 1er composant ajouté est automatiquement "fixe" lorsqu'il est ajouté. Les autres composants peuvent être positionnés après avoir été ajoutés.

Avant d'être contraint ou fixé, tout composant ajouté à l'assemblage a six degrés de liberté sauf le premier. Les degrés de liberté d'un composant déterminent sa capacité de déplacement dans l'assemblage.

2) Assembler les composants entre eux : Les contraintes sont utilisées pour placer et orienter les composants les uns par rapport aux autres. Les contraintes enlèvent des degrés de liberté aux composants.

3) Cacher / Montrer des composants : Cacher un composant désactive l'affichage du composant facilitant la visualisation des autres pièces.

4) Transparence des composants : Vous pouvez rendre un composant plus ou moins transparent, brillant...etc.

5) Sous-assemblages : Les sous-assemblages sont ajoutés à l'assemblage de la même manière que les pièces. Ils se comportent comme une seule géométrie et sont contraints de la même manière.

6) Editer dans l'assemblage : Les composants peuvent être édités depuis l'assemblage. Cela permet de modifier les valeurs des cotes ou de mettre des relations avec la géométrie d'un autre composant.

7) La conception dans le contexte de l'assemblage (ou conception descendante) : Des pièces fixes, les différents plans, etc., pour ensuite concevoir les pièces en faisant référence à ces définitions.

Par exemple, on peut insérer une pièce dans un assemblage, puis construire un dispositif de fixation basé sur cette pièce. Le fait de travailler d'une manière descendante et de créer le dispositif de fixation dans le contexte nous permet de référencer la géométrie du modèle pour que nous puissions contrôler les côtes du dispositif de fixation en créant des relations géométriques avec la pièce d'origine. De cette manière, si on change une cote dans la pièce, le dispositif de fixation est automatiquement mis à jour.

Dans la conception d'assemblage descendante, on peut construire et modifier des pièces dans le contexte d'un assemblage. Les pièces créées ou modifiées dans le contexte d'un assemblage contiennent des références externes et les fonctions dépendant de la chronologie. La mise à jour des fonctions dans le contexte a lieu automatiquement si le chemin de mise à jour est disponible. Ce dernier se trouve dans l'assemblage où on crée la référence.

➤ Exemple d'assemblage avec SolidWorks : bride hydraulique

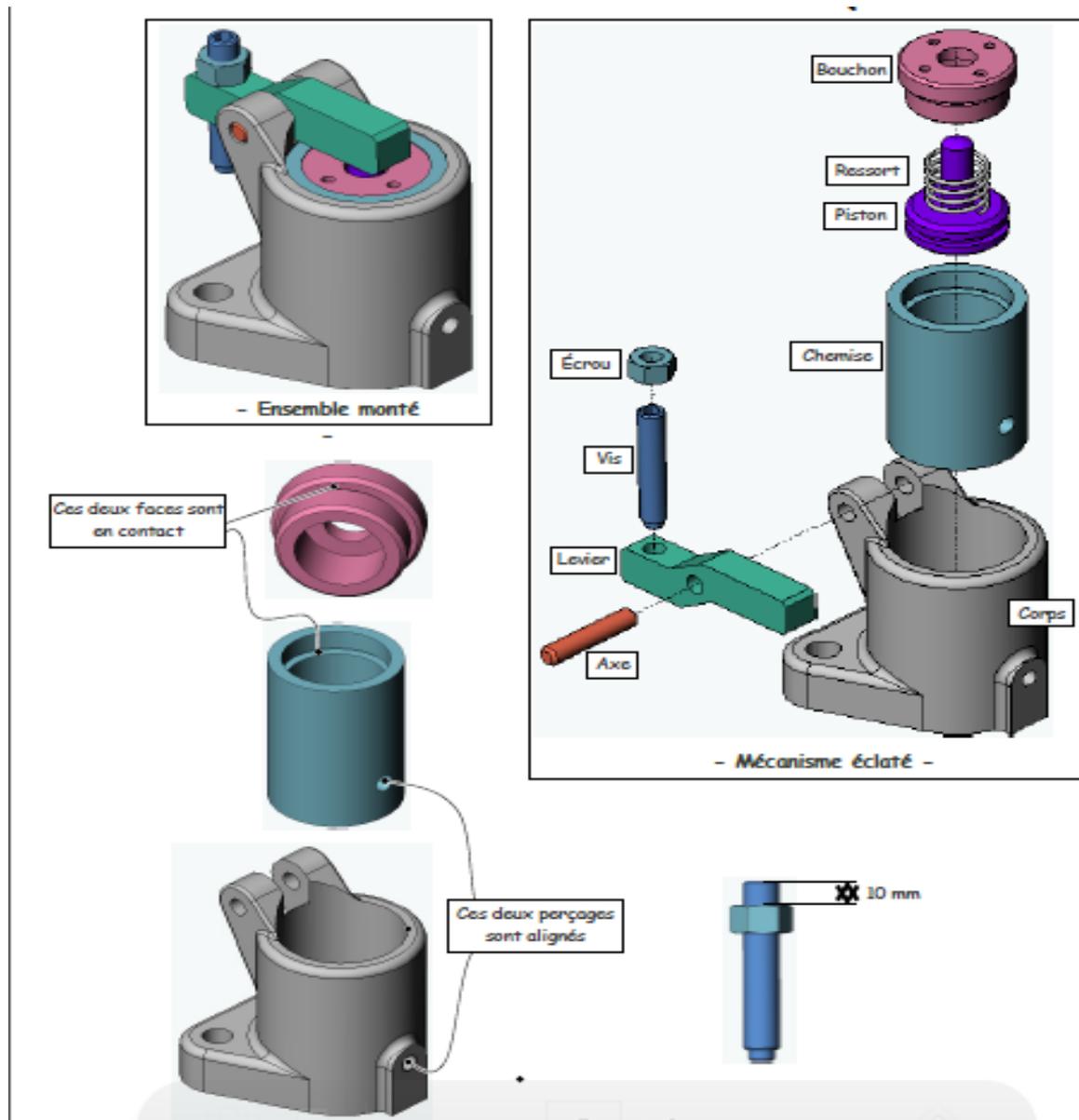


Figure22 : Bride hydraulique

I.7- Assemblage automatique

I.7.1- Historique

L'assemblage automatisé fait référence à un mode de production de biens par l'utilisation de machines automatisées ou des robots d'assemblage et d'une approche systématique pour l'assemblage de produits qui fonctionne au moins en partie indépendamment du contrôle humain. Dans la plupart des cas, les machines automatiques sont utilisées pour produire des produits en utilisant des pièces normalisées ajoutées dans une série spécifique de mouvements ou d'activités le long de ce qui est communément appelé une ligne d'assemblage. Dans de nombreuses entreprises technologiques, la recherche médicale et clinique et les usines, l'assemblage automatisé est une partie importante du processus.

Au début du XIXe siècle, entre 1908 et 1915, l'assemblage automatisé comme une pratique régulière de fabrication est né dans des entreprises comme Ford MotorCompagnie aux Etats Unis. En normalisant les pièces utilisées dans la fabrication de la voiture Ford Model T, en plus d'utiliser des machines pour les assembler, Ford était mieux en mesure de produire des centaines d'autres de ce véhicule populaire pour la vente aux consommateurs du monde entier. Cela fait moins cher et plus rapide à produire. L'assemblage automatisé a ensuite été introduit dans de nombreuses autres industries à la suite de ce succès.

Dans de nombreuses usines aujourd'hui, l'assemblage automatisé est utilisé pour créer des pièces puis assembler une grande variété de produits de consommation, des aliments à l'électronique. Les travailleurs sont sur place pour superviser le processus et veiller à ce que le débit de la ligne d'assemblage est maintenue pendant de longues périodes de temps afin de maximiser la capacité de produire des milliers de produits de qualité dans la plus courte période de temps. Une grande partie de la machinerie utilisée nécessite un étalonnage soigneux et des ajustements, mais ne nécessite aucune autre interaction humaine.

Les installations de recherche médicale et les usines de transformation des aliments utilisent souvent les processus d'assemblage automatisés dans les zones où le contact humain est dangereux ou pourrait entraîner la contamination des produits. Mécanique à manipuler ou de l'équipement d'assemblage robotisé est utilisé pour gérer les produits systématiquement dans un environnement étanche pour minimiser ce risque. Les techniciens travaillent derrière des

barrières de verre qui maintiennent les produits à l'abri de tout contact humain, mais permettent des processus d'assurance qualité.

Les entreprises de fabrication à grande échelle utilisent des procédés plus importants de montage automatisés, y compris l'utilisation de l'équipement robotique lourd pour mettre en place de grands produits, comme les automobiles. Les systèmes d'assemblage dans ces environnements sont exploités, à partir d'un centre de contrôle, par quelques travailleurs.

Bien que cette forme de fabrication semble remplacer les travailleurs humains, elle a amélioré l'assemblage et a diminué les blessures et les taux d'échecs humains dans de nombreuses industries, ce qui rend les véhicules plus abordables pour les consommateurs.

I.7.2-Systèmes d'assemblages automatisés

a) Définition

L'assemblage automatisé est l'utilisation de dispositifs mécanisés et automatisés pour effectuer différentes tâches d'assemblage dans une ligne d'assemblage ou d'une cellule.

b) Caractéristiques de l'application

Où est approprié le montage automatisé:

- La forte demande de produits
- La conception du produit stable
- L'ensemble se compose de pas plus d'un nombre limité de nombre de composants
- Le produit est conçu pour l'assemblage automatisé

c) Configurations

1. En ligne de machines d'assemblage
2. Composer la machine d'indexation
3. Carrousel système d'assemblage
4. Monoposte cellule de montage

- **En ligne de machines d'assemblage** : Une série de postes de travail automatiques situés le long et en ligne de système de transfert.

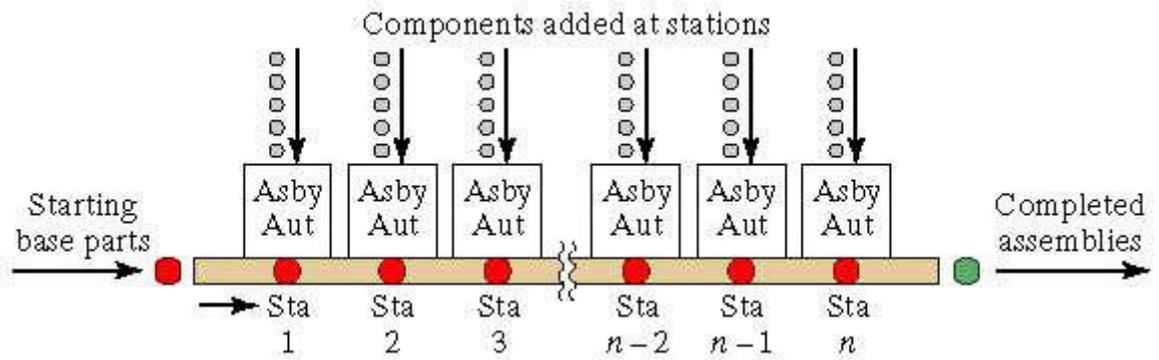


Figure 23 : En ligne de machines d'assemblage

- **Dial indexation automatique :** Pièces de base sont chargées sur des appareils ou des nids attachés à une circulaire composée de tables, et des composants sont ajoutés aux postes de travail situés autour de la périphérie.

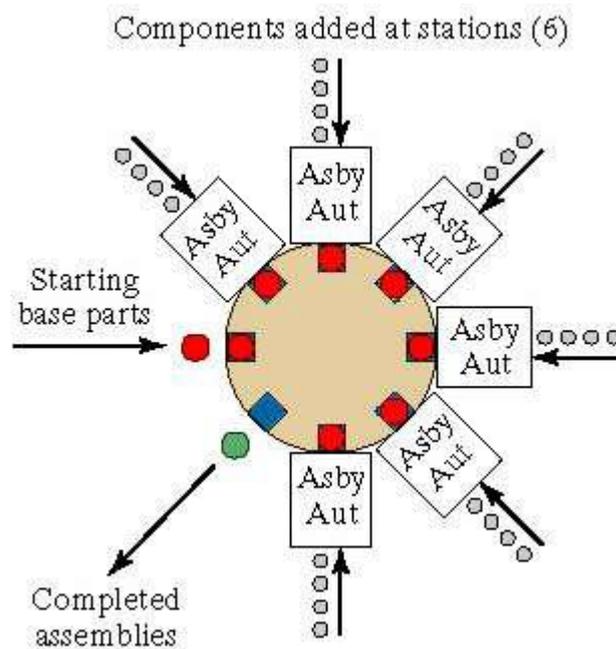


Figure 24 : Dial indexation automatique

- **Système de montage Carrousel :** Un hybride entre circulaire flux de travail de cadran indexation machine et directement le flux de travail du système en ligne "

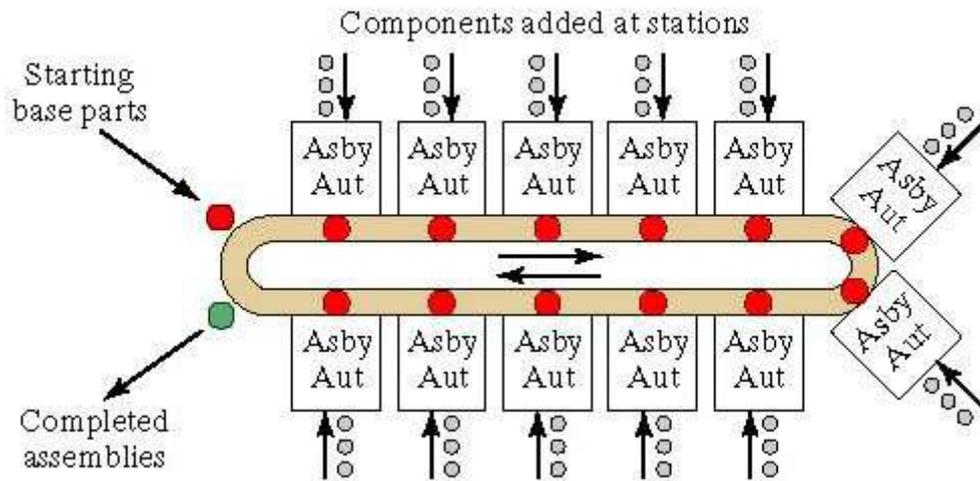


Figure25 : Système de montage Carrousel

- **Simple- Station d'assemblage cellulaire** : Les opérations d'assemblage sont effectuées sur une partie de base à un seul endroit.

-Un robot est parfois utilisé comme la machine d'assemblage.

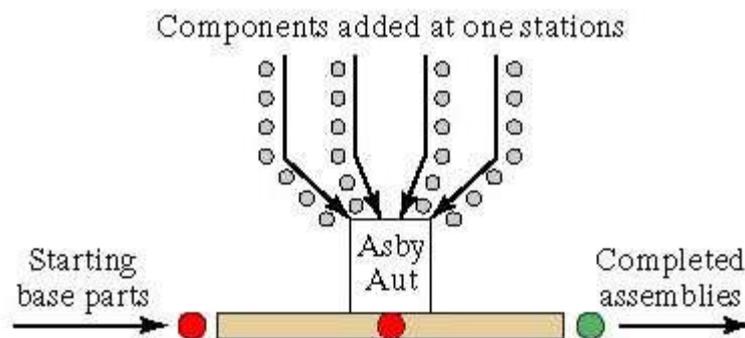


Figure 26: Simple-Station Assemblée cellulaire

d) Multi- Station par rapport à une seule station

1. Multi-station de machines d'assemblage ou de la ligne
 - Cadence plus rapide
 - Quantité de production élevée
 - Plus d'opérations possibles
 - Plus de composants par assemblage
2. Monoposte cellule de montage
 - Adapté à l'assemblage robotisé

- Destiné aux quantités de production plus faibles

Pièces livraison aux postes de travail

Pièces typiques du système de livraison à un poste de travail comprend les composants matériels suivants:

1. Hopper - conteneur pour pièces
2. Pièces d'alimentation - supprime les parties de la trémie
3. Sélecteur et / ou orienteur - pour assurer une partie est en une bonne orientation pour l'assemblage à tête de travail piste
4. Feed - déplace les pièces à l'assemblage tête de travail
5. Echappement et dispositif de placement – supprime parties de la piste d'alimentation et les place à la station.

L'analyse quantitative de Systèmes d'assemblage

1. Pièces système de livraison aux postes de travail
2. Multi-stations machines d'assemblage
3. Cellules de montage de station unique
4. Automatisation partielle

Quelles sont les équations à résoudre ?

1- Le système de livraison de pièces, à chaque station, doit livrer les composants à l'opération d'assemblage à un taux net qui est supérieur ou égal au taux de l'ensemble du cycle tête de travail

- Dans le cas contraire, les performances du système d'assemblage sont limitées par le système de livraison de pièces plutôt que de l'assemblage technologique.

2- La qualité des composants à un effet important sur le système, les moyens de mauvaise qualité réduisent les performances.

- Défections dans les stations, arrêtent le système d'assemblage complet
- Assemblage de composants défectueux dans le produit

3- Si le nombre de stations augmente, l'efficacité et la disponibilité sont lésées en raison de la qualité des pièces et les effets de fiabilité.

4- Le temps de cycle d'un système d'assemblage multi-stations est déterminé par sa station la plus lente

- 5- Par comparaison avec un système d'assemblage multi-stations, un mono fractionnaire, cellule d'assemblage avec le même nombre de tâches d'assemblage, a un taux de production plus faible mais une meilleure efficacité et disponibilité.
- 6- Les systèmes d'assemblage multi-stations sont appropriés pour de grandes applications de production et de longues séries de production.
- 7-Par comparaison, les cellules d'assemblage unique ont un plus grand temps de cycle, elles sont plus appropriéesaux milieux des grandes quantités.
- 8- Les tampons de stockage doivent être utilisés partiellement sur des lignes automatiséesde production pour isoler les stations manuelles des pannes.
- 9- Une station automatisée peut être remplacée par unestation manuelle, si elle a pour effet de réduire le temps de cycle de manière suffisanteafin de compenser les effets négatifs de la faible fiabilité. [6]

CHAPITRE II

FABRICATION DE ROULEAU ET GAMME D'ASSEMBLAGE

II. ROULEAU ET GAMME DE MONTAGE

II .1.L'élément des constituants dans les rouleaux transporteurs

II .1.1 Spécification

II .1.1.1-Tube

➤ Finition de tube par usinage

- Usinage cylindrique

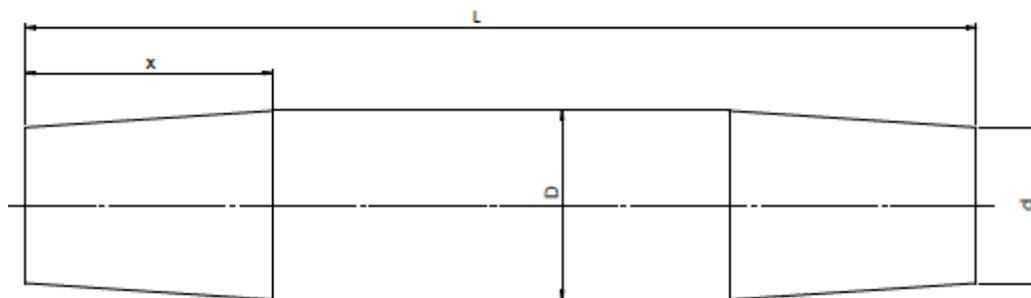
Afin de resserrer les tolérances sur les défauts géométriques de concentricité et de cylindricité, nous pouvons usiner les tubes sur leur longueur. Si la longueur du tube dépasse 10 fois le diamètre, nous pouvons être obligés d'utiliser des tubes épais et sans soudures pour éviter les

vibrations lors de l'usinage. Ceci peut avoir une incidence notable sur le surcoût de l'opération.

Ce type d'usinage est souvent utilisé pour les rouleaux peseurs pour éviter que les vibrations ne faussent la mesure.

- Usinage biconique

L'usinage biconique sur les tambours et rouleaux de contrainte permet d'améliorer le centrage des bandes sur les tubes longs, il peut être économiquement intéressant de ne pas usiner la partie cylindrique centrale.



$$d = D - 1,5\text{mm}$$

$$x = 150\text{mm mini ou compris entre } L/4 \text{ et } L/3$$

Figure27 : forme bi conique

- Moletage

Afin d'améliorer le coefficient d'adhérence, il est possible de réaliser un moletage sur le tube.

➤ **Revêtements à base de caoutchouc**

Le revêtement caoutchouc des jupes de rouleaux peut avoir plusieurs intérêts :

- Amortissement des chocs
- Anti corrosion
- Anti colmatant
- Anti abrasion
- Anti-déflagrance
- Tenue de la bande
- Propreté du côté utile de la bande (alimentaire)

En fonction de l'objectif recherché et de l'ambiance de fonctionnement, nous pourrions définir la matière, la dureté et le coefficient anti abrasion du revêtement.

Ces élastomères sont, sauf spécification contraire, obtenus par vulcanisation à chaud en épaisseur courante de 5 mm avec une dureté de 65 Shore A (possibilité de dureté de 45 à 85 shore A). Ils peuvent être de couleur noire (utilisation standard) ou blanche pour l'industrie agroalimentaire. Leur résistance à l'abrasion est inférieure à 150 mm³ (essai suivant norme NFISO 23794).

Possibilité de propriétés de non propagation de la flamme, norme NF ISO 340

Possibilité de propriétés antistatiques, norme NF ISO 284 et 2878

Possibilité de meilleure résistance à l'abrasion : 56 mm³ (NF ISO 23794)

Les matières couramment offertes sont présente ci- après :

- **Caoutchouc naturel**

Utilisé pour sa tenue à l'abrasion. Il améliore l'adhérence des bandes, amortit le bruit du transporteur et diminue le colmatage. Ne pas utiliser au contact d'hydrocarbures, huiles et graisses minérales, végétales ou animales.

- **Nitrile**

Tenue remarquable en présence d'hydrocarbures, graisses et huiles minérales, végétales ou animales.

- **Néoprène**

Conseiller pour ses propriétés de résistance au feu et à la chaleur.

- **EPDM**

Excellente résistance à la chaleur (110 / 120 °C) à la vapeur d'eau et au froid. Bonne résistance chimique aux bases, acides et sels. Ne résiste pas aux hydrocarbures.

- **Autres matériaux à base de caoutchouc**

Nous pouvons mettre à votre disposition d'autres matériaux à base de caoutchouc obtenus à partir de manchons ou feuilles collées, notamment des revêtements à chevrons ou à picots, ou de type Linatex.

- **Autres matériaux de type polyuréthanes ou plastiques caoutchouteux**

Nous pouvons proposer plusieurs revêtements de ce type, couramment utilisés dans l'industrie mais qui doivent être utilisés avec modération en plein air du fait de leur mauvaise biodégradabilité.

➤ **Protection anticorrosion**

- **Zingage / zingage bichromatage**

Zingage électrolytique 10/12 microns

Passivation blanche : tenue au brouillard salin 180 heures (à titre indicatif)

Bichromaté jaune : tenue au brouillard salin 350 heures (à titre indicatif)

- **Galvanisation à chaud 60 à 70 microns**

Passivation blanche avec fleurage : tenue au brouillard salin 800 heures (à titre indicatif)

Remarque : pour des raisons de procédé et des raisons économiques, il faut préférer les boîtiers sertis aux boîtiers soudés en cas de zingage ou de galvanisation.

- **Peinture**

La peinture n'a qu'une durée de vie très limitée en fonctionnement, sa principale utilité est d'éviter la corrosion sur les installations en attente de démarrage. Dans certain cas, la peinture peut aussi permettre de retarder la corrosion des boîtiers et donc prolonger la durée de vie du rouleau.

II .1.1.2- Axe

Il existe plusieurs façons de maintenir le rouleau dans son support.

Les formes d'axe les plus courantes sont :

- Méplats doubles Forme M (m.n)
- Méplats intérieurs doubles FormeW (m.n.t)
- Axe à monter en guirlande FormeA(n.n/g.h)
- Rouleau guide Forme Gu(f.h)
- Méplats simples Forme S (n.m)
- Taraudage Forme T (t.h)
- Filetage Forme F (f.h)

- Épaulement et filetage Forme E (f.h)
- Filetage entre méplats Forme P (n.m/t.h)
- Autres exécutions possibles Forme X

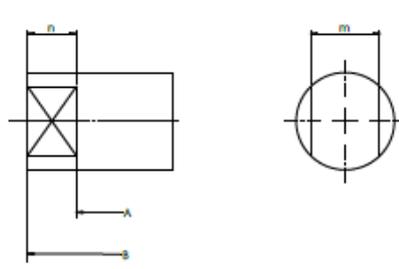
a. Méplats doubles Forme M (m.n)

Cette forme est la plus courante dans la manutention en vrac car c'est celle qui a été retenue dans les différentes normes européennes.

Les dimensions normalisées sont:

Tableau 9: dimensions Méplats

Ø axe	Porteur mxn	Retour mxn
20	14x9	14x12(*)
25	18x12	18x12
30	22x12	22x12
40	32x12	32x12



La norme prévoit la possibilité d'embouts rapportés sur les axes standards

- Sur axe diamètre 20 embout diamètre 35 méplat 30x10
- Sur axe diamètre 25 ou 30 embout diamètre 45 méplat 38x12

b. Méplats intérieurs doubles Forme W (m.n.t)

Ce type de méplat a pour avantage de rigidifier les supports, par contre seuls ceux prévus à cet effet peuvent recevoir ce type d'axe.

Cette forme est très courante dans les installations au standard Cema.

Les cotes des méplats sont à définir à la commande car le standard ne donne aucune précision sur les liaisons entre axe et support.

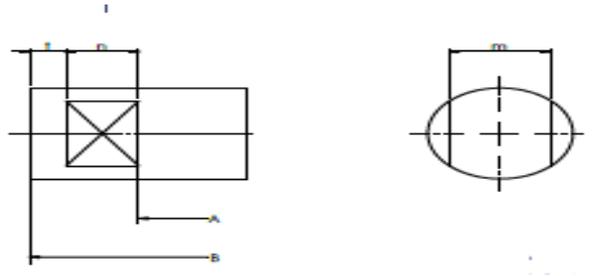
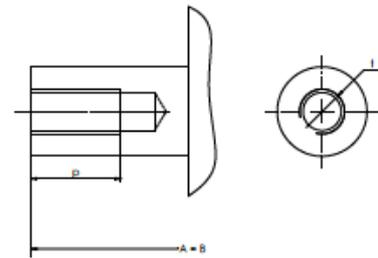


Figure 28: forme W du méplat

c. Taraudage Forme T (t.h)

Tableau 10: dimensions des filtrages des axes

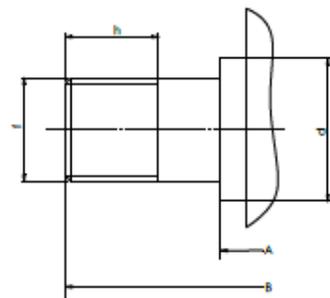
Ø axe	Ø de filet t	Profondeur h
15	M10	15
20	M12	18
25	M16	24
30	M20	30
40	M24	36



d. Épaulement et filetage Forme E (f.h)

Tableau 11: dimensions des filetages des épaulements

Ø axe	Ø de filet f	Profondeur h
15	M12	22
20	M16	28
25	M20	32
30	M24	40
40	M30	50



e. Filetage entre méplats Forme P (n.m/t.h)

Les stations peseuses sont souvent équipées de rouleaux offrant la possibilité d'un réglage de hauteur qui se fait à l'aide d'une vis pointeau venant se positionner entre les méplats. Nous définir le plan exact de ce type d'exécution à la commande.

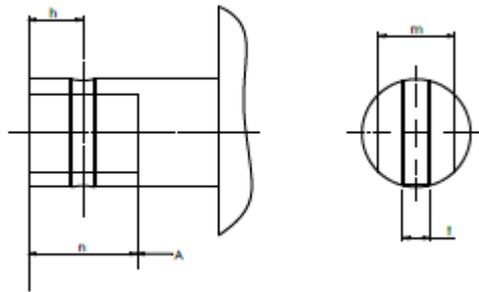


Figure29 : positionnement du trou de vis de réglage de hauteur

f. Autres exécutions possibles Forme X

Grâce à nos tours à commande numérique, nous pouvons exécuter un grand nombre d'autres formes d'axes.

II .1.1.3- Roulement

Pour les applications courantes, les roulements à bille à gorges profondes sont utilisés. Dans certain cas, pour des raisons de charge excessive ou durée de vie très importante, des roulements à double coniques sont utilisés.

Dans le cas où le rouleau de manutention tourne doucement (vitesses inférieures à 600 tours/minute), une finition soignée des exigée .dans le cas de vitesse supérieures, une superfinition des gorges est imposée.

Dans un rouleau de manutention, ni les boitiers, ni l'axe ne peuvent être considérer comme rigides.

La tolérance f8 est préconisée sur axe étiré brut et petite diamètre, alors que g7 est recommandée sur axe usiné et diamètres plus importants.

Le montage des bagues de roulement avec serrage peut provoquer l'apparition de contraintes importantes à la dilatation ou au fléchissement de l'axe, ce qui peut diminuer sensiblement la durée de vie du rouleau

II .1.1.4- Joints pour axe :

Plusieurs types de joints, sont proposés dans les domaines de la manutention continue.

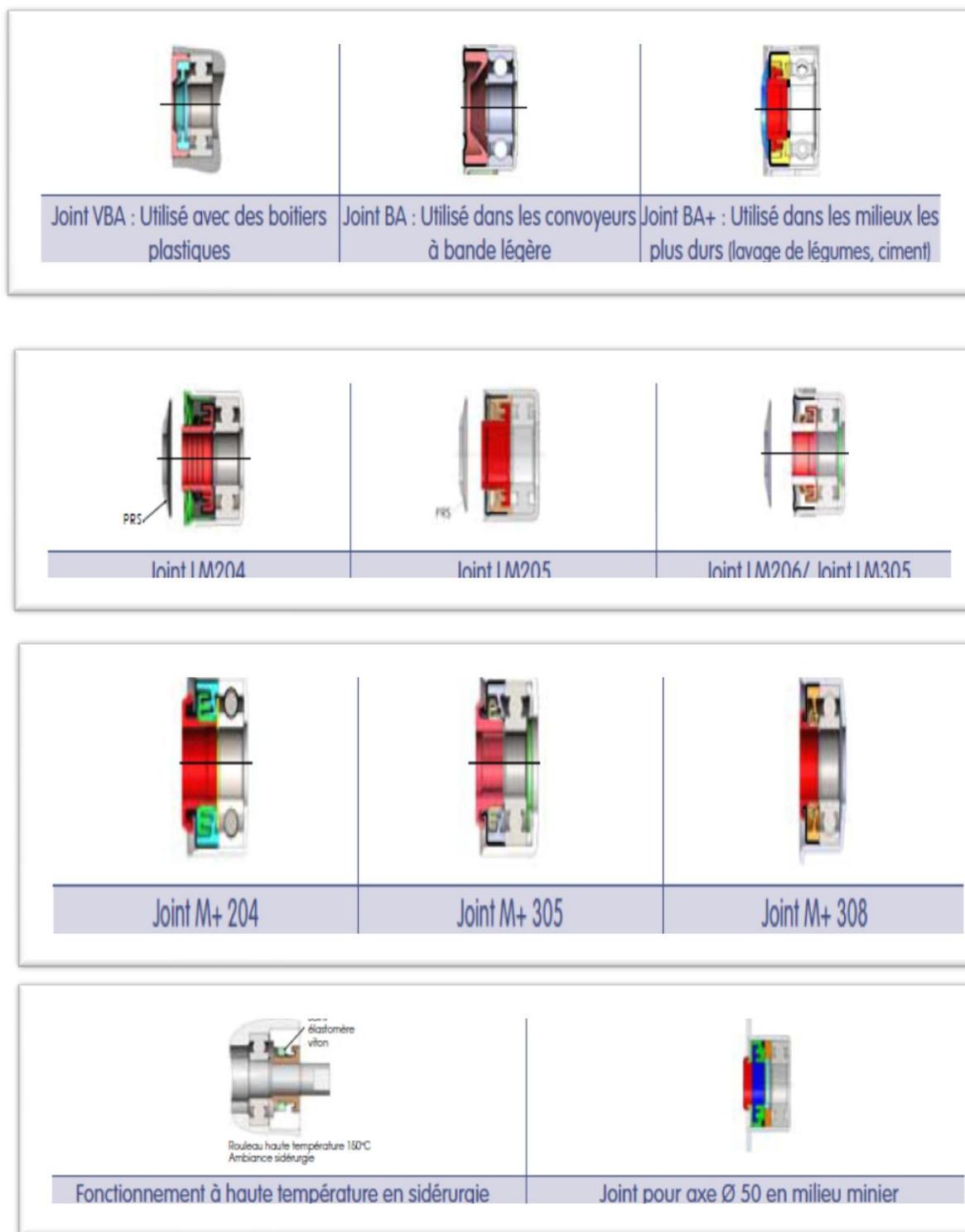


Figure 30: joint pour axes

Afin de renforcer l'étanchéité, une production d'entrée est très utile, elle permet d'accroître la durée de vie du roulement. La protection externe s'effectue généralement par chicane formée en PEHD et l'extrémité évasée du couvercle en acier (zingage ou inox pour l'alimentation). Il

en est de même pour la production interne, des joints élastomères de type polyuréthane forment chicane et lèvres d'étanchéité. Le matériau étant résistant à toutes agressions chimiques.

Une troisième étanchéité est formée par un contact entre la partie arrière du joint et les faces de bagues des roulements.

II .1.1.5- Liaisons boîtiers tube

En fonction de la forme du boîtier, la liaison de ce dernier avec le tube peut être faite suivant des procédés différents. Afin d'être le plus précis possible dans le descriptif de nos produits, nous décrivons ici l'ensemble des procédés possibles et nous nous référons à ces descriptifs dans les tableaux suivants.

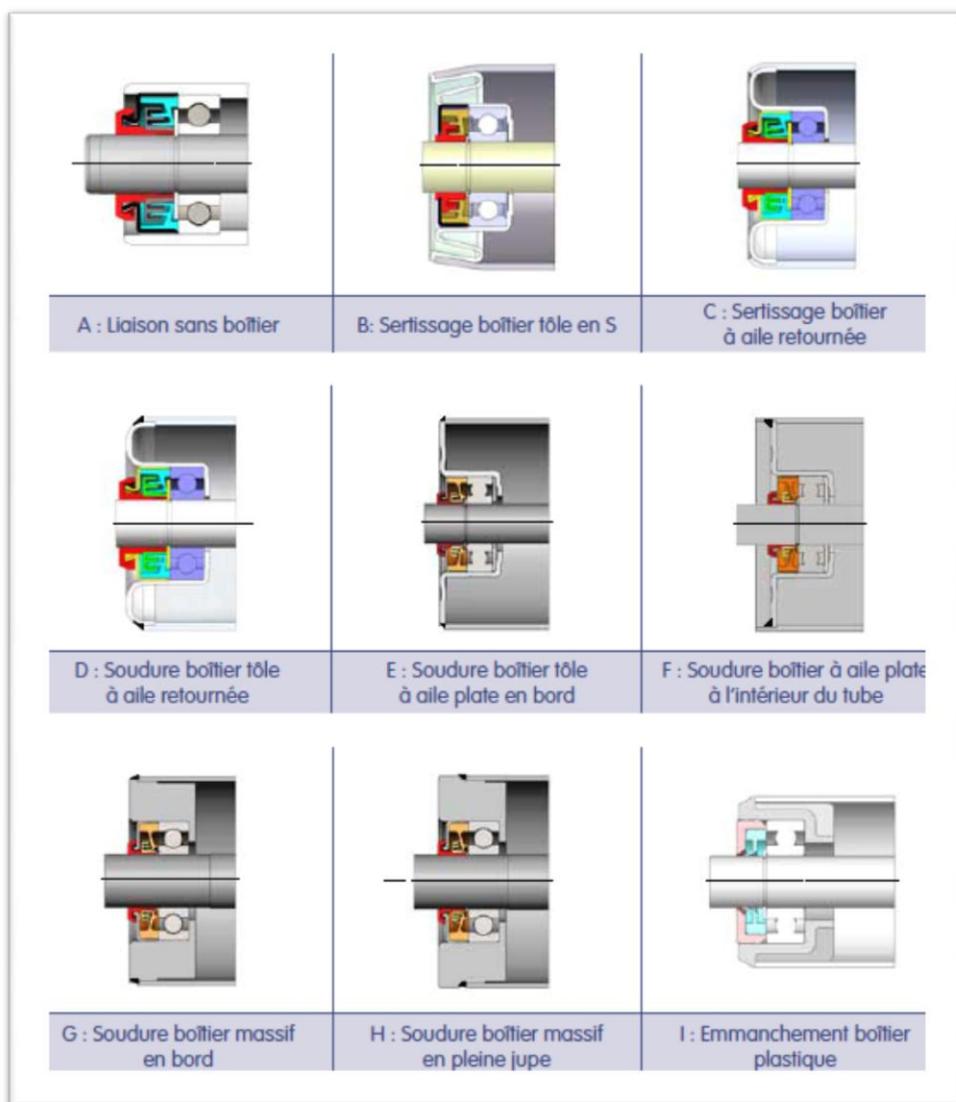


Figure 31: joint pour axes

II .1.2-Opération de fabrication des rouleaux

II .1.2.1-exigence technique

Tableau 12: description des pièces rouleauet matière

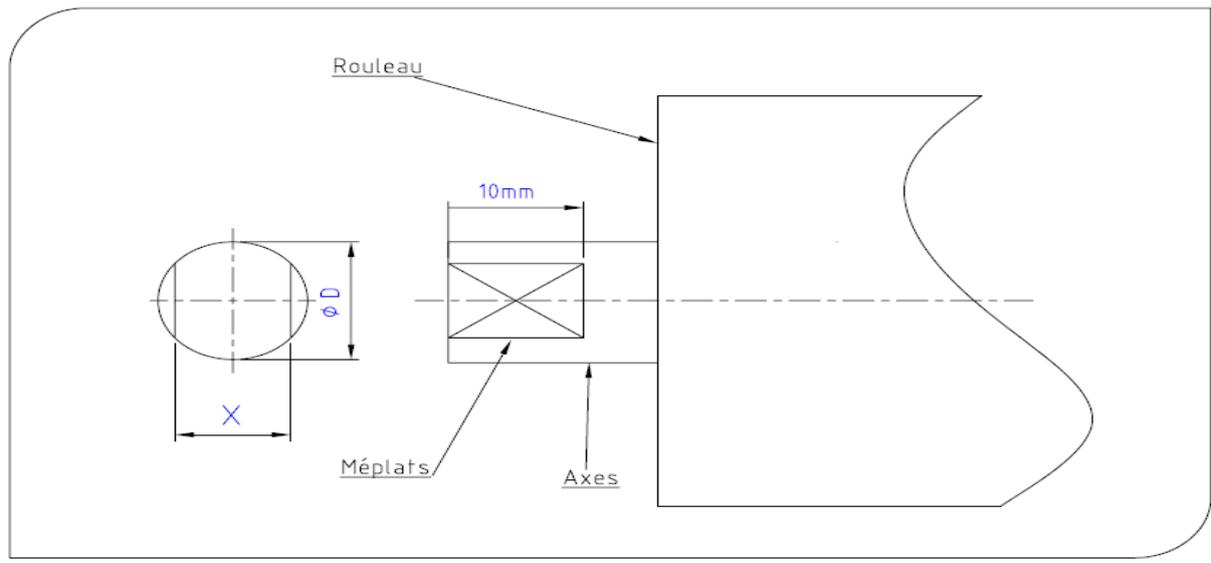
N °	description	Matériau	Quantité
1	Axe	E24	1
2	circlips	acier	2
3	Boitier de roulement	Tôle emboutie	2
4	roulement		2
5	Bague labyrinthe	Plastique	2
6	Double joint à lèvres	Caoutchouc	2
7	Cache protège joint	Tôle emboutie	2
8	Tube cylindrique	A37	1

a) tolérances dimensionnelles:

1. AXES

- **Diamètres des axes** : mini 15mm, maxi 35 mm brut.
- **Longueur des axes** = longueur variable du rouleau + 26mm.
- **Tolérances sur les diamètres des axes** : h7 et h8
- **usinage des méplats sur les axes** :

D	10	12	14	15	20	25	30	35
axes								
X méplats	6	8	10 (8)	10 (8)	14	14 (8)	22	27



2. Boitier de roulement

Tableau 13: différent épaisseur dans le tube

TUBE	EP TUBE	BOITIER	SUREPAISSEUR
63,5	3	60	1,75
70	3	66,5	1,75
133	4	128	2,5

3. Roulement

Tableau 14: type de roulement

Type de roulement	Diamètre Rouleau X Epaisseur (mm)							
	60,3 x 2,9	63,5 x 2,9	70 x 2,9	89 x 3	102 x 3,6	108 x 3,6	114.3 x 4	133 x 4
6204	•	•	•	•	•	•	•	•
6205								•

Tableau 15: Caractéristiques des roulements à billes utilisés

Type roulement	diamètre intérieur	diamètre extérieur	largeur	C dynamique en N	C statique en N
6202	15	35	11	7800	3750
6204	20	47	14	12700	6550
6205	25	52	15	14000	7800

4. CIRCLIPS

- **Dimensions**

Diamètre d'axe : 20 mm

Diamètre intérieure (d3) : 18.5 mm

Epaisseur (e) : 1.2 mm

Diamètre gorge et largeur: 19 x 1.3

5. TUBE

- **Tolérances sur les diamètres extérieurs des tubes**

$D_{\text{mini}} = D_{\text{nominal}} - 0.2\text{mm}$

$D_{\text{maxi}} = D_{\text{nominal}}$

- **EPAISSEURS TUBES : 3.5mm**

EPS mini= Epaisseur nominale - 0.3mm

EPS maxi= Epaisseur nominale + 0.3mm

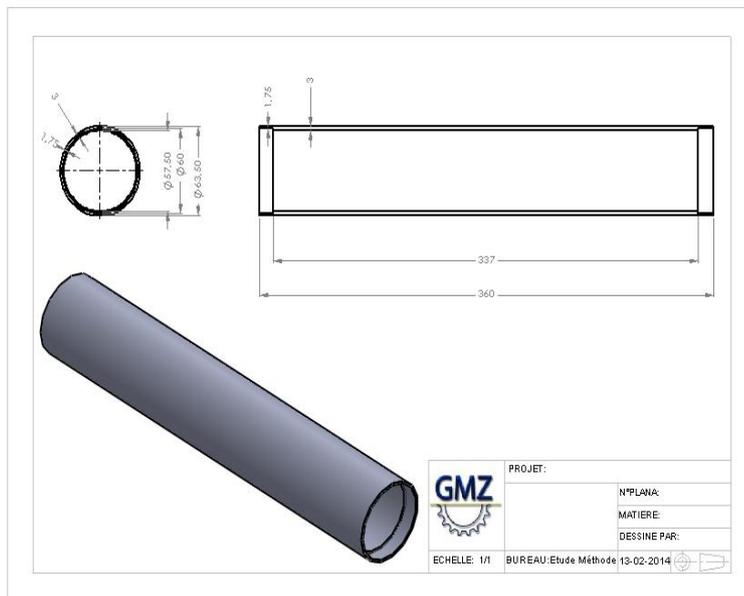
- **OVALISATION SUR TUBES : plus ou moins 0.4mm**

- **FLECHE ADMISSIBLE : 1mm/mètre**

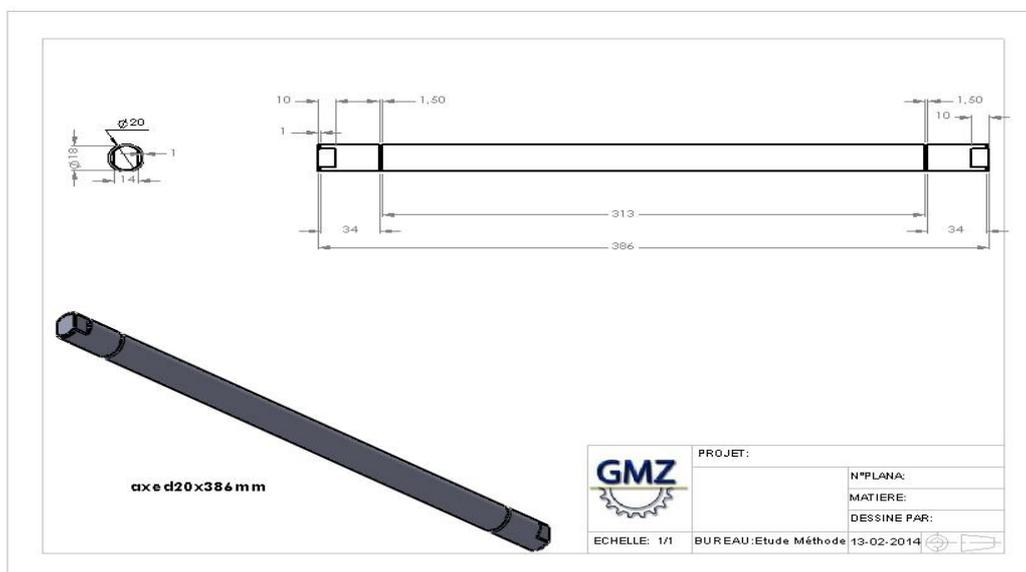
II .1.2.2-Dessin de définition de toutes les pièces à monter par solide Works

1) Rouleau de d63.5x 360 mm

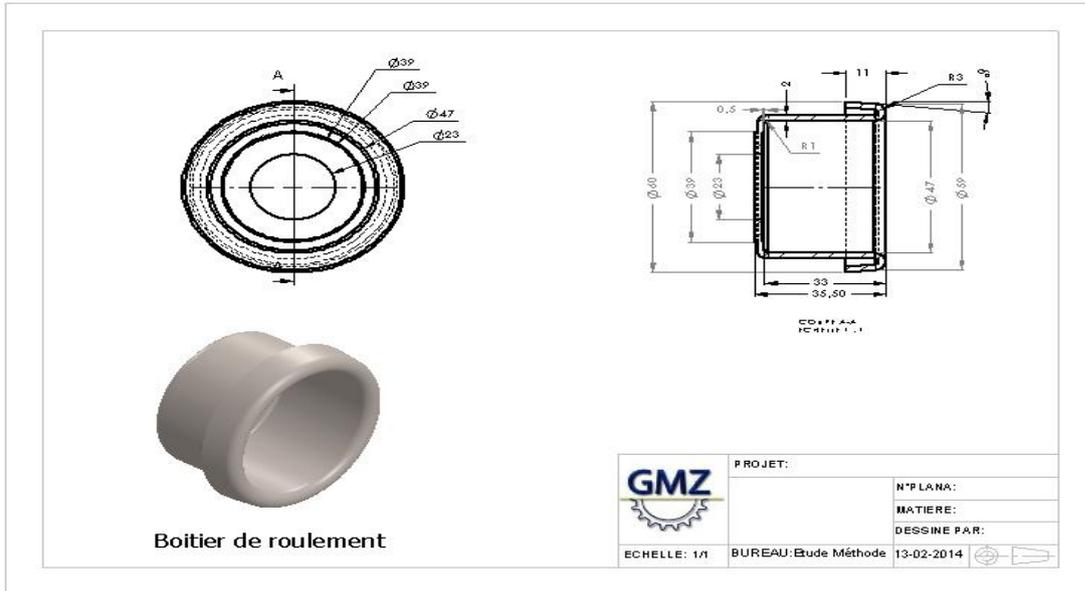
- **Tube**



- **Axe**

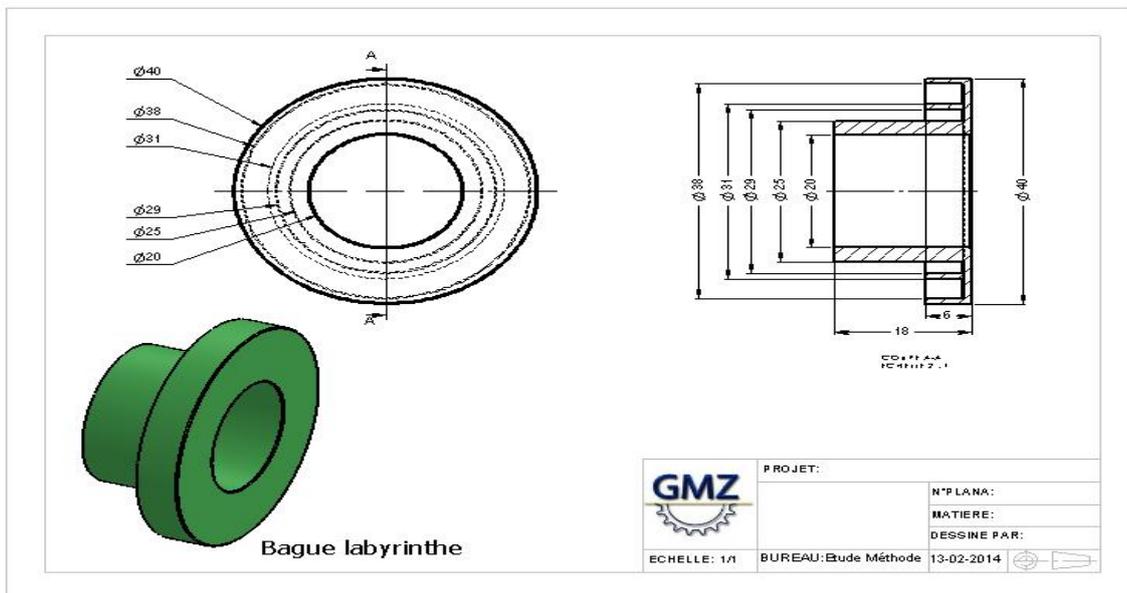


- Boîtier de roulement



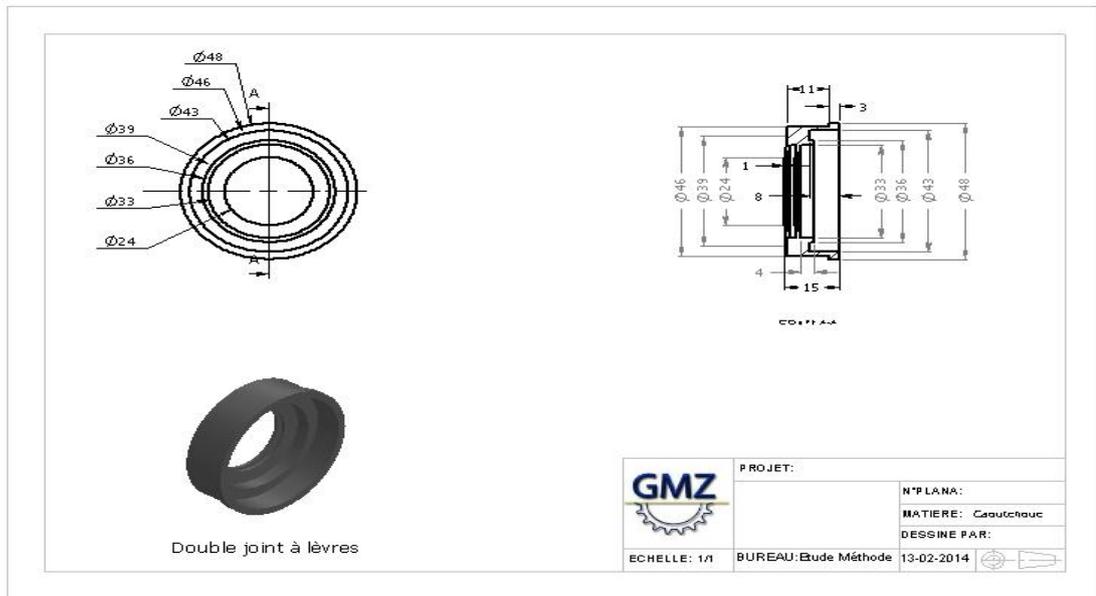
Boîtier de roulement

- Bague labyrinthe

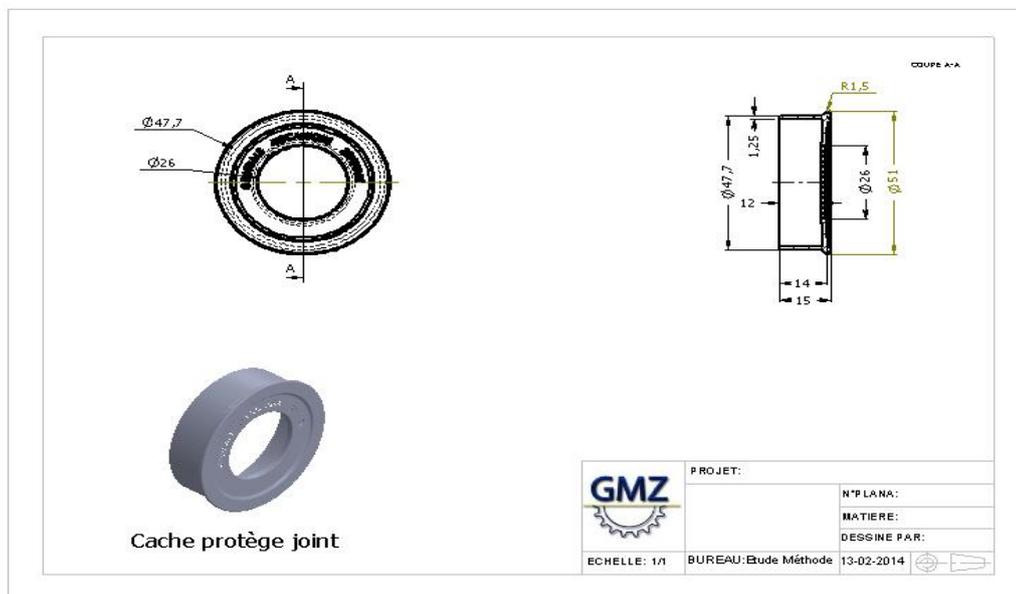


Bague labyrinthe

- Double joint à lèvres

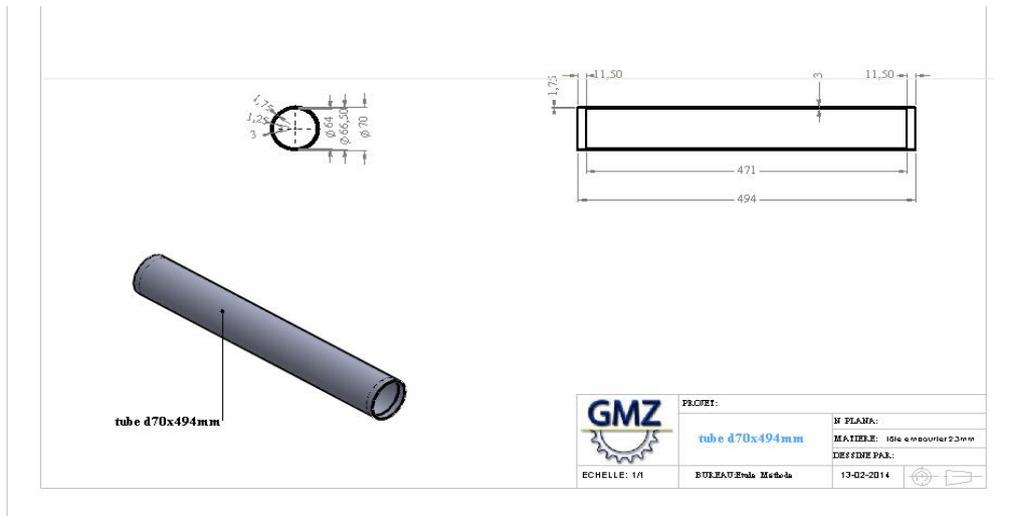


- Cache protège joint



2) Rouleau d70x 494mm

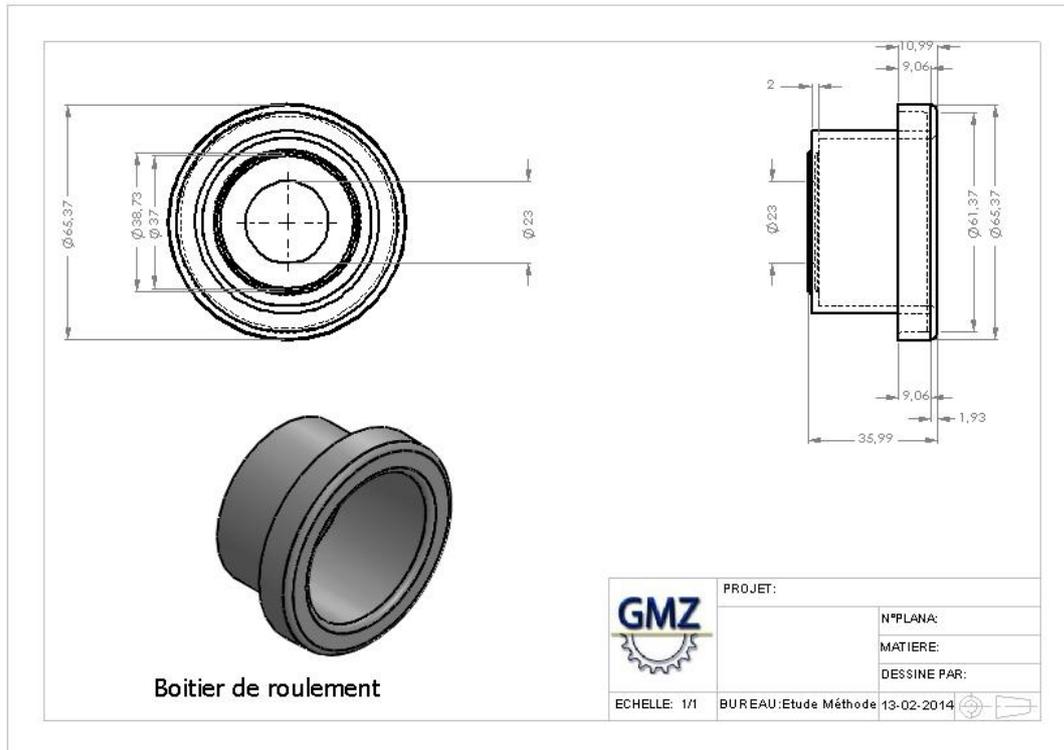
- Tube



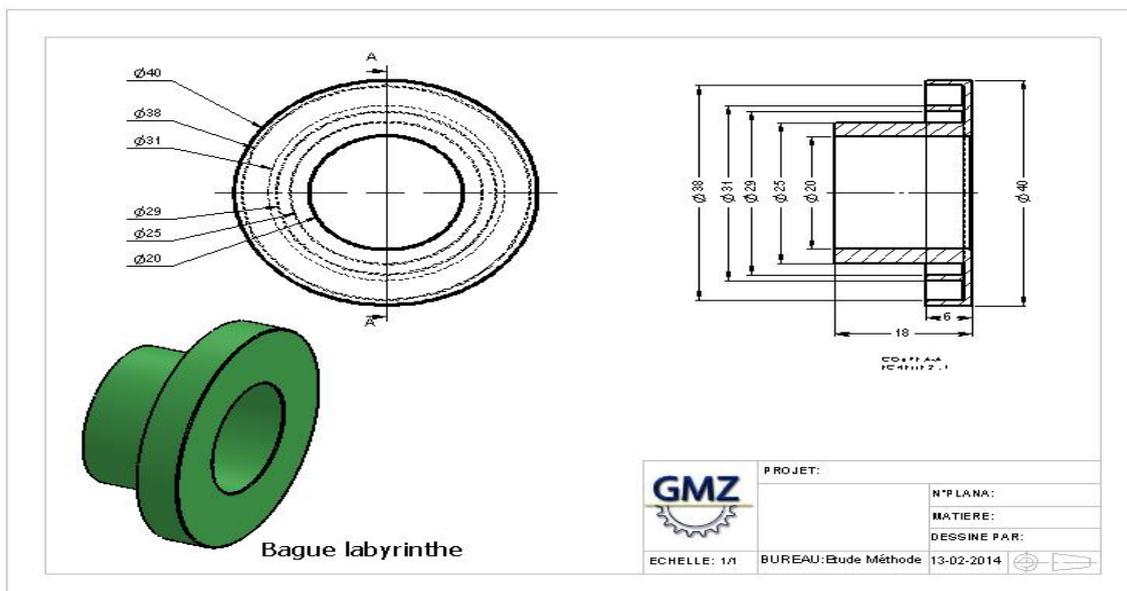
- Axe



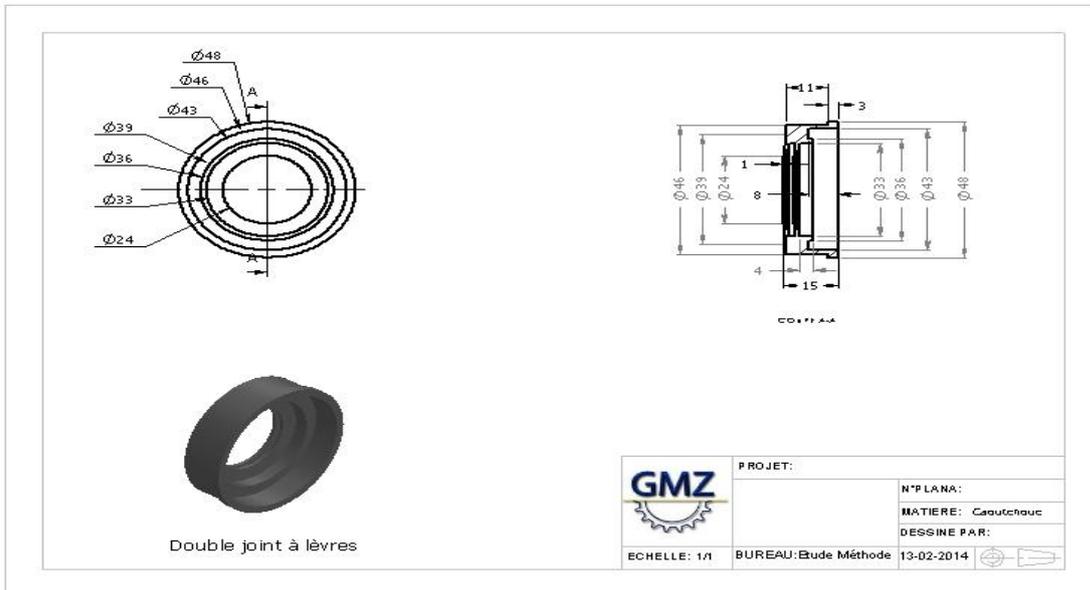
• Boîtier de roulement :



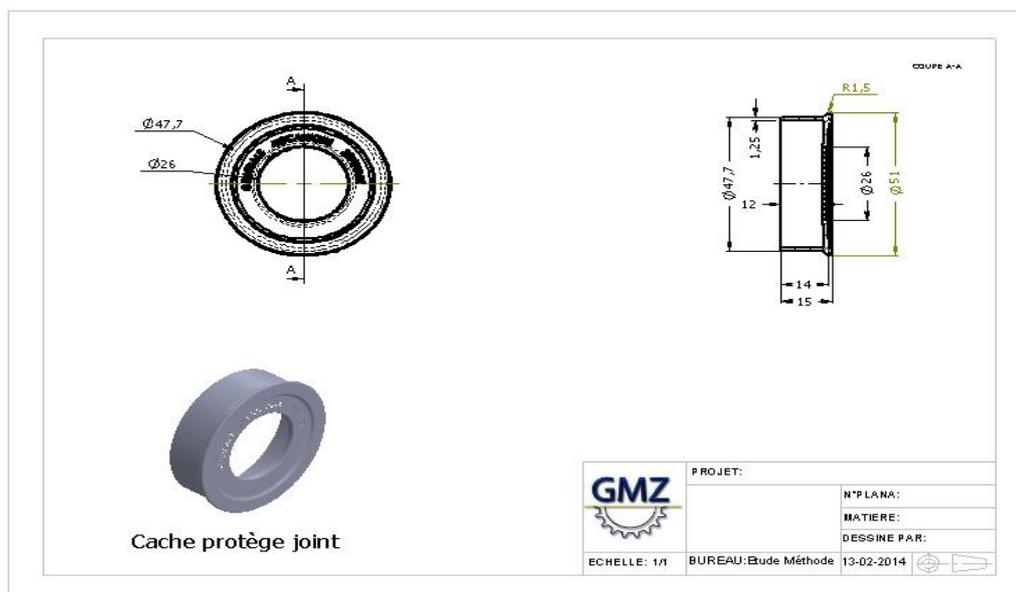
• Bague labyrinthe :



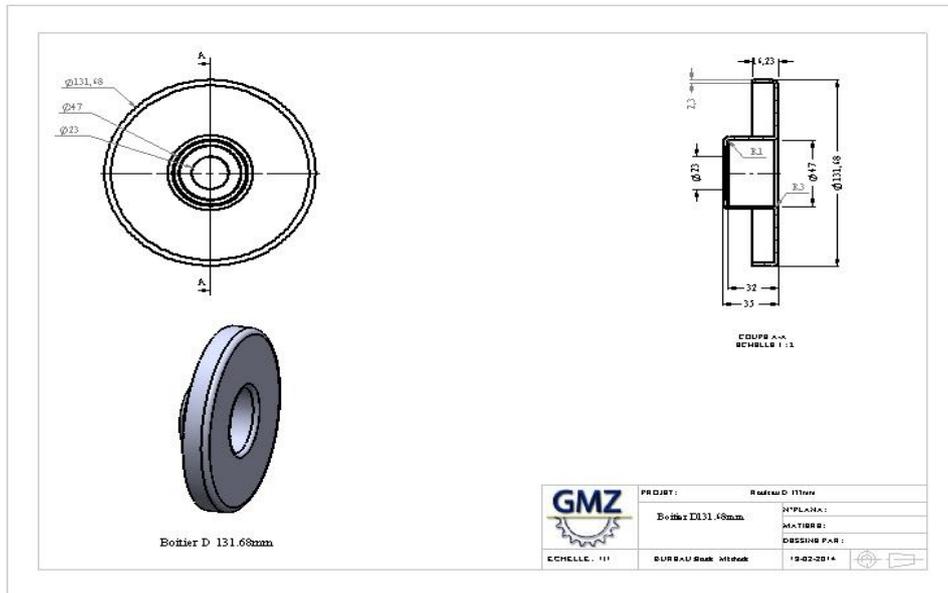
- double joint à lèvres



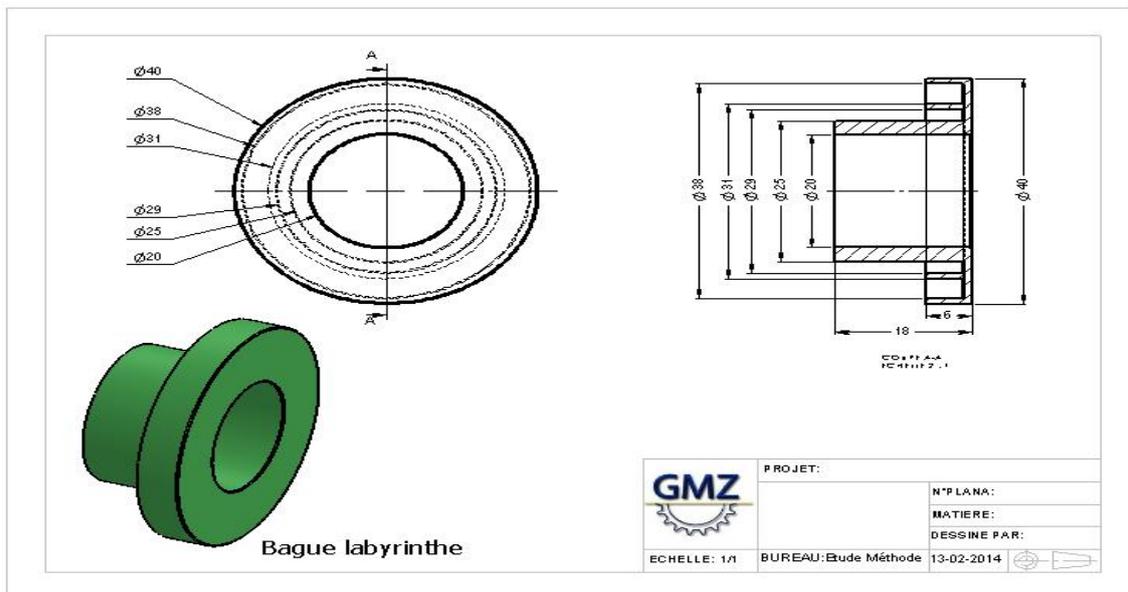
- Cache protège joint



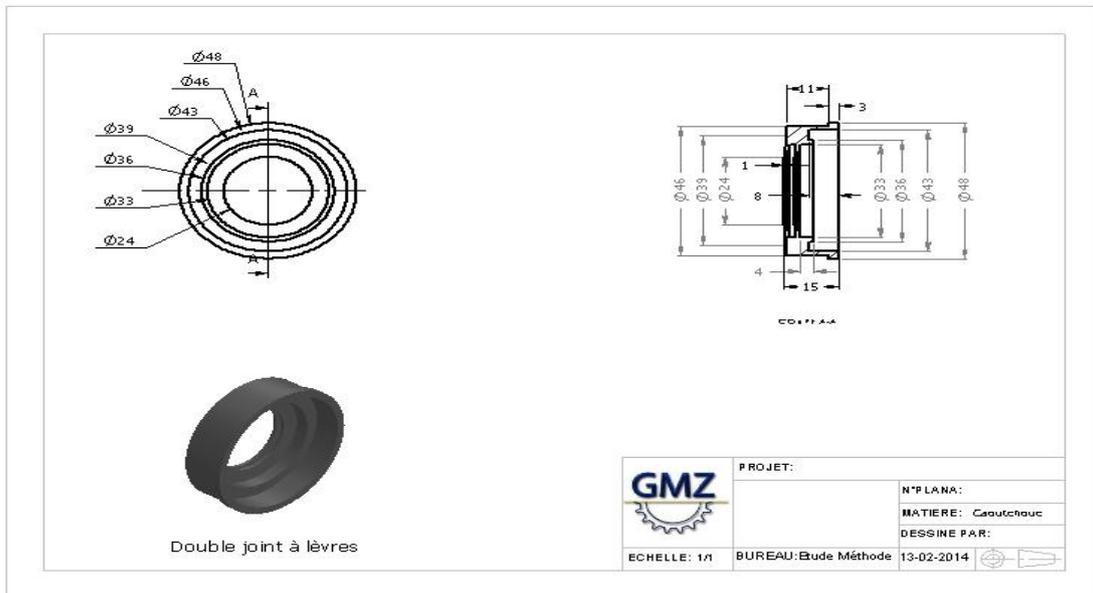
• Boité de roulement :



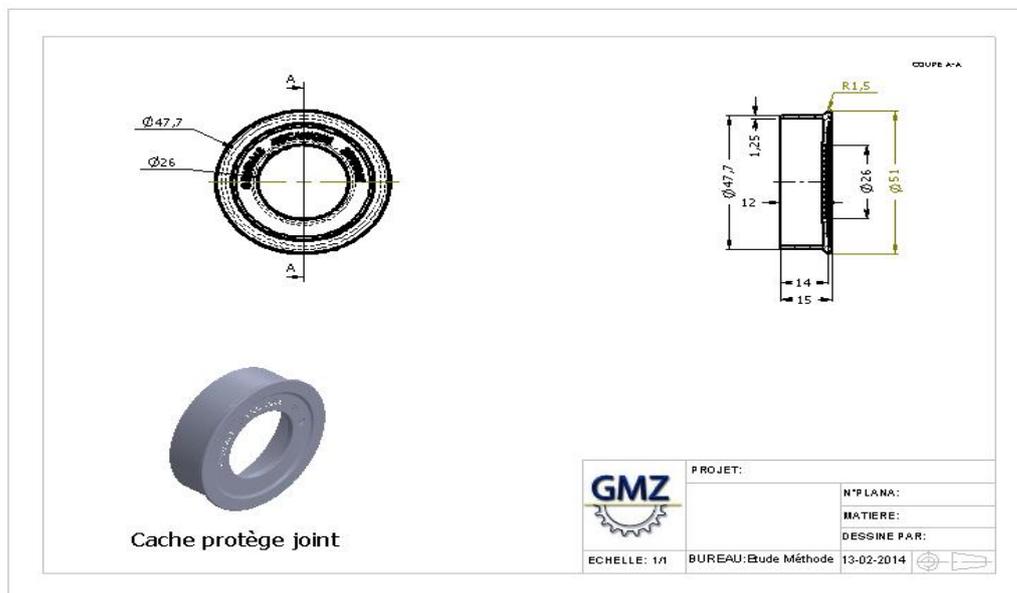
• Bague labyrinthe :



• Double joint à lèvres :



• Cache protège joint :



II .2-Montage manuel

1. Les étapes du montage des rouleaux sont :

Opération N°1 :assemblage du roulement dans le boitier de roulement sur presse verticale



Figure 32: assemblage boitier de roulement et roulement

Opération N°2 : assemblage du boitier de roulement et roulement sur l'axe côté droit



Figure 34: assemblage du boitier de roulement et roulement sur l'axe

Opération N°3: assemblage du circlips côté droit



Figure 35: assemblage du circlips

Opération N°4 :assemblage dans le tube côté droit



Figure 36: assemblage tube

Opération N°5 :assemblage du boîtier de roulement et roulement sur l'axe dans tube côté gauche



Figure 37: assemblage boitier de roulement et roulement

Opération N°6 : Montage du circlips côté gauche



Figure 38: assemblage circlips

Opération N°7: Sertissage sur presse dans les 2 côtés



Figure39 : Sertissage

Opération N°8 :assemblage le Bouchon sur presse dans les 2 côtés



Figure 40: assemblage le Bouchon

Voir le schéma vue éclater de rouleau

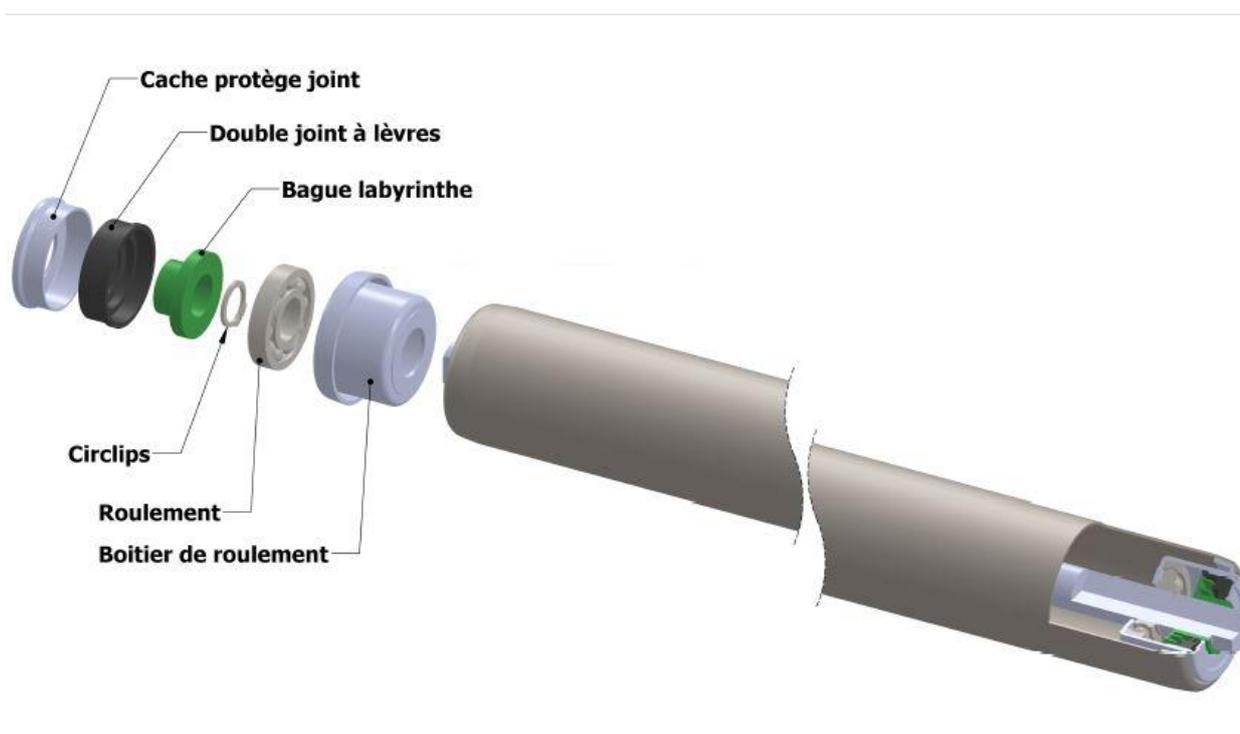


Figure 41: vue éclater

II .3-Gamme de montage et temps

II .3.1- Processus de fabrication des rouleaux :

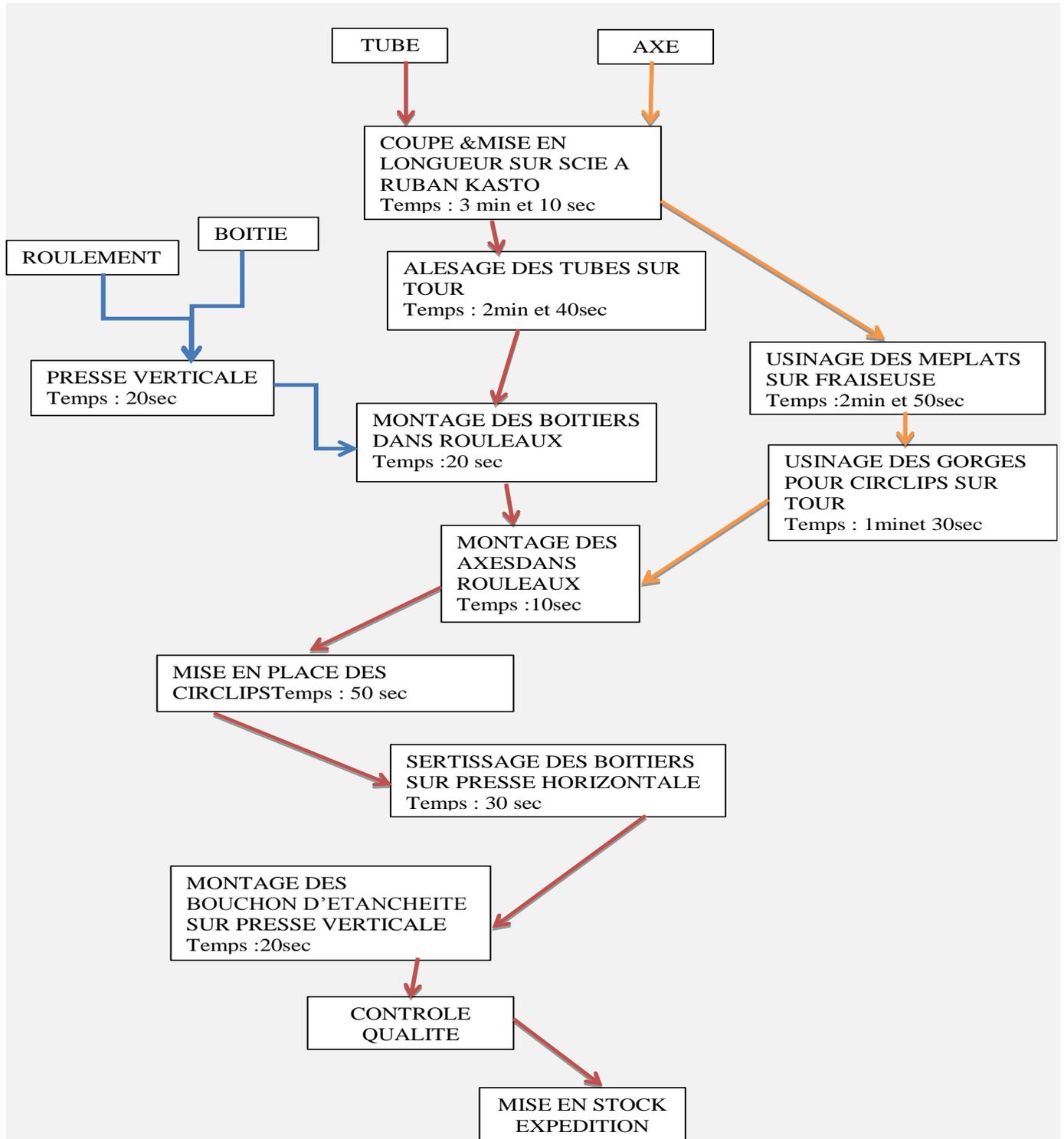


Figure 42 : Processus de fabrication des rouleaux

CHAPITRE III
MACHINE
D'ASSEMBLAGE DU
ROULEAU

III. 1 - Composition de la machine d'assemblage

Le mécanisme se compose de sept magasins et neuf vérins répartis comme suit :

- Magasin tube/ contenance 20 pièces / repère : 1
- Magasin axe / contenance 20 pièces / repère : 2
- Deux magasins pour roulement / contenance 20 pièces pour chacun / repères : 3 et 4
- Deux magasins pour boîtier de roulement (gauche et droite) / contenance 20 pièces pour chacun / repères : 5 et 6
- Table de relevage axe / repère : 7
- Vérin pneumatique pour relevage axe / repère : 8
- Roue d'assemblage rouleau / repère 9
- Vérins hydrauliques télescopiques (gauche et droite) pour montage roulement et boîtier et axe dans le tube / repères 10 et 11
- Magasins circlips / repères : 10 et 11
- Mécanismes de montage circlips / repères 12 et 13
- Vérins pneumatiques télescopiques (gauche et droite) pour montage des circlips / repères 14 et 15
- Magasins pour le bouchon de roulement (Bague labyrinthe et Double joint à lèvres et Cache protège joint) / contenance 20 pièces / repères 16 et 17
- Vérins pneumatiques (gauche et droite) pour montage kit protection roulement / repères 18 et 19
- Matrices de sertissage (gauche et droite) / repères 20 et 21
- Vérins hydrauliques télescopiques (gauche et droite) pour sertissage / repères 22 et 23
- Couloirs de sortie du rouleau / repères 24 et 25.

L'assemblage d'un rouleau s'effectue en quatre phases à savoir :

Phase 1 : Assemblage tube avec axe +boîtée de roulement + roulement

Phase 2 : Assemblage rouleau phase 1 avec circlips

Phase 3 : Assemblage rouleau phase 2 avec bouchon

Phase 4 : Sertissage

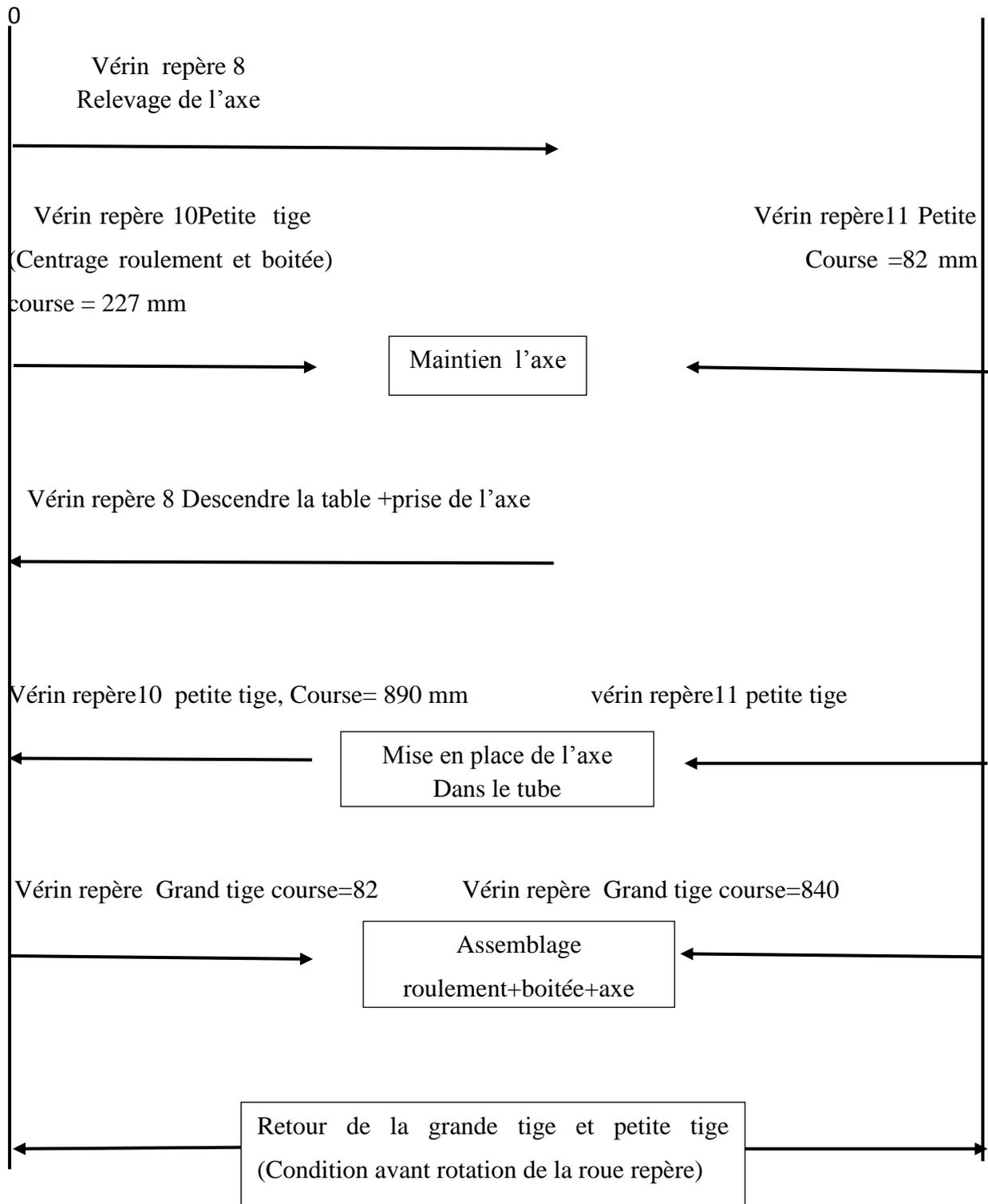
III. 2 Description du fonctionnement de la machine

Ce mécanisme est conçu de telle façon à assurer l'assemblage du rouleau avec une synchronisation d'assemblage selon 4 phases automatisées, bien entendu après avoir remplis tous les magasins avec les pièces correspondantes.

Phase 1 : Assemblage boîtier de roulement et axe avec le tube

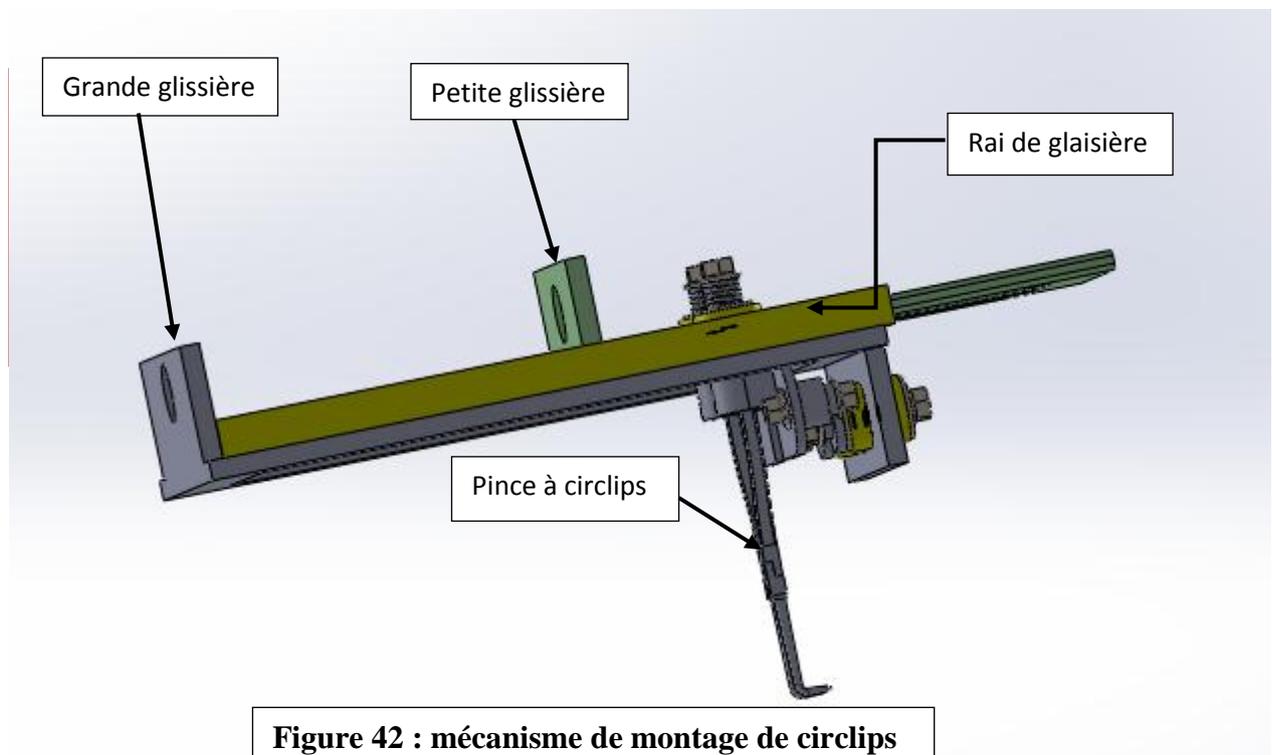
Animé d'un mouvement de rotation, la roue met le tube pris du magasin des tubes dans sa 1^{er} position d'assemblage avec une rotation de 45° par rapport à la position initiale ; en même temps la table, dotée d'un vérin pneumatique simple effet se trouvant en position basse portant l'axe du rouleau pris du magasin, remonte vers le niveau haut de la position de montage ; en continuité et afin d'assurer la co axialité de tous les éléments, les deux vérins hydrauliques télescopiques, disposés de part et d'autre, sont excités pour faire sortir la petite tige de chacun d'eux pour venir buter contre l'axe du rouleau au niveau des trous de centre ; une fois pris entre pointe de l'axe, la table revient à sa position initiale.

L'axe est transféré vers la position finale de montage par le biais de déplacement de deux tiges des vérins, entrée de la première et sortie de la deuxième ; une fois l'axe est en position, encore une fois le même vérin est excité et la grande tige vient pousser le roulement et le boîtier dans le tube de part et d'autre. Une fois l'opération de montage est terminée, les tiges reviennent en position initiale (voir schéma ci-après).

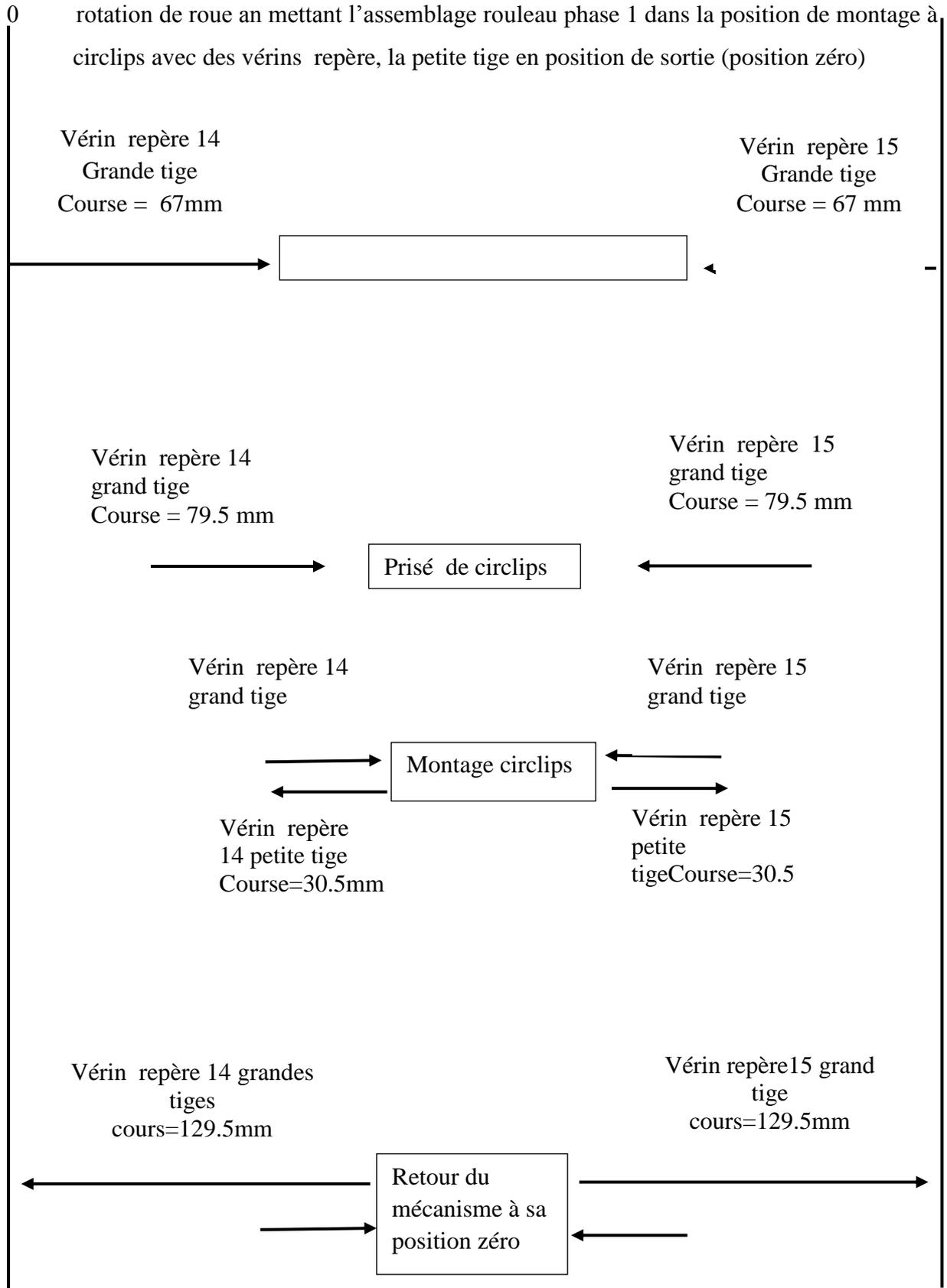


Phase 2 : Assemblage de circlips

L'assemblage du circlips, qui a pour fonction le blocage du roulement sur l'axe, s'effectue par un mécanisme conçu avec la machine d'assemblage, il est composé d'un vérin pneumatique télescopique à deux tige, la grande tige se trouve en position zéro au repos par contre la deuxième tige (petite tige) se trouve en position de sortie au repos ; la grande tige agit sur l'ensemble du mécanisme, elle assure le déplacement de la position zéro vers la position finale de montage du circlips, ce déplacement se fait en deux temps, le premier déplacement est de la position zéro aux positions de prise du circlips, avec une course de 50 mm; le deuxième déplacement se fait à partir de la prise du circlips vers le montage de ce dernier avec une course de 79.5mm, en même temps la glissière, qui se déplace en sens opposé par l'action de la petite tige, assure l'écartement du circlips par l'intermédiaire d'une pince de conception standard, toujours solidaire du mécanisme et se déplaçant dans une empreinte avec une géométrie simulant le mouvement à partir de la prise du circlips jusqu'au montage sur arbre.

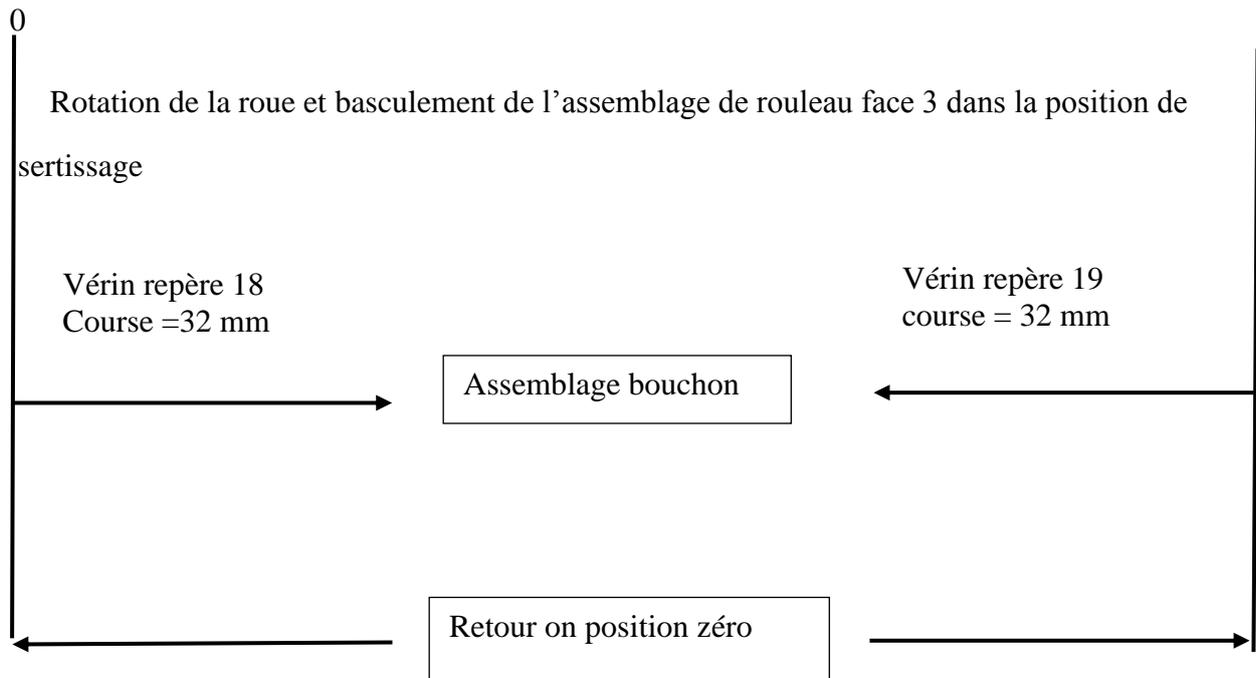


Le mécanisme de la pince est doté d'articulation dans les deux sens vertical et horizontal et en sens de rotation pour assurer une certaine flexibilité a cette pince durant son fonctionnement. Elle monte et descend d'environ 5 mm avec un ressort de maintien (Voire le schéma ci-après).



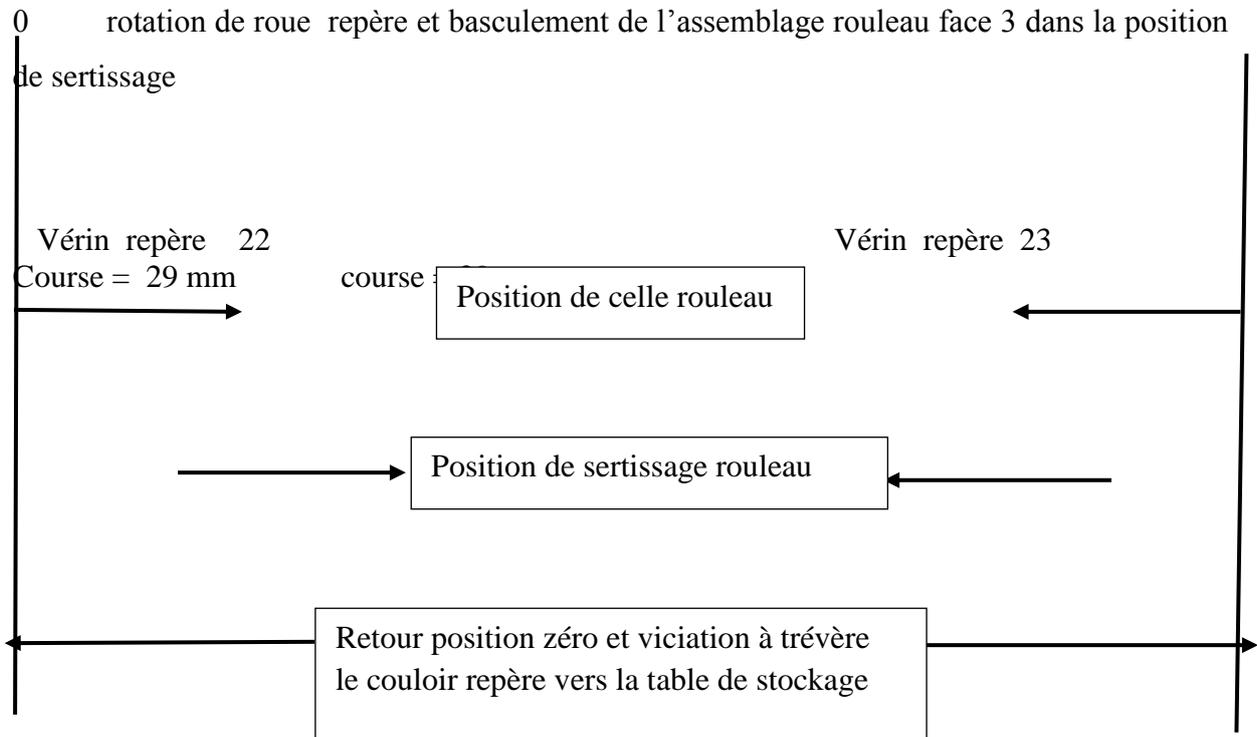
Phase 3 : Assemblage bouchon

Le bouchon composé de trois repères sera monté dans l'assemblage rouleau phase 2 par une seule action de la tige de vérin pneumatique double effet; sur ce dernier, cette opération s'effectue pour les deux cotés (voire schéma ci-après).

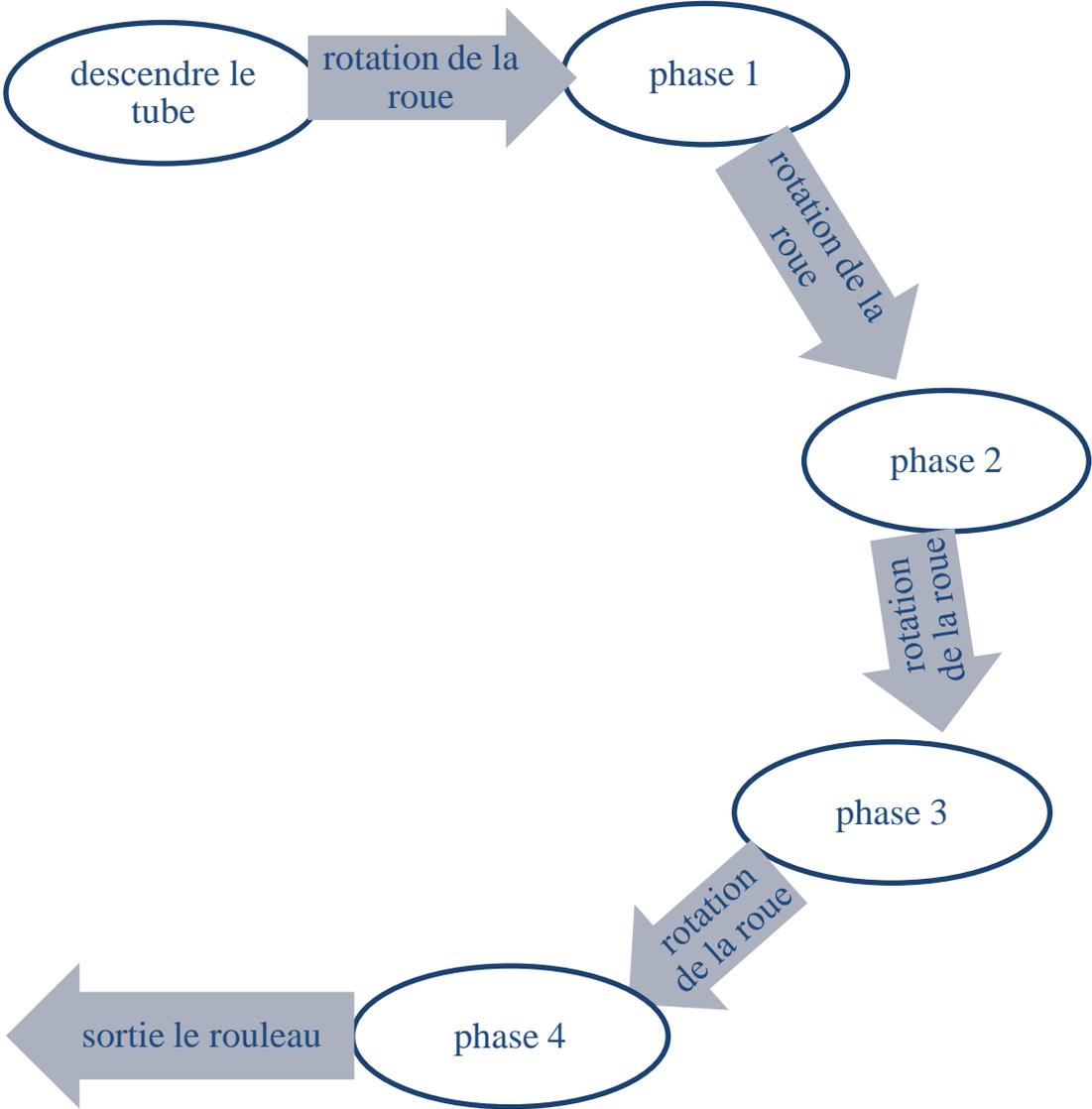


Phase 4 : Sertissage

Enfin, l'opération de sertissage est réalisée sur les deux côtés du rouleau en phase finale. Elle est réalisée avec un vérin hydraulique double effet (voire le schéma ci-après).



II.3 - Cycle de fonctionnement de la machine d'assemblage du rouleau



III. 4 - Calculs mécaniques

III.4.1 - Calcul des vérins

III.4.1.1 -Vérin hydraulique télescopique de montage des roulements

Calcul de pression nécessaire pour montage roulement :

$$E= 21000 \text{ kg / mm}^2$$

$$d= 47 \text{ mm}$$

$$P = E. \Delta / 2d$$

Ou :

p : pression de montage

E : module de Young

Δ : Serrage qui varie entre 0.24et 0.59 mm

D : diamètre de roulement

$$P= 21000 *0.059/2*47$$

$$P=131.1N /\text{mm}^2$$

Calcule de l'effort axial de montage roulement :

$$r = 23.5\text{mm}$$

$$L= 14\text{mm}$$

$$f = 0.012$$

$$F = 2\pi rLfp$$

Ou

F : effort axiale

R : rayon de roulement

L : largeur de roulement

f : coefficient de frottement acier sur acier 0.012

p : pression de montage

$$F = 2 \cdot 3.14 \cdot 23.5 \cdot 14 \cdot 0.012 \cdot 13.11$$

$$F = 3250.41 \text{ N}$$

Calcul de diamètre de piston :

$$p = \frac{F}{s} \rightarrow s = \frac{F}{p}$$

$$S = 3250.41 / 131.1$$

$$S = 24.79$$

Compte tenu de la fonction de petite tige qui ne sert la prise et centrage de l'axe on a choisie diamètre d= 18 mm piston d=30mm longueur de petite tige 1000mm et le diamètre de grand piston qui assure le montage de roulement d= 24.79 mm diamètre de piston d= 44mm longueur de la tige d=1005 mm.

III.4.1.2 -Vérin hydraulique télescopique de sertissage

1) Détermination de l'effort de sertissage

Le sertissage du rouleau peut être assimilé à un emboutissage cylindrique (voir figure ci-dessous):

$$F_{BH} = p \cdot S_{BH}$$

- l'emboutissage s'effectue en une seule. Le rapport d'emboutissage dépend de paramètres suivants:

- Diamètre initial du flan (D)
- Diamètre du poinçon (d)
- Coefficient de frottement entre la pièce et le poinçon (μ)

- Épaisseur de la tôle (t)
- Coefficient d'anisotropie du matériau (r)

Le rapport total d'emboutissage ne doit pas dépasser une valeur limite :

$$\beta_{total} < \beta_{max}(D, d, \mu, r, t, \dots)$$

2) Détermination des forces d'emboutissage

Pour pouvoir mieux juger de l'influence des caractéristiques mécaniques sur la formabilité, nous avons besoin de considérer les forces mises en jeu.

La description de ces efforts n'est pas simple. Il n'existe pas de loi analytique précise permettant de les prévoir, ce qui oblige, soit à utiliser des formules approchées, soit à pratiquer des calculs par simulation numérique. Nous allons raisonner sur des pièces de forme simple (calotte cylindrique).

L'effort nécessaire pour emboutir des pièces cylindriques dépende des diamètres de l'embouti et du flan, de l'épaisseur, du type de matériau, de la pression serre-flan, de la vitesse d'emboutissage, de rayon entrée matrice, du jeu entre poinçon-matrice et de lubrification.

- Force d'emboutissage de la première passe :

$$F = \pi \cdot d \cdot t \cdot R_m \cdot k$$

Où R_m est la contrainte limite du matériau et k coefficient qui dépend du rapport d'emboutissage :

k	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3
$\beta_{actual} = \frac{D}{d}$	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2

La surface S_{BH} de la serre flan est estimée dans le cas d'un emboutissage cylindrique :

$$S_{BH} = (D^2 - d_e^2) \cdot \frac{\pi}{4}$$

3) Effet du frottement

Une lubrification adaptée facilite l'écoulement de la tôle entre la matrice, le serre-flan et le poinçon. Si le frottement est :

Faible :

- tôle/lubrifiant/serre-flan
- tôle/lubrifiant/anneau d'emboutissage
- tôle/lubrifiant/rayon d'anneau d'emboutissage

Élevé :

Entre le poinçon et la paroi de la pièce métallique : pour pouvoir transmettre au maximum la force du poinçon. Ce qui suit s'applique à l'état de stabilité

$$F \leq \pi \cdot \eta \cdot R_m \cdot d \cdot t$$

Dans le cas d'un poinçon de petit rayon, il est préférable de ne pas lubrifier voir même d'augmenter la rugosité du poinçon afin d'éviter une forte déformation par expansion localisé

Calcul :

$$p = (\beta_{actual}) + \frac{d}{200t} \cdot \frac{Rm}{400}$$

$$F = \pi \cdot d \cdot t \cdot R_m \cdot K \cdot \eta$$

$$D/d = 134/124 = 1.08 K = \longrightarrow$$

$$R_m = 235 \text{ kg/mm}^2$$

$$d = 124 \text{ mm}$$

$$F = 3,14 \cdot 124 \cdot 1,75 \cdot 235 \cdot 0,2 \cdot 0,3$$

$$F = 9607,458 \text{ kg}$$

$$p = \frac{F}{S_{BH}}$$

$$P=9607,458 /S_{BH}$$

$$S_{BH} = (D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$S_{BH} = (134^2 - 124^2) \cdot \frac{3.14}{4}$$

$$S_{BH} = 2026.32 \text{ mm}^2$$

$$P = 9607,458 / 2026.32$$

$$P = 4.71 \text{ kg} = 47.1 \text{ N/mm}^2$$

Détermination de la section du piston

$$p = \frac{F}{s} \rightarrow s = \frac{F}{p}$$

$$d = \sqrt{s} * 4/\pi$$

$$d = \sqrt{2026.32} * 4/3.14 \text{ mm} = 50.80 \text{ mm}$$

III.4.2 -Calcul de diamètre d'arbre

La masse :

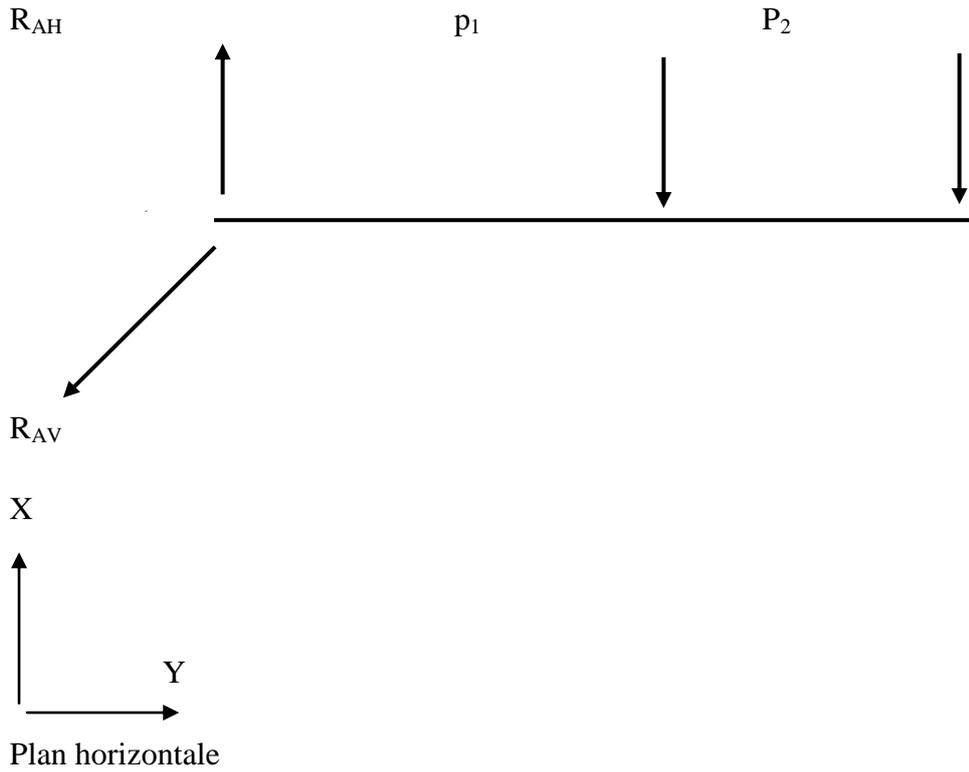
Masse du rouleau +masse du chargeur cylindrique

$$m = 13.14 + 0.97339 \approx 14 \text{ kg}$$

$$P = mg$$

$$p = 14 * 9.81 = 137.34$$

Vu que le chargeur est composé de deux principales parties on les a représentés comme deux forces deuxièmes poids de chargeur partie



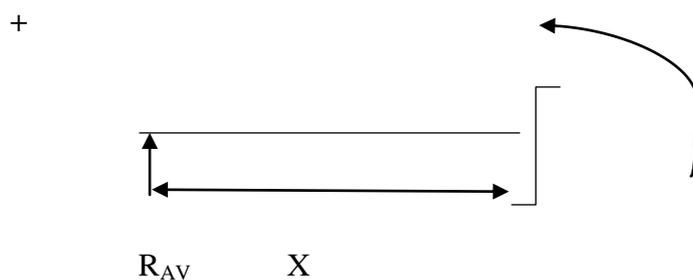
Plan vertical



$$F_{ext} = R_{AH} - F_1 - F_2 = 0 \Rightarrow R_{AH} = F_1 + F_2$$

$$R_{AH} = 68.67 + 68.67 = 137.34$$

Calcul du mouvement fléchissant



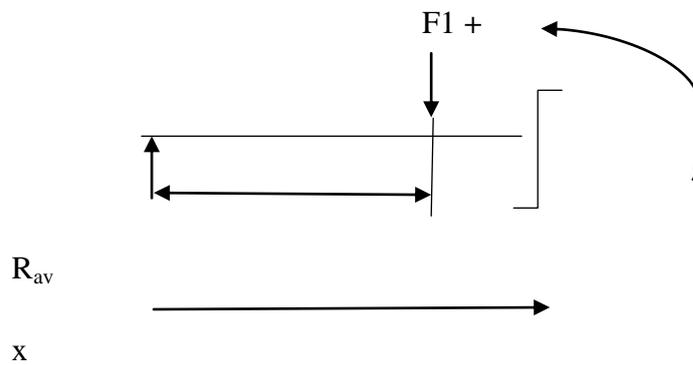
$$T = R_{AV} = 137.34$$

$$\left. \begin{array}{l} x_0 \rightarrow M_f = 0 \\ x = 373 \text{ mm} \rightarrow M_f = 137.34 * 373 \end{array} \right\}$$

$$M_f = 18862.27 \text{ N.mm} = 18.86227 \text{ N.m}$$

Tronçon 2

$$a < x < a+b$$



$$T = R_A - F = 137.34 - 68.67 = 68.67$$

$$M_f = R_A \cdot x - F(x-a)$$

$$\left. \begin{array}{l} x=0 \quad M_f = 18.862 \text{ N.m} \\ x=1100 \quad M_f = 1510.74 - 68.67(727) \end{array} \right\}$$

$$M_f = 1510.74 - 49436 = 101 \text{ N.m}$$

Diamètre de l'arbre :

Il est soumis à la fois à la flexion et à la torsion calculons moment de flexion idéal à la section la plus dangereuse (dans l'extrémité du bon d'arbre).

Formule de résistance :

$$\sigma = \frac{Mf_{\max}}{\left(\frac{I}{V}\right)}$$

Avec :

$$\left(\frac{I}{V}\right) = \frac{\pi d^3}{32}$$

D'où :

$$I = \frac{Mf}{\sigma} = \frac{Mf_{\max}}{R_p}$$

Avec :

$$R = R_e / C_s$$

Ou C : coefficient de sécurité

On prendre un coefficient de sécurité égal à 5 par s'assurer des démontions et évité de dégât en cas d'un éventuel accident (exemple : chute d'une pièce lourde d'une grand hauteur sur le chargeur)

$$R = R_e / C_s$$

$$R = 780 / 5 = 156$$

On aura :

$$\pi d^3 / 32 = Mf_{\max} / R$$

$$d = \frac{\sqrt[3]{32}}{\pi} * \frac{10100}{156} = 39.27 \text{ mm}$$

On doit choisir un vérin avec $d = 40 \text{ mm}$

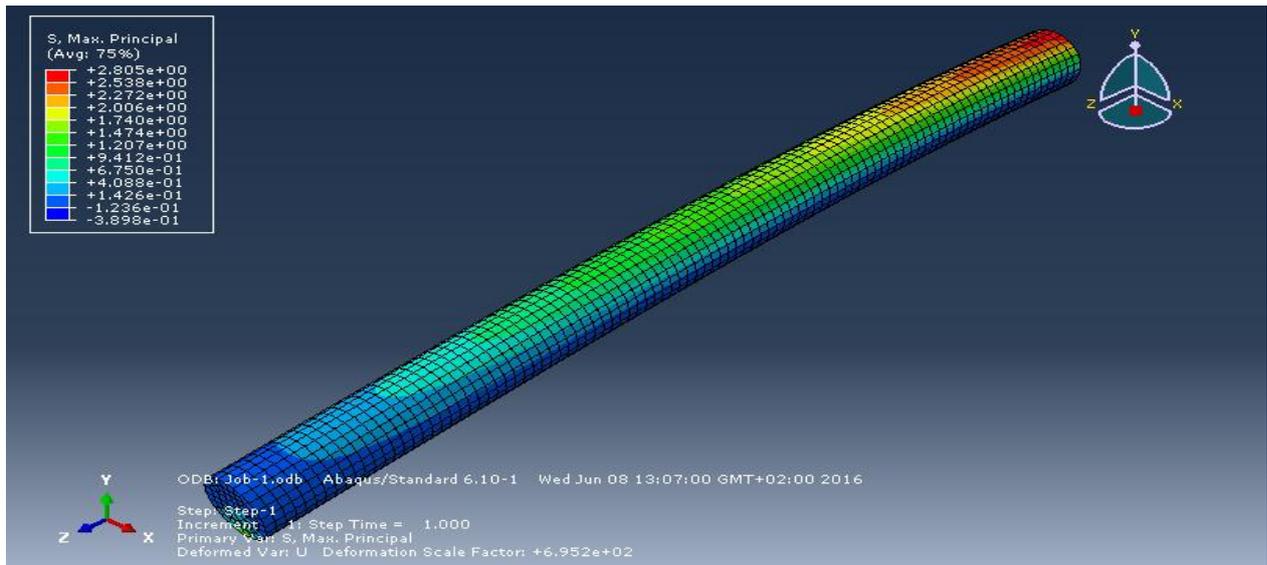
III.4.3 - Vérification de l'arbre aux sollicitations

Utilisant le logiciel de calcul **Abaqus**, j'ai procédé, d'une part à la détermination des contraintes maximales et surtout à leur répartition; et d'autre part, à la détermination de la flèche. Sachant que l'arbre doit supporter la charge sans subir de grandes déformations, ce

calcul de vérification me permet de situer avec exactitude la flèche et surtout de voir de quel côté les contraintes maximales sont situées, coté moteur ou coté roue.

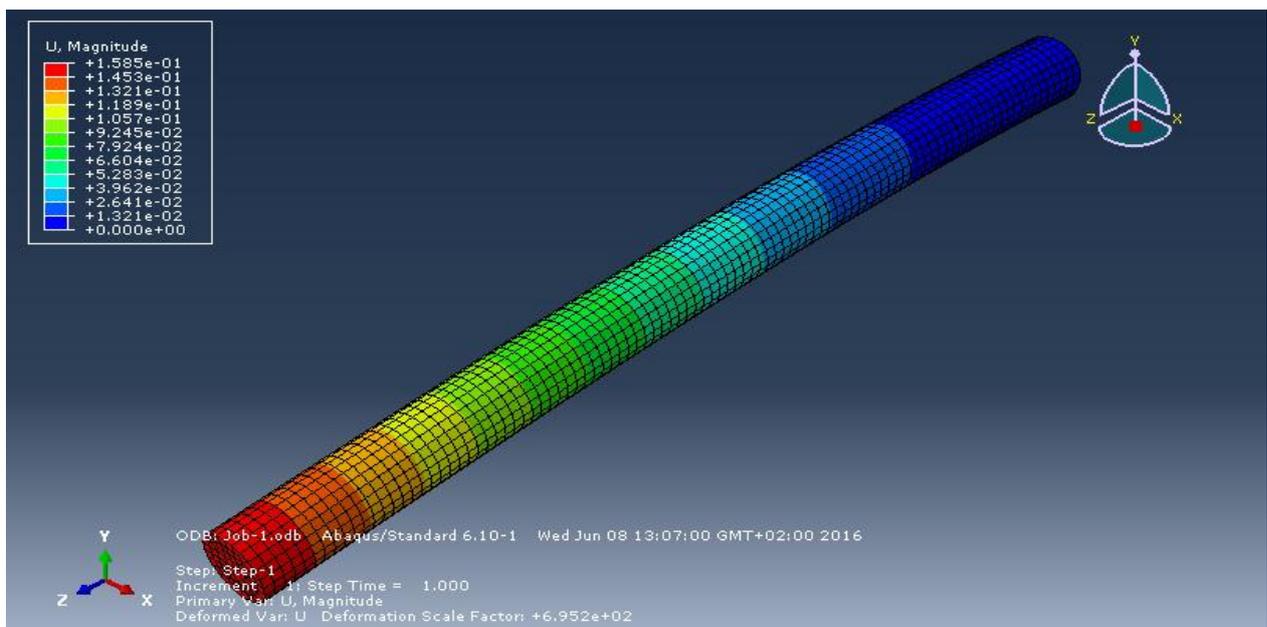
L'arbre en question est un arbre de section constante portant un Roue de passionnement de masse $m = 13507.77$ g repose sur un palier A comme indiqué sur la figure ci-après.

III.4.3.1 - Détermination des contraintes et leur répartition



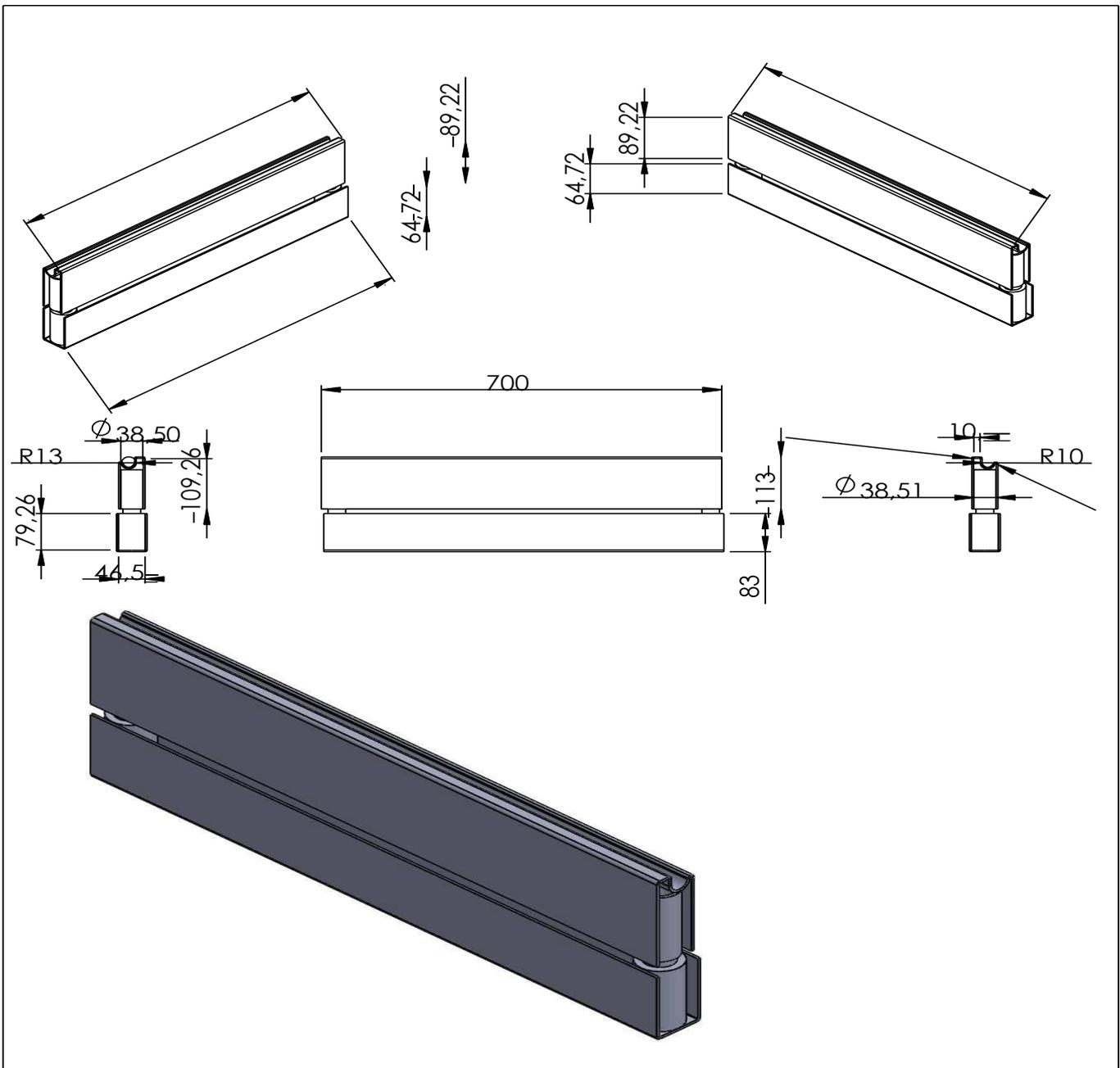
Les contraintes maximales sont de 2.8 N/mm^2 et sont localisées du coté du moteur.

III.4.3.2 - Détermination de la flexion

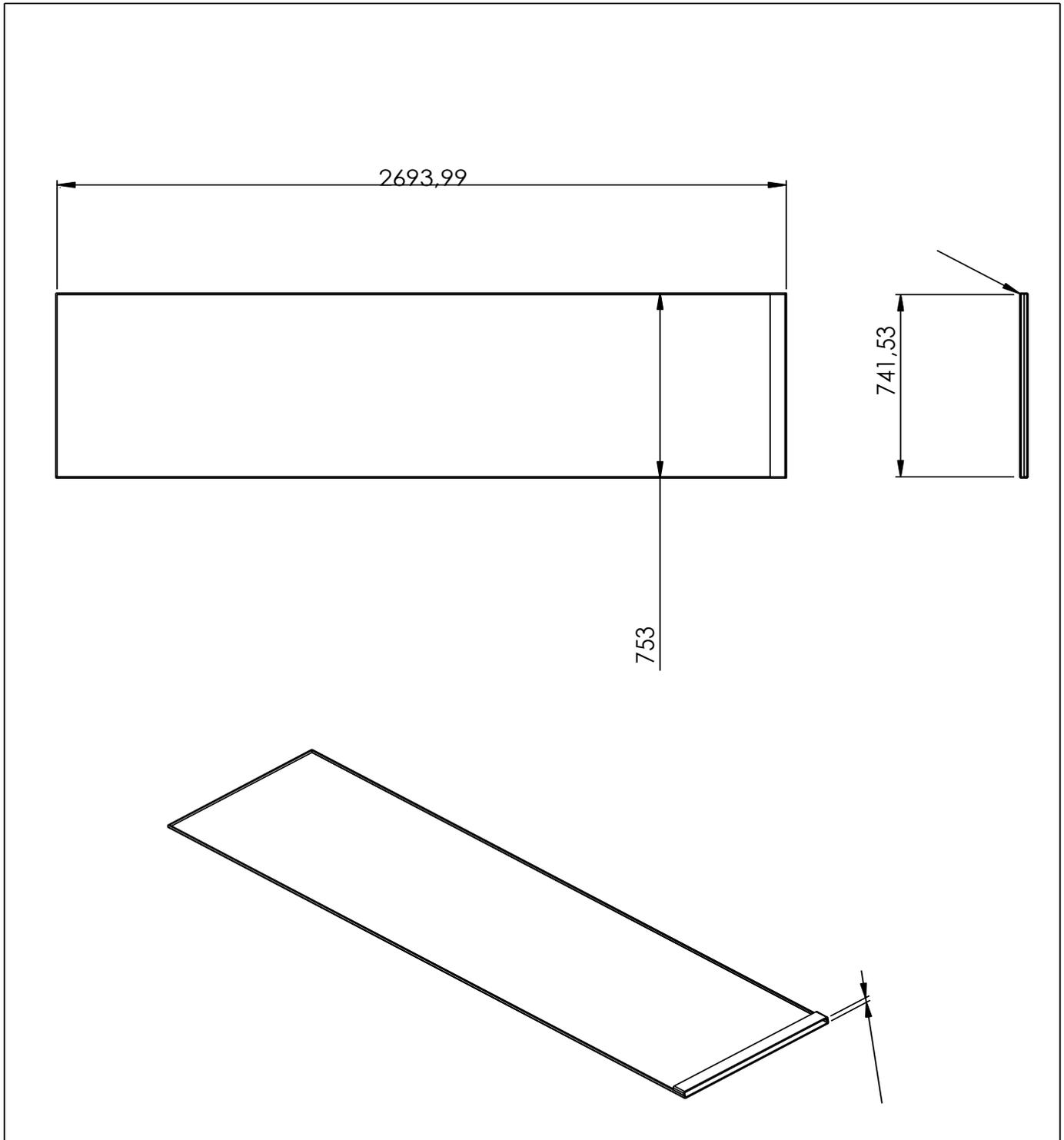


La flèche maximale est de 0.1585 mm , elle est située du coté de la roue.

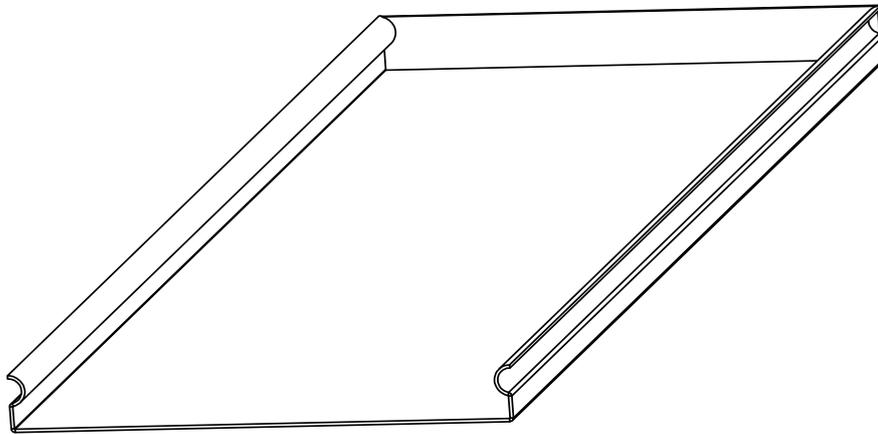
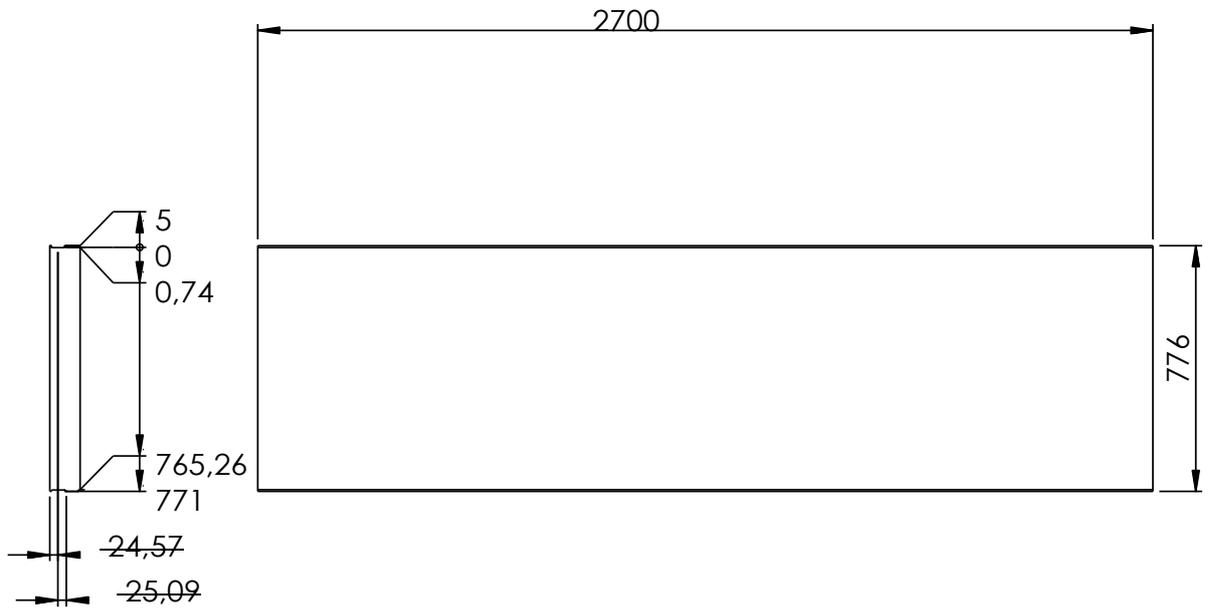
III.5 - Dessins des composants de la machine d'assemblage de rouleau



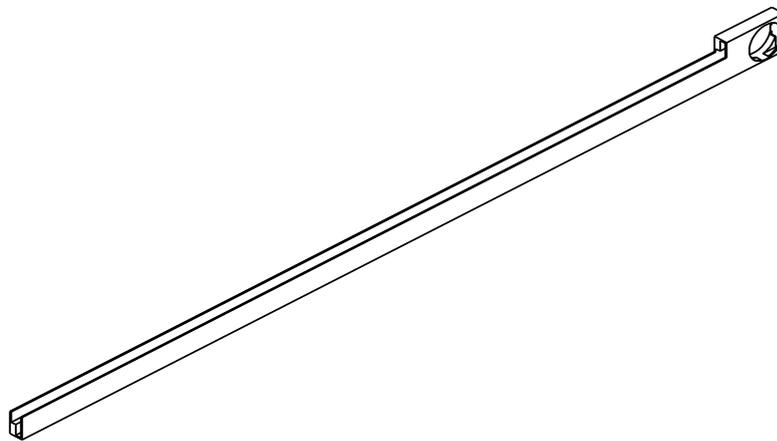
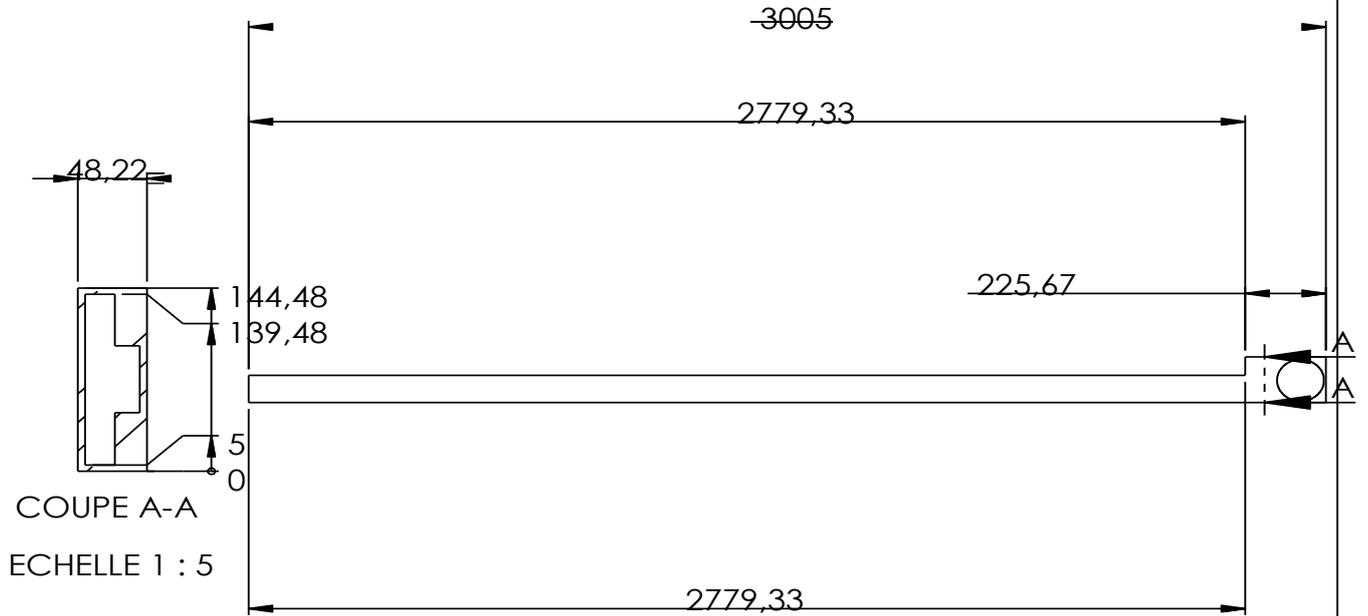
SAUF INDICATIONS SIGNATURE: REVISIONS: LINEAIRES: ANGULAIRES:		FINITION:		CASSER LES ANGES VIFS		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
AUTEUR: Gharbi VERIF.: khaoula APPR.: FAB.: QUAL.:						TITRE: Table de levage			
NOM:		SIGNATURE:		DATE: 14.06.2014		No. DE PLAN:		A4	
MATERIAU: A37				MASSE:		ECHELLE: 1:10		FEUILLE 1 SUR 1	



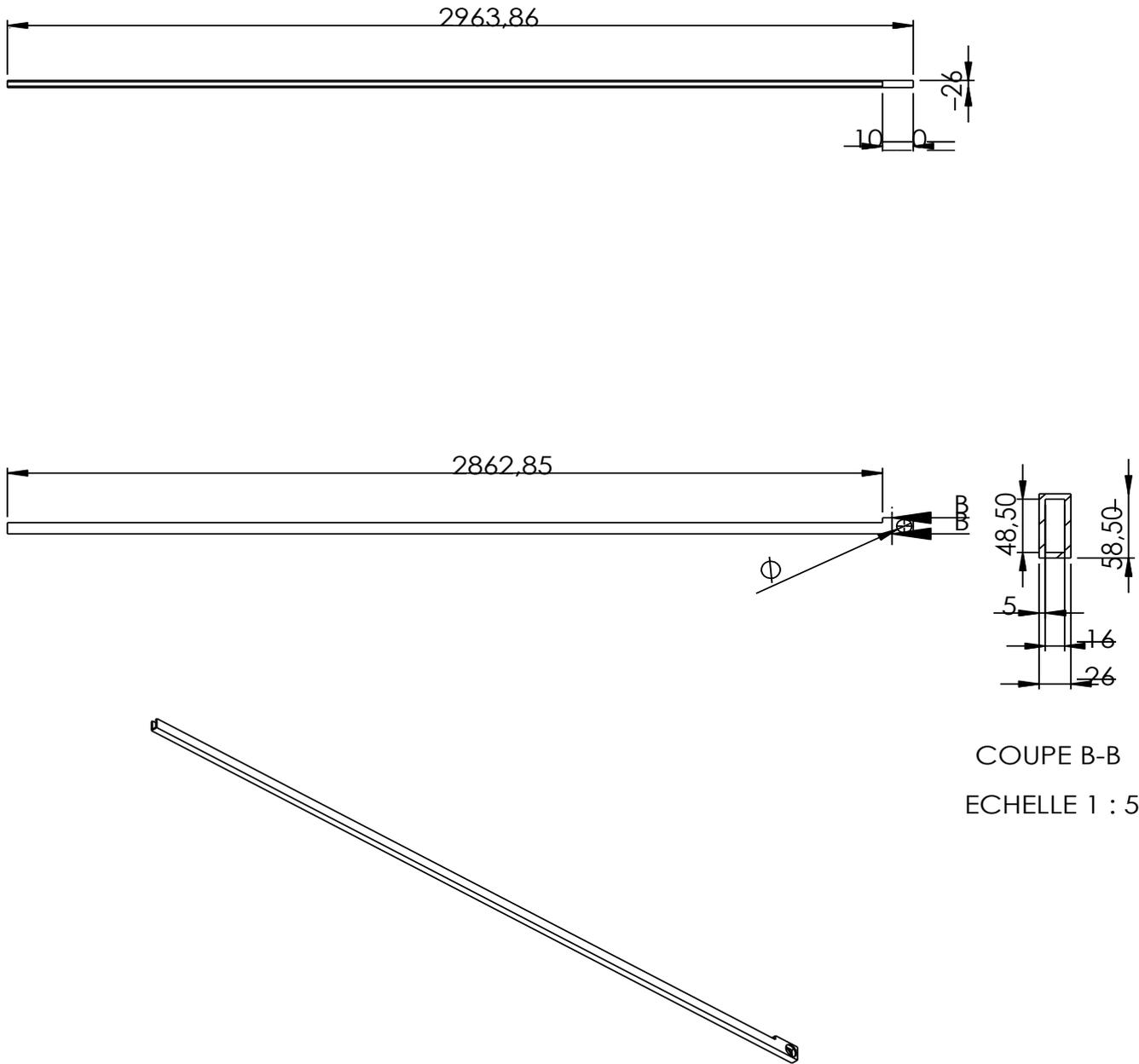
SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES ETAT DE SURFACE: TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:		FINITION:		CASSER LES ANGLES VIFS		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
NOM	SIGNATURE	DATE				TITRE:			
AUTEUR	Gharbi khaoula								
VERIF									
APPR									
FAB									
QUAL				MATERIAU:	A37		No. DE PLAN		A4
							magasin des exe		
				MASSE:			ECHELLE:1:50		FEUILLE 1 SUR 1



SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES ETAT DE SURFACE: TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:		FINITION:		CASSER LES ANGLES VIFS		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
NOM	SIGNATURE	DATE				TITRE:			
AUTEUR	Gharbi khaoula					magasin des rouleaux			
VERIF.									
APPR.									
FAB.									
QUAL.									
			MATERIAU: A37			N° DE PLAN			A4
			MASSE:			ECHELLE: 1/50			FEUILLE 1 SUR 1

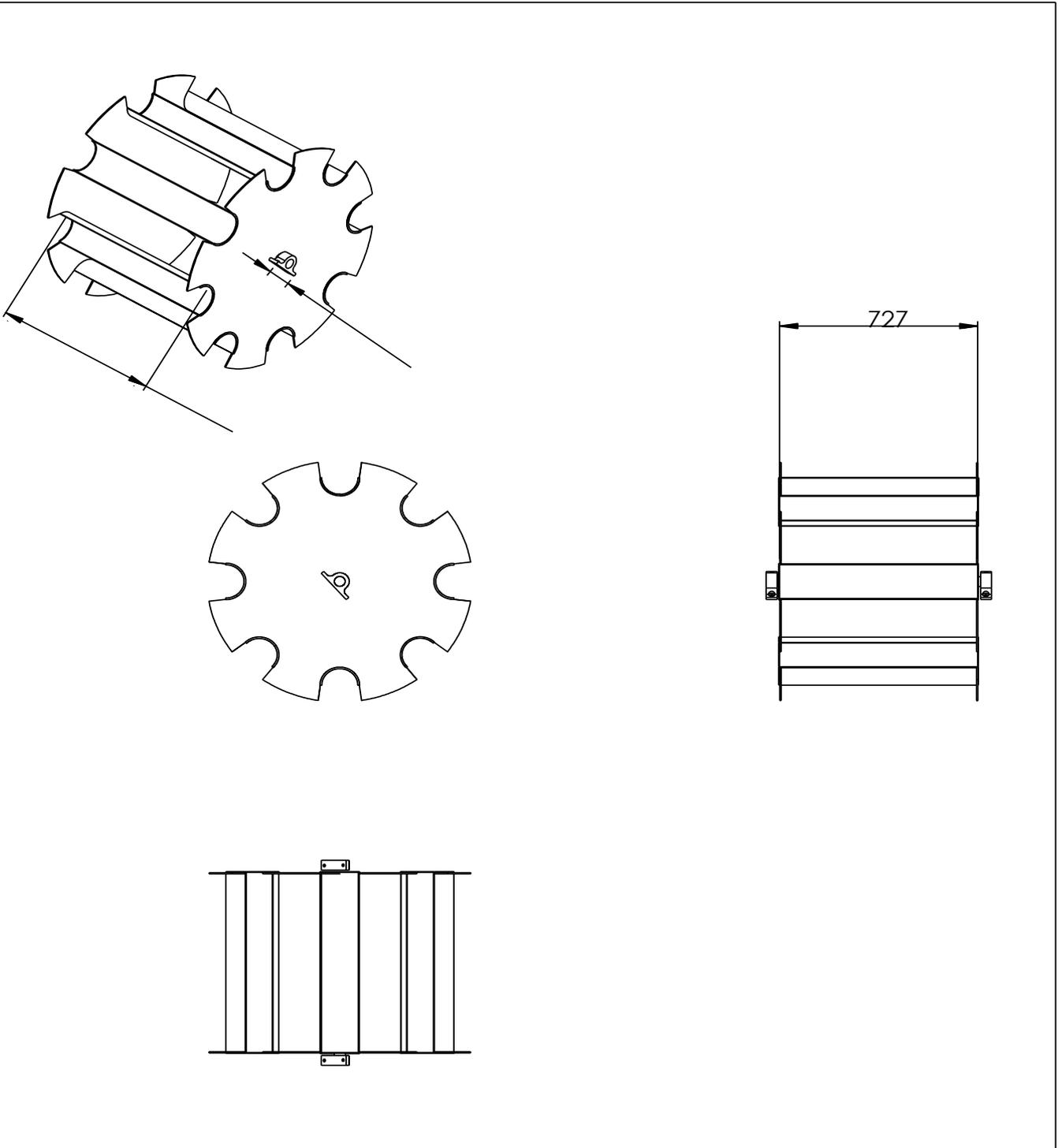


No. DE PLAN 3	nom : gahrbi khaoula	
MATERIAU: 1.7131 (16MnCr5)	magasin de boitier	A4
ECHELLE:1:50		FEUILLE 1 SUR 1

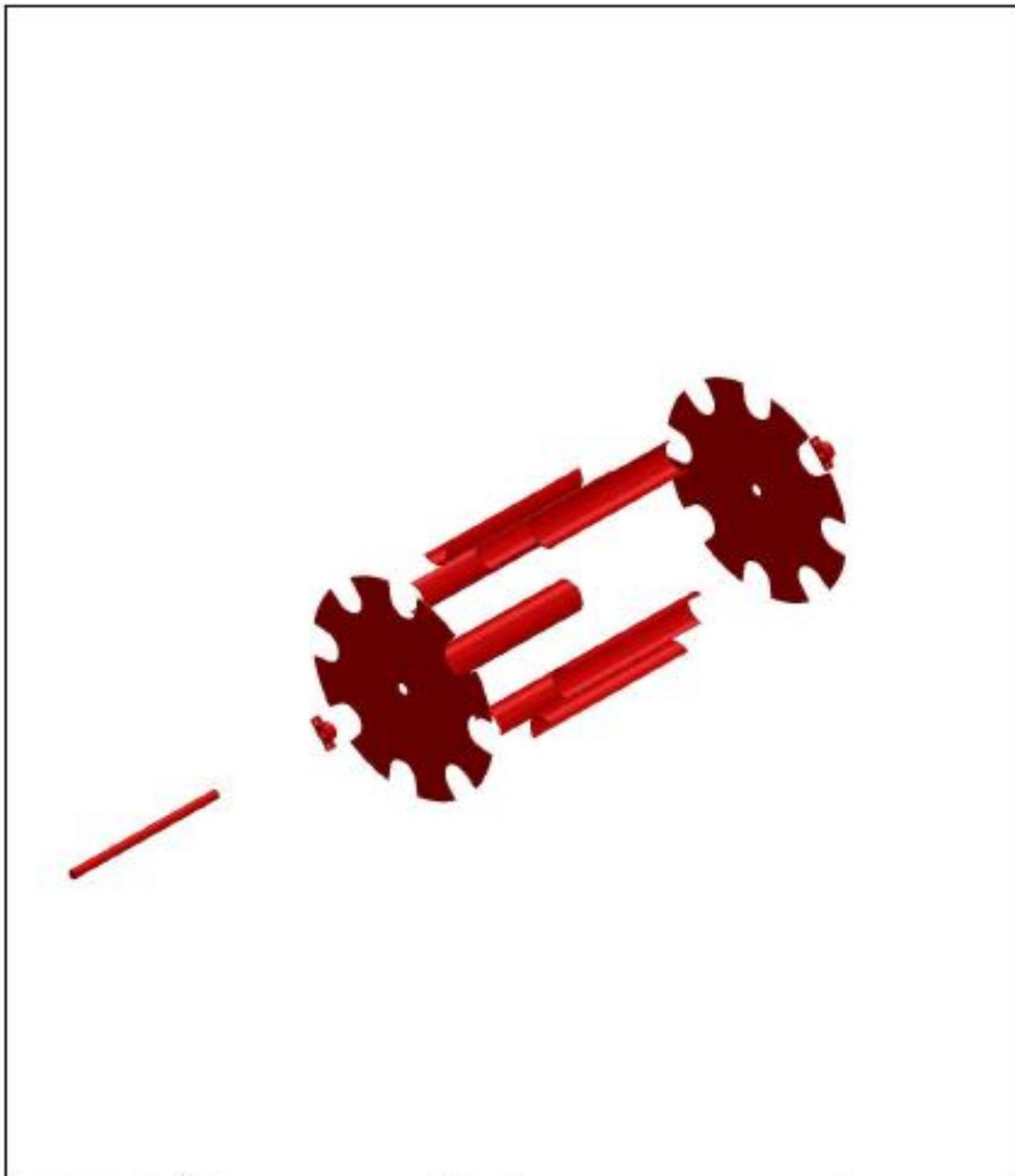


COUPE B-B
ECHELLE 1 : 5

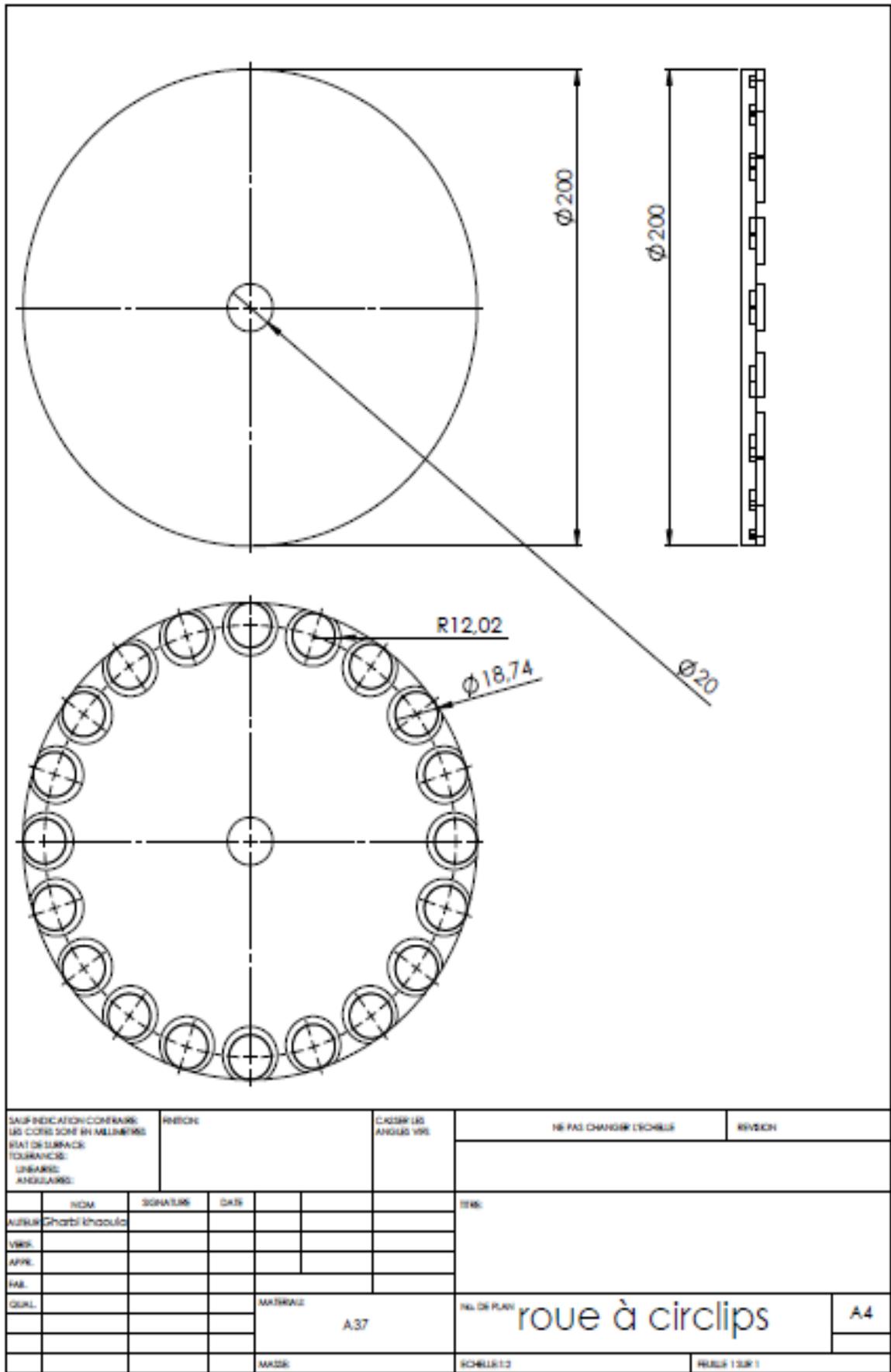
SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES ETAT DE SURFACE: TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:				FINITION:		CASSER LES ANGLES VIFS		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
AUTEUR: Gharbi khaoula				DATE: 14.06.2016				TITRE:			
VERIF.:								No. DE PLAN Magasin de roulement			
APPR.:											
FAB.:								A4			
QUAL.:						MATERIAU: A37		Echelle: 1:50			
						MASSE:		FEUILLE 1 SUR 1			

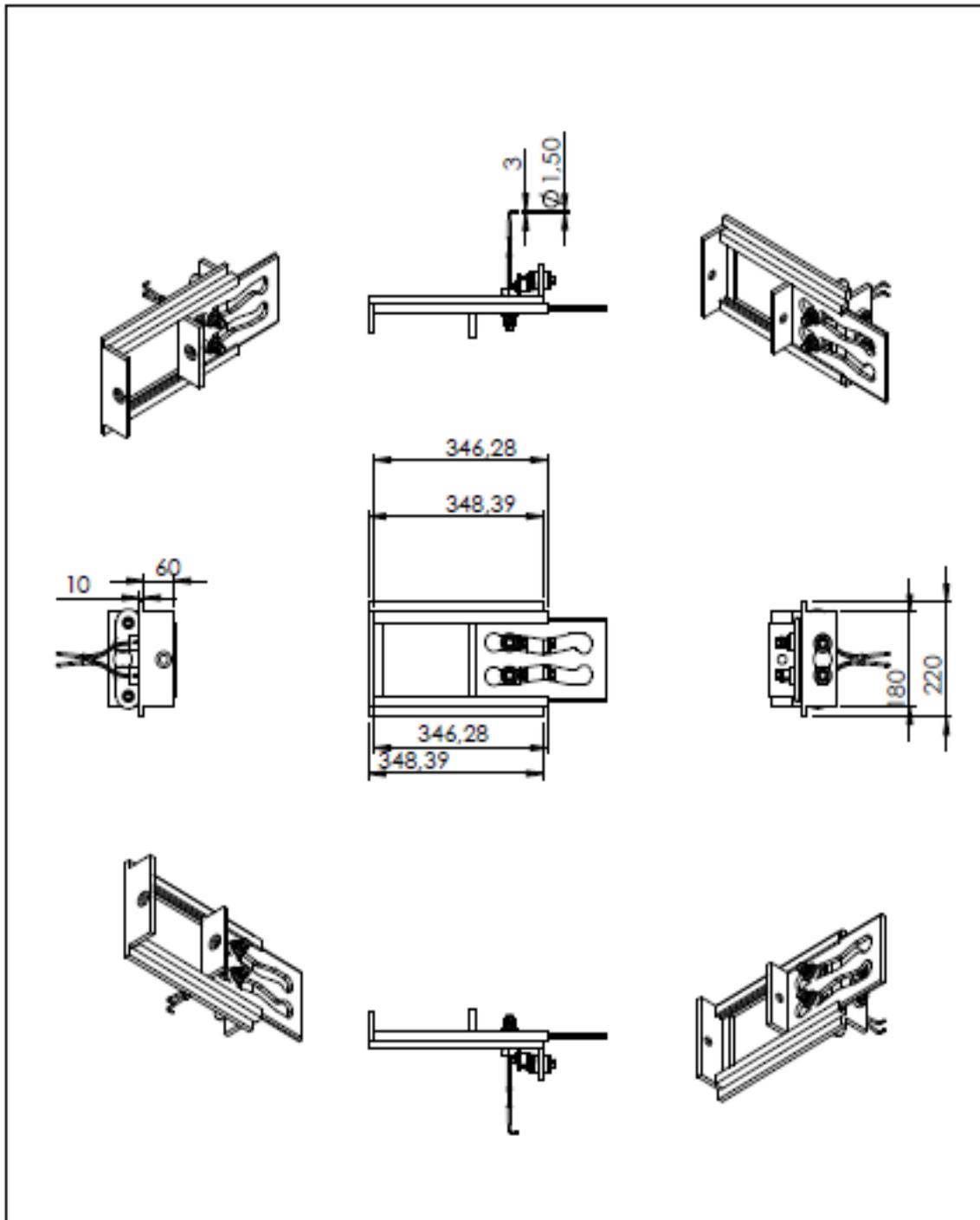


SAUF INDICATION CROQUIS EN MÉTAL TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:		FINITION:		CASSER LES ANGLES VIFS		E PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISIO		
OM	SIGNATURE	DATE				TITRE:				
AUTEUR: Gharbi khaoula										
VERIF.										
APPR.										
FAB.										
QUAL.				MATERIAU: A37		o. DE PLA		support rotatif		A4
				MASSE:		ECHELLE:1:20		FEUILLE 1 SUR 1		



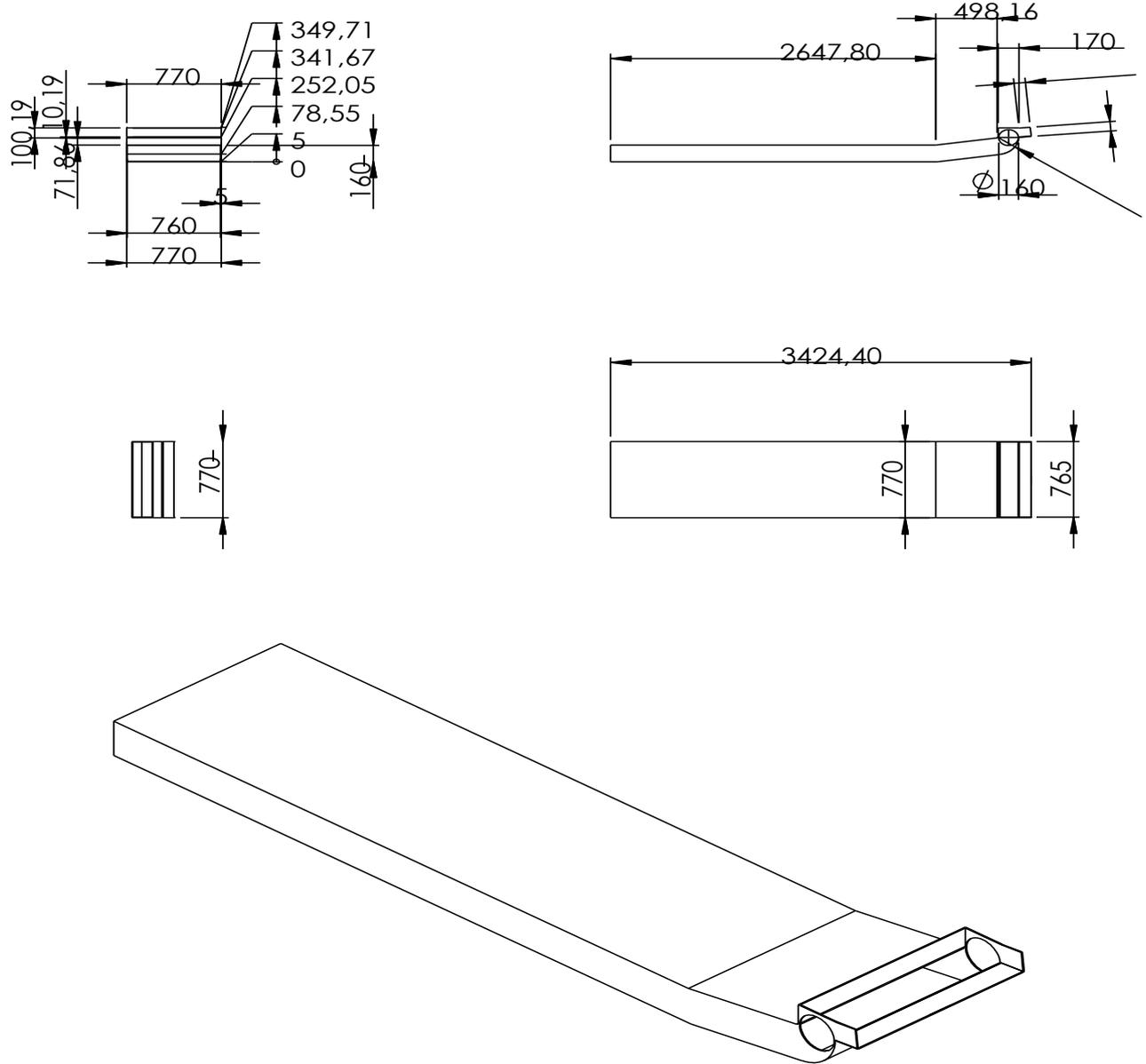
SAUF INDICATION CONTRAIRE LES COTES SONT EN MILLIMÈTRES ÉTAT DE SURFACE: TOURNAISSE: LISEAUX: RÉGULAIRES:		REVISION				NE PAS CHANGER D'ÉCHELLE		REVISION
NOM		SIGNATURE		DATE		TYPE		
AUSUBU Ghabri khaoula								
UNES								
APPR.								
FAB.								
GÉOM.				MATERIAUX		TAILLE DE PLAT		
				A37		vue éclatée		
				MARQUE		SCHÉMATISÉ		
						REVISÉ (SUR ?)		





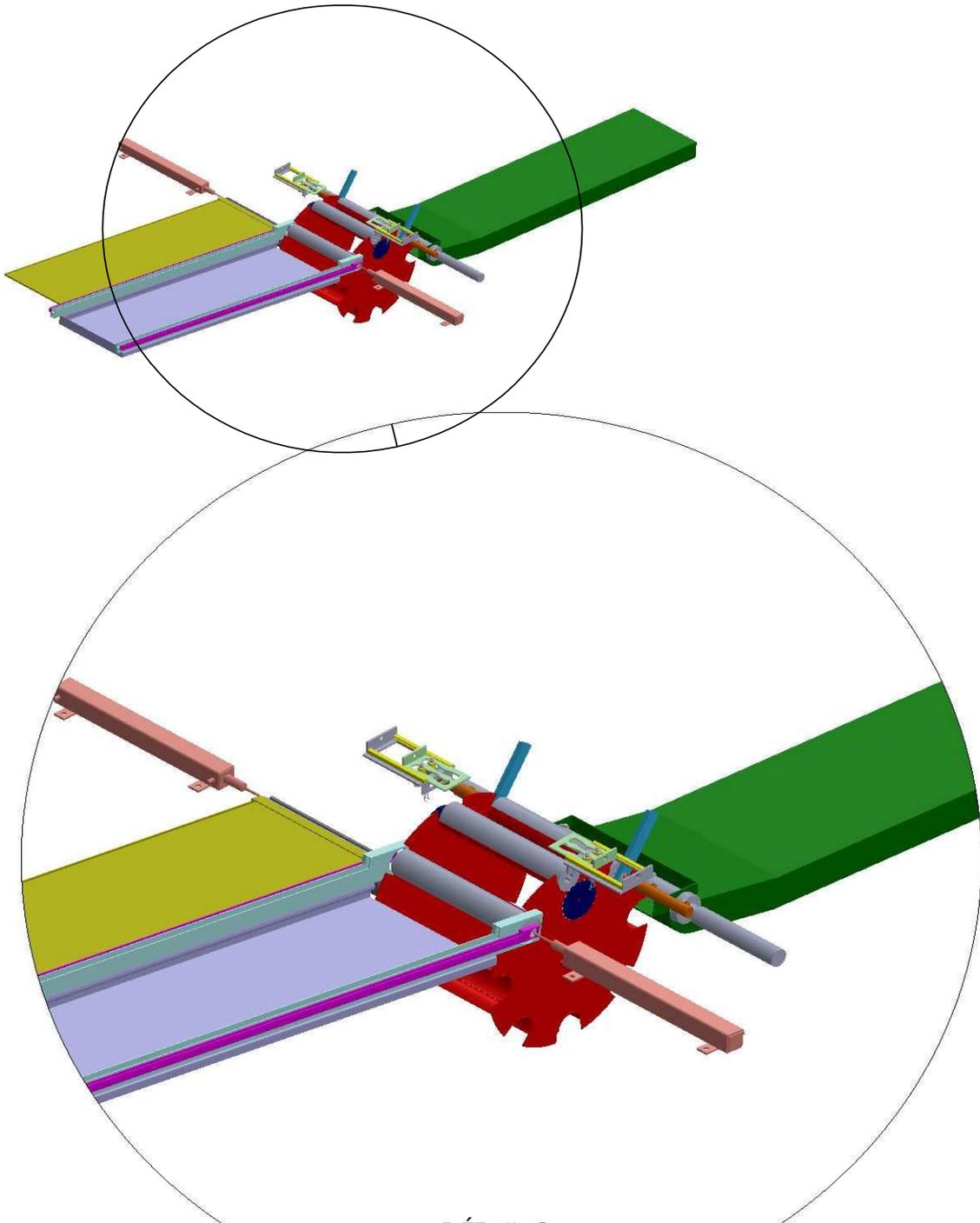
SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMÈTRES ÉTAT DE SURFACE: TOURNAIS: UNSAIS: AHECLAIRS:		REVUE		C.A. 2587 LIS ANGLES V90		NE PAS CHANGER L'ÉCHELLE		REVUE	
NOM		SIGNATURE		DATE		TITRE			
AUBUR Ghafel Khoulou									
VMS									
APPL									
FAB									
GUEL						MATERIAU		N° DE PLAN	
						A37		mécanisme de montage à circlips	
						MADE		ÉCHELLE	
								FOLIO 1 SUR 1	
								A4	

SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES ETAT DE SURFACE: TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRE:		FINISSE		CASSER LES ANGLES VUS		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
NOM		SIGNATURE		DATE		TITRE			
AUSUB Charbi Khaoula									
VERS									
APPR									
FAB									
QUAL				MATERIAU		FIL DE PLAN		A4	
				A37		vue éclatée de mécanisme			
				MARQUE		ECHELLES		RÈGLE 1:30/1	



SAUF INDICATION CETTE PIÈCE EST EN ALUMINIUM TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:		FINITION:		CASSER LES ANGLES VIFS		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
NOM		SIGNATURE		DATE		TITRE:			
AUTEUR: Gharbi khaoula									
VERIF.									
APPR.									
FAB.									
QUAL.				MATERIAL: A37		No. DE PLAN		A4	
				MASSE: 31445.41 g		Echelle: 1:50		FEUILLE 1 SUR 1	

Coulo s
ire de roule
sortie aux



DÉTAIL C

ÉCHELLE 1 : 25

NE PAS CHANGER L'ÉCHELLE

REVISION

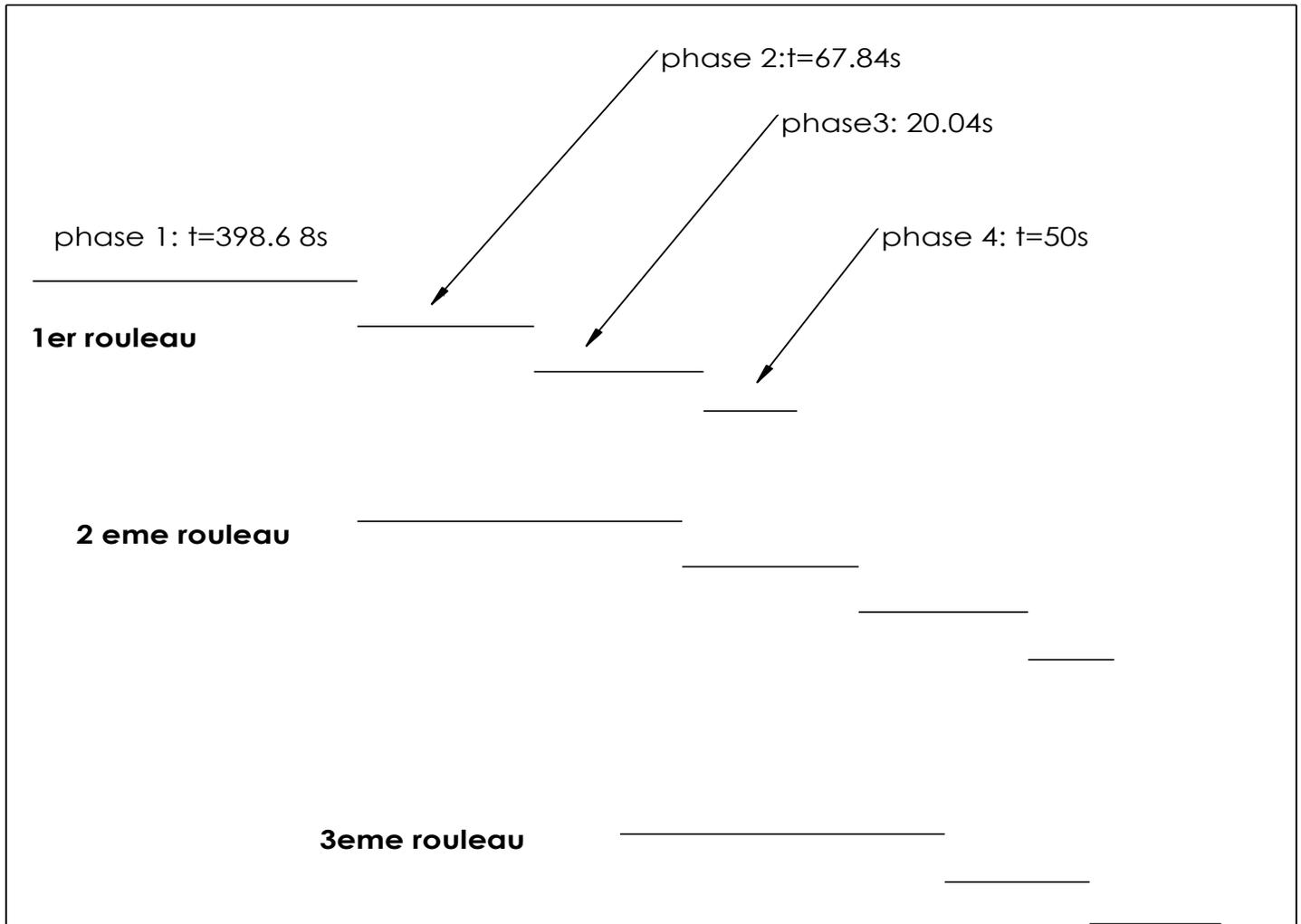
SAUF INDICATION CONTRAIRE:
LES COTES SONT EN MILLIMÈTRES
ÉTAT DE SURFACE:
TOLERANCES:
LINEAIRES:
ANGULAIRES:

FINITION:

CASER LES
ANGLES VIFS

NOM	SIGNATURE	DATE			
AUTEUR: Gharbi khaoula					
VERIF.					
APPR.					
FAB.					
QUAL.					

TITRE:	
No. DE PLAN	A4
machine des	
rouleau	
MASSE:	FEUILLE 1 SUR 1



D'après le graphe si dessus le schéma critère pour l'assemblage rouleau et si lui la phase 1 dent la durée de 398.68 s

D'où le nombre de rouleau peut assembler pour 8 haute de travaille est le suivant:

$$8 \times 3600 = 28800s = Dj$$

$$\text{Nombre de rouleau} = Dj - (D_{\text{phase 1}} + D_{\text{phase 4}}) / D_{\text{phase 1}}$$

$$= 28800 - (398.68 + 50) / 398.68 = 71 \text{ rouleau}$$

Actuellement la production 50 rouleau max d'où au l'augmentation 21 rouleau avec la utilisation de mécanisme

No. DE PLAN 10	nom : gahrbi khaoula	
MATERIAU: 1.7131 (16MnCr5)	Chronologie d'assemblage rouleau	A4

ECHELLE:1:50

FEUILLE 1 SUR 1

CHAPITRE IV
COMMANDE DE LA
MACHINE
D'ASSEMBLAGE DE
ROULEAU

IV.1 - Les capteurs

❖ Définition

Un capteur est un transducteur capable de transformer une grandeur physique en une autre grandeur physique, généralement électrique (tension), utilisable par l'homme ou par le biais d'un instrument approprié [7].

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande. Une information est une grandeur abstraite qui précise un événement particulier parmi un ensemble d'événements possibles. Pour pouvoir être traitée, cette information sera portée par un support physique (énergie), on parlera alors de signal. Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique.

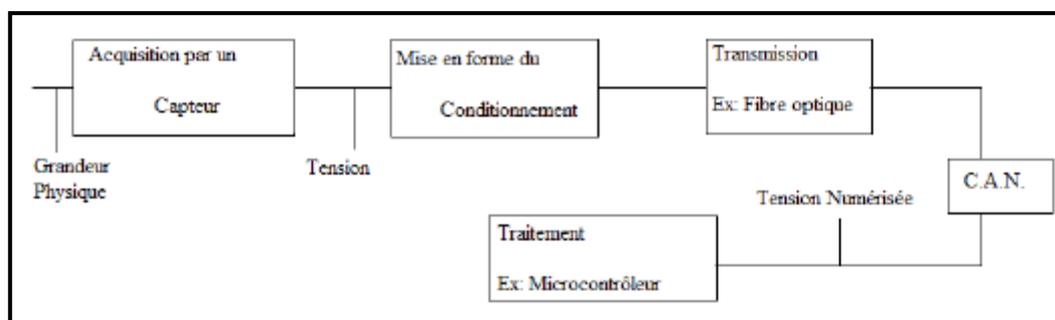


Figure 43 : Schéma de fonctionnement d'un capteur

❖ Classification des capteurs

Les capteurs ont plusieurs modes de classification :

- **Capteurs passifs** : Ils ont besoin dans la plupart des cas d'apport d'énergie extérieure pour fonctionner (exemple : thermistance, photorésistance, potentiomètre, jauge d'extensomètre appelée aussi jauge de contrainte. Ce sont des capteurs modélisables par une impédance. Une variation du phénomène physique étudié (mesuré) engendre une variation de l'impédance. Il faut leur appliquer une tension pour obtenir un signal de sortie.

- **Capteurs actifs** : Ils sont constitués de transducteurs qui généralement n'ont pas besoin d'alimentation (exemple : thermocouple, photodiode, capteur piézoélectrique...). Ce sont des capteurs que l'on modélise par des générateurs. Ainsi ils génèrent soit un courant, soit une tension, soit une charge électrique en fonction de l'intensité du phénomène physique mesuré.

- **Capteurs intelligents** : Ces dernières années ont vu apparaître le concept de capteurs intelligents.

❖ Types de capteur

Afin d'assurer un retour d'information sur la commande, les robots utilisent deux types de capteurs, les proprioceptifs et les extéroceptifs.

a) Les capteurs proprioceptifs

Peuvent renseigner sur une position, une vitesse, une accélération et une force, toutes les grandeurs de la dynamique, mais aussi sur la présence, ou la proximité d'objet.

Type de grandeur mesurée

- Déplacement
- Vitesse
- Accélération
- Force
- Présence
- Proximité

b) Les capteurs extéroceptifs

Sont souvent des camera, mais il existe aussi des tracker laser. Les caméras utilisent différents types de lentilles afin de choisir le champ de vision.

Type de caméra :

- Caméra classique,
- Caméra Fish-eye ,

Le schéma suivant englobe les principaux capteurs

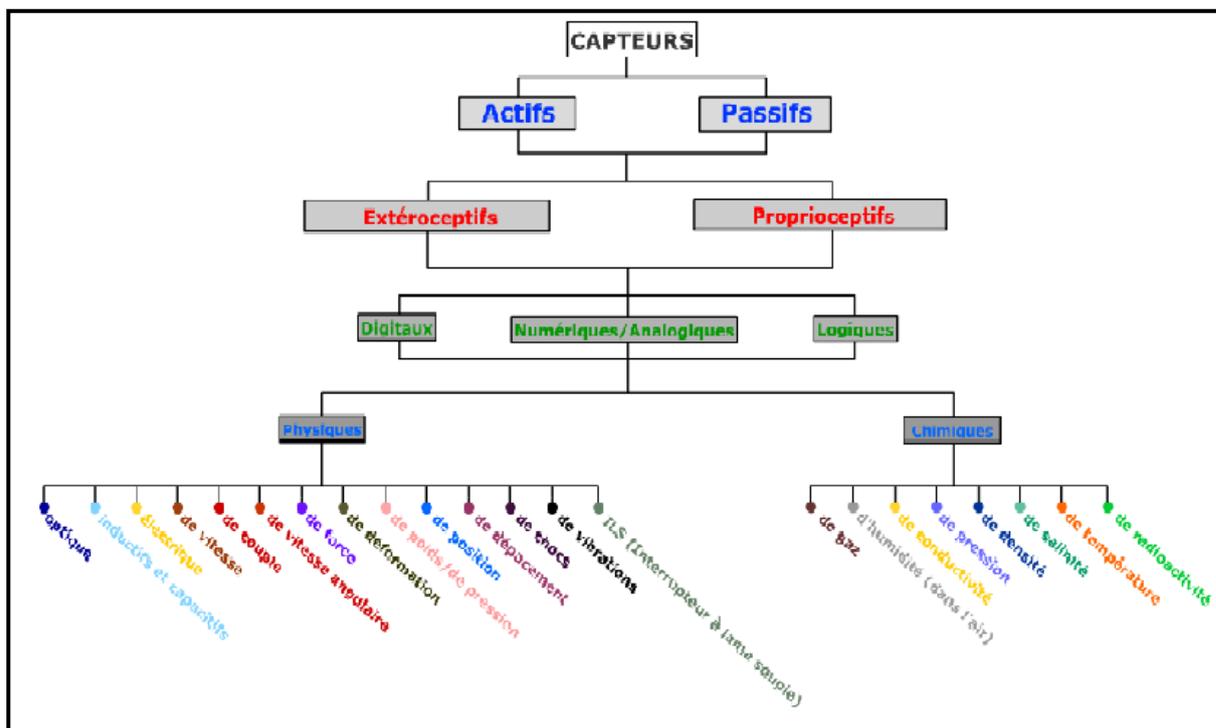


Figure 44 : Principaux capteurs

IV.2 - Codification des composants de la machine d'assemblage

1. Moteur tourne la roue dans une direction : M^+
2. Vérin₁ pneumatique pour relevage axe
 Vérin₁on position basse : v_1^+
 Vérin₁on position haute : v_1^-
3. Vérin₂ hydraulique télescopique (gauche)
 Vérin₂on position de sortie la grande tige : v_{2GT}^+
 Vérin₂on position d'entréla grande tige : v_{2GT}^-
 Vérin₂on position de sortie la petite tige : v_{2PT}^+
 Vérin₂on position d'entrélapetite tige: v_{2PT}^-
4. Vérin₃ hydraulique télescopique (droite)
 Vérin₃on position de sortie la grande tige : v_{3GT}^+

Vérin₃on position d'entrée la grande tige : v_{3GT}^-

Vérin₃on position de sortie la petite tige : v_{3PT}^+

Vérin₃on position d'entrée la petite tige: v_{3PT}^-

5. Vérin₄ pneumatique télescopique (gauche)

Vérin₄on position de sortie la grande tige : v_{4GT}^+

Vérin₄on position d'entrée la grande tige : v_{4GT}^-

Vérin₄on position de sortie la petite tige : v_{4PT}^+

Vérin₄on position d'entrée la petite tige: v_{4PT}^-

6. Vérin₅ pneumatique télescopique (droite)

Vérin₅on position de sortie la grande tige : v_{5GT}^+

Vérin₅on position d'entrée la grande tige : v_{5GT}^-

Vérin₅on position de sortie la petite tige : v_{5PT}^+

Vérin₅on position d'entrée la petite tige: v_{5PT}^-

7. Vérins₆ pneumatiques (gauche)

Vérin₆on position de sortie: v_5^+

Vérin₆on position d'entrée: v_5^-

8. Vérins₇ pneumatiques (droite)

Vérin₇on position de sortie: v_7^+

Vérin₇on position d'entrée: v_7^-

9. Vérin₈ hydraulique télescopique (gauche)

Vérin₈on position de sortie la grande tige : v_{8GT}^+

Vérin₈on position d'entrée la grande tige : v_{8GT}^-

Vérin₈on position de sortie la petite tige : v_{8PT}^+

Vérin₈ on position d'entrée la petite tige: v_{8PT}^-

10. Vérin₉ hydraulique télescopique (droite)

Vérin₉on position de sortie la grande tige : v_{8GT}^+

Vérin₉on position d'entrée la grande tige : v_{8GT}^-

Vérin₉on position de sortie la petite tige : v_{8PT}^+

Vérin₉ on position d'entrée la petite tige: v_{8PT}^-

Les capteurs de contrôle des mouvements sont :

C₂ pour Moteur

C₁ et C₅ pour le vérin₁

C₈ pour le vérin₂ grande tige

C₃ et C₆ pour le vérin₂ petite tige

C₄ et C₇ pour le vérin₃ petite tige

C₉ pour le vérin₃ grande tige

C₁₄ et C₁₈ pour le vérin₄ petite tige

C₁₁ et C₁₃ et C₁₇ pour le vérin₄ grande tige

C₁₆ et C₂₀ pour le vérin₅ petite tige

C₁₂ et C₁₅ et C₁₉ pour le vérin₅ grande tige

C₂₁ et C₂₃ pour le vérin₆

C₂₂ et C₂₄ pour le vérin₇

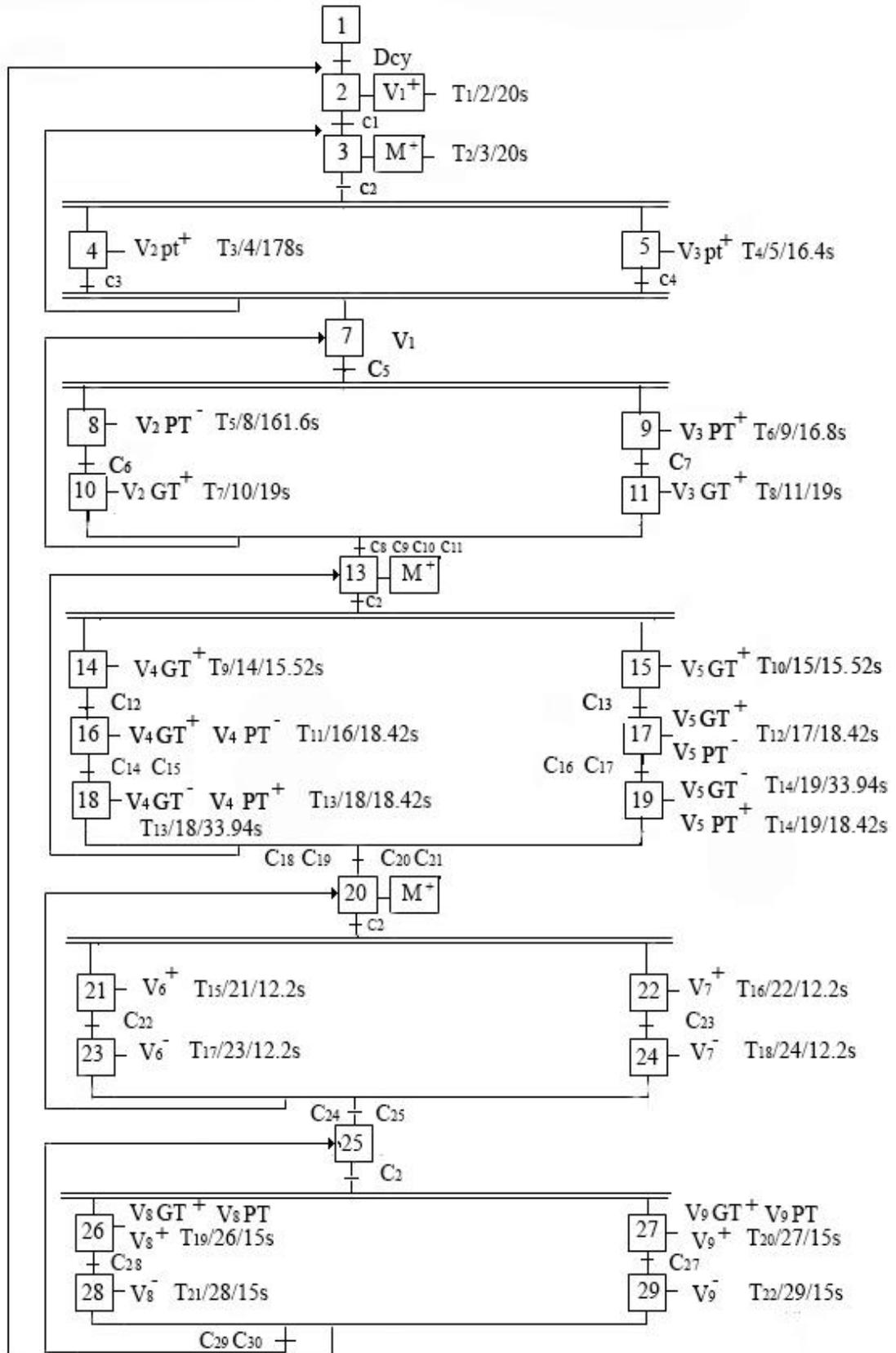
C₂₅ et C₂₉ pour le vérin₈ petite tige

C₂₆ et C₃₀ pour le vérin₈ grande tige

C₂₇ et C₃₁ pour le vérin₉ petite tige

C₂₈ et C₃₂ pour le vérin₉ grande tige

IV.3 - Grafcet de la machine d'assemblage



CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

La mécatronique, considérée actuellement comme l'enfant ou la descendante de la robotique, englobe de nombreuses applications dans des domaines aussi divers et variés que l'aérospatial, l'automobile, le médical (avec la notion de bio mécatronique), l'électroménager, ...etc. C'est une démarche qui intègre en synergie la mécanique, l'électronique, l'automatique et l'informatique dans la conception et la fabrication d'un produit en vue d'augmenter et/ou d'optimiser sa fonctionnalité ».

Avec l'évolution des technologies, l'automatisation des machines et des procédés industriels est devenue d'autant plus nécessaire, surtout dans les perspectives de productivité.

Dans cette optique, au sein de l'Entreprise Algérienne Général Mécanique ZENNADI (GMZ), entreprise où j'ai effectué mon stage de fin de cycle d'études, entreprise spécialisée dans la conception des transporteurs et convoyeurs mécaniques et la fabrication de leurs rouleaux, l'augmentation de la productivité est fixée comme un objectif à atteindre à court terme.

A cet effet, nous avons proposé, dans le cadre de mon Projet de Fin d'Etude la conception d'une machine automatisée d'assemblage des rouleaux. Actuellement, l'Entreprise assemble manuellement 50 rouleaux par jour, avec la machine d'assemblage conçue, près de 71 rouleaux peuvent être assemblés par jour. La conception de la machine, objet de mon projet d'étude, est passée par la nécessaire étape d'analyse et d'étude des prescriptions et des exigences techniques des composants des rouleaux. Ensuite, j'ai suivi avec beaucoup d'intérêt les opérations de fabrication de quelques composants du rouleau, réalisées sur des machines outils dans les ateliers de l'Entreprise. La dernière étape d'observation et d'analyse, plus que nécessaire aussi à la conception de la machine, a été consacrée aux opérations du montage manuel telles qu'elles sont réalisées dans l'Entreprise. Dans le cadre de ce projet, des calculs mécaniques de composants de la machine d'assemblage ont été développés, il s'agit des calculs de vérins, des calculs d'arbre. En plus de ces calculs, des simulations aux sollicitations, par Eléments Finis, du composant arbre de cette machine, a été réalisée au moyen du logiciel ABAQUS afin de localiser les contraintes maximales et de voir leur répartition, ainsi que le coté et la valeur de son fléchissement.

Bien évidemment, l'étude et la conception se sont soldées par la réalisation des dessins des composants et de l'ensemble avec le logiciel de conception SolidWorks. Enfin une commande automatisée ou Grafcet de la machine d'assemblage a été proposée.

Les avantages, tirés du stage en Entreprise et du Projet de Fin d'Etude, sont nombreux et bénéfiques. Les informations prises en Entreprise et son organisation m'ont aidé à réaliser mon projet et aussi à connaître le milieu professionnel. Les méthodes et les procédures de conception de produits mécatroniques ont complété mon apprentissage et ma Formation Universitaire.

A l'Entreprise, je recommande de se projeter plus dans la philosophie de l'automatisation de ses principales fonctions, de fabrication et d'assemblage. Elle doit aussi se projeter dans la conception et le développement de transporteurs à rouleaux standards en kits.

Références bibliographique

[1] www.somefi.com/fr/les-convoyeurs-rouleaux-libres/

[2] <http://www.boudrant.com.tn/front/docs/Rouleaux%20PACK%20-%20VRAC.pdf>

[3] [http : www.uvotec.eu/sites/uvo.be/files/.../catalogue. Information technique.rulmac .pdf](http://www.uvotec.eu/sites/uvo.be/files/.../catalogue.Information%20technique.rulmac.pdf)

[4] c.pourcel.cepadues édition systèmes automatisés de production 1987

[5] Mécanosoudage fabrication CETIM 1983

[6] Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing, Third Edition, by Mikell P. Groover.

[7] Science de l'ingénieur première édition Foucher 2002-2003