

*République Algérienne Populaire et Démocratique*  
*Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique*



*Université Abderrahmane Mira Bejaia*

*Faculté de Technologie*

*Département de Génie Mécanique*

*Spécialité : Maintenance Industrielle*

*Mémoire de fin d'études*

*En vue de l'obtention du diplôme de master*

# **Thème**

*Identification des causes de défaillance d'une vis  
de fixation d'un moule d'une souffleuse*

*SBO 10 -Cevital Béjaïa -*

Réalisé par :

M<sup>r</sup> : MAOUCHE Houssam

M<sup>r</sup> : OUBRAHAM Nabil

Encadré par :

M<sup>r</sup> : HADDAR Djamel

Members de jury:

M<sup>r</sup> : A/L. BELAMRI

President

M<sup>me</sup> : L. HIMED

Examinatrice

M<sup>me</sup> : N. ADJOUADI

Examinatrice

Année universitaire :

2015/2016

# REMERCIEMENT

Ce mémoire marque l'aboutissement d'un long cheminement universitaire. Il représente toute l'énergie et tout le dévouement que nous avons investis dans nos études à ce jour.

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé, la volonté et le courage pour achever ce travail.

Nous exprimons nos vifs remerciements, notre profonde gratitude et notre reconnaissance à notre promoteur HADDAR Djamel qui nous a fait l'honneur de diriger ce travail et pour ses conseils, ses remarques pertinentes et surtout sa disponibilité et ses orientations.

Nous remercions également tous les enseignants du Département de génie mécanique de l'université de Bejaia pour leur aide précieuse.

Nous tenons à remercier aussi l'ensemble du personnel de la bibliothèque de targa ouzemour.

Nos remerciements s'adressent également aux les membres du jury pour avoir accepté de lire et d'évaluer ce travail.

Nous avons l'honneur et le plaisir d'exprimer notre gratitude à M<sup>f</sup> LASSUAN Hakim, qu'à montre tout de sympathie pour avoir accepté de nos encadrés au sein de l'entreprise CEVITAL et pour ses conseils et ses orientations.

# Dédicaces

*À Dieu le tout puissant, à qui je dois tout, et surtout d'avoir honoré et éclairé mon chemin par le savoir.  
(Merci ALLAH de m'avoir appris, protégé, guidé tout au long de ma vie)*

*À la source de la tendresse et de l'amour ; à celle qui m'a offert une enfance très heureuse et celle qui a su être toujours à mes côtés dans la joie et la peine, ma mère, qui Dieu te garde pour nous.*

*À mon chère père, qui a été toujours mon appui moral, et qui n'a jamais arrêté de m'encourager et de m'aider dans ma vie et surtout dans mes études, que Dieu te garde pour nous*

*« Mon père, ma mère merci pour tout »*

*À ma grand-mère « nana »*

*À mes chères sœurs « wassima, feriel, meriem »*

*À toutes mes cousins et cousines, mes tantes, mes oncles*

*À mon cher binôme nabil pour sa patience sa gentillesse et sa générosité tout le long de nos études, ainsi toute sa famille*

*À tous mes amis*

*À toute la promotion master2 maintenance industriel 2016, à qui je souhaite un bon parcours professionnel  
À tout camarades de l'université qui j'ai côtoyé tout au long de mon cursus*

*MAOUCHE Houssam*

# Dédicaces

*A Dieu le tout puissant, à qui je dois tout, et surtout d'avoir honoré et éclairé mon chemin par le savoir.  
(Merci ALLAH de m'avoir appris, protégé, guidé tout au long de ma vie)*

*A la source de la tendresse et de l'amour ; à celle qui m'a offert une enfance très heureuse et celle qui a su être toujours à mes côtés dans la joie et la peine, ma mère, qui Dieu te garde pour nous.*

*A mon chère père, qui a été toujours mon appui moral, et qui n'a jamais arrêté de m'encourager et de m'aider dans ma vie et surtout dans mes études, que Dieu te garde pour nous*

*« Mon père, ma mère merci pour tout »*

*A ma merveilleuse et unique sœur Fairouz que le Dieu la protégé*

*A mes chers et adorable frères, Walid, Fouad et particulièrement le petit et nos frère gâté FARHAT.*

*« Mon souhaite est de les avoir réussis dans ses études et dans la vie »*

*A toi mon adorable frère Salem, pour ton soutien dans mes études et ta faïencier Zahra, auxquelles je souhaite une vie plein de bonheur*

*A toi mon adorable grand frère Karim et ta femme salima et surtout la petite chère Farah, auxquelles je souhaite une vie plein de bonheur*

*A mon oncle Rachid et sa famille*

*A ami foudil et sa famille*

*A ami et dada Kfiyar et sa famille*

*A ma tante Ghania qui a été toujours avec nous, pour son soutien et encouragement*

*A toutes mes tantes, mes oncles, mes cousins et cousines*

*Une dédicace spéciale à hadia que j'estime énormément, pour ses encouragements et sa famille et toutes ces copines*

*A mon cher binôme houssam pour sa patience sa gentillesse et sa générosité tout le long de nos études, ainsi toute sa famille*

*A mes amis : lounis , fares , hamouche , athman, hichem, khaled, karim, lamin, rafik goumari , abes , hamo, massi, leayachi, abdour , lila , zahia, noria, linda,*

*A toute la promotion master2 maintenance industriel 2016, à qui je souhaite un bon parcours professionnel  
A tout camarades de l'université qui j'ai côtoyé tout au long de mon cursus*

*Nabil  
OUBRAHAM*

# Sommaire

## Liste des figures

## Liste des tableaux

## Introduction générale.....1

### Présentation générale de l'entreprise

1. Introduction .....	2
2. Missions et objectifs.....	2
3. Situation géographique.....	3
4. Présentation générale de l'unité de conditionnement d'huile .....	3
5. Description de l'unité conditionnement d'huile.....	3
5.1. Description des différentes machines utilisées dans la production .....	4

### Chapitre I : présentation d'une machine souffleuse SBO 10

I.1. Généralités .....	9
I.2. Définition .....	9
I.3. Description de principe de fonctionnement d'une SBO.....	9
I.4. Schéma de principe .....	10
I.5. Les différents éléments d'une machine SBO :.....	10
I.6. Rôle des différents éléments .....	11
I.6.1. Motorisation et transmission.....	11
I.6.2. Alimentation.....	11
I.6.3. Le four.....	11
I.6.4. La table de transfert .....	12
I.6.5. La roue de soufflage.....	12
I.6.6. La sortie de bouteilles .....	13
I.6.7. Les tableaux des fluides .....	13
I.6.8. Le poste de contrôle et de commande (P.C.C).....	14

I.6.9.L'armoire électrique.....	14
I.7. Fonctionnement des systèmes machine .....	14
I.7.1. Roue de soufflage.....	14
I.7.1.1. Unité porte moule.....	14
I.7.1.2. Verrouillage GUPM.....	17
I.7.1.3. Fond de moule.....	18
I.7.1.4. Tuyère de soufflage.....	20
I.7.1.5. Vanne à 3 voies .....	20
I.7.2. Circuits air.....	20
I.7.3. Circuits d'eau .....	20
I.8. Unité de soufflage .....	21
I.8.1. Fonction : .....	21
I.8.2. Fonctionnement.....	22
I.8.2.1. Diagramme de cycle.....	22

## **Chapitre II : Notions fondamentales sur la maintenance et la défaillance**

Introduction .....	23
Partie 1 : .....	23
II.1. Notion de la Maintenance.....	23
II .1.1. Définition de la maintenance .....	23
II.1.2. Structure des activités de l'atelier de maintenance : .....	24
II.1.3. Différentes types de maintenance : .....	25
II.1.3.1. Maintenance préventive.....	25
II.1.3.1.1. Maintenance préventive systématique.....	25
II.1.3.1.2. Maintenance préventive conditionnelle.....	25
II.1.3.1.3. Maintenance préventive prévisionnelle .....	25
II.1.3.1.4. Opérations de prévention.....	25
II.1.3.1.5. Objectifs de la maintenance préventive.....	26
II.1.3.2. Maintenance corrective.....	26
II.1.3.2.1. Maintenance corrective palliative.....	26
II.1.3.2.2. Maintenance corrective curative.....	27
II.1.3.3. Maintenance améliorative.....	27
II.1.3.3.1. Objectifs de maintenance améliorative.....	27

II.1.4.Les niveaux de maintenance .....	27
II.1.5.Les activités connexes de la maintenance .....	29
II.1.5.1.La maintenance d'amélioration .....	29
Partie 2 : .....	30
II.2.Généralités sur les défaillances.....	30
II.2.1.La défaillance .....	30
II.2.2.La panne .....	30
II.2.3.Les causes de défaillances.....	30
II.2.4.Modes de défaillance.....	31
II.2.5.Le mécanisme de défaillance .....	31
II.2.6.Classification des défaillances .....	31
II.2.6.1.Triptyque « faute-défaut-défaillance » .....	31
II.3.Analyse des défaillances : .....	32
II.3.1.Analyse qualitative des défaillances : .....	33
II.3.1.1.Diagnostic et expertise : .....	33
II.3.1.2.Conduite d'un diagnostic : .....	33
Conclusion.....	35

### **Chapitre III : diagnostic mécanique**

Introduction .....	36
III.1.Endommagement des vis de fixation .....	36
III.2.Analyse technologique.....	37
III.2.1.construction .....	37
III.2.2.Montage de la moulerie : .....	38
III.3.Fonctionnement.....	39
III.4.Diagnostic .....	40
III.4.1.Hypothèses liées à une défaillance d'un élément de la machine : .....	40
III.5.Résultats et discussions .....	44
III.6.Proposition de solution : .....	44
Conclusion.....	44
Conclusion Générale.....	45



## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : L'organigramme de l'unité de conditionnement d'huile.....	03
<b>Figure I.1</b> : Schéma d'architecture de la souffleuse SBO.....	10
<b>Figure I.2</b> : Différentes éléments d'une machine SBO.....	11
<b>Figure I.3</b> : La table de transfert.....	12
<b>Figure I.4</b> : La roue de soufflage .....	13
<b>Figure I.5</b> : La sortie de bouteille.....	13
<b>Figure I.6</b> : Description de l'unité de soufflage .....	21
<b>Figure I.7</b> : Diagramme de cycle pour le fonctionnement de l'unité de soufflage.....	22
<b>Figure II.1</b> : Schéma des activités de maintenance.....	24
<b>Figure II.2</b> : Triptyque « faut – défaut – défaillance ».....	31
<b>Figure III.1</b> : La vis de fixation.....	36
<b>Figure III. 2</b> : Vue de face de l'unité porte moule et ces composantes.....	37
<b>Figure III. 3</b> : Système de compensation.....	38
<b>Figure III. 4</b> : Système de compensation appliqué au demi-moule gauche.....	39
<b>Figure III. 5</b> : Electrovanne de compensation.....	40
<b>Figure III. 6</b> : Tableau pneumatique haut pression.....	41
<b>Figure III. 7</b> : Détendeur haute pression.....	42

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Production maximale des six lignes du conditionnement.....	03
<b>Tableau I.1 :</b> les différents éléments d'une machine SBO.....	10
<b>Tableau I.2 :</b> Eléments de l'unité de soufflage.....	21
<b>Tableau III.1 :</b> Les éléments de l'unité porte moule.....	47

---

# *Introduction*

---

### Introduction générale

Le monde de l'industrie dispose de machines et d'installations de plus en plus performantes et complexes. Les exigences de haute sécurité, la réduction des coûts d'exploitation et la maîtrise de la disponibilité des équipements donnent à la maintenance des systèmes un rôle prépondérant. Elle doit permettre de n'intervenir qu'en présence d'éléments défectueux et de minimiser le temps de réparation malgré la complexité des équipements.

La maintenance est la référence pour laquelle on assure un entretien correct de la machine. Avant d'effectuer une opération donnée de maintenance, il faut avoir repéré avec exactitude le ou les organes défaillants.

Le travail qui nous a été confié est de faire un diagnostic mécanique à la machine souffleuse de bouteille en PET de deux litres, dénommée SBO 10 (S : Souffleuse ; B : bi ; O : orientation ; 10 : à dix moules), de l'unité de conditionnement d'huile à l'entreprise cevital. Ce diagnostic est dans le but d'identifier les causes d'endommagement prématuré des éléments de fixation du moule.

Il nous a fallu donc, avant de réaliser ce travail, d'effectuer un stage pratique (de 30 jours) au sein de l'unité de conditionnement d'huile raffinée du complexe CEVITAL en vue d'explorer la machine, son historique, ainsi que les conditions dans lesquelles elle fonctionne.

Notre travail est réparti en cinq chapitres suivis d'une conclusion générale. Dans le premier chapitre, présente le complexe CEVITAL et d'une manière générale l'unité conditionnement d'huile.

Le deuxième chapitre, sera consacré à une description générale de la machine concernée par l'étude ainsi que le principe de fonctionnement de chacun de ces organes.

Au niveau du troisième chapitre, on abordera les notions de maintenance, on citera aussi les différents types de défaillances et d'intervenir dans ces machines et leur cause.

Dans le quatrième chapitre, on s'intéressera aux calculs des assemblages.

Le dernier chapitre, sera consacré à un diagnostic mécanique qui nous permettra de déterminer les différentes causes qui engendrent l'endommagement de l'élément et la recherche de solutions appropriées. Enfin, on terminera ce travail par une conclusion générale.

---

## *Présentation générale de l'entreprise*

---

### 1. Introduction

Cevital est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998. Son complexe de production se situe dans le port de Bejaia et s'étend sur une superficie de 45000m<sup>2</sup>. Cevital contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, elle vise à satisfaire le marché national et exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits de qualité.

En effet les besoins du marché national sont de 1200T/J d'huile l'équivalent de 12 litres par personne et par an. Les capacités actuelles de Cevital sont de 1800T/j, soit un excédent commercial de 600T/J.

Les nouvelles données économiques nationales dans le marché de l'agro-alimentaire, font que les meilleurs sont ceux qui maîtrisent d'une façon efficace et optimale les coûts, les charges et ceux qui offrent le meilleur rapport qualité/prix. Ceci est nécessaire pour s'imposer sur le marché que Cevital négocie avec les grandes sociétés commerciales internationales, ces produits se vendent dans différentes villes africaines (Lagos, Niamey, Bamako, Tunis, Tripoli...) [1].

### 2. Missions et objectifs

L'entreprise a pour mission principale de développer la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et le fidéliser.

Les objectifs visés par Cevital peuvent se présenter comme suit :

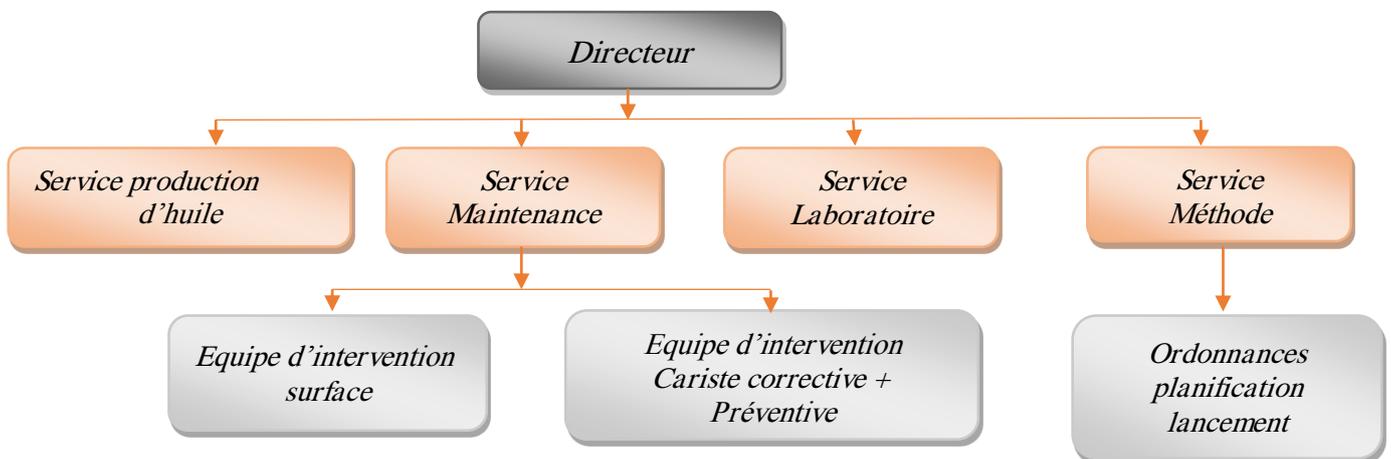
- L'extension de ses produits sur tout le territoire national.
- L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes.
- L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail.
- L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses
- La modernisation de ses installations en termes de machine et technique pour augmenter le volume de sa production.
- Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.

### 3. Situation géographique

Cevital est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaia à 3 Km du sud-ouest de cette ville, à proximité de la RN 26. Cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet elle se trouve proche du port et l'aéroport, et il s'étend sur une superficie de 14 hectares.

### 4. Présentation générale de l'unité de conditionnement d'huile

La direction de conditionnement d'huile est constituée de plusieurs services qui sont représentés dans l'organigramme suivant :



**Figure 1** : L'organigramme de l'unité de conditionnement d'huile

### 5. Description de l'unité conditionnement d'huile

La description de l'unité de conditionnement d'huile a pour but de comprendre le parcours de la bouteille, en préforme jusqu'à la banderoleuse passant par la remplisseuse.

#### 5.1. Les lignes de production

L'unité de conditionnement d'huile de Cevital est constituée actuellement de six lignes de production, deux pour la production des bouteilles de 5 litres, une ligne pour la production des bouteilles de 4 à 5 litres, une ligne pour la production des bouteilles de 1 litre, une ligne pour la production des bouteilles de 2 litres et une ligne pour la production des bouteilles de 1,8 litre.

## Présentation générale de l'entreprise

---

N°	La ligne	La production/heure
1	1L	12000
2	1,8L	12000
3	2L	11000
4	5L A	5000
5	5L B	9000
6	4L BOXEE	3000

**Tableau 1** : Production maximale des six lignes du conditionnement

### 5.1.Description des différentes machines utilisées dans la production

En termes d'équipement, chaque ligne est constituée de plusieurs machines assurant des tâches précises dans le but d'avoir un produit fini complètement emballé et prêt à être vendu.

La mise en bouteilles sur chaque ligne des huiles raffinées s'effectue par la transformation du PET (polyéthylène téréphtalate) en préformes pour bouteilles à l'aide des presses injections de capacités différentes. Après transformation, les préformes passent par les étapes suivantes :



**Photographie 1** : Transformation PET

### A. Souffleuse

La souffleuse est la machine destinée à la fabrication des bouteilles à partir des préformes qui ont une structure de tube, fabriquées dans l'unité plastique.



**Photographie 2 : Souffleuse**

### B. Convoyeur aéraulique rafale

Le convoyeur aéraulique rafale est le dispositif destiné au transport des petites bouteilles en PET vide (d'un litre ou deux litres) de la souffleuse jusqu'à la remplisseuse. Le transport est assuré par le soufflage d'air produit par les colonnes de ventilation équipées par des filtres garantissant un air propre.



**Photographie 3 : Convoyeur aéraulique rafale**

### C. Remplisseuse et bouchonneuses

La remplisseuse est l'unité chargée du remplissage des bouteilles du produit fini dont la vitesse du remplissage peut être variée. La remplisseuse est constituée essentiellement de la cuve qui est remplie d'huile à partir des bacs journaliers par l'intermédiaire des pompes de soutirage. Ces cuves donnent une indication sur le niveau d'huile à l'intérieur à l'aide de quatre voyants reliés aux capteurs. Cette même information est utilisée pour la variation de la vitesse des pompes ou leur arrêt de démarrage.



**Photographie 4 :** Remplisseuse et

La bouchonneuse se trouve encastrée dans la remplisseuse pour permettre le bouchage des bouteilles juste à la fin de leur remplissage pour éviter le débordement. Les bouchons sont fabriqués et préparés par une autre unité, donc ils sont prêts à être utilisés directement par la bouchonneuse.

### D. Etiqueteuse et Dateur

L'étiqueteuse est destinée à coller les étiquettes enveloppantes sur les récipients cylindriques portant des informations sur le produit et le fabricant.

Le dateur sert à mentionner la date et l'heure de fabrication du produit. Chaque ligne dispose de deux types de dateurs, soit celle qui utilise l'impression à jet d'encre ou celle qui emploie la gravure directe sur la bouteille à l'aide d'un laser.



**Photographie 5 : Etiqueteuse et Dateur**

### **E. Déviateur de bouteille**

C'est un mécanisme destiné à répartir les bouteilles sur différents couloirs d'une manière homogène pour qu'elles soient regroupées dans des paquets enveloppés par la suite.

### **F. Fardeleuse**

La fardeleuse est la machine qui reçoit les bouteilles et les enveloppe dans un film en silicone. Elle est de type barré de soudeur avec super poseur de film sur fond de paquet.



**Photographie 6 : Fardeleuse**

### **G. Encartonneuse**

Elle consiste à mettre les bouteilles d'huile en carton pour l'export.

### **H. Tapis roulant**

Le tapis roulant est un moyen de transport des fardeaux de la sortie de la fardeleuse jusqu'à l'entrée du palettiseur.



**Photographie 7 :** Tapis roulant

### **I. Poseuse poignée**

On trouve ce type de machine uniquement dans les lignes de 4 ou 5 litres. Elle a pour rôle le placement et la fixation des poignets sur les bouteilles.



**Photographie 8 :** Poseuse poignée

### **J. Palettiseur**

Cette machine est conçue pour superposer sur une palette plusieurs étages de fardeaux.

### **K. Banderoleuse**

Cette machine est incluse pour envelopper la charge constituée de la palette en plusieurs étages de fardeaux dans le but d'assurer la bonne tenue des bouteilles pour tout déplacement. La banderoleuse entoure la charge d'un film en silicone.

---

# *CHAPITRE I*

## *Présentation de lamachine souffleuse*

### *SBO 10*

---

## I.1.Généralités

Le moulage par soufflage est un procédé de mise en forme par moulage de matériaux polymères thermoplastiques issus, qui est utilisé pour fabriquer en discontinu des corps creux, tels que les bouteilles et les flacons, avec le procédé général commencé par le réchauffage des préformes suivi d'un étirage axial mécanique, suivi d'un étirage radial par soufflage d'air comprimé.

Ce procédé permet d'optimisation de la production, ainsi qu'une grande souplesse de fonctionnement et d'utilisation.

## I.2.Définition

La machine SBO (souffleuse bi orientation) est destinée au soufflage haute pression d'articles en PET (polyéthylène téréphtalate).

La production est assurée à partir de préformes proportionnées en fonction de l'article final.

La machine est conçue pour s'intégrer en amont d'une chaîne de remplissage ou fonctionner seule selon les activités de son exploitant [2].

## I.3.Description de principe de fonctionnement d'une SBO

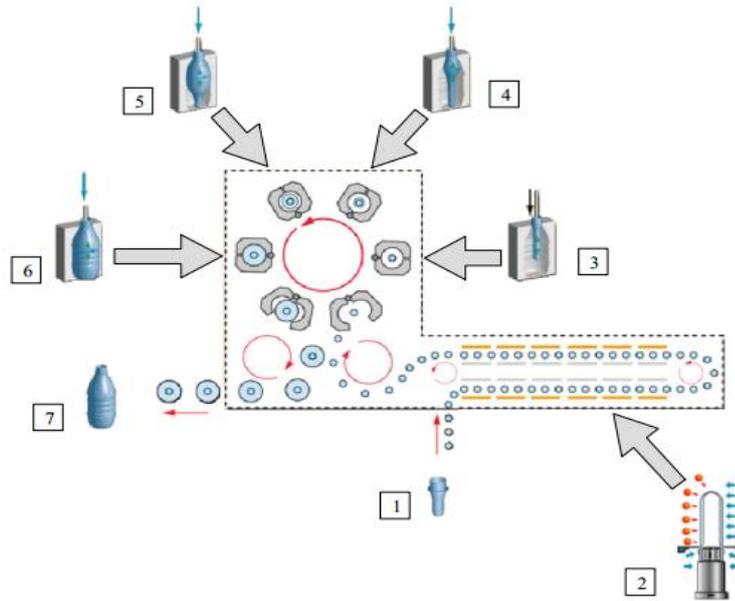
Les préformes réchauffées sont saisies par un col à l'aide d'une pince puis positionnées dans le moule. Le moule portefeuille, installé sur un carrousel s'ouvre et se ferme à l'aide de bras actionnés par une came. Ce moule est placé dans une unité porte moule enveloppante à verrouillage intégré. Cette configuration permet un changement rapide des moules.

Le nez de soufflage est introduit dans le col de la préforme et permet le guidage de la tige d'élongation (can) qui assure l'orientation axiale. La mise en forme de la bouteille s'effectue en 2 étapes :

- Première opération : c'est l'étirage par une cane dans l'axe de l'objet par un piston et un soufflage (environ 7 bars), pour éviter l'adhérence de la préforme sur la canne, Les molécules s'orientent dans l'axe de l'objet.
- Seconde opération : c'est l'étirage radial par soufflage (pression  $30 < P < 40$  bars). Le nez de soufflage est muni d'un dispositif qui assure l'étanchéité et évite les déformations au niveau du col quelle que soit la pression de soufflage. Le moule est refroidi par une circulation interne d'eau réfrigérée.

La bouteille est ensuite transférée par un arbre de transfert muni d'une pince sur le convoyeur de sortie [2].

**I.4.Schéma de principe**



**Figure I.1 :** Schéma d'architecture de la souffleuse

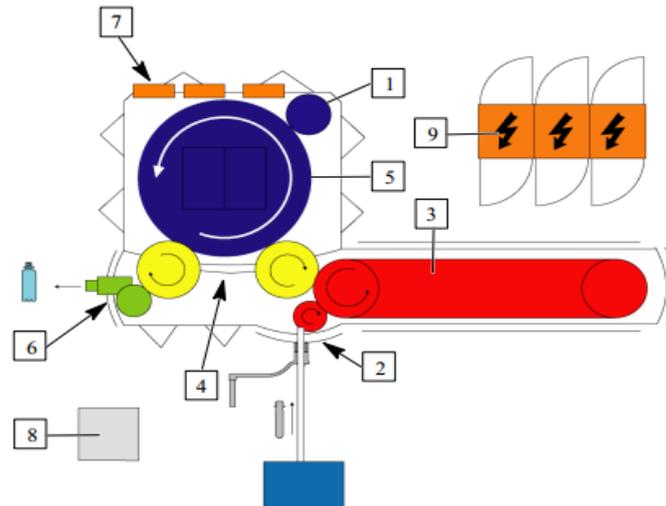
- 1. Alimentation préformes
- 2. Chauffe préformes
- 3. Début étirage mécanique
- 4. Fin étirage / début pré soufflage
- 5. Fin pré soufflage
- 6. Soufflage
- 7. Sortie articles

**I.5.Les différents éléments d'une machine SBO :**

La souffleuse SBO est composée essentiellement des différents éléments suivant :

1- Motorisation	2- Alimentation	3- Four
4- Table de transfert	5- Roue de soufflage	6- Sortie bouteilles
7- Tableaux des fluides	8- P.C.C	9- Armoire électrique

**Tableau I.1 :** Les différents éléments d'une machine SBO



**Figure I.2 :** Différents éléments d'une machine SBO

## I.6.Rôle des différents éléments

### I.6.1.Motorisation et transmission

La motorisation est assurée par un motoréducteur, permettant l'entraînement des différentes poulies et courroies de la transmission machine [2].

### I.6.2.Alimentation

L'alimentation des préformes dans la machine est assurée par le rail et le plateau d'alimentation.

- Le rail dirige les préformes par gravité sur le plateau d'alimentation.
- Le plateau d'alimentation assure le transfert des préformes vers le four.

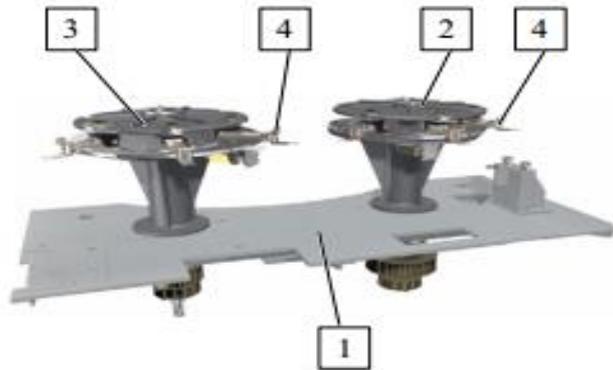
### I.6.3.Le four

Le four équipé de lampes infra-rouges, assure la chauffe du corps des préformes (entre 105°C et 120°C). Les préformes, maintenues par des tournettes, sont animées d'un mouvement de rotation pendant leur passage devant les lampes I.R. cette rotation garantit une répartition optimale de la température du corps de la préforme.

### II.6.4. La table de transfert

Equipée de deux roues (2, 3), elle assure le transfert des préformes chaudes vers la roue de soufflage (roue 2) et le transfert des articles soufflés vers la sortie machine (roue 3).

Les roues (2, 3) sont équipées de bras (4) qui saisissent les préformes et les articles soufflés aux différents points de rencontre (Figure I.3).

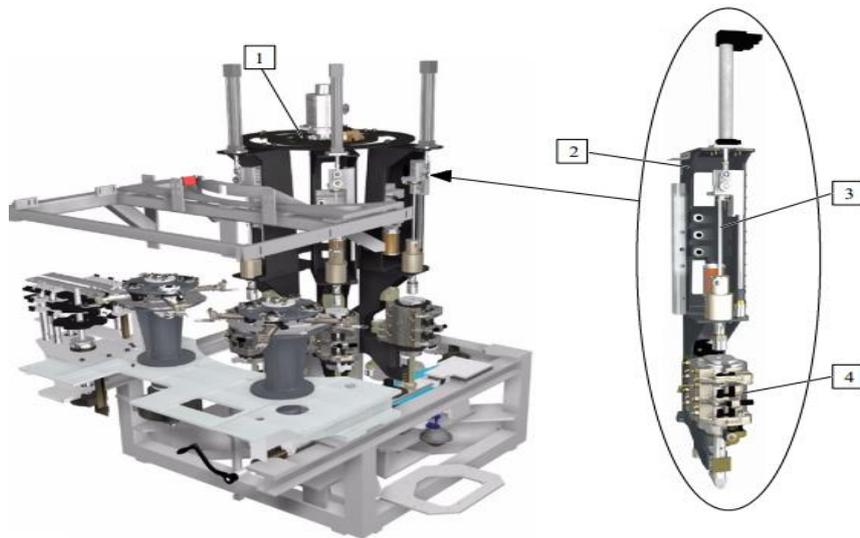


**Figure I.3 :** La table de transfert

### I.6.5. La roue de soufflage

Equipée de plusieurs postes de soufflage (2), elle assure la transformation de la préforme chaude en article souhaité.

Cette transformation est obtenue par bi-orientation : étirage mécanique par la tige d'élongation (3) et soufflage par air (40bars) de la préforme dans un moule (4) parfaitement verrouillé (Figure I.4).



**Figure I.4 :** La roue de soufflage

#### **I.6.6. La sortie de bouteilles**

Dès sa transformation (soufflage) accomplie, l'article fini est transféré vers la sortie.

Les roues à encoches (1) entraînent les articles finis sur les guides de sortie (2) (Figure I.5).



**Figure I.5 :** La sortie de bouteille

#### **I.6.7. Les tableaux des fluides**

- Tableau pneumatique 7 bar : circuit de commande des vérins.
- Tableau pneumatique 40 bar : circuit de soufflage

- Tableau hydraulique : circuits de refroidissement et/ou de réchauffage des moules et de refroidissement du four.

### **I.6.8.Le poste de contrôle et de commande (P.C.C)**

Le pupitre de la machine de soufflage est constitué d'un poste de contrôle et de commande à écran tactile et d'une imprimante.

Le pupitre sert à entrer les données de fonctionnement, les ordres opératoires et à visualiser la gestion de la machine.

Il enregistre les différents profils de fabrication, transmet les alarmes à l'opérateur, gère le traitement des bouteilles, les incidents de traitement et l'historique de fonctionnement.

### **I.6.9.L'armoire électrique**

Contient les différents éléments de contrôle. Des automates associés au P.C.C. et au système de fonctionnement de la machine de soufflage gèrent les différents éléments du système.

## **I.7. Fonctionnement des systèmes machine**

### **I.7.1. Roue de soufflage**

La couronne d'orientation montée à la base de la roue mobile, assure le guidage et l'entraînement [2].

#### **I.7.1.1. Unité porte moule**

Le moule s'ouvre et se ferme en synchronisme avec les transferts des préformes et des bouteilles.

L'unité porte moule est articulée sur une charnière côté intérieure de la roue. Le guidage est assuré par des douilles à aiguilles. L'ensemble de l'unité porte moule est montée sur une console, fixée sur la roue mobile.

L'ouverture et la fermeture des moules sont obtenues à partir d'un galet en prise dans une came.

Le mouvement se transmet de la façon suivante :

- Du galet monté sur une bielle a un axe.
- De l'axe à une bielle par l'intermédiaire d'un carré de manœuvre au travers de la console porte moule.

- De cette bielle à deux autres bielles fixées au dos des équerres, afin que le moule s'ouvre symétriquement.

Toutes les pièces participant à la commande d'ouverture/fermeture des moules sont montés sur roulement à billes ou à aiguilles. Ceux-ci sont protégés au montage de l'oxydation due à la condensation des moules par la graisse et une rondelle d'étanchéité en matière plastique.

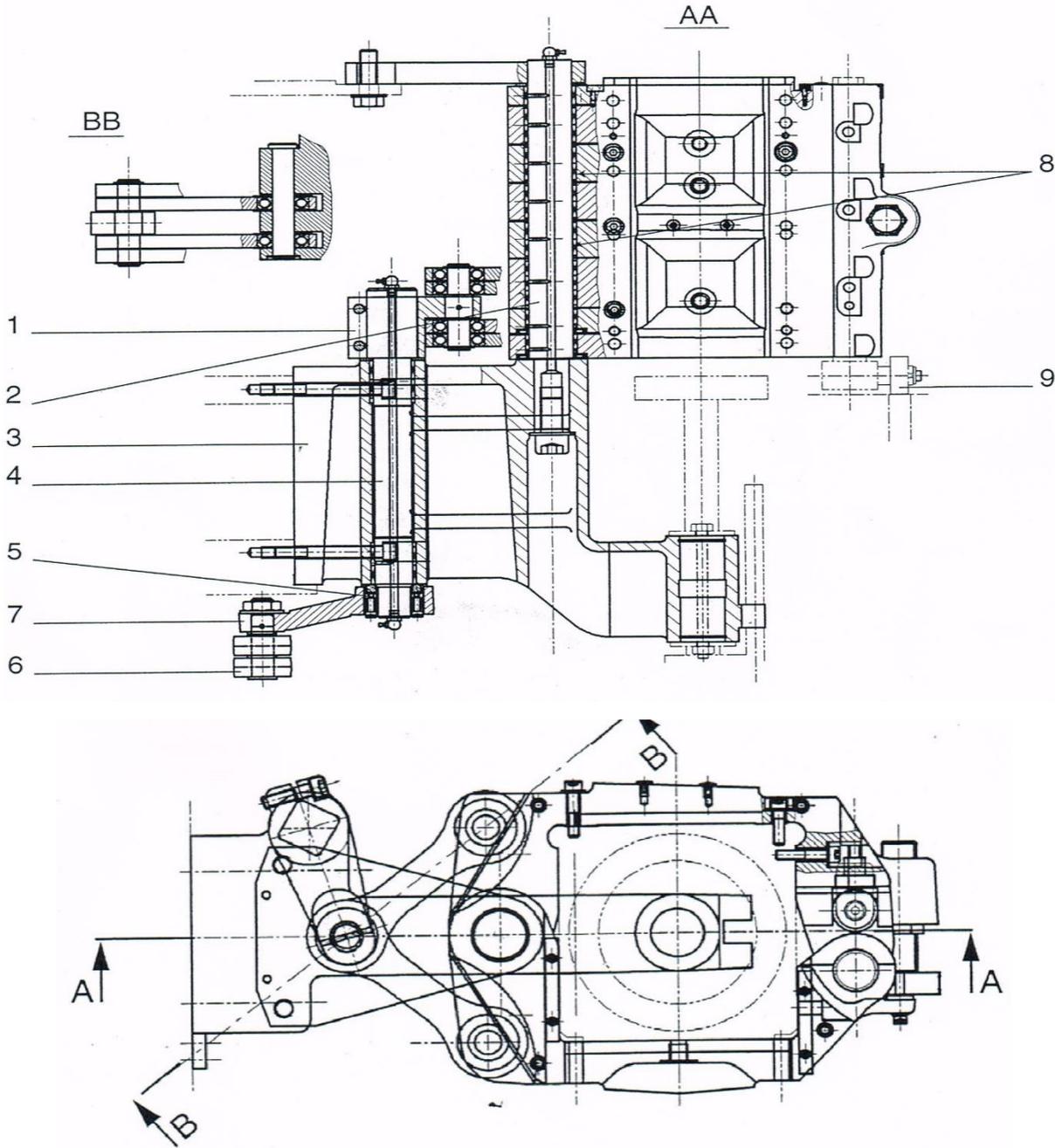
Cette unité peut recevoir des moules à pression compensée. Le demi-moule gauche est muni sur sa face latérale d'un joint torique logé dans une gorge. Ce joint délimite ainsi une chambre qui va recevoir de l'air à la pression de soufflage pour appliquer parfaitement les 2 demi-moules l'un contre l'autre.

### **Commande ouverture/fermeture moule**

La bielle inférieure est montée sur son axe par l'intermédiaire d'une frette conique. Celle-ci permet le réglage de la fermeture des moules.

En cas d'incident mécanique, elle permet aussi le glissement des pièces l'une par rapport à l'autre (dessin de notice technique four linéaire SIDEL).

- |                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1. Bielle                   | 6. Galet                |
| 2. Charnière                | 7. Bielle               |
| 3. Console                  | 8. Douilles à aiguilles |
| 4. Axe                      | 9. Galet                |
| 5. Frette conique (RLK 200) |                         |



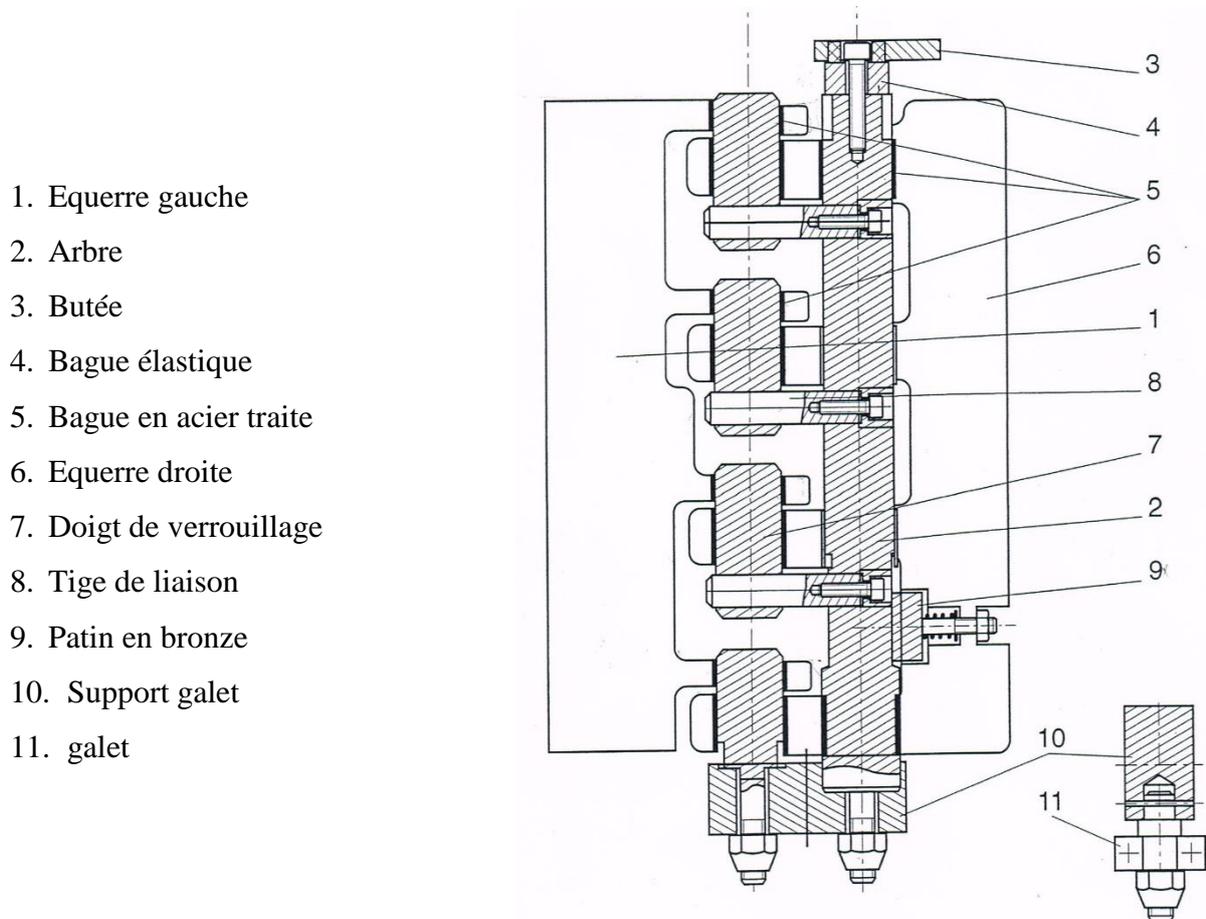
### I.7.1.2. Verrouillage GUPM

Le verrouillage dans le moule est constitué de plusieurs éléments présentés dont les principaux sont :

- Une équerre droite.
- Une équerre gauche.

Un arbre monté dans l'équerre droite. Il coulisse (glisse) dans deux bagues en acier traité.

(Dessin de notice technique four linéaire SIDEL)



1. Equerre gauche
2. Arbre
3. Butée
4. Bague élastique
5. Bague en acier traite
6. Equerre droite
7. Doigt de verrouillage
8. Tige de liaison
9. Patin en bronze
10. Support galet
11. galet

- Un support équipé d'un galet monté à l'extrémité inférieure de l'arbre. Par l'intermédiaire d'une came, il assure le verrouillage et le déverrouillage de l'unité porte moule.
- Quatre doigts de verrouillage qui coulisent par l'intermédiaire de quatre bagues en acier traité dans l'équerre gauche. Le verrouillage de l'équerre gauche est assuré par l'intermédiaire de quatre bagues en acier traité.

- Le doigt inférieure est fixé sur le support galet et les trois autres doigts sont liés à l'arbre coulissant au moyen d'une tige de liaison.
- Un patin en bronze, poussé par un ressort et dont la pression est réglable au moyen d'une vis freine l'arbre dans son mouvement de montée et de descente.
- Une butée fixée sur l'arbre limite sa descente.
- Deux bagues élastiques, montées l'une dans l'autre, fixées en bout d'arbre et maintenues par la butée maintiennent le verrouillage lorsqu'il est en position basse
- Un amortisseur hydraulique permet l'accostage des deux demi moules sans choc.

### I.7.1.3. Fond de moule

Dans le cas d'une production d'articles à fonds auto stables, le moule ne comprend plus deux mais trois parties, Seule une partie escamotable permet le démoulage de ce type de fond [2].

Cette troisième partie prend place sur la console prévue sur le plateau inférieur de la roue mobile, elle est composée de :

- **Une tige** : elle coulisse dans deux douilles à billes montées dans la console.
- **Un support de fond de moule** : il est monté à l'extrémité supérieure de cette tige. Deux lamages usinés dans le support de fond reçoivent les joints toriques assurant l'étanchéité du circuit d'eau de refroidissement.
- **Un rehausse de fond de moule** : cette pièce intermédiaire est personnalisée suivant les hauteurs de moule.
- **Une noix porte-galet** : montée à l'extrémité inférieure de la tige permet les mouvements de montée et de descente de l'ensemble.

Cette noix est en butée sur l'épaulement de la tige par l'intermédiaire d'une rondelle en cale pliable, ce qui permet le réglage « fin » de la hauteur du fond de moule.

- **Un guide** : fixé sur la noix évite toute rotation de l'ensemble. Il est muni d'un ressort qui évite au galet de quitter la came lors de la descente du fond de moule et élimine les chocs au contact du galet.
- **Un amortisseur** : il absorbe les chocs lors de la descente du fond de moule.

- **2 cames assurent :**

- ✓ **La descente du fond après l'ouverture du moule**

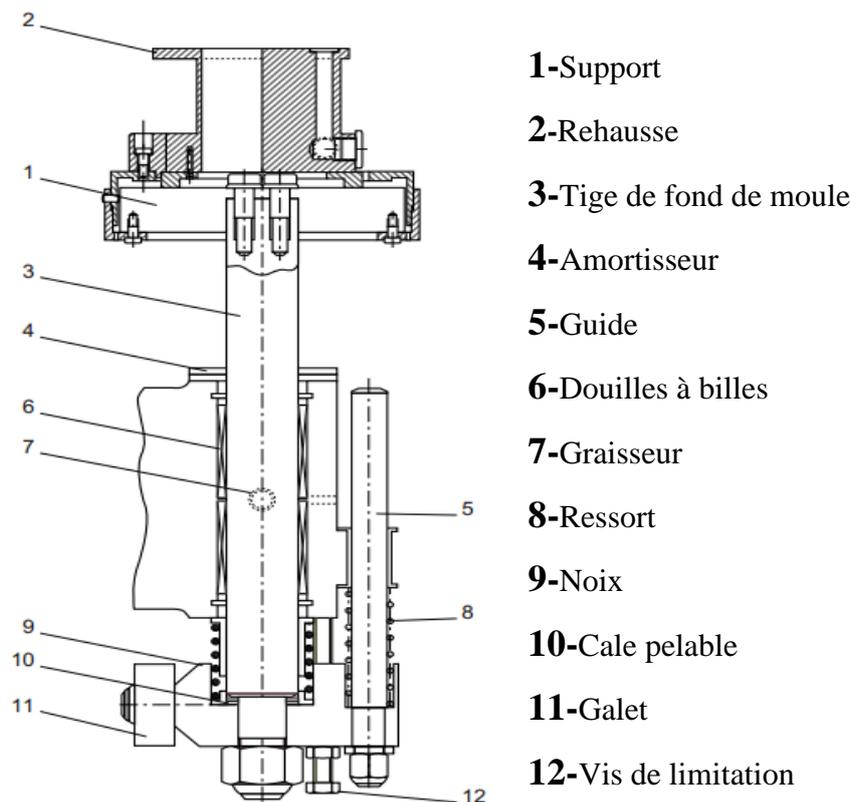
La came de descente du fond de moule est escamotable. Un contact de sécurité détecte l'ensemble au niveau bas. Un vérin dégage alors la came. On protège ainsi la moulière.

En effet, la remontée inopportune d'un fond de moule descendu endommagerait la partie inférieure des deux demi-moules.

- ✓ **La remontée du fond avant la fermeture du moule**

La came de remontée du fond est montée sur ressort. Un effort anormal déplace cette came qui arme un contact et provoque l'arrêt instantané de la machine.

(Dessin de notice technique four linéaire SIDEL)



#### I.7.1.4. Tuyère de soufflage

Il s'agit d'un dispositif mécanique permettant le passage de l'air pour le soufflage de la bouteille. L'ensemble est traversé par la tige d'élongation.

#### I.7.1.5. Vanne à 3 voies

Le rôle de la vanne à 3 voies est de commuter les pressions de pré soufflage et de soufflage et d'assurer la fonction de dégazage de la bouteille.

### I.7.2. Circuits air

Les principales fonctions pneumatiques sont :

- L'étirage réalisé par des vérins double effet.
- Le pré-soufflage.
- Le soufflage.
- Les commandes des vérins de fonctions annexes.
- L'alimentation en air est réalisée par deux circuits distincts :
- Un circuit haute pression : il est utilisé pour les opérations de pré-soufflage et de soufflage.
- Un circuit basse pression : il est utilisé pour la commande des vérins

### I.7.3. Circuits d'eau

L'ensemble du circuit d'eau se décompose de la façon suivante :

- **Un tableau hydraulique** qui permet le raccordement de la machine à l'installation de traitement d'eau.
- **Un joint tournant** qui permet le passage de l'eau entre la partie boîtier sur laquelle sont connectés les tuyauteries du tableau hydraulique et une partie tournante raccordée au bloc foré.
- **Un ensemble de tuyauteries** embarquées sur la machine, permettant l'alimentation des moules et des fonds de moule.
- **Un circuit d'alimentation** des rampes de refroidissement et de protection des cols des préformes dans le four infra-rouge.

## I.8. Unité de soufflage

### I.8.1. Fonction :

L'unité de soufflage assure la transformation des préformes chauffées à l'état de bouteilles formées. La cadence de production d'une machine est en fonction du nombre d'unités de soufflage (cadence standard : 12000 bouteilles/ heure/ moule) [2].

1	Unité porte-moule	4	Bloc de soufflage (électrovannes)
2	Vérin de tuyère	5	Coulisseau d'élongation
3	Vérin d'élongation	6	Tige d'élongation

Tableau I.2 : éléments de l'unité de soufflage

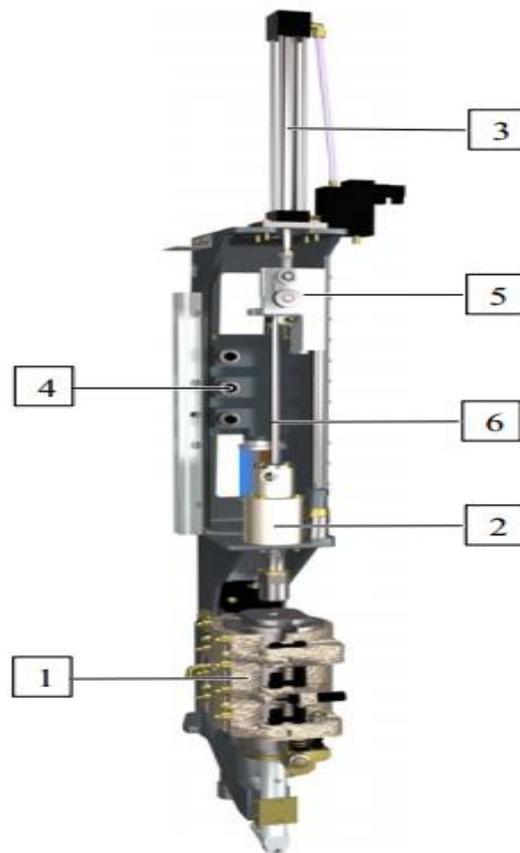
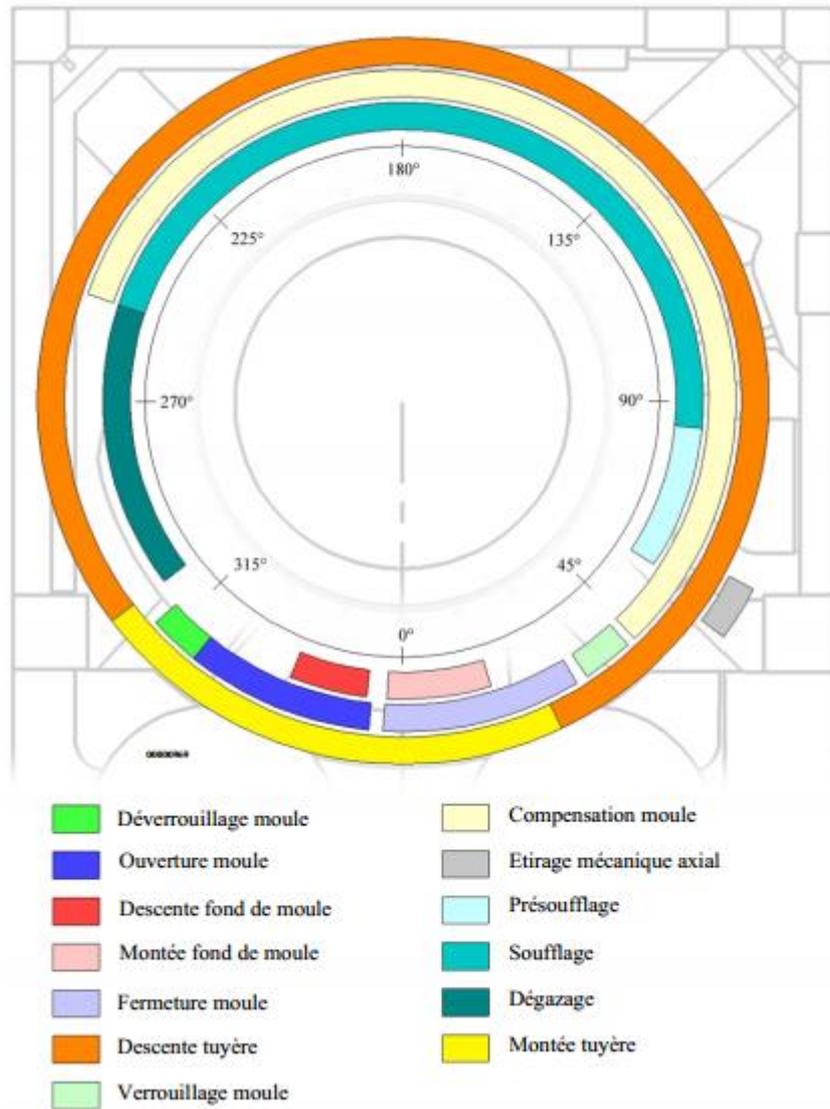


Figure : I.6 : description de l'unité de soufflage

## I.8.2.Fonctionnement

### I.8.2.1.Diagramme de cycle

Il illustre le parcours d'une unité de soufflage dans son cycle complet de fonctionnement. Les valeurs angulaires de certaines actions sont approximatives et peuvent varier en fonction du processus de fabrication [2].



**Figure I.7** : diagramme de cycle pour le fonctionnement de l'unité de soufflage

---

## *CHAPITRE II*

### *Notions fondamentales sur la maintenance et la défaillance*

---

## **Introduction**

La fonction de maintenance ne peut se réduire à la seule activité d'entretenir un parc de machines, mais aussi à intervenir dans tout le cycle de l'exploitation du système (choix et conception du matériel, mise en service, détermination des plans de maintenance, organisations et logistique des activités de maintenance, suivi de l'évolution du système, etc.).

Une machine n'est en fait qu'un jeu de mécanismes mobiles entre eux, et d'organes combinés dans le but d'effectuer une tâche précise. Une panne dans une machine n'est que la résultante d'une avarie ou d'une suite d'avarie sur l'un ou plusieurs de ses organes.

Dans ce chapitre nous allons énoncer dans la première partie le concept de la maintenance.

Dans la deuxième partie nous allons parler sur les notions de défaillance.

## **Partie 1 :**

### **II.1. Notion de la Maintenance**

#### **II .1.1.Définition de la maintenance**

Selon AFNOR X 60-010 : la maintenance est l'ensemble des activités destinées à maintenir ou à rétablir un bien dans un état ou dans des conditions données de sûreté de fonctionnement, pour accomplir une fonction requise. Ces activités sont une combinaison d'activités techniques, administratives et de management.

Dans cette définition, nous trouvons deux mots-clés :

Maintenir contient la notion de surveillance et de prévention sur un bien en fonctionnement normal.

Le terme rétablir contient la notion de correction (remise à niveau) après perte de fonction [3].

II.1.2. Structure des activités de l'atelier de maintenance :

Le schéma ci-dessous donne un aspect général de cette structure [4] :

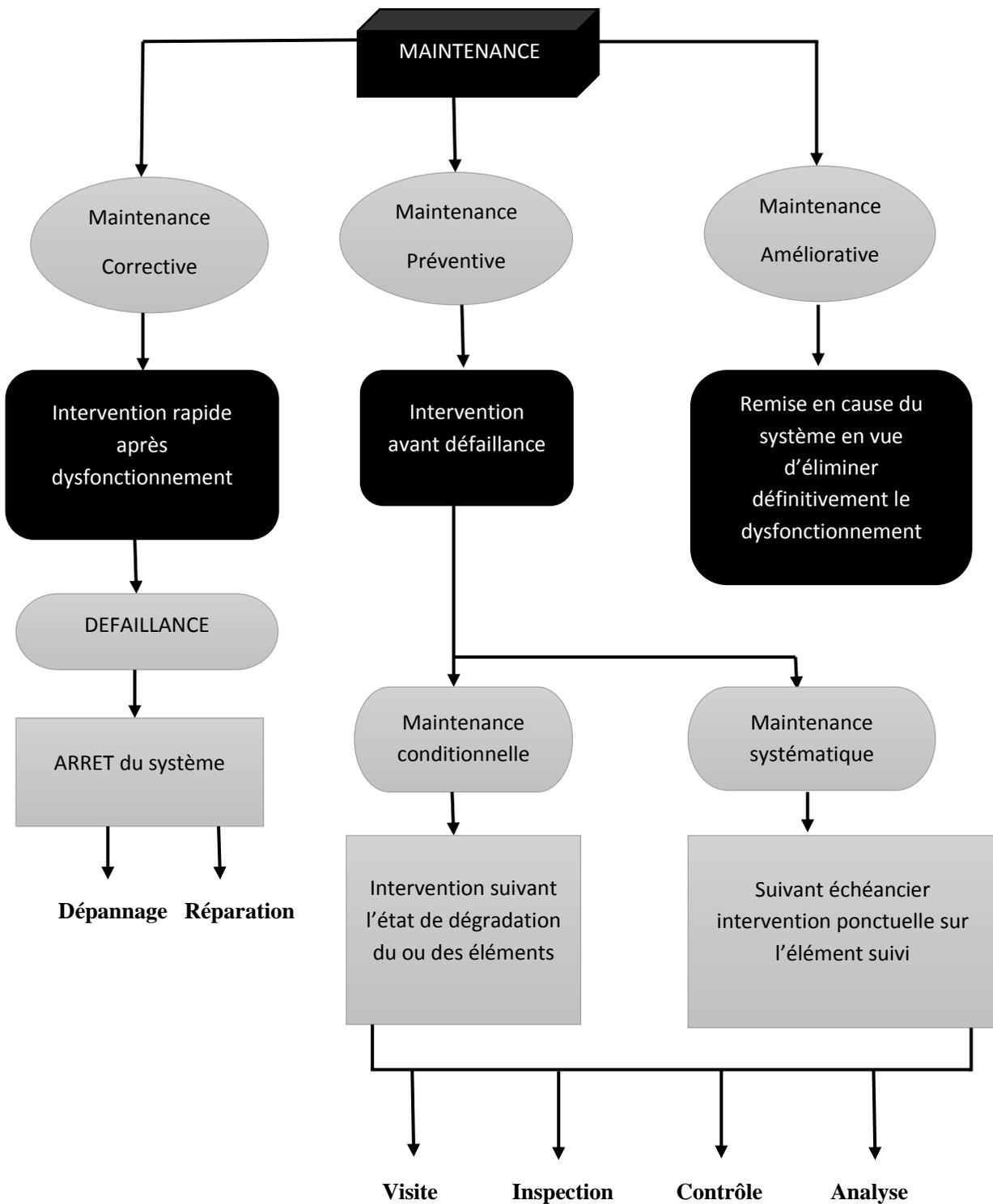


Figure II.1 : Schéma des activités de maintenance

### II.1.3. Différentes types de maintenance :

#### II.1.3.1. Maintenance préventive

La maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Autrement dit, la maintenance préventive permet de réduire les risques et probabilités de dysfonctionnement des systèmes de production [4].

La maintenance préventive peut être :

##### II.1.3.1.1. Maintenance préventive systématique

La maintenance préventive systématique permet d'effectuer des opérations de maintenance, afin d'éliminer ou de diminuer les risques de dysfonctionnement des systèmes de production. Elle s'effectue suivant un échéancier prévu et établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage du bien. Cette unité d'usage caractérise l'exploitation du bien.

##### II.1.3.1.2. Maintenance préventive conditionnelle

La maintenance préventive conditionnelle est subordonnée au franchissement d'un seuil prédéterminé significatif de l'état de dégradation du bien. Le franchissement du seuil peut être mis en évidence par l'information donnée par un capteur ou par tout autre moyen.

##### II.1.3.1.3. Maintenance préventive prévisionnelle

La maintenance préventive prévisionnelle est subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de dégradation du bien, permettant, grâce à une surveillance très précise, de suivre l'évolution d'un défaut ou d'une usure et donc de planifier une intervention avant défaillance totale ou partielle. Elle est encore appelée maintenance prédictive, mais ce terme n'est pas normalisé.

##### II.1.3.1.4. Opérations de prévention

Les opérations relatives à la prévention peuvent être regroupées en trois grandes familles :

- **La visite :** c'est une opération de surveillance, se situant dans le cadre d'actions de maintenance préventive. Elle peut consister en un examen détaillé et approfondi d'une partie ou de l'ensemble du système suivi ;

- **Le contrôle** : cette opération a pour objectif de vérifier des critères ou des données définis. Elle a pour base des références de vérification parfaitement établies.
- **L'inspection** : c'est l'examen attentif exécuté dans un but de surveillance. Au cours d'une inspection, il est possible de suivre l'évolution, sans intervenir, d'un défaut connu et évoluant dans le temps.

Ces trois opérations de surveillance se situent dans le cadre d'une structure de maintenance préventive. Elles peuvent par la suite, et suivant l'évolution du ou des défauts constatés, suivis et enregistrés, donner lieu à des opérations de maintenance corrective [4].

#### **II.1.3.1.5.Objectifs de la maintenance préventive**

Les objectifs de la maintenance préventive sont :

- Augmenter la durée de vie des matériels
- Diminuer la probabilité des défaillances en service
- Diminuer le temps d'arrêt en cas de révision ou de panne
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant
- Améliore les conditions de travail du personnel de production
- Diminuer le budget de maintenance
- Supprimer les causes d'accidents graves

#### **II.1.3.2.Maintenance corrective**

La maintenance corrective regroupe l'ensemble des activités réalisées après la défaillance (totale ou partielle) d'un bien, ou la dégradation de sa fonction, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement [4].

La maintenance corrective peut être :

##### **II.1.3.2.1.Maintenance corrective palliative**

La maintenance corrective palliative regroupe les activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise. Ces activités du type dépannage qui présentent un caractère provisoire devront être suivies d'activités curatives.

**II.1.3.2.Maintenance corrective curative**

La maintenance corrective curative regroupe les activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise.

Ces activités du type réparation, modification ou amélioration doivent présenter un caractère permanent.

**II.1.3.3.Maintenance améliorative**

L'amélioration des biens d'équipement est un ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction requise. On apporte donc des modifications à la conception d'origine dans le but d'augmenter la durée de vie des composants, de les standardiser, de réduire la consommation d'énergie, d'améliorer la maintenabilité, etc.... c'est une aide importante si l'on décide ensuite de construire un équipement effectuant le même travail mais à la technologie moderne : on n'y retrouvera plus les mêmes problèmes [4].

**II.1.3.3.1.Objectifs de maintenance améliorative**

La maintenance a améliorative est un état d'esprit nécessitant un pouvoir d'observation critique et une attitude créative. Un projet d'amélioration passe obligatoirement par une étude économique sérieuse : l'amélioration doit être rentable. Tout le matériel est concerné, sauf bien sûr, le matériel proche de la réforme. Les objectifs de la maintenance améliorative d'un bien sont :

- L'augmentation des performances de production.
- L'augmentation de la fiabilité.
- L'amélioration de la maintenabilité.
- La standardisation de certains éléments ou sous-ensemble.
- L'augmentation de la sécurité des utilisateurs.

**II.1.4.Les niveaux de maintenance**

Un niveau de maintenance se définit par rapport :

- A la nature de l'intervention.
- A la qualification de l'intervenant

- Aux moyens mis en œuvre.

La norme NF X 60-10 donne, à titre indicatif, cinq niveaux de maintenance, en précisant le service qui en a la responsabilité, la production ou la maintenance [4].

**Premier niveau :**

Il s'agit de réglages simples prévus par le constructeur ou le service de maintenance, au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement.

Ces interventions de premier niveau peuvent être réalisées par l'exploitant du bien, sans outillage particulier à partir des instructions d'utilisation.

**Deuxième niveau :**

Il s'agit de dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et d'opérations mineures de maintenance préventive.

Ces interventions de deuxième niveau peuvent être réalisées par un technicien ou l'exploitant du bien dans la mesure où ils ont reçu une formation pour les exécuter en toute sécurité.

**Troisième niveau :**

Il s'agit d'identification et de diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réaligement des appareils de mesure.

Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

**Quatrième niveau :**

Il s'agit de tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction.

Ces interventions peuvent être réalisées par une équipe disposant d'un encadrement technique très spécialisé et de moyens importants bien adaptés à la nature de l'intervention.

**Cinquième niveau :**

Il s'agit de tous les travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante, confiés à un atelier central de maintenance ou à une entreprise extérieure prestataire de services.

Dans ce type de travaux les moyens et les méthodes sont comparables à ceux mis en œuvre lors de la fabrication des matériels. C'est au constructeur d'en fournir, les spécifications techniques et constructives.

**II.1.5. Les activités connexes de la maintenance**

Ces activités complètent les actions de maintenance citées ci-dessus et participent pour une part non négligeable à l'optimisation des coûts d'exploitation [5].

**II.1.5.1. La maintenance d'amélioration**

- ✓ **Rénovation** : c'est l'inspection complète de tous les organes, la reprise dimensionnelle complète ou le remplacement des pièces déformées, la vérification des caractéristiques et éventuellement, la réparation des pièces et sous-ensembles défaillants. C'est donc une suite possible à une révision générale.

Une rénovation peut donner lieu à un échange standard.

- ✓ **Reconstruction** : action suivant le démontage du bien principal et remplacement des biens qui approchent de la fin de leur durée de vie et/ou devraient être systématiquement remplacés.

La reconstruction diffère de la révision en ce qu'elle peut inclure des modifications et/ou amélioration. L'objectif de la reconstruction est normalement de donner à un bien une vie utile qui peut être plus longue que celle du bien d'origine. La reconstruction impose le remplacement de pièces vitales par des pièces d'origine ou des pièces neuves équivalentes. La reconstruction peut être assortie d'une modernisation ou de modifications. Les modifications peuvent apporter un plus en terme de disponibilité (redondance), d'efficacité, de sécurité, etc....

Cannibalisation c'est une autre forme particulière de reconstruction qui consiste à récupérer, sur le matériel mis au rebut (casse), des éléments en bon état, de durée de vie espérée inconnue, et de les utiliser en rechanges ou en pièces de rénovation.

- ✓ **Modernisation** : c'est le remplacement d'équipements, d'accessoires, des logiciels par des sous-ensembles apportant, grâce à des perfectionnements techniques n'existant pas sur le bien d'origine, une amélioration de l'aptitude à l'emploi du bien. Une modernisation peut intervenir dans les opérations de rénovation ou de reconstruction.

## Partie 2 :

### II.2.Généralités sur les défaillances

#### II.2.1.La défaillance

Une défaillance est la cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise. La défaillance d'une entité résulte de causes qui peuvent dépendre des circonstances liées à la conception, la fabrication ou l'emploi et qui ont entériné la défaillance [6].

#### II.2.2.La panne

Etat d'un bien inapte à accomplir une fonction requise, excluant l'inaptitude due à la maintenance préventive ou à d'autres actions programmées ou à un manque de ressources extérieures.

Remarque : après une défaillance, le bien est en panne, totale ou partielle. Une défaillance est un événement à distinguer d'une panne qui est état [6].

#### II.2.3.Les causes de défaillances

Ce sont les raisons de la défaillance. Les raisons peuvent résulter d'au moins un des facteurs suivants : défaillance due à la conception, à la fabrication, à l'installation, à un mauvais emploi, par fausse manœuvre, à la maintenance [7].

### II.2.4. Modes de défaillance

Il est important d'induire le concept du mode de défaillance « un mode de défaillance est l'effet par lequel une défaillance est observée ».

Le mode de défaillance est une Façon par laquelle est constatée l'incapacité d'un bien à remplir une fonction requise. C'est donc le processus qui, à partir d'une cause intérieure ou extérieure au bien, entraîne la défaillance du bien considéré [8].

De façon très générale, un mode de défaillance a un des 4 effets suivants sur un système :

1. Fonctionnement prématuré ;
2. Ne fonctionne pas au moment prévu ;
3. Ne s'arrête pas au moment prévu ;
4. Défaillance en fonctionnement.

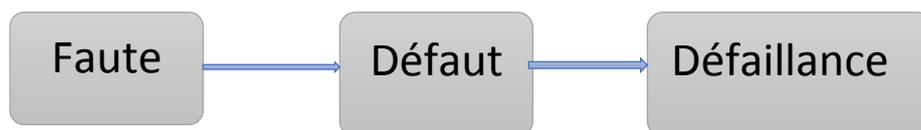
### II.2.5. Le mécanisme de défaillance

Le mécanisme de défaillance correspond aux processus physiques, chimiques ou autres qui conduisent ou ont conduit à une défaillance [9].

### II.2.6. Classification des défaillances

#### II.2.6.1. Triptyque « faute-défaut-défaillance »

La défaillance est la conséquence d'un défaut, dont la cause est une faute [9].



**Figure II.2 :** Triptyque « faut – défaut – défaillance »

- **Faute :** elle peut être physique (interne ou externe) ou due à l'utilisateur. C'est la notion de 5M : Matières, Matériel, Milieu, Moyens, et Main d'œuvre. Elle entraîne une erreur.
- **Défaut :** un départ, il est latent, car on ne s'en aperçoit pas tout de suite. Il devient ensuite effectif.

Le défaut peut être :

- Soudain : s'il était imprévisible.
- Catalectique : s'il est soudain et irréversible.
- Progressif : s'il était prévisible et éventuellement réversible (exemples : organe qui rouille, fuite sur une soupape).
- D'usure : s'il se manifeste en fin de vie de l'équipement

### II.3.Analyse des défaillances :

L'analyse des défaillances peut s'effectuer :

- Soit de manière quantitative puis qualitative en exploitant l'historique de l'équipement et les données qualitatives du diagnostic et de l'expertise de défaillances.
- Soit de manière prévisionnelle en phase de conception ou a posteriori, après retour d'expérience.

Tout le problème pour l'homme de maintenance est de savoir quelles défaillances traiter en priorité, certaines n'ayant que peu d'importance en termes d'effets et de coûts.

L'exploitation de l'historique va permettre d'effectuer ce choix. Or, certains diront qu'ils n'ont pas le temps d'exploiter l'historique des machines, qu'ils ont autres choses à faire (du correctif certainement). Le refus d'exploiter les historiques montre une totale méconnaissance des méthodes de gestion de la maintenance, et donc une totale désorganisation du service maintenance [10].

Il est clair que le choix des types de défaillance est important : une défaillance intrinsèque (propre au matériel) n'a rien à voir avec une défaillance extrinsèque (liée à l'environnement), et en tout état de cause, ne peut s'analyser de la même manière, même si on apporte par la suite un correctif. L'analyse qualitative des défaillances débouchera naturellement sur une aide au diagnostic. Si diagnostiquer une défaillance fait partie du travail quotidien de l'homme de maintenance, la prévoir, afin qu'elle n'arrive pas, est encore mieux. C'est le but de l'analyse prévisionnelle des défaillances.

### **II.3.1. Analyse qualitative des défaillances :**

#### **II.3.1.1. Diagnostic et expertise :**

Le diagnostic est l'identification de la cause probable de défaillance à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations provenant d'une inspection, d'un contrôle ou d'un test. La norme NF EN 13306 va plus loin, puisqu'elle indique que le diagnostic d'une panne est l'ensemble des actions menées pour la détection de la panne, sa localisation et l'identification de la cause. On va donc jusqu'à l'expertise de la défaillance.

Localisation de panne est l'ensemble des actions menées en vue d'identifier l'équipement en panne au niveau de l'arborescence appropriée.

#### **II.3.1.2. Conduite d'un diagnostic :**

Elle nécessite un grand nombre d'informations recueillies :

- Auprès des utilisateurs (détection, manifestation et symptômes)
- Dans les documents constructeurs et/ou dans les documents du service maintenance.

Mais il y a aussi l'expérience du terrain et le savoir-faire.

#### **a- Manifestation de la défaillance :**

La manifestation (ou effet) de la défaillance se manifeste par son amplitude (partielle ou complète), sa vitesse (elle est progressive ou soudaine), son caractère (elle est permanente, fugitive ou intermittente).

#### **b- Les symptômes :**

Les symptômes peuvent être observés sans démontage, par les utilisateurs de l'équipement ou par le maintenancier : VTOAG, mesures, défauts de qualité. Le VTOAG est l'utilisation naturelle des cinq sens de l'individu. Il ne faut jamais les négliger, car ils sont capables de contribuer à l'établissement d'un diagnostic.

#### **La vue :**

- Détection de fissures, fuites, déconnexions,
- Détection de dégradations mécaniques.

**Le toucher :**

- Sensation de chaleur, de vibration,
- Estimation d'un état de surface.

**L'odorat**

- Détection de la présence de produits particuliers,
- Odeur de brûlé, embrayage chaud,...

**L'auditif :**

- Détection de bruits caractéristiques (frottements, sifflements).

**Le gout :**

- Identification d'un produit (fuite).

Les symptômes peuvent aussi s'observer après démontage : mesures, observations de rupture, d'état de surface, contrôles non destructifs, etc.

**c- Expérience :**

Lorsqu'il aborde un problème de défaillance sur un matériel, le maintenancier ne peut pas se permettre de naviguer à vue. Il connaît déjà les probabilités d'apparition de défaillance sur un matériel. Par exemple, sur un SAP (Système Automatisé de Production), on sait que c'est la partie opérative qui occasionnera le plus de pannes. Il est donc inutile de commencer son investigation par l'API.

**d- Savoir-faire :**

Le diagnostic est construit comme une enquête policière : le maintenancier part des informations et symptômes, et à partir de son expérience, il formule des hypothèses affectées d'un niveau de probabilité plus ou moins important, teste ces hypothèses afin de se construire une certitude. Il dispose pour cela d'outils de diagnostic. Les plus utilisés sont :

- le diagramme Causes-Effets ;
- l'arbre des causes ;
- L'organigramme de diagnostic et/ou la fiche de diagnostic.

**Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons abordé le rôle de la maintenance dans l'entreprise industrielle, qui consiste de moins en moins souvent à remettre en état l'outil de travail mais de plus en plus fréquemment à anticiper ses dysfonctionnements.

---

## *CHAPITRE III*

### *Diagnostic mécanique*

---

**Introduction**

Après avoir étudié le fonctionnement de la machine souffleuse SBO10, on s'intéresse dans ce chapitre à rendre compte à des différentes causes qui provoquent la rupture des vis de fixation du demi-moule gauche sur l'unité porte moule, on utilise un diagnostic mécanique de la machine.

Ce diagnostic s'appuie sur :

- La présentation de la machine et l'examen visuel sur place ;
- Contrôler les différents systèmes (pneumatique, hydraulique), qui se trouvent dans la machine, et prendre les différentes mesures (pression, température, débit,...).

**III.1.Endommagement des vis de fixation**

La durée de vie de l'assemblage est directement liée au coefficient de concentration de contrainte.

Dans notre cas un cisaillement dans la partie filetée des vis de fixation de classe 10.9, est dû à une concentration de contrainte sur cette zone.



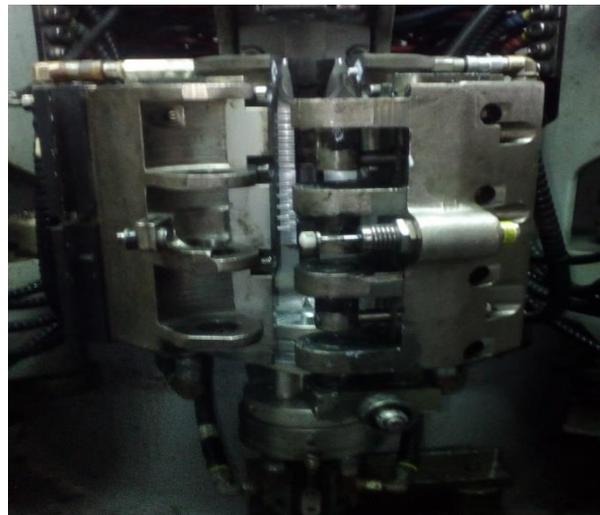
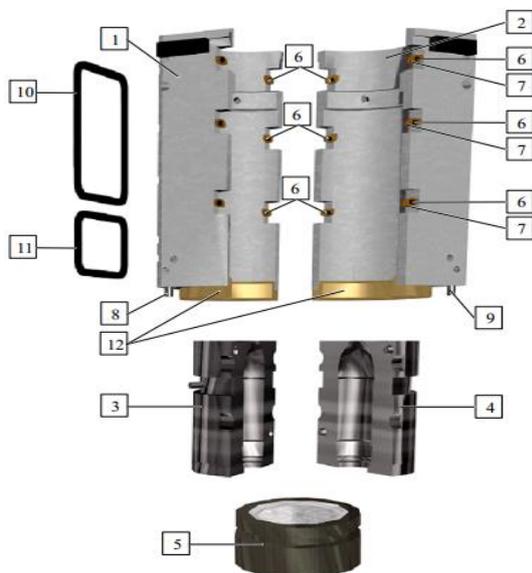
**Figure III.1** : La vis de fixation

## III.2. Analyse technologique

### III.2.1. construction

L'unité porte-moule est principalement constituée des éléments suivants :

- Une équerre droite sur laquelle se fixent un support coquille et un demi-moule droit ;
- Une équerre gauche, équipée d'un système de compensation, sur laquelle se fixe un support coquille et un demi-moule gauche.
- Le demi-moule gauche est muni sur sa face latérale d'un joint torique logé dans une gorge. Ce joint délimite ainsi une chambre qui va recevoir de l'air à la pression de soufflage pour appliquer parfaitement les deux demi-moules l'un contre l'autre.
- Un système de verrouillage / déverrouillage ;
- Un système d'ouverture / fermeture ;
- Une glissière arrière non visible permet d'ajuster la position du support coquille droite ;
- Une glissière avant permet d'ajuster la position du support coquille gauche ;
- Deux butées assurent la position verticale du moule ;



**Figure III.2 :** Vue de face de l'unité porte moule et ces composantes.

1	Support coquille femelle (gauche)	7	Bride
2	Support coquille mâle (droite)	8	Raccord hydraulique
3	Moule coquille femelle (gauche)	9	Raccord hydraulique
4	Moule coquille mâle (droite)	10	Joint de compensation (chambre1)
5	Fond de moule	11	Joint de compensation (chambre2)
6	Vis	12	Pièce de compensation

Tableau III.1 : Les éléments de l'unité porte

III.2.2.Montage de la moulerie :

Selon le constructeur le montage se réalise comme suit :

- ✓ Monter et serrer le demi-moule droit.
- ✓ Fixer les vis « Quick change » sur le demi-moule gauche.
- ✓ Imprégner de graisse le logement sur le demi-moule gauche du joint de compensation.
- ✓ Monter le joint de compensation sur le demi-moule gauche.
- ✓ Monter le demi-moule gauche.
- ✓ Verrouiller le moule.
- ✓ Serrer les deux écrous centraux pour comprimer les rondelles ressorts.
- ✓ Coulisser les deux peignes sur les vis « Quick Change ».
- ✓ Desserrer les deux écrous centraux : les rondelles ressorts se détendent et plaquent les couvercles sur les peignes.
- ✓ Serrer d'un quart de tour les deux écrous centraux : ceci pour éviter leur desserrage pendant le fonctionnement de la machine.

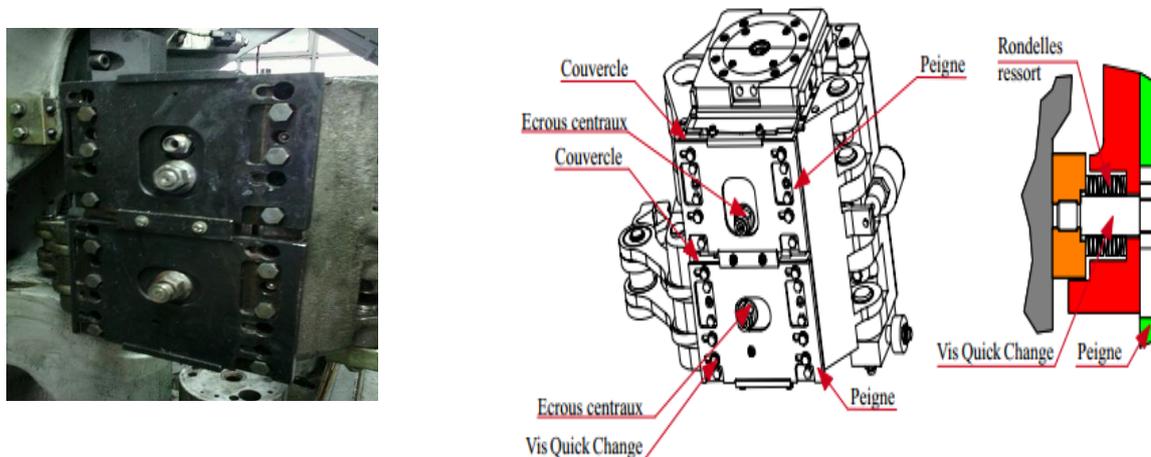
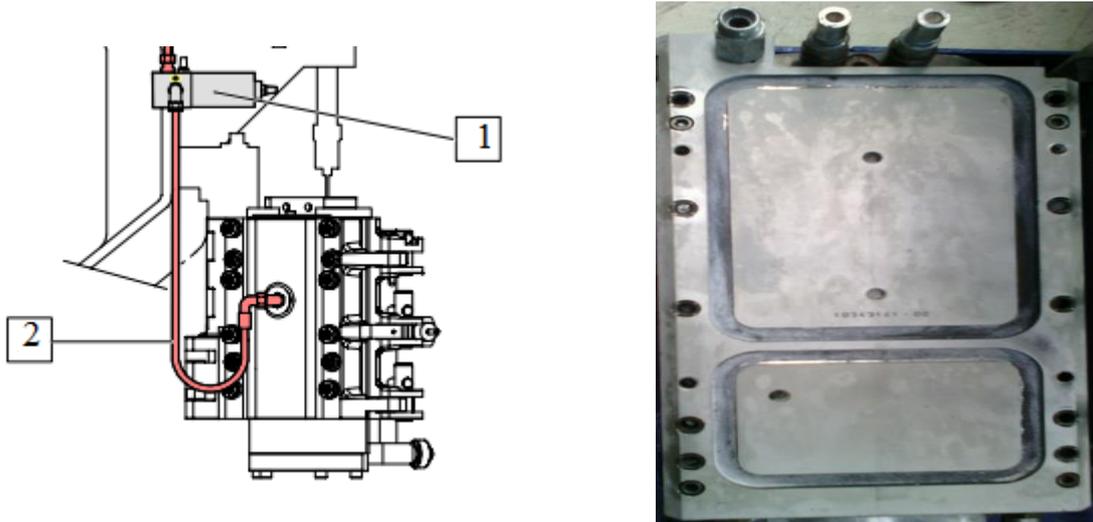


Figure III.3 : Système de compensation

### III.3.Fonctionnement

Au cours du processus de soufflage, le moule est soumis à des pressions synchronisées comme suit :

- **Compensation** : une pression de 40 bars permet d'appliquer parfaitement les deux demi-moules l'un contre l'autre à la pression de soufflage. Cette pression est appliquée sur la face latérale du demi-moule gauche.



**Figure III.4** : Système de compensation appliqué au demi-moule gauche.

1- Electrovanne de compensation      2- alimentation compensation

- **Pré-soufflage** : il permet un gonflage simultané de la bouteille avec l'étirage et l'accompagnement de l'extrémité de la canne d'étirage avec le fond de la préforme. Cette valeur est fonction de la préforme utilisée et peut être comprise entre 5 et 10 bars.
- **Soufflage** : à la fin de l'action de pré-soufflage, une pression d'environ 40 bars est appliquée.

#### Températures de fonctionnement :

En configuration standard, le corps de moule est refroidi avec de l'eau à une température d'environ 12C°. Ce refroidissement est assuré par un circuit hydraulique installé sur la machine.

### III.4.Diagnostic

Nous avons adopté dans la sélection des hypothèses qui peuvent être l'une des raisons d'endommagement des vis, d'une étude générale sur le principe de fonctionnement de la machine, particulièrement la partie de l'unité porte moule, là où il existe les vis.

#### III.4.1.Hypothèses liées à une défaillance d'un élément de la machine :

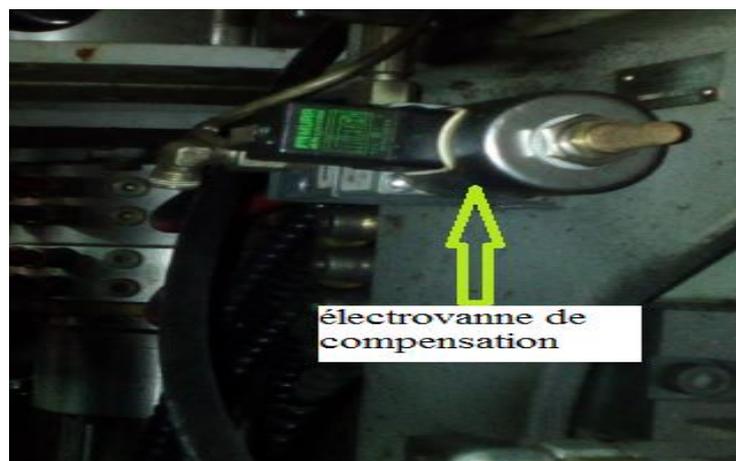
- **Un défaut dans l'électrovanne de compensation :**

Une électrovanne est une vanne commandée électriquement. Grâce à cet organe il est possible d'agir sur le débit d'un fluide dans un circuit par un signal électrique.

L'endommagement des vis dans l'unité porte moule, peut être relié à un dysfonctionnement de l'électrovanne de compensation, cette dernière commande la pression de compensation exercée sur le demi-moule gauche, ses forces de pression se traduisent à une contrainte de traction.

Un dysfonctionnement de l'électrovanne peut être comme suit :

Dans le cas où la position de l'électrovanne reste ouverte, la pression de compensation sera appliquée durant tout le cycle de fonctionnement ce qui provoque un déséquilibre de pression. Par contre lors du fonctionnement normal, et selon le diagramme de cycle, on trouve que la pression de compensation commence lorsque l'unité de soufflage parcourt à environ 45° de sa position initiale à 0°, et la pression de soufflage commence à environ 85°, et les deux s'arrêtent au même temps à environ 255°.



**Figure III.5 :** Electrovanne de compensation

- **Un défaut dans le système de régulation :**

Le circuit air 40 bar assure la régulation, la filtration et la distribution de l'air haute pression nécessaires au soufflage des articles.



**Figure III.6 :** Tableau pneumatique haute pression

La valeur idéale de la pression de soufflage et de compensation fournie à la machine de soufflage SBO10 est à environ 32 bars, et cette dernière est assurée par un régulateur de pression placé à l'entrée du circuit d'air.

Lors de l'apparition du problème d'endommagement des vis, on a noté que la valeur de la pression sortie du régulateur arrivait jusqu'à 38 bars, ce qui nous amène à vérifier le fonctionnement du régulateur.

Après le démontage du régulateur, on a trouvé que sa membrane est endommagée.

Le régulateur a pour fonction de ramener la pression primaire, qui est variable, à une pression secondaire pratiquement constante. Par ailleurs, une pression trop élevée accélère l'usure de l'outillage et des équipements pneumatiques en général.

Le régulateur (détendeur) fonctionne à l'aide d'un diaphragme. La position de diaphragme commande l'ouverture d'un clapet pour maintenir constante la pression aval. Le diaphragme est soumis à une pression d'air enfermée dans la cavité du dôme.

On peut obtenir n'importe quelle pression réduite aval en admettant de l'air provenant de l'amont à la pression utilisée dans le dôme au moyen des vis pointeau.

(Dessin de notice technique four linéaire SIDEL)

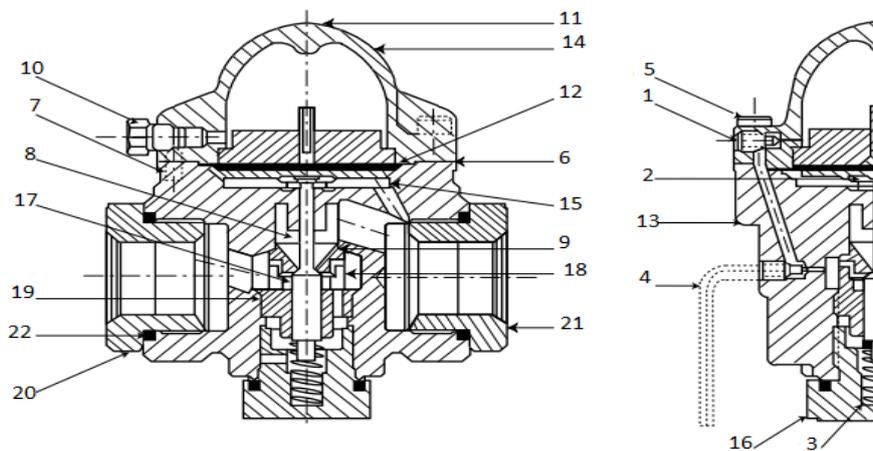


Figure III.7 : Détendeur haute pression

- |                                     |                              |                            |                         |
|-------------------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1-vis pointeau                      | 2- ressort de diaphragme     | 3-ressort de valve         | 4-clé de réglage        |
| 5-vis chapeau                       | 6-joint d'étanchéité du dôme | 7-goupille                 | 8-tige de poussée       |
| 9-joint d'étanchéité siège de vanne | 10-bouchon du dôme           | 11-plaque signalétique     |                         |
| 12-diaphragme                       | 13-corps                     | 14-ensemble dôme           | 15-plaque de diaphragme |
| 16-bouchon de corps                 | 17-vanne                     | 18-ensemble siège de vanne |                         |
| 19-douille siège de vanne           | 20-orifice d'arrivée         | 21-orifice de sortie       | 22-joint O Ring.        |

• **L'influence de la surpression sur la résistance des vis :**

En synthèse, la pression de compensation appliquée au demi-moule gauche est axiale par rapport aux vis de fixations [11].

L'endommagement des vis est lié à une force de traction excessive.

Calcul des forces de traction appliquées :

On a :  $P = \frac{F}{S}$  ; tel que **P** : est la pression de compensation appliquée sur le moule.

L'application de la pression sur deux surfaces :

$$S_1 = 75 \times 117 = 8775 \text{ mm}^2$$

$$S_2 = 165 \times 117 = 19305 \text{ mm}^2$$

$$P = \frac{F_1}{S_1} \rightarrow F_1 = P \times S_1$$

$$P = \frac{F_2}{S_2} \rightarrow F_2 = P \times S_2$$

$$F_1 = 75 \times 117 \times 3,8 = 33345 \text{ N}$$

$$F_2 = 117 \times 165 \times 3,8 = 73359 \text{ N}$$

$$F_T = F_1 + F_2 = 73359 + 33345 = 106704 \text{ N}$$

D'autre part :

$$\sigma = \frac{F_T}{\frac{\pi.d^2}{4} \times n} = \frac{4F_T}{\pi.d^2 \times n} = \frac{4 \times 106704}{3,14 \times (0,8 \times 8)^2 \times 8} = 414,82 \text{ Mpa}$$

Avec :  $d_0 = 0,8 \times d$

$S_1$  : La surface de la première chambre reçoit la pression.

$S_2$  : La surface de la deuxième chambre reçoit la pression.

$d$  : Diamètre de la vis.

$d_0$  : Diamètre de la partie fileté de la vis.

$n$  : Nombre de vis.

$F_T$  : La force appliquée.

**III.5. Résultats et discussions**

La vis est de classe 10.9 :

- Limite de rupture équivalant à 1000 Mpa.
- Limite élastique  $R_e$  équivalant à 900 Mpa.

La résultante des forces de traction appliquées à l'ensemble de la vis théoriquement acceptable, ce que veut dire que le constructeur a bien choisi le type de la vis.

Ces forces de pression agissent sur les vis se transforme en chocs à cadence élevée, qui peut provoquer l'endommagement des vis.

**III.6. Proposition de solution :**

La solution primaire adaptée pour assurer la continuité de production et l'élimination du problème d'endommagement des vis dans la machine SBO, est de changer la membrane défaillante et de régler la pression de soufflage à environ 32 bar.

Il faut assurer une maintenance préventive basée sur des contrôles et des inspections périodiques, avec un suivi rigoureux du système de régulation haute pression qui provoque l'endommagement des vis.

**Conclusion**

Dans ce dernier chapitre, nous avons appliqué un diagnostic mécanique de la machine souffleuse SBO10, pour identifier les causes qui provoquent l'endommagement des vis située à l'unité porte moule. Ainsi nous avons constaté grâce à ce diagnostic qu'un endommagement dans le régulateur de pression agit sur la résistance des vis.

---

## *Conclusion générale*

---

### Conclusion générale

Le travail présenté dans ce mémoire nous a permis en premier lieu de comprendre le principe de fonctionnement de la souffleuse de bouteille SBO10 chez l'entreprise cevital. D'autre part, il nous a permis aussi d'étudier l'endommagement prématuré des vis de fixation du moule.

Dans notre travail, nous avons proposé des hypothèses qui peuvent être liées à l'endommagement de la vis, à travers un diagnostic mécanique appliqué à la machine souffleuse SBO 10.

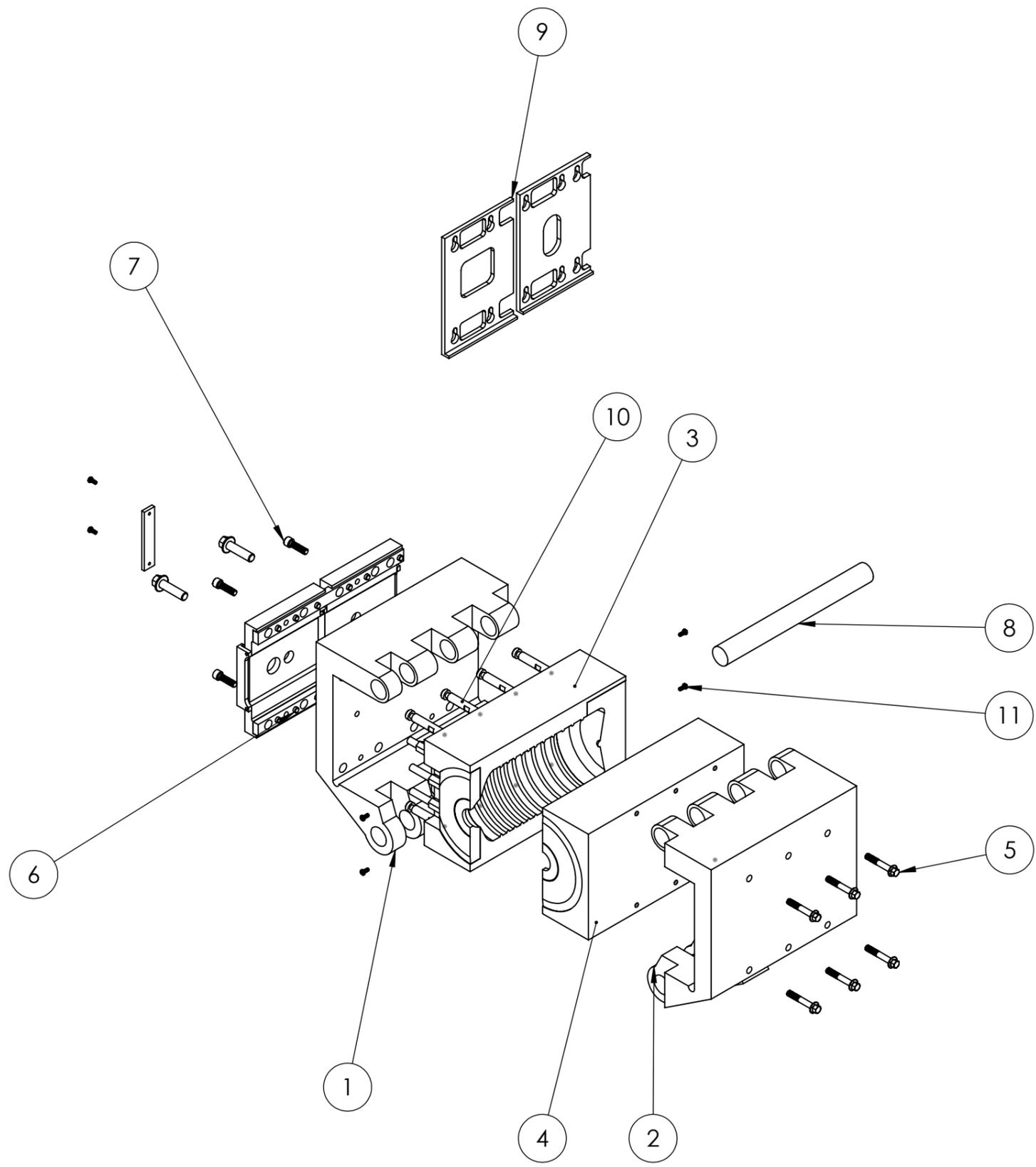
Parmi ces hypothèses, un dysfonctionnement de régulateur de pression provoque une surpression agie sur la résistance des vis, qui nous a ramené à établir un calcul théorique à propos de la résistance des vis. Après l'obtention de ces résultats, nous avons conclu que le type de la vis a été bien choisi par le constructeur. D'autre part, l'interprétation que nous avons donnée sur le phénomène d'endommagement des vis, est reliée à des forces de pression agissent sur les vis se transforme en chocs à cadence élevée.

Enfin, le travail accompli nous a permis de valider au moins en partie nos hypothèses, d'autre part nous laissons le champ ouvert à tous qui voudront améliorer et de rendre notre thème plus complet.

---

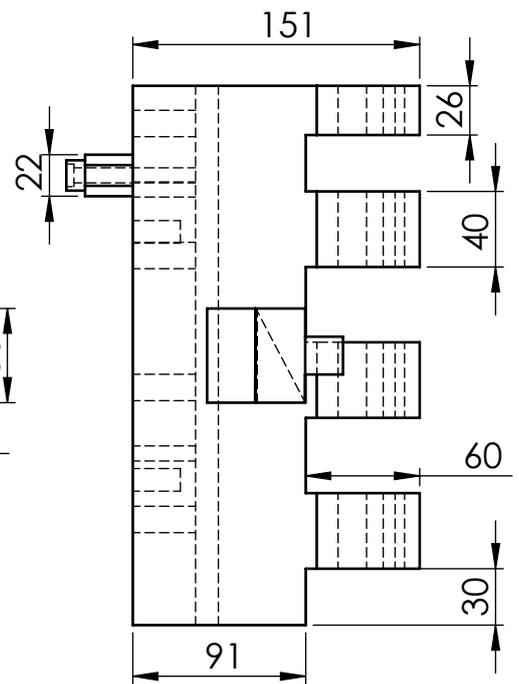
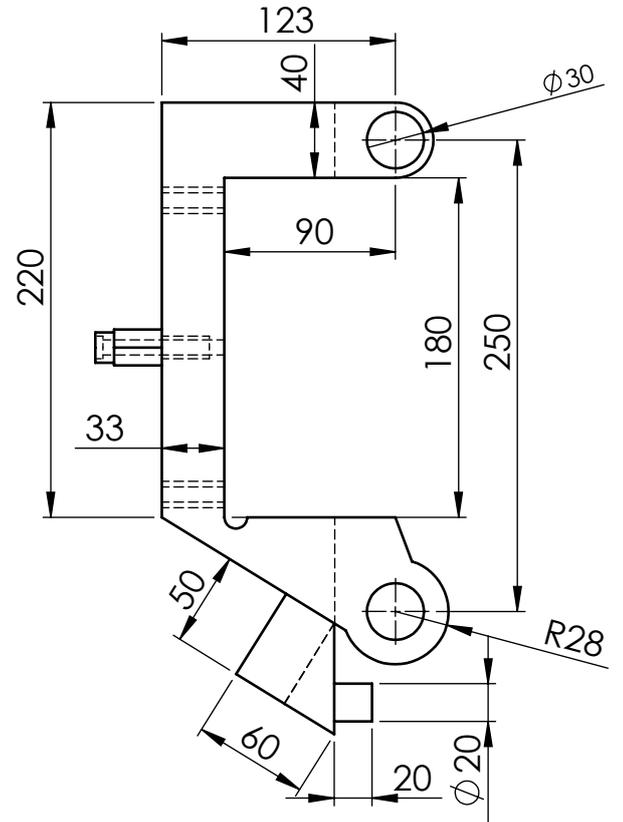
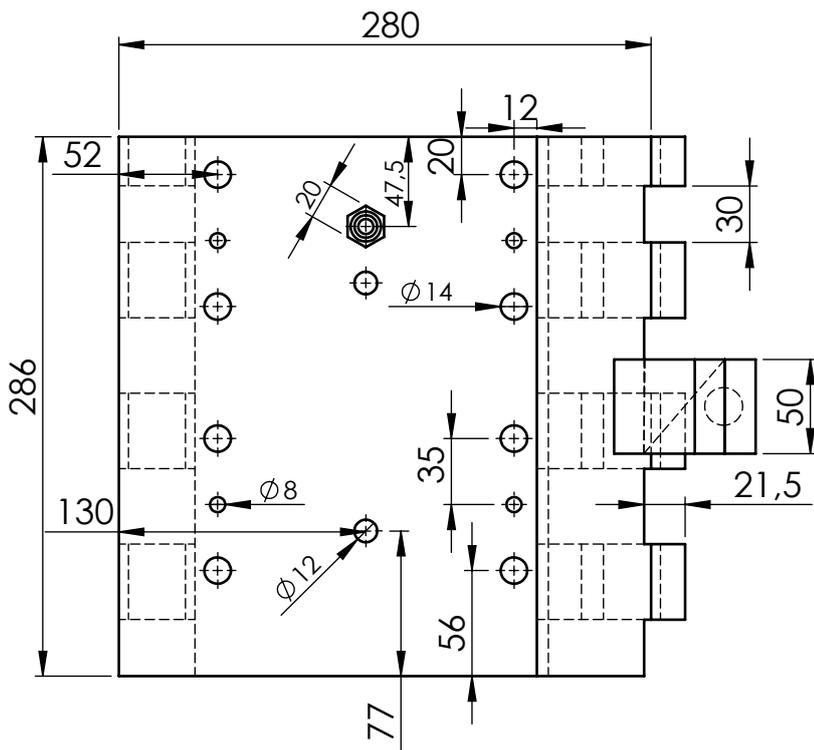
# *Mise en plan d'un moule*

---



11	Vis CHC M4x 10	Vis normalisée	6
10	Vis quick change		8
9	Couvercle		2
8	Arbre		1
7	Vis CHC M8x30	Vis normalisée	4
6	Plaque de compensation		1
5	ISO 4162 - M8 x 50 x 22-S	Vis normalisée	6
4	Demi-moule droit		1
3	Demi-moule gauche		1
2	Equerre droite		1
1	Equerre gauche		1
QTE	DESIGNATION	DESCRIPTION	QTE

UNIVERSITE-A-MIRA BEJAIA		N° : 1
Echelle 1:10	Moule	Le 16/06/2016
	OUBRAHAM et MAOUCHE	Département Génie Mécanique Option MI



UNIVERSITE-A-MIRA BEJAIA

N°:1-1

Echelle 1:50

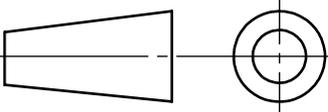
Département Génie Mécanique  
Option MI

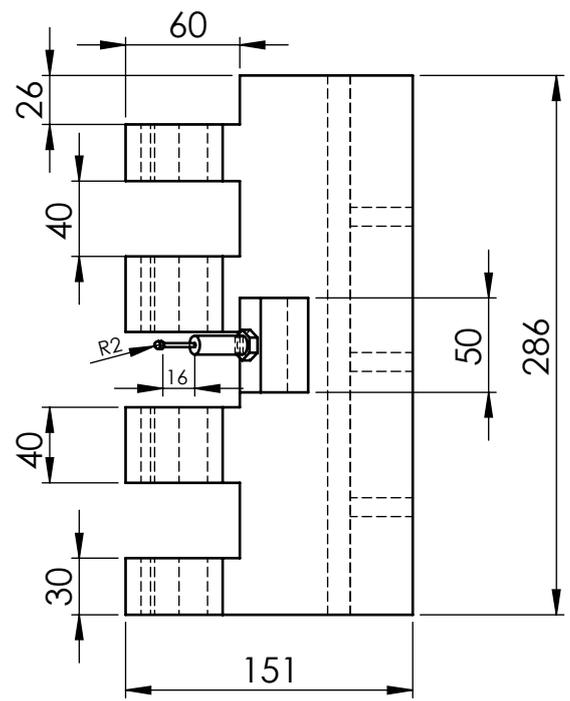
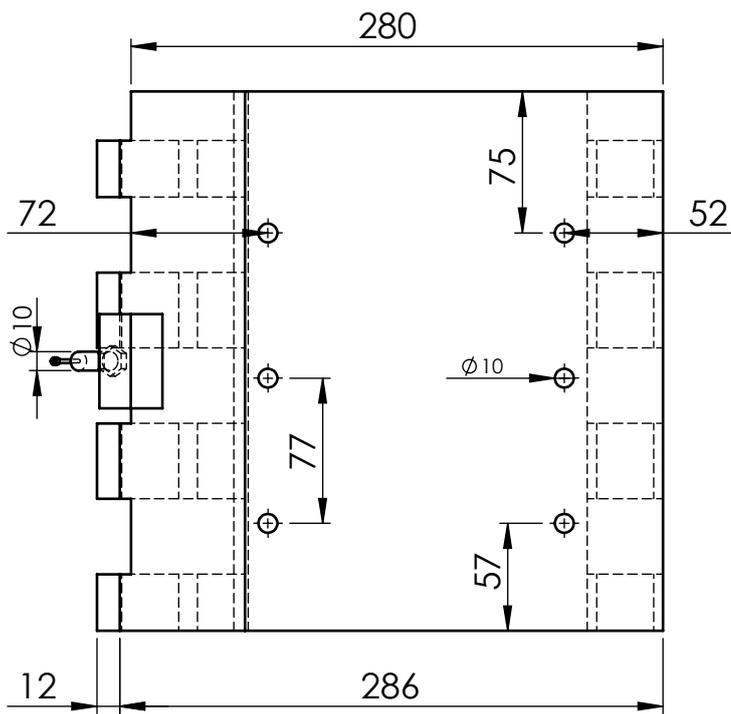
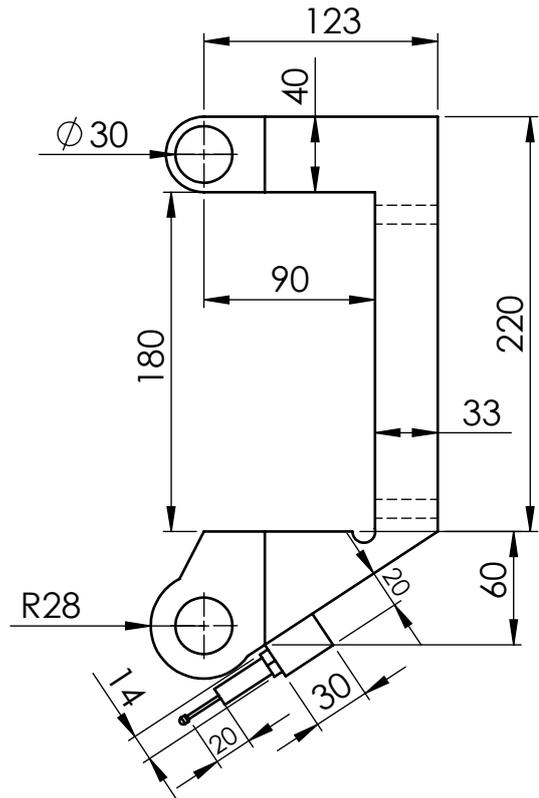
OUBRAHAM et  
MAOUCHE

42CrMo4

Equerre gauche

Le 08/06/2016





UNIVERSITE-A-MIRA BEJAIA

N°: 1-2

Echelle 1:50

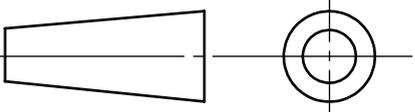
Département Génie Mécanique  
Option MI

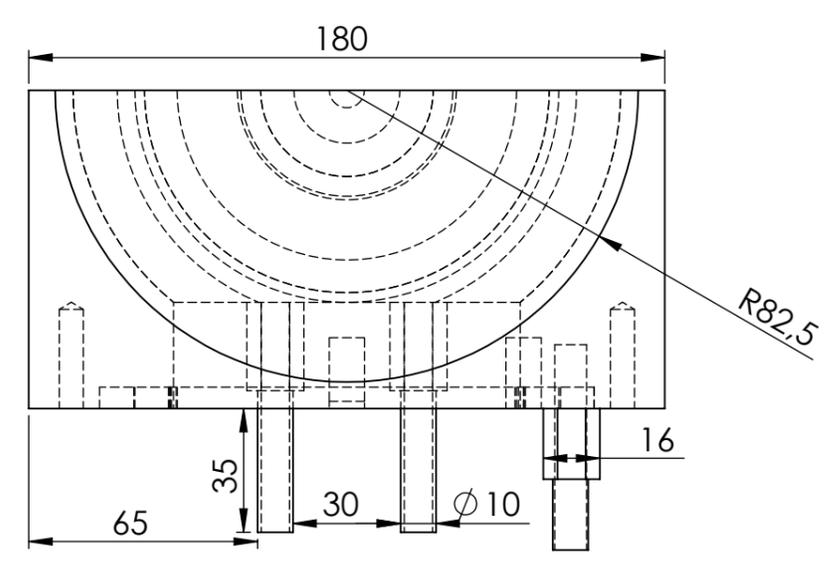
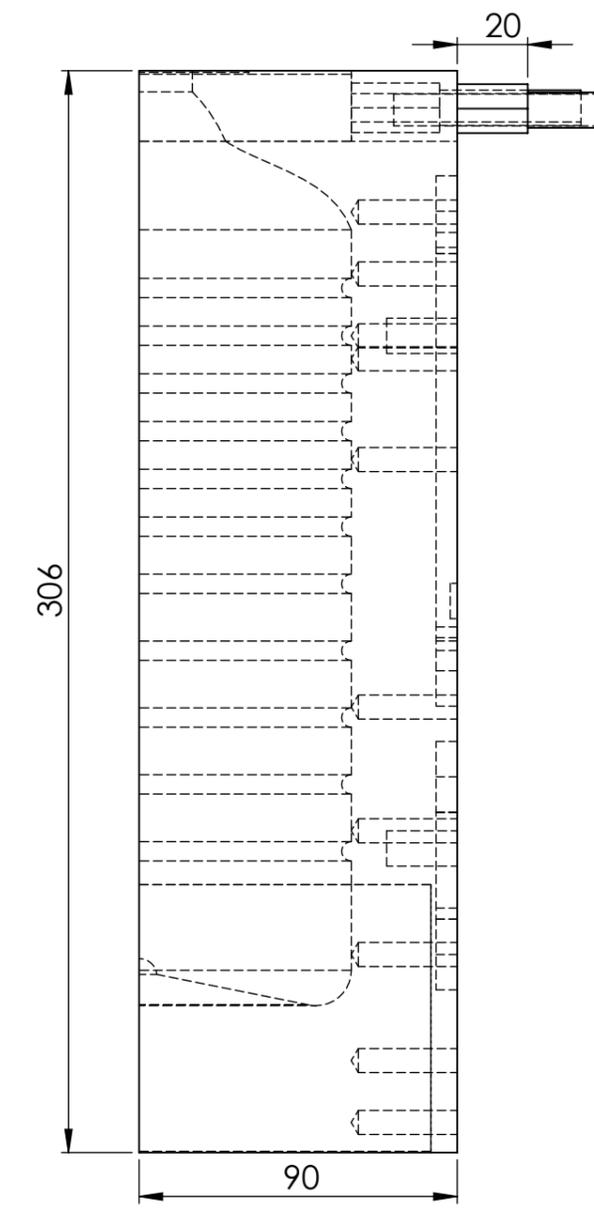
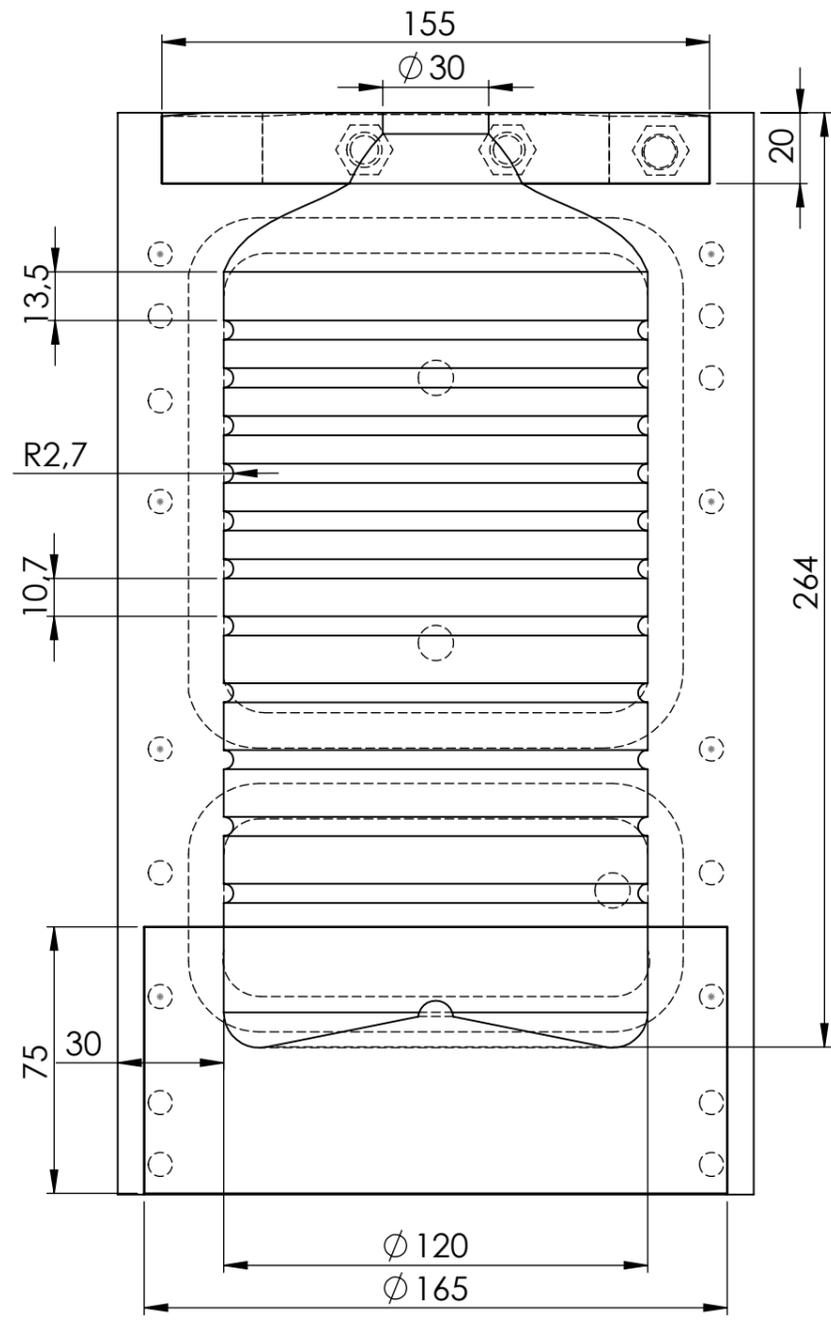
OUBRAHAM et  
MAOUCHE

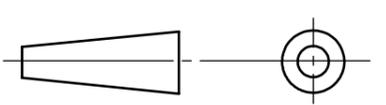
42 CrMo4

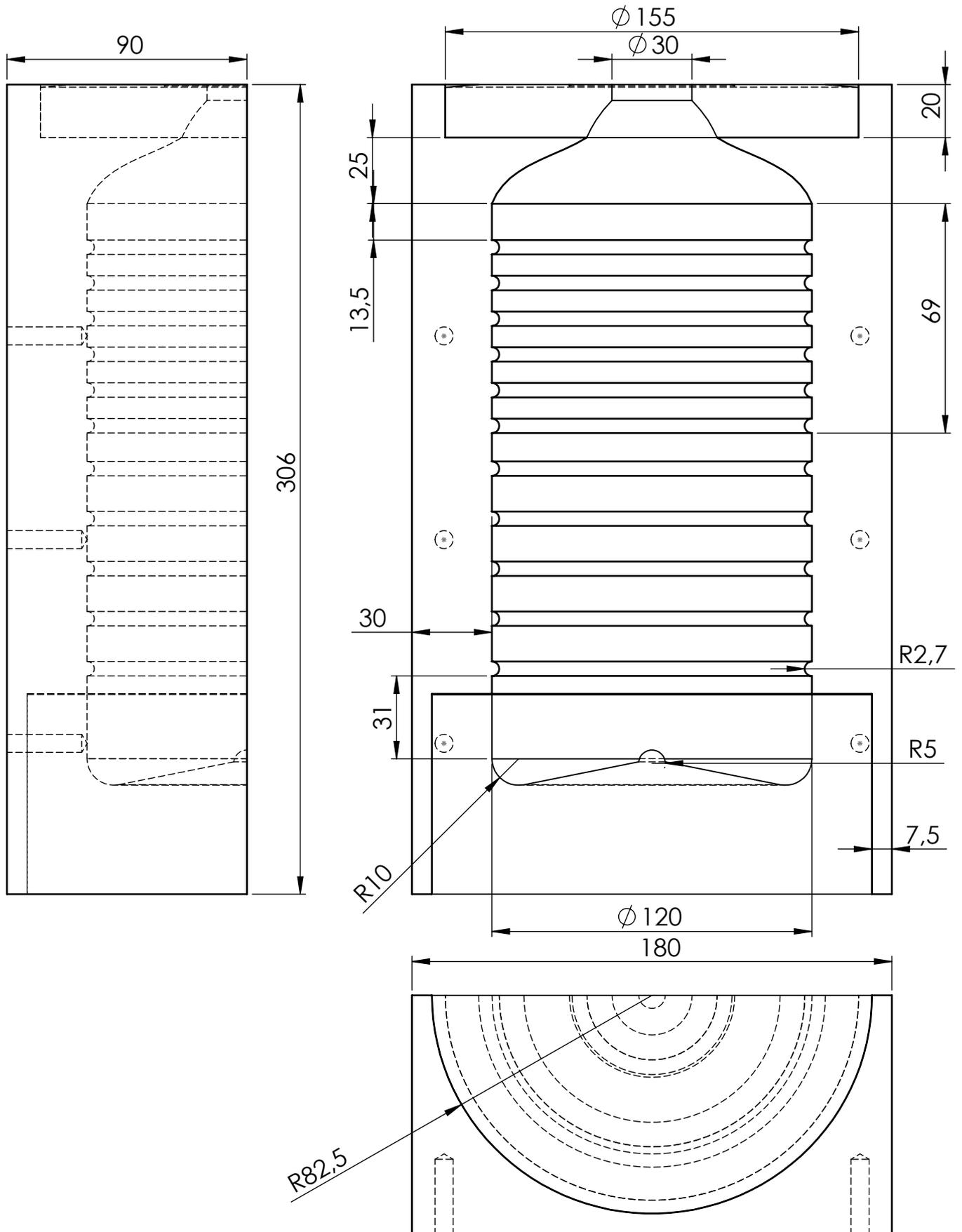
Equerre droite

Le 08/06/2016





UNIVERSITE -A-MIRA BEJAIA		N° : 1-3
Echelle 1:2	Département Génie Mécanique Option MI	OUBRAHAM et MAOUCHE
		Materiaux: AL2MG
Demi moule gauche		Le 16/06/2016



UNIVERSITE-A-MIRA BEJAIA

N°: 1-4

Echelle 1:2

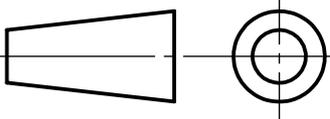
Département Génie Mécanique  
Option MI

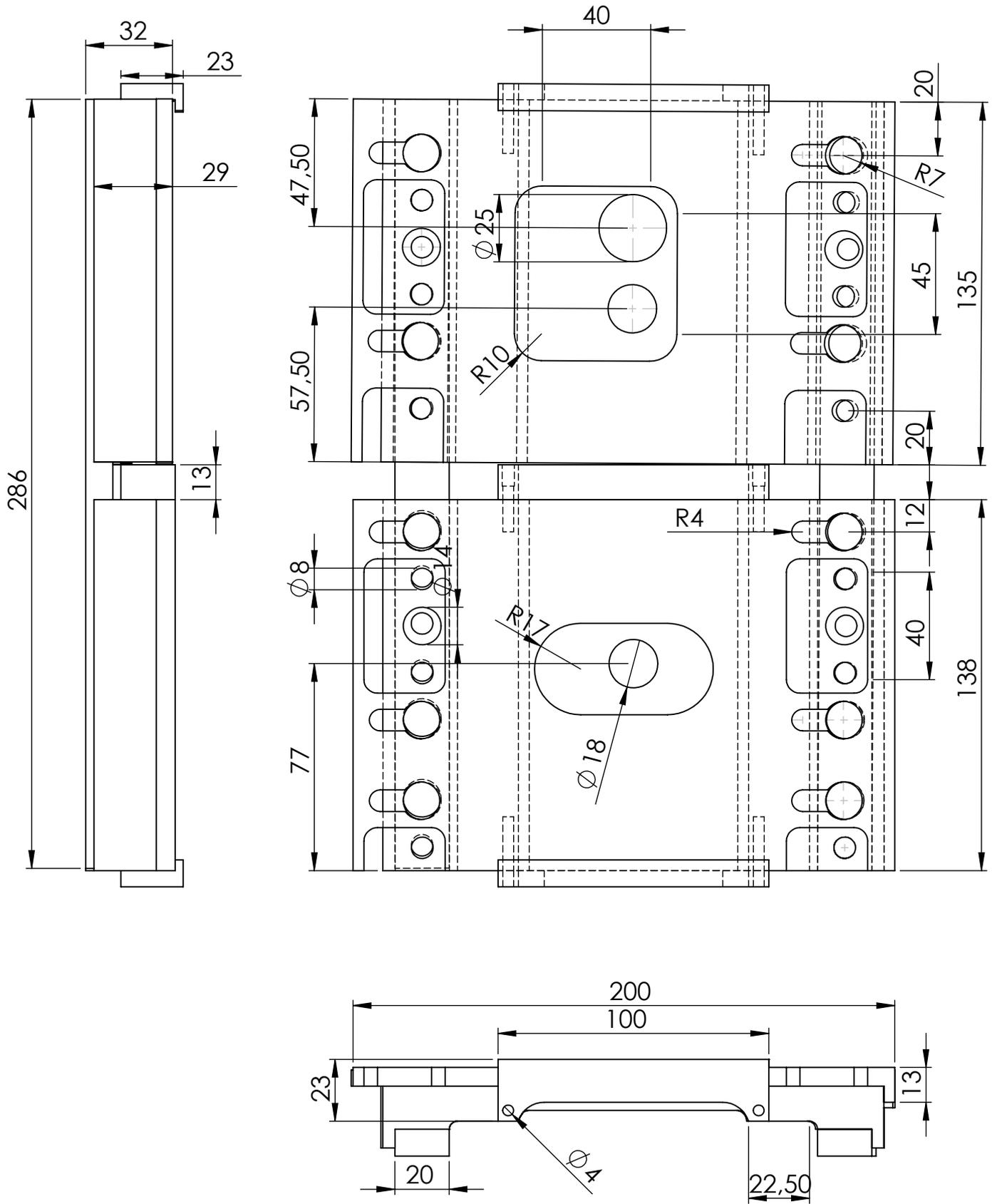
OUBRAHAM et  
MAOUCHE

Al2%Mg

Demi-moule droit

Le 08/06/2016





UNIVERSITE-A-MIRA BEJAIA

N°: 1 - 6

Echelle 1:2

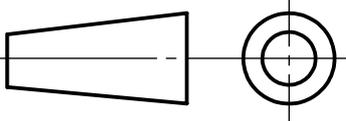
Département Génie Mécanique  
Option MI

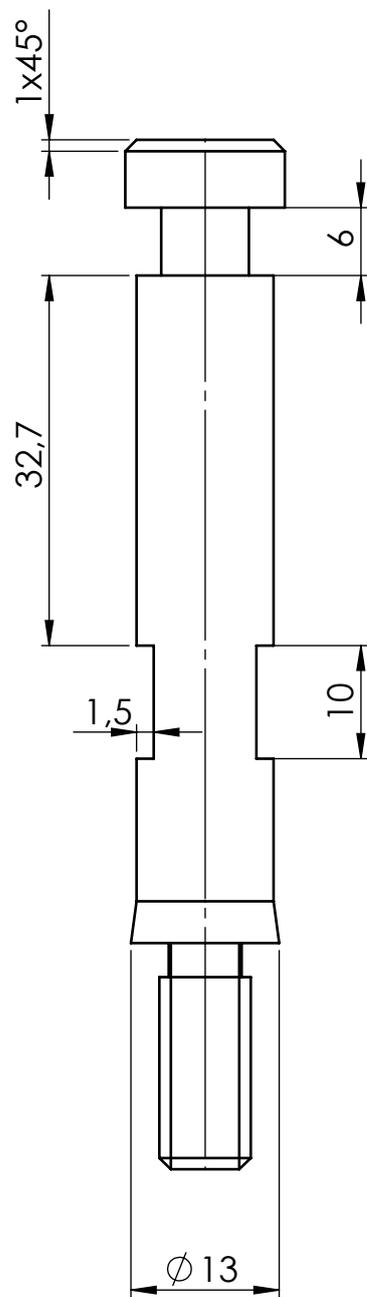
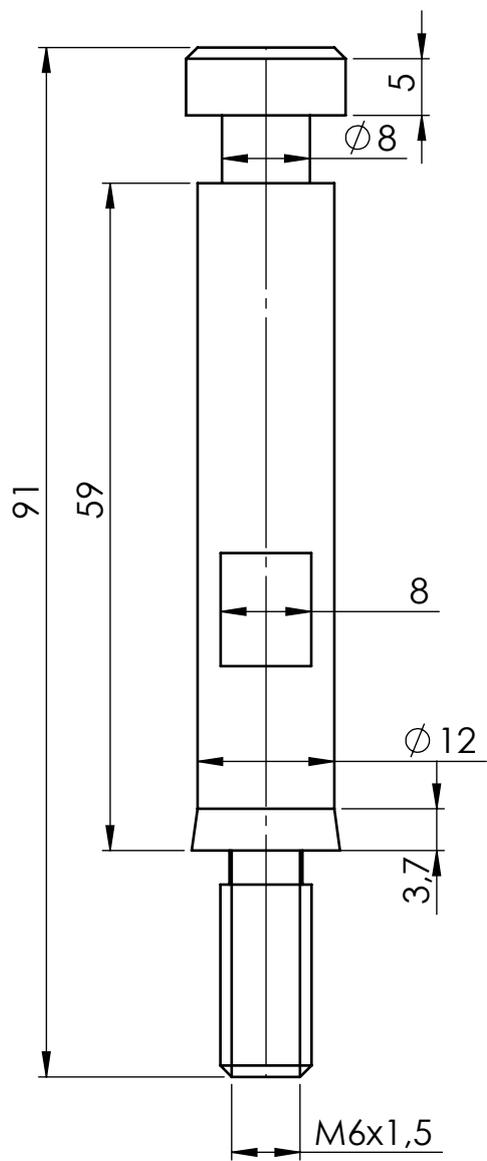
OUBRAHAM et  
MAOUCHE

Matériaux : Acier  
42CrMo4

Plaque de compensation

Le 08/06/2016





UNIVERSITE-A-MIRA BEJAIA

N°: 1- 10

Echelle 1:1

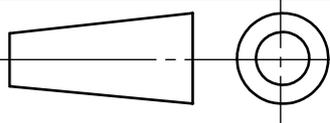
Département Génie Mécanique  
Option MI

OUBRAHAM et  
MAOUCHE

42CrMo4

Vis quick change

Le 08/06/2016



---

# *Bibliographie*

---

## *Bibliographie*

[1] : **DOCUMENTATION CEVITAL**

[2] : **MANUEL TECHNIQUE DE LA MACHINE SOUFFLEUSE SBO 10**

[3] : **François MONCHY**, « maintenance : méthodes et organisation », Edition DUNOD, 2000.

[4] : **L.BENALI**, « maintenance industrielle », office des publications universitaire 09 2006.

[5] : **daniel BOITEL et Claude HAZARD**, « guide de la maintenance », Edition NATHAN, 1987.

[6] : **Y.Kerboua ziari**, présentation d'une méthodologie de gestion des processus de maintenance. Ecole nationale polytechnique d'Alger **laoucine kerbache**, HEC pars France.

**Symposium international : qualité et maintenance au service de l'entreprise QUALIMA01-TLEMCEN 2004.**

[7] : **S.Elefezazi, A Mokjlis, R Benmoussa**, Messure de la performance de la fonction maintenance, CPT 2005- Casablanca, Maroc.

[8] : **A Mokhlis-S, Elfezazi-I. Toumi-D. bouami**, Diagnostic et audit de la maintenace, CPI 2005- Casablanca, Maroc.

[9] : **Nabeul.I**, « introduction à la maintenance », chapitre 2 : les stratégies de la maintenance.

[10] : **Nabeul.I**, « introduction à la maintenance »,2013/2014, chapitre 5 : Analyse des défaillances et aide au diagnostic.

[11] : **Auteur, Y.XIONG-** Formulaire de mécanique transmission de puissance. G11918, 2006.

## ***Résumé***

Ce mémoire traite le problème d'endommagement prématuré des vis, élément de fixation du demi-moule gauche de la machine souffleuse de bouteille SBO10 de l'entreprise cevital. Pour ce faire nous avons appliqué un diagnostic mécanique pour identifier les causes qui provoquent l'endommagement.

Une étude de fonctionnement de cette machine, a permis de dégager une relation entre un dysfonctionnement d'un élément sensible de la machine et l'endommagement des vis.

**Mots-clés :** Diagnostic, souffleuse SBO 10, vis 10.9, électrovanne, régulateur de pression.

## ***Abstract***

this report addresses the problem of premature damage screw fastener of the left half-mold blower machine SBO 10 bottle of cevital business. To do this we applied a mechanical diagnosis to identify causes that cause damage.

A study of functioning of this machine, has identified a relationship between a malfunction of a sensitive element of the machine and damage the screws.

**Key-words :** diagnosis, blower SBO 10, screw 10.9, solenoid valve, pressur regulateur.