



Université **Sidi Mohammed Ben Abdellah**  
Faculté Des **Sciences Et Techniques Fès**  
Département **Génie Mécanique**



## Mémoire De Projet De Fin D'Études

Pour l'Obtention du  
**Diplôme De Licence Sciences Et Techniques**  
Spécialité : **Conception Et Analyse Mécanique**

Thème :

*Conception d'un système d'échappement d'air chaud émis par 4 compresseurs d'air à vis lubrifiée.*

Effectué à : **Compagnie des Boissons Marocaines et Internationales(COBOMI)**  
Casablanca

Présenté par :  
**CHAYEB MAHDI**  
**BRIKA IHAB**

Encadré Par :  
**Mr A. El BIYAALI (FST)**  
**Mr J. BAYAHYA (COBOMI)**  
**Mr M. TAOUFIK (COBOMI)**

Soutenu le **07/06/2016** devant le jury :

**A. El BIYAALI**  
**J. ABOUCHITA**

**A.U :2015-2016**

---

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES

B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

■ 212 (535) 60 80 14– 212 (535) 60 29 53 – Fax : 212 (535) 60 82 14

[www.fst-usmba.ac.ma](http://www.fst-usmba.ac.ma)

## REMERCIEMENTS

*Nous tenons à présenter notre très sincères remerciements à Monsieur le Directeur Général de l'entreprise d'avoir bien voulu nous accorder notre stage de fin d'étude au sein de l'entreprise.*

*Nous remercions et nous exprimons notre reconnaissance à notre encadrant académique **Mr. Ahmed El BIYAALI** pour ses conseils, ses remarques, sa disponibilité et son soutien tout au long de notre période du stage.*

*Nous remercions aussi notre encadrant **Mr. Jalal BAYAHYA**, Responsable maintenance, pour sa disponibilité à nous faire partager ses connaissances, son expérience et son savoir-faire qu'il nous a prodigués durant toute la période du stage.*

*Nos vifs remerciements également à **Mr. Mohammed TAOUFIK** et **Mr. Abdelkhalek El MOUBAKKIR** pour leur accompagnement tout au long de notre période du stage.*

*Nous témoignons nos profondes gratitudeux aux membres du jury, qui ont accepté de juger notre travail. Qu'ils trouvent dans ce travail le modeste témoignage de notre haute considération et notre sincère reconnaissance.*

*Finalement, nous remercions tous les personnes qui de près ou de loin ont contribué à l'accomplissement de ce travail.*

## Liste des Acronymes

***BIB : Bag in Box.***

***MP : Matière Première.***

***PF : Produit Fini.***

***COBOMI : Compagnie des Boissons Marocaines et Internationales.***

***CBGN : Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord.***

***ECCBC : Equatorial Coca-Cola Bottling Company.***

***MTBF : Mean Time Between Failure.***

***NABC : North Africa Bottling Company.***

***PET : Poly téréphtalate d'éthylène.***

***QQOQCP : Qui Quoi Où Quand Comment Pourquoi.***

***SCBG : Société Centrale des Boissons Gazeuses.***

***SOBOMA : Société des Boissons de Mauritanie.***

***VSD : Variable speed Drive.***

# Table des matières

<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE</b>	<b>7</b>
<b>CHAPITRE 1 : PRÉSENTATION ET PROCESSUS DE PRODUCTION</b>	<b>8</b>
<b>I. NABC</b>	<b>9</b>
<b>II. COBOMI</b>	<b>9</b>
1. Identification de COBOMI	10
2. Organigramme	11
<b>III. PROCESSUS DE PRODUCTION</b>	<b>12</b>
1. Traitement des eaux	14
2. Siroperie	14
3. Mise en bouteille	14
3.1. Machines utilisées dans le processus de production	15
<b>CHAPITRE 2 : THEORIE DES COMPRESSEURS D'AIR</b>	<b>17</b>
<b>I. Notion générale sur les compresseurs d'air</b>	<b>18</b>
1. Définition générale	18
2. Compresseur d'air à vis lubrifiée	18
2.1. Définition	18
2.2. Type des compresseurs à basse pression utilisés à COBOMI	19
2.3. Fonctionnement	22
3. L'utilité de l'air comprimé	23
3.1. Les vérins	24
3.2. Les moteurs pneumatiques	24
<b>CHAPITRE 3 : PROBLÉMATIQUE ET SOLUTION</b>	<b>25</b>
<b>I. QOOQCP</b>	<b>26</b>
1. Définition	26
2. Objectif de l'outil	26
3. Pourquoi l'utiliser	26
<b>II. Définition du problème</b>	<b>27</b>
1. La température	27
2. La consommation	27
2.1. La densité	27
3. L'humidité	28
4. Les taux de pannes	28
<b>I. Solution proposée</b>	<b>29</b>
1. Cahier de charges	29
1.1. Conception	30
1.2. Choix de matériaux	35
1.3. Fixation	37
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b>	<b>38</b>

## Liste des figures

<i>Figure 1 : Les différents sites de NABC</i>	9
<i>Figure 2 : Usine COBOMI</i>	10
<i>Figure 3 : Organigramme de la COBOMI</i>	11
<i>Figure 4 : Plan de l'usine COBOMI</i>	12
<i>Figure 5 : Processus de Production</i>	13
<i>Figure 6 : Traitement des eaux</i>	14
<i>Figure 7 : Préparation du sirop</i>	14
<i>Figure 8 : Souffleuse PET</i>	15
<i>Figure 9 : Rinceuse</i>	15
<i>Figure 10 : Soutireuse</i>	16
<i>Figure 11 : Étiqueteuse</i>	16
<i>Figure 12 : Dateuse</i>	16
<i>Figure 13 : Le Rotor du compresseur d'air à vis</i>	19
<i>Figure 14 : Compresseur ATLAS COPCO(132KW)</i>	19
<i>Figure 15 : Compresseurs INGERSOLL(90KW-132KW)</i>	20
<i>Figure 16 : Réservoir d'air humide</i>	20
<i>Figure 17 : Les différents sécheurs d'air utilisés</i>	21
<i>Figure 18 : Les composants du compresseur</i>	21
<i>Figure 19 : Admission</i>	22
<i>Figure 20 : Compression</i>	22
<i>Figure 21 : Extraction</i>	22
<i>Figure 22 : Cycle de fonctionnement du sécheur</i>	23
<i>Figure 23 : Mécanisme d'un vérin</i>	24
<i>Figure 24 : Moteur Pneumatique</i>	24
<i>Figure 25 : Vue 3D du système d'échappement</i>	30
<i>Figure 26: Vue Multiple 2D</i>	30
<i>Figure 27 : Vue de face avec Cotation en (mm)</i>	31
<i>Figure 28 : Gaine en Acier Galvanisé</i>	36
<i>Figure 29 : Rivetage</i>	37

## Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Fiche technique de la COBOMI</i>	10
<i>Tableau 2 : Clarification du problème</i>	26
<i>Tableau 3 : Taux de pannes annuelle</i>	29
<i>Tableau 4 : Contrat de phase</i>	35

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

*Dans l'économie marocaine, l'industrie agroalimentaire occupe la première place. Malgré les aléas de la crise, on observe une forte croissance du secteur grâce à la bonne tenue de la demande, aussi bien intérieur qu'extérieur. Ainsi l'agroalimentaire est le premier secteur manufacturier du pays, loin devant le textile et l'énergie. Il représente 30% de la production industrielle totale. Une production totale estimée à 75 Milliards de Dirhams.*

*La société **COBOMI** reste l'une des grandes sociétés du groupe **NABC**, le multinational leader dans le secteur des boissons gazeuses au Maroc, qui cherche constamment à améliorer la qualité de son produit, ses performances et son système de production dans le but d'augmenter la productivité avec efficacité.*

*Ce rapport comporte les étapes de développement de notre travail dans le cadre du projet de fin d'études, effectué à l'entreprise **COBOMI**, dont le thème est de concevoir un système d'échappement d'air chaud émis par 4 compresseurs à vis lubrifié.*

*Le premier chapitre de ce rapport contient une présentation générale du groupe **NABC**, puis l'organigramme hiérarchique et les différentes activités de **COBOMI** ainsi que sa présence dans le marché des boissons et finalement la description du processus de production.*

*Le deuxième chapitre comporte le contexte général du sujet qui décrit les types de compresseurs d'air ainsi que le fonctionnement des compresseurs à vis lubrifiée à basse pression et les causes qui réduisent la performance de ces derniers.*

*Le troisième chapitre est dédié à définir le travail réalisé afin d'optimiser le travail des compresseurs d'air.*

# **CHAPITRE 1 : PRÉSENTATION ET PROCESSUS DE PRODUCTION**

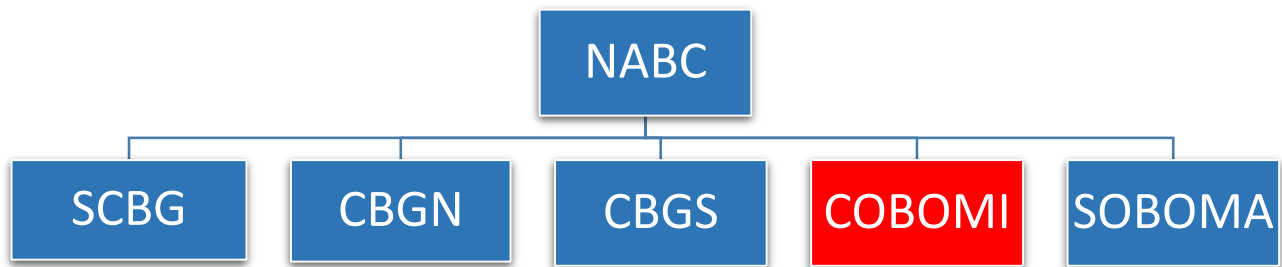
*« Ce chapitre est consacré à la présentation de l'entreprise d'accueil COBOMI, ses différents services, ainsi que son processus de production. »*



## I. NABC

Le Groupe *NABC* est le leader sur le marché des boissons gazeuses et premier Embouteilleur de *Coca-Cola* au Maroc, le Nord Africa Bottling Company (*NABC*) est un holding du groupe Equatorial Coca-Cola Bottling Company (*ECCBC*), présent sur 12 pays en Afrique dont le Maroc.

North Africa Bottling Company fut créée le 22/12/2003 suite au regroupement de trois embouteilleurs marocains : Société Centrale des Boissons Gazeuses «*SCBG*», Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord «*CBGN*», Compagnie des Boissons Gazeuses du Sud «*CBGS*» et de la Société des Boissons Mauritanienne «*SOBOMA*»



*Figure 1 : Les différents sites de NABC*

## II. COBOMI

La Compagnie des Boissons Marocaines et Internationales a été créé en Juin 1999, elle dispose actuellement quatre activités de production, les boissons gazeuses, les jus, l'eau de table et les boissons énergétiques, assurées par huit lignes



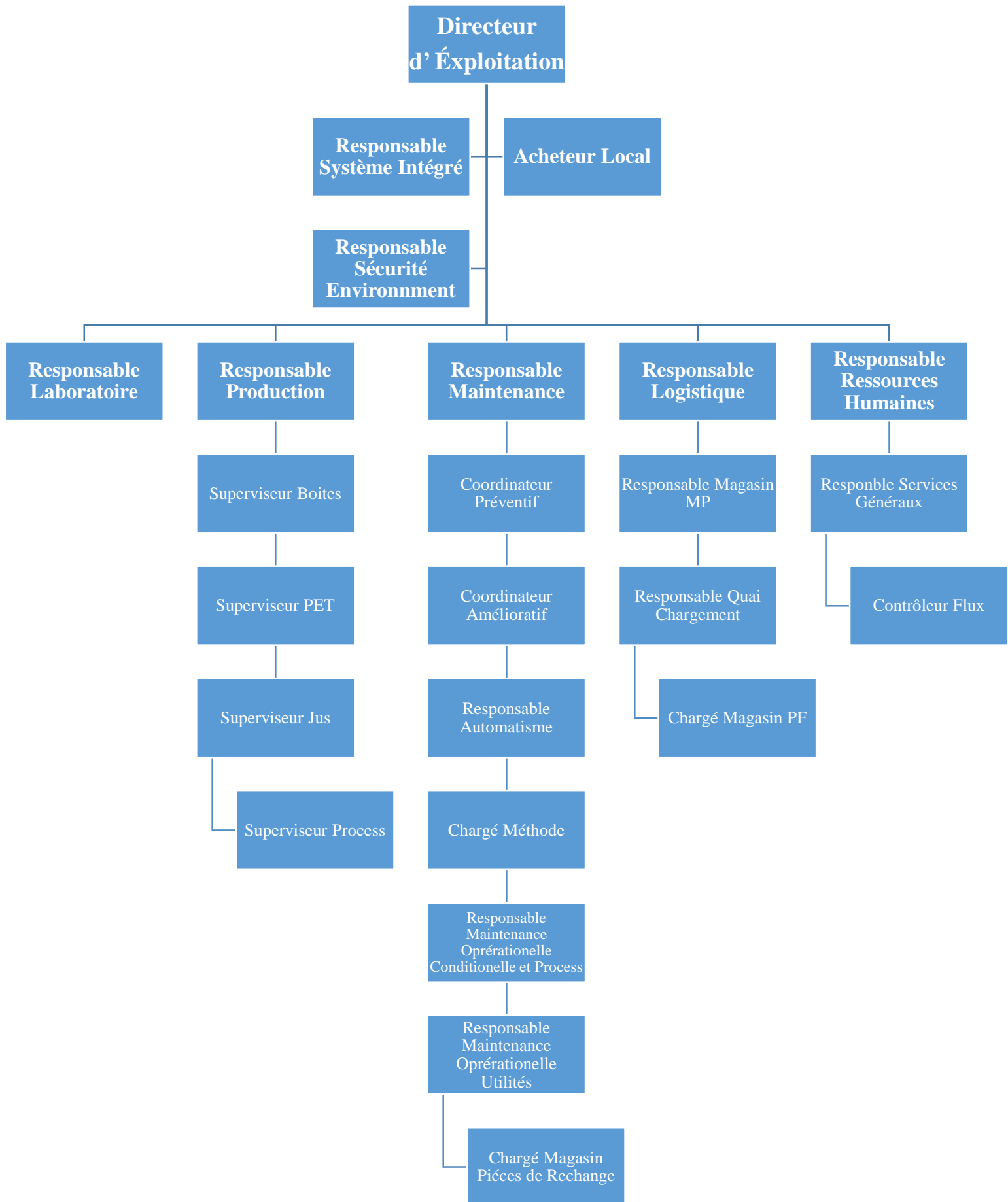
*Figure 2 : Usine COBOMI*

## 1. Identification de COBOMI

<b><i>Raison Sociale</i></b>	<b><i>Compagnie des Boissons Marocaines et Internationales</i></b>
<b><i>Forme Juridique</i></b>	<b><i>Société Anonyme</i></b>
<b><i>Date de Création</i></b>	<b><i>Juin 1999</i></b>
<b><i>Secteur d'activité</i></b>	<b><i>Agroalimentaire</i></b>
<b><i>Superficie</i></b>	<b><i>13.5 Hectares</i></b>
<b><i>Effectif</i></b>	<b><i>Environ 1000 salariés</i></b>
<b><i>Capital</i></b>	<b><i>521.889.000 Dirhams</i></b>
<b><i>CNSS</i></b>	<b><i>6282644</i></b>
<b><i>Identification Fiscale</i></b>	<b><i>01660911</i></b>
<b><i>Téléphone</i></b>	<b><i>0522 53 83 18</i></b>
<b><i>Fax</i></b>	<b><i>0522 53 83 48</i></b>
<b><i>Directeur d'Exploitation</i></b>	<b><i>Tarik El Bitar</i></b>
<b><i>Adresse</i></b>	<b><i>Technopole Aéroport Mohammed V, Zone industrielle Nouasseur, Casablanca</i></b>

***Tableau 1 : Fiche technique de la COBOMI***

## 2. Organigramme



*Figure 3 : Organigramme de la COBOMI*

### III. PROCESSUS DE PRODUCTION

COBOMI dispose actuellement de 8 lignes de production.

- 2 lignes de mise en bouteille des jus.
- 2 lignes de mise en bouteille des boissons gazeuses PET.
- 1 ligne de mise en bouteille des boissons gazeuses cannette 33cl.
- 1 ligne de mise en bouteille des boissons gazeuses et boisson énergétique cannette 25cl.
- 1 ligne de mise en bouteille des sirops concentrés BIB.
- 1 ligne de mise en bouteille de l'eau de table.

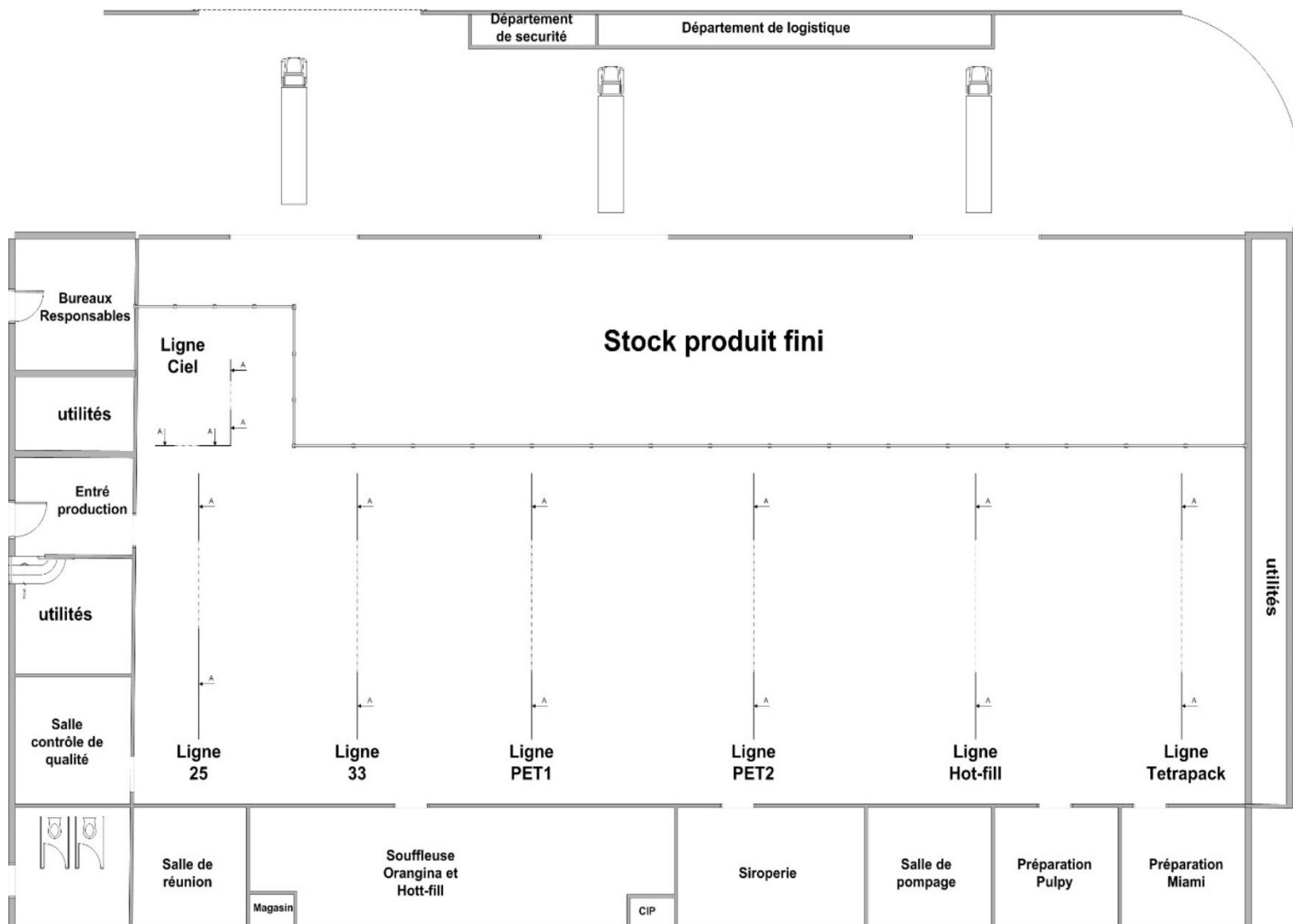
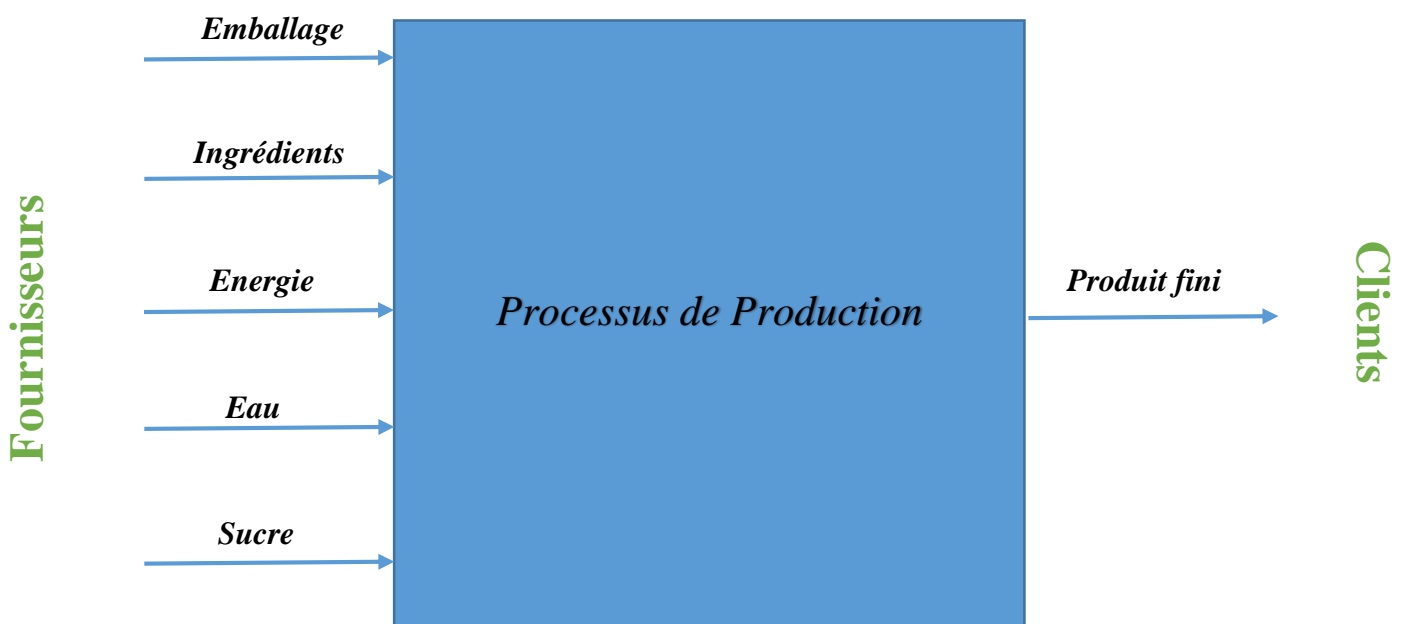


Figure 4 : Plan de l'usine COBOMI

Avant de traiter le sujet de notre projet, il est nécessaire de comprendre le processus de production. Pour cela cette partie comporte toutes les tâches principales du processus de production, ainsi que les machines et les outils de production utilisés dans chaque étape.

Le processus de production **COBOMI** se décompose en trois axes principaux :

- ☞ **Le traitement des eaux** : Dont le but est d'éliminer tous les constituants d'impureté susceptible d'affecter le goût et l'aspect du produit.
- ☞ **La siroperie** : Qui sert à la production du sirop en commençant par un sirop simple auquel on ajoute plusieurs ingrédients pour en fin donner un sirop fini.
- ☞ **Mise en bouteille (bouteilles plastique, cannettes, carton)** : Comme son nom l'indique, cette opération consiste à mettre chaque produit fini dans son emballage.



*Figure 5 : Processus de Production*

## 1. Traitement des eaux

La station de traitement des eaux constitue le point de départ du processus de production. Il est chargé d'alimenter l'usine par l'eau traitée nécessaire à la fabrication des boissons, au rinçage, à la sanitation des cuves de préparation et des circuits de canalisations des produits à chaque changement de parfum.

Le traitement des eaux consiste à éliminer les impuretés susceptibles d'affecter le goût et l'aspect des produits finis. Cette opération est assurée soit par l'injection des produits chimiques soit par l'utilisation des filtres.



*Figure 6 : Traitement des eaux*

## 2. Siroperie

La préparation du sirop est une étape principale dans le processus global de production des boissons.

L'eau traitée et le sucre constituent la matière première de cette préparation, le mélange de ces deux constituants est soumis à une température entre 70 et 75°C pendant 40 min afin de favoriser la dissolution du sucre et la pasteurisation du mélange, après plusieurs étapes de traitement, on obtient le mélange qui s'appelle sirop simple.



*Figure 7 : Préparation du sirop*

## 3. Mise en bouteille

Le processus de remplissage des produits finis varie selon le type des emballages utilisés et selon les produits finis. En général, l'usine utilise quatre catégories d'emballage.

- ☞ *Les bouteilles en plastique PET pour le remplissage de l'eau de table, les boissons gazeuses et le jus.*
- ☞ *Les caisses en carton pour le remplissage des jus.*
- ☞ *Les caisses en plastique pour les boissons gazeuses concentré*
- ☞ *Les canettes métalliques pour les boissons gazeuses et énergétiques.*

### 3.1. Machines utilisées dans le processus de production

Les machines les plus utilisées dans le processus de production sont les suivantes :

☞ La souffleuse : est destinée à fabriquer des bouteilles PET, Les préformes sont conduites vers la machine de fabrication par un élévateur en escalier, à l'entrée de la machine, les préformes subissent un chauffage dans un four qui contient des lampes à infrarouge, qui fixent les préformes et les fait tourner tout au long du four, pour qu'elles se ramollissent. A la sortie du four, une pince attrape la tête de la préforme et la conduit vers le moule muni d'une tige d'élongation qui entre dans la préforme pour lui donner la hauteur prévue. La préforme subit ensuite un pré-soufflage avec une pression de 7 bars, pour préparer la matière à subir une haute pression (40 bars) lors du soufflage. En fin de compte, les bouteilles sortent du moule et subissent un dégazage à l'air libre, et une fois soufflées, elles seront acheminées par un convoyeur vers la rinceuse.



*Figure 8 : Souffleuse PET*

☞ Rinceuse : Dotée de pompes d'injection qui permettent de rincer les bouteilles.



*Figure 9 : Rinceuse*



☞ Soutireuse : Elle sert au remplissage automatique et bouchage des emballages.



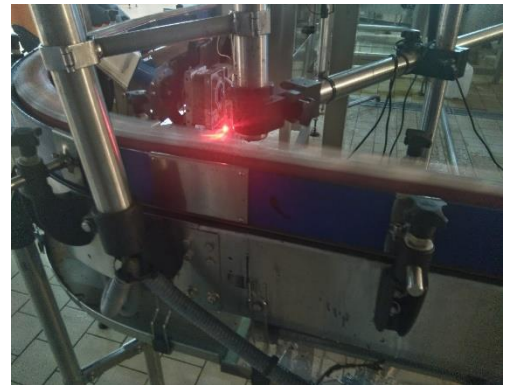
*Figure 10 : Soutireuse*

☞ Étiqueteuse : à l'aide d'un système mécanique, les colles sont injectées sur les étiquettes qui seront collées sur les récipients.



*Figure 11 : Étiqueteuse*

☞ Dateuse : La date de production, et la date d'expiration sont inscrites sur les bouchons des bouteilles.



*Figure 12 : Dateuse*



# **CHAPITRE 2 : THEORIE DES COMPRESSEURS D'AIR**

*« Ce chapitre est consacré à définir le contexte général de notre projet ainsi que sa problématique. »*

## I. Notion générale sur les compresseurs d'air

### 1. Définition générale

Un **compresseur mécanique** est un organe mécanique destiné à augmenter par un procédé uniquement mécanique la pression d'un gaz. Pour exercer la même fonction sur un liquide, quasi incompressible, on utilise une pompe.

L'air comprimé produit par un compresseur est saturé en humidité. On lui associe donc souvent un **sécheur d'air**. Lequel est un équipement technique utilisé pour réduire le taux d'humidité relative de l'air comprimé et éviter les problèmes liés à l'eau condensée ou à la corrosion dans un réseau d'air comprimé.

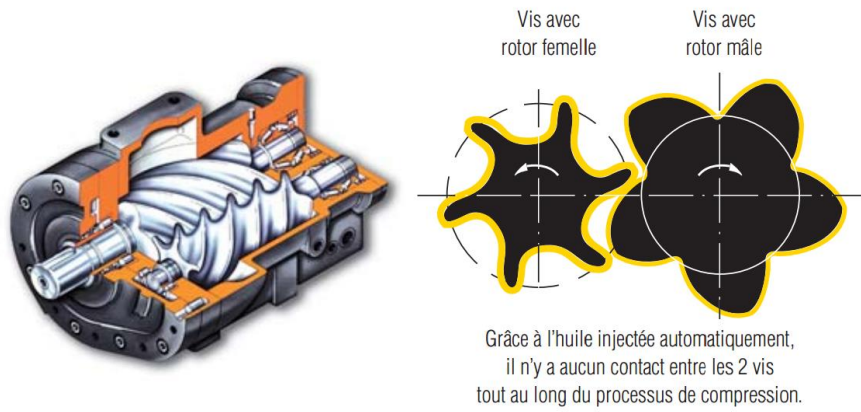
Il y a deux familles de compresseurs : **Compresseur Rotatif** et **Compresseur Alternatif**. Dans la première on retrouve les compresseurs *Scroll*, *à vis*, *à palettes*, et *à turbine*. Et dans la seconde les compresseurs *à pistons* et les compresseurs *hydrauliques*.

Dans notre cadre de sujet on va déborder le type de compresseurs rotatif et précisément **les compresseurs d'air à vis lubrifié** (basse pression) qui sont utilisés à **COBOMI** dans le but d'alimenter les vérins et les moteurs pneumatiques avec de l'air comprimé d'une pression de 7 bar qui sont utilisés au niveau des lignes de production.

### 2. Compresseur d'air à vis lubrifiée

#### 2.1 Définition

Le **compresseur à vis**, comme son nom l'indique, comporte deux vis hélicoïdales qui permettent de comprimer l'air. Comme pour le compresseur à piston, on joue ici sur une diminution du volume pour augmenter la pression. Mais contrairement aux pistons dans les cylindres qui utilisent des segments pour assurer l'étanchéité, il n'y a pas de frottement entre les vis mâle et femelle, c'est le film d'huile qui assure l'étanchéité.



*Figure 13 : Le Rotor du compresseur d'air à vis*

## 2.2. Type des compresseurs à basse pression utilisés à COBOMI

Il existe deux marques de compresseur d'air à vis au niveau de l'entreprise il s'agit de :

☞ *ATLAS COPCO*

☞ *INGERSOLL RAND*

Au niveau de la salle de compression on trouve 4 compresseurs à vis lubrifié avec une vitesse variable VSD NIRVANNA (basse pression) en ligne :

☞ 1 Compresseur *INGERSOLL RAND(90KW)*

☞ 2 Compresseur *INGERSOLL RAND(132KW)*

☞ 1 Compresseur *ATLAS COPCO(132KW)*



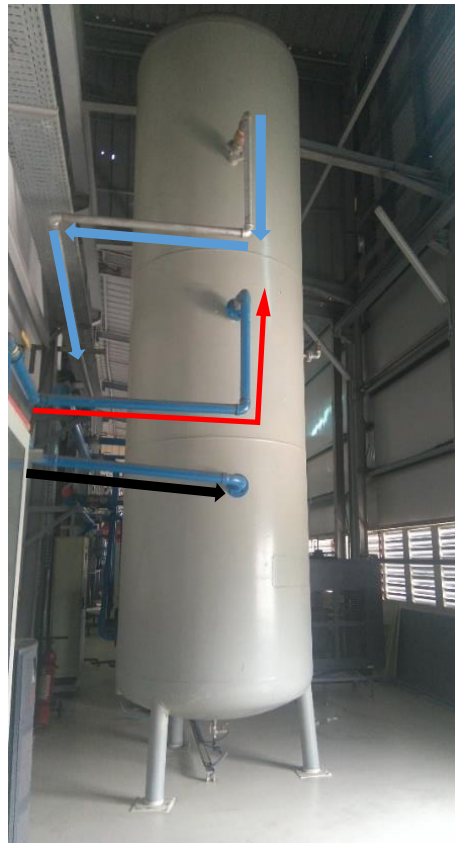
*Figure 14 : Compresseur ATLAS COPCO(132KW)*



*Figure 15 : Compresseurs INGERSOLL(90KW-132KW)*

- Ces 4 Compresseurs fonctionnent d'une façon alternative c'est-à-dire un compresseur fonctionne en étant un maître pendant une période définie et les 3 autres compresseurs fonctionnent comme étant des esclaves dans le but d'augmenter la durée de vie de ces compresseurs (MTBF uniforme).
- Tous ces compresseurs d'air permettent d'obtenir de l'air comprimé avec un débit de  $3200\text{m}^3/\text{h}$  mais humide qui est stocké dans un réservoir d'air humide.

- Sortie de l'air sec.
- Entré de l'air humide.
- Entré de l'air sec depuis les sécheurs.



*Figure 16 : Réservoir d'air humide*

- Ensuite l'air comprimé subit un séchage à l'aide des sècheurs d'air frigorifiques avec une température de 1.5°C.



Figure 17 : Les différents sècheurs d'air utilisés

### 2.3. Les composants du compresseur à vis

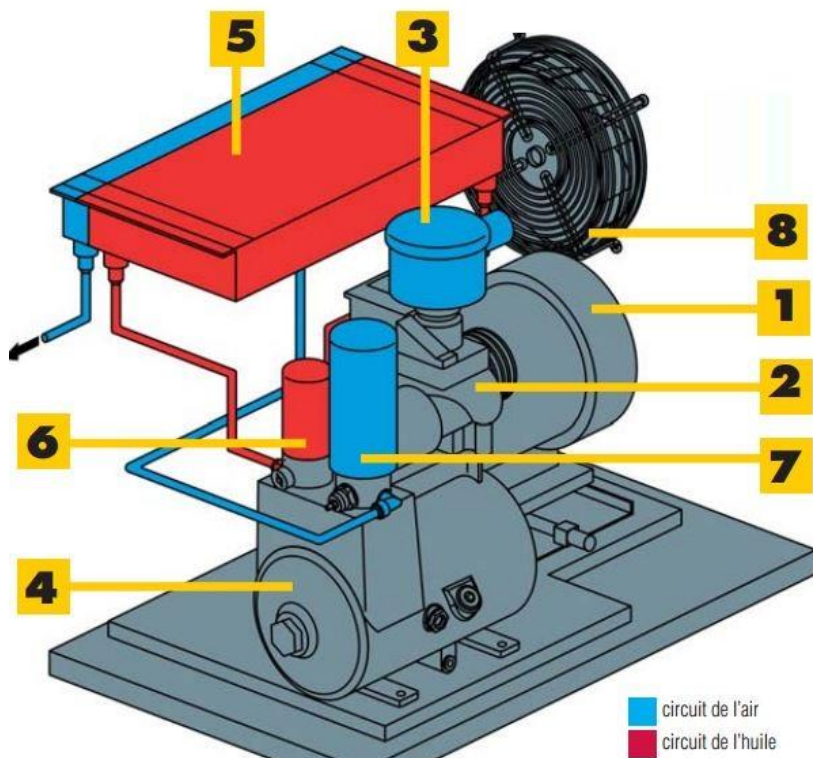


Figure 18 : Les composants du compresseur

- |                        |               |                  |
|------------------------|---------------|------------------|
| ① Moteur Electrique    | ② Bloc à vis  | ③ Filtre à air   |
| ④ Réservoir-Séparateur | ⑤ Radiateur   | ⑥ Filtre à huile |
| ⑦ Filtre-Séparateur    | ⑧ Ventilateur |                  |

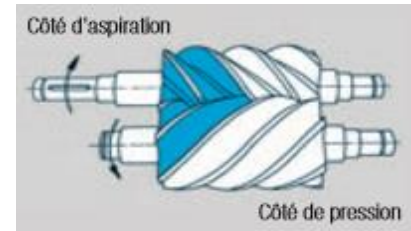


## 2.3. Fonctionnement

Pour obtenir de l'air comprimée sèche ce dernier suit de différentes étapes lors de la compression et séchage.

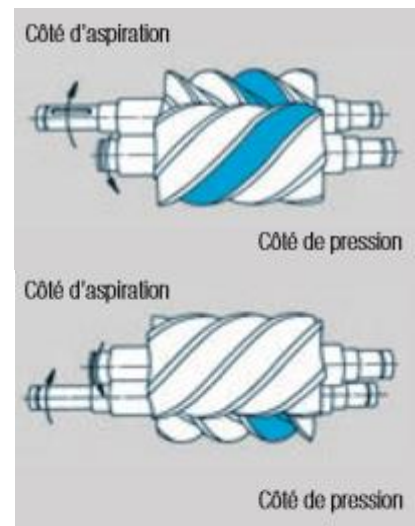
Au niveau du compresseur :

➤ **Admission** : L'air entre par l'orifice de prise d'air au même temps les pas des deux vis du rotor sont ouverts du côté de l'aspiration.



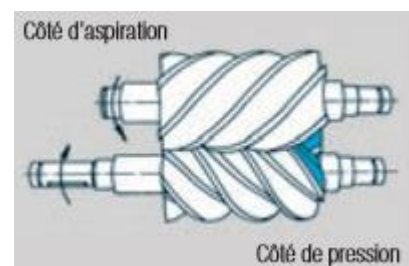
*Figure 19 : Admission*

➤ **Compression** : La rotation progressive des deux vis verrouille l'orifice de prise d'air donc le volume des chambres se réduit ce qui donne l'augmentation de la pression, au même temps l'huile est injecté pour lubrifier les vis rotoriques pour diminuer la température des vis à cause des frottements.



*Figure 20 : Compression*

➤ **Extraction** : La compression est terminée et on obtient un mélange air huile à température élevée.



*Figure 21 : Extraction*

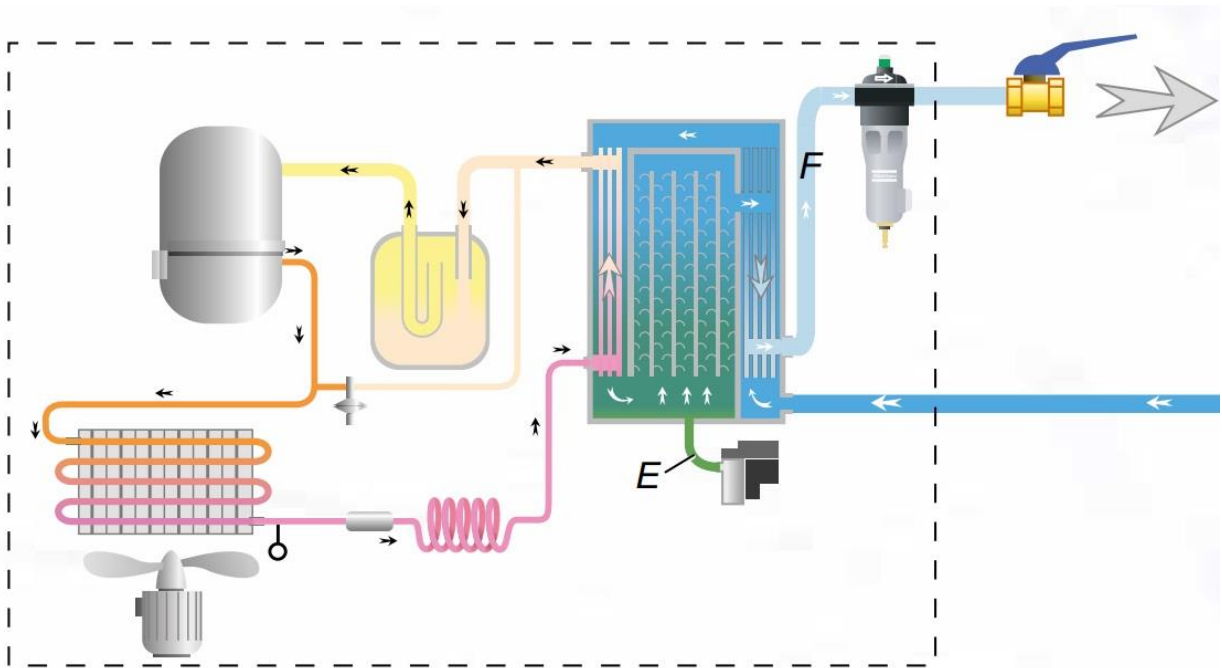
➤ **Séparation** : Le mélange air huile subi une séparation par gravité dans le séparateur puisque l'huile est plus lourde se dépose au fond puis passe vers le radiateur pour qu'il soit refroidie et filtré puis injecté à nouveau dans le bloc de la vis pour la lubrification (recyclage de l'huile), l'air humide aussi filtré passe vers le radiateur pour le refroidissement puis il subit une filtration.

## Au niveau du sécheur :

➤ **Sèchement** : Le système de sèchement contient un système de refroidissement et de condensation dont on trouve :

☞ *Chambre de sèchement où il y a de l'air comprimé humide.*

☞ *Système de refroidissement (1.5°C) qui passe à travers la chambre pour la condensation*



*Figure 22 : Cycle de fonctionnement du sécheur*

### 3. L'utilité de l'air comprimé

L'utilité de l'air comprimé au sein de **COBOMI** est destinée au fonctionnement des systèmes pneumatiques pour que ces derniers les transforment en énergie mécanique qui sera utile pour les différents mouvements (pousser, tirer, tourner, percuter...) au niveau des lignes de production (la souffleuse, la rinceuse, la soutireuse, l'étiqueteuse) à l'aide des vérins et moteurs pneumatiques.

### 3.1. Les vérins

C'est l'ensemble {tige, piston} qui se déplace dans un seul sens sous l'action d'un fluide ou de l'air sous pression, le retour se fait par d'autres moyens : les ressorts, une contre-pression, une charge...

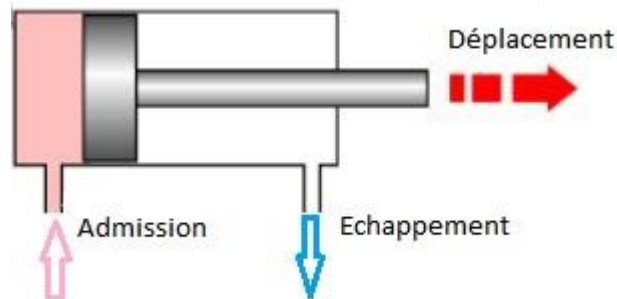


Figure 23 : Mécanisme d'un vérin

### 3.2. Les moteurs pneumatiques

Ce sont des moteurs de simples vérins permettant d'obtenir directement la rotation limitée (piston-crémaillère) ou continue (piston-vilebrequin, turbine).

Ces moteurs sont les plus utilisés de nos jours dans le domaine de l'industrie agro-alimentaire grâce aux différents avantages :

- ☞ *Le refroidissement en permanence par la détente de l'air qui l'alimente.*
- ☞ *Aucune émission polluante.*
- ☞ *Plus économique qu'un moteur électrique.*

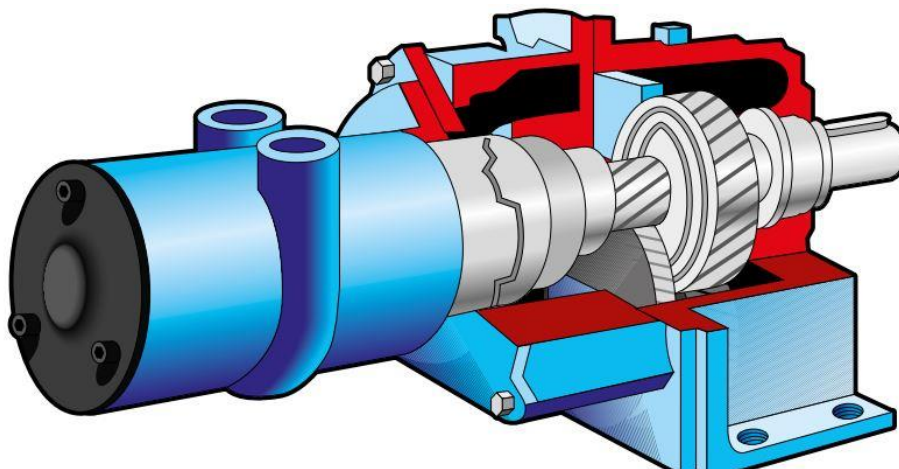


Figure 24 : Moteur Pneumatique



## **CHAPITRE 3 : PROBLÉMATIQUE ET SOLUTION**

*« Ce chapitre contient les problèmes que rencontrent le système ainsi qu'une solution d'optimisation pour ce dernier. »*

# I. QQQQCP

## 1. Définition

Le QQQQCP est un acronyme et un outil qui consiste à poser les questions suivantes :

***Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Et Pourquoi ?***

## 2. Objectif de l’outil

L'objectif est de se poser toutes les questions relatives à un problème afin d'en fixer le périmètre en vue d'une future démarche de résolution de problème. Il est utilisé dès lors que l'on cherche à avoir une vision complète d'une situation.

## 3. Pourquoi l'utiliser

C'est un outil qui cherche à rendre factuel et exhaustive la description d'un problème. C'est un outil simple et compréhensible de tous. Dans le cas de notre étude, cet outil peut être représenté dans le tableau 2 :

Qui	Service Maintenance, La production, La qualité, Le coût.
Quoi	Optimisation du taux de travail, Augmenter la performance, le rendement et le gain.
Où	Salle des compresseurs à basse pression (7 bars).
Quand	Quotidiennement.
Comment	Concevoir un système d'échappement d'air chaud pour diminuer le déclenchement des compresseurs à cause de la température très élevée.
Pourquoi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Le rendement est faible au niveau de la haute saison.</li><li>• La durée de vie diminue.</li><li>• Le coût de maintenance augmente.</li></ul>

*Tableau 2 : Clarification du problème*

## II. Définition du problème

### 1. La température

Le système de compression est un système pur mécanique, qui permet l'existence des frottements au niveau du rotor ainsi que la haute pression au niveau de ce dernier provoque l'augmentation de la température de l'air dans la salle et les compresseurs.

En effet, les compresseurs déclenchent de temps en temps, par conséquence la pression de l'air diminue ainsi que la qualité de l'air comprimé, ce qui cause l'arrêt des différentes machines utilisant comme source de fonctionnement l'air comprimé (Systèmes pneumatiques, Tetrapack, Soutireuse, Sertisseuse...), qui donne de graves conséquences au niveau du gain financière.

### 2. La consommation

Concernant l'optimisation de l'électricité on trouve que l'état de l'air a un rôle primordial sur la consommation de l'électricité et la durée de vie des compresseurs.

En comprimant de l'air la salle devienne de plus en plus chaude ce qui donne l'existence de l'air chaud plus que l'air froid donc lorsque le compresseur veut comprimer de l'air il aspire que de l'air chaud de la salle ce qui permet la surconsommation de l'électricité à cause de la densité de l'air.

#### 2.1. La densité

##### 2.1.1. Définition

La densité d'un corps est la quantité de matière qu'il contient dans un volume donné, autrement dit, c'est le rapport entre la masse d'un corps est son volume, on compare la densité des corps à celle de l'eau à 4 °C.

##### 2.1.2. L'air chaud est moins dense que l'air froid

L'air est un gaz qui possède aussi une densité. L'air chaud est moins dense que l'air froid car il contient moins de molécules d'air pour un volume égal.

Les molécules sont plus distancées les unes des autres à cause de leur agitation plus élevée. L'air chaud étant moins dense, il monte en altitude. Plus que l'air est chaud plus que la distance entre les molécules d'air est plus grande.

Donc on peut dire que pour obtenir de l'air comprimé à travers de l'air chaud il faut avoir comme admission un volume d'air plus grand, par contre si on utilise comme admission de l'air froid on utilise moins de volume d'air à cause de la densité, donc on économise de l'électricité et on augmente la durée de vie du compresseur.

### 3. L'humidité

#### *Premièrement qu'est-ce que c'est l'humidité ?*

L'humidité est de l'eau sous forme de vapeur qui fait partie de l'air. Sachant que la ville Casablanca est une ville où le pourcentage de l'humidité en moyenne est très élevé (80.5 %), donc cette dernière nous conduit vers le problème de la corrosion qui cause de différentes conséquences sur les matériaux

En effet, on doit prendre en considération cet obstacle au niveau du choix de matériaux du système d'échappement pour augmenter la durée de vie de ce dernier.

### 4. Les taux de pannes

L'utilité de ces compresseurs dans l'ensemble des équipements que possède **COBOMI** alimentent l'usine avec de l'air comprimé. Une panne survenue sur cet engin entraîne l'arrêt d'une unité de production à **COBOMI** l'arrêt d'une ligne impose le redémarrage du processus à partir de l'étape sanitation des lignes, donc non seulement c'est du temps perdu mais aussi du produit et du sirop rejetés.

Il faut donc rendre plus facile la collecte d'information et minimiser le temps d'intervention pour reprendre un fonctionnement. Des statistiques ont été faites sur le nombre de pannes et le temps d'arrêt sur une durée d'1 an des compresseurs à basse pression le résultat est le suivant :

<i>Type d'équipements</i>	<i>Nombre d'arrêts</i>	<i>Moyenne temps d'arrêts</i>
Compresseurs à vis	<b>117</b>	<b>90 min</b>

*Tableau 3 : Taux de pannes annuelle*

D'après cette statistique, nous avons remarqué que le temps des arrêts causés par les pannes est très important, donc nous avons constaté qu'on peut intervenir sur cette durée en convoyant ce système qui minimise le plus possible le déclenchement des compresseurs.

### III. Solution proposée

Face à tous ces problèmes, il est nécessaire de proposer une solution qui est la suivante :

Conception d'un système d'échappement d'air chaud émis par 4 compresseurs d'air à vis lubrifié qui permet de :

- ☞ *Réduire la température de la salle*
- ☞ *Diminuer les taux de pannes.*
- ☞ *Optimiser la consommation*
- ☞ *Augmenter le rendement*

#### 1. Cahier de charges

Pour cela, nous avons élaboré un cahier des charges qui présente les différentes étapes de réalisation d'un tel projet :

- ☞ *La Conception.*
- ☞ *Le Choix de matériaux et fixation.*

## 1.1. Conception

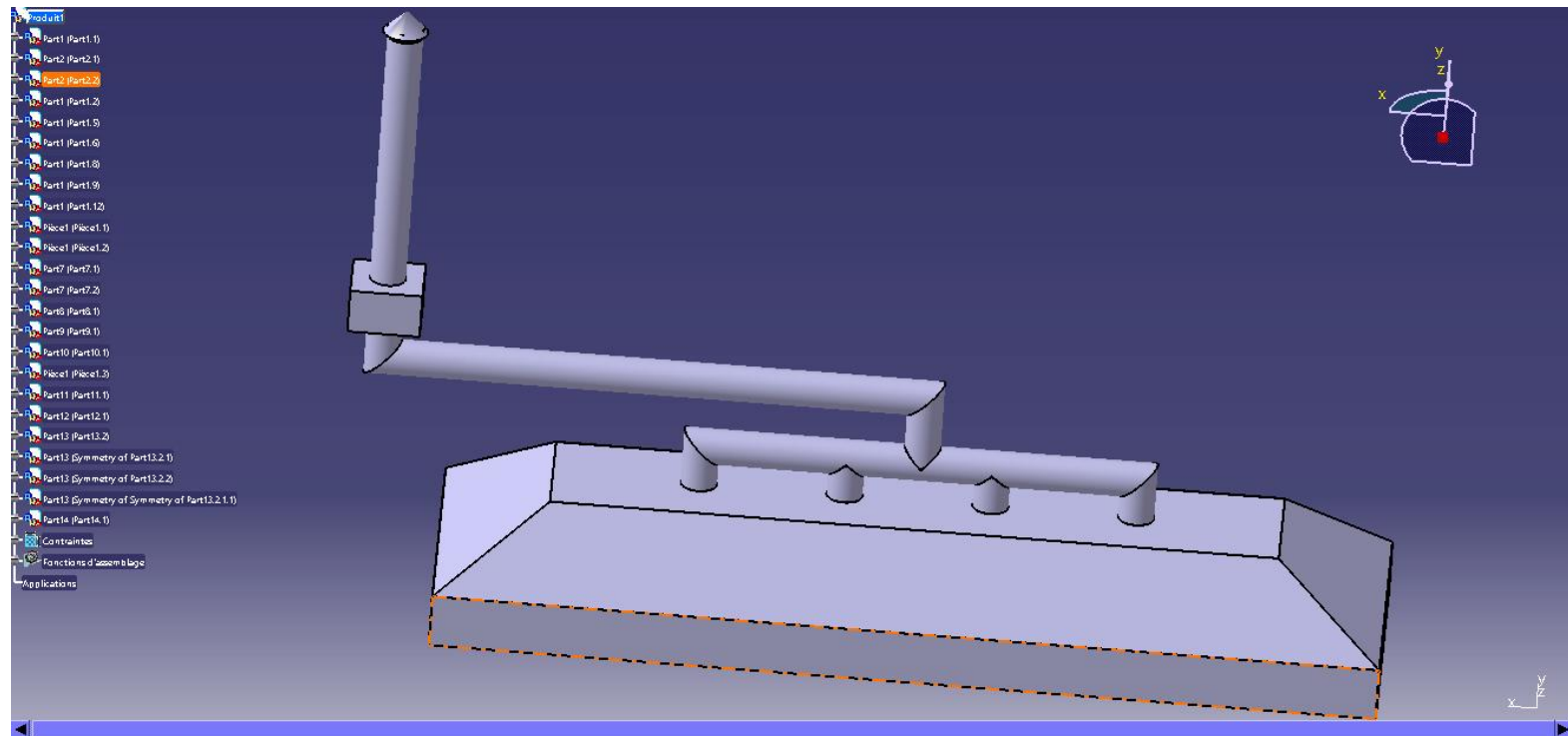


Figure 25 : Vue 3D du système d'échappement

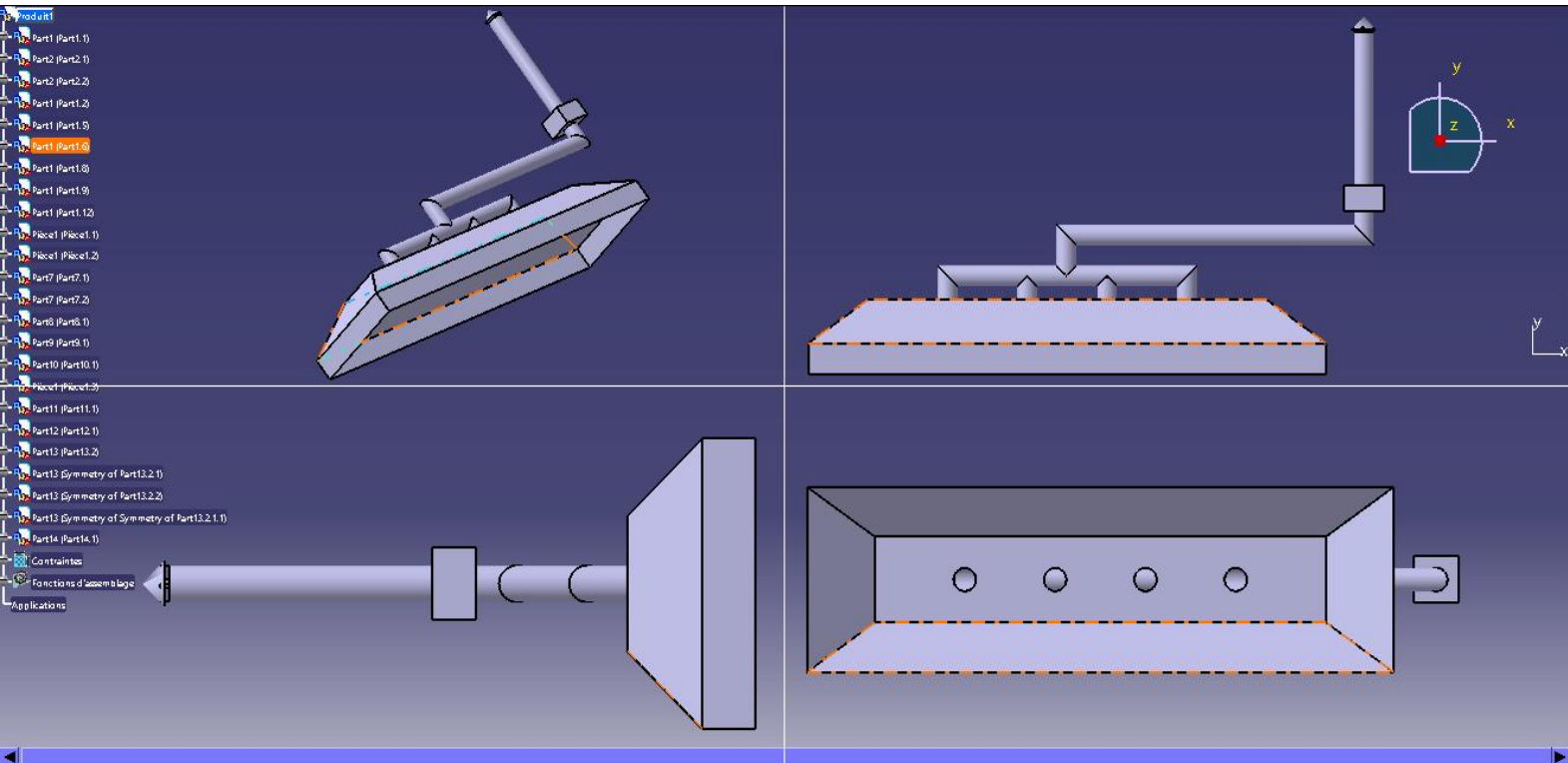
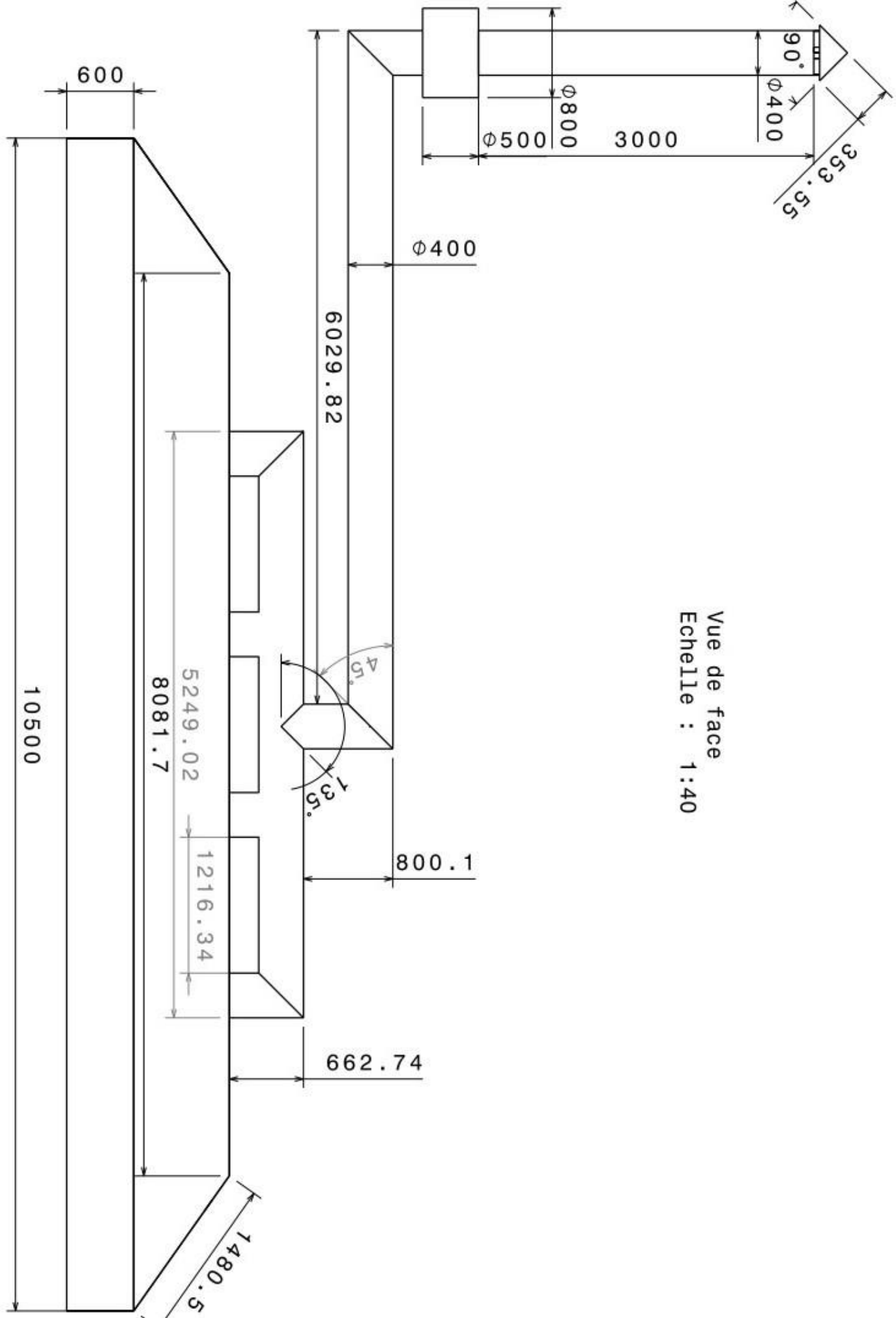


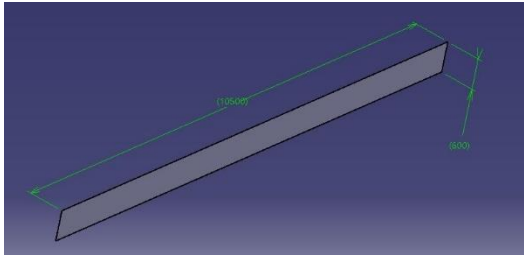
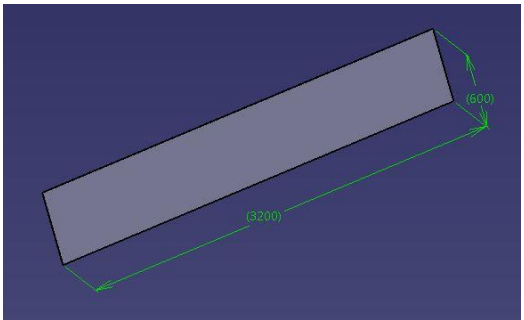
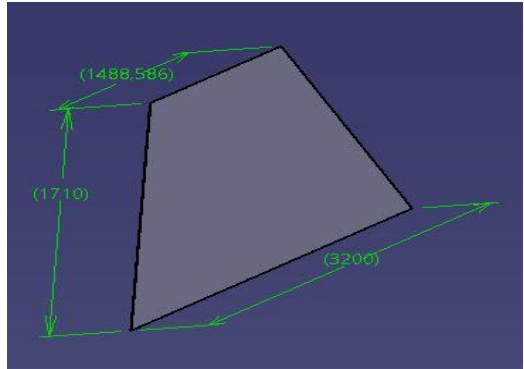
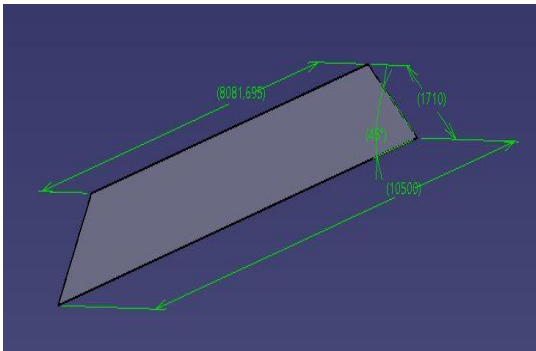
Figure 26: Vue Multiple 2D



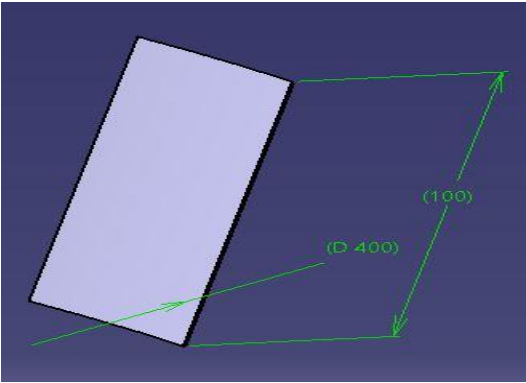
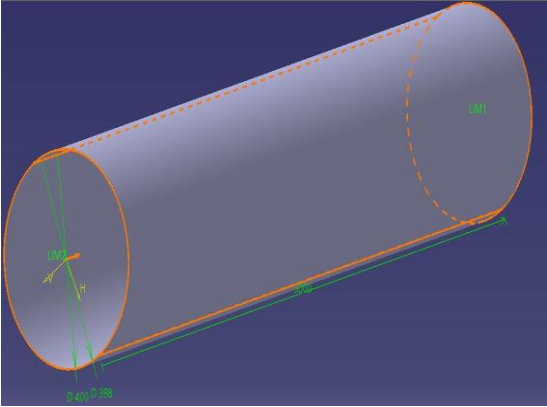
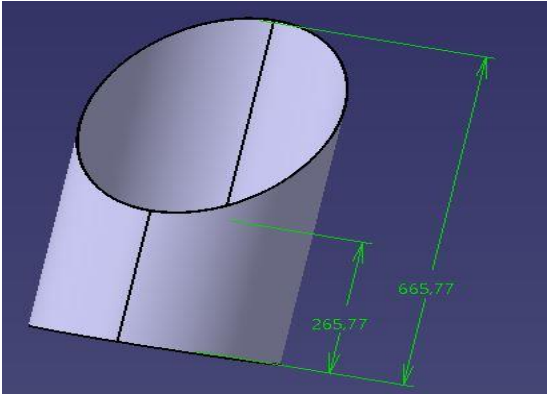
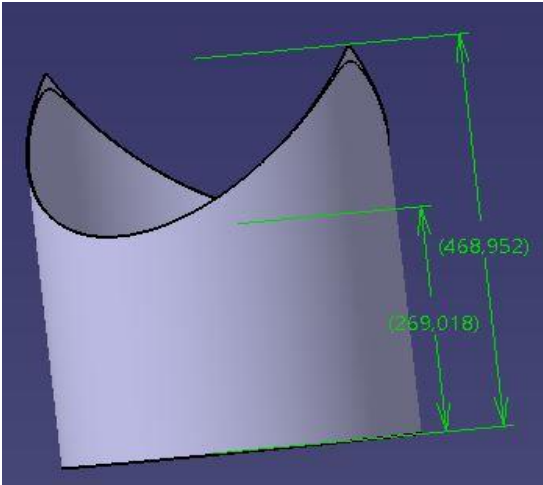
Vue de face  
Echelle : 1:40

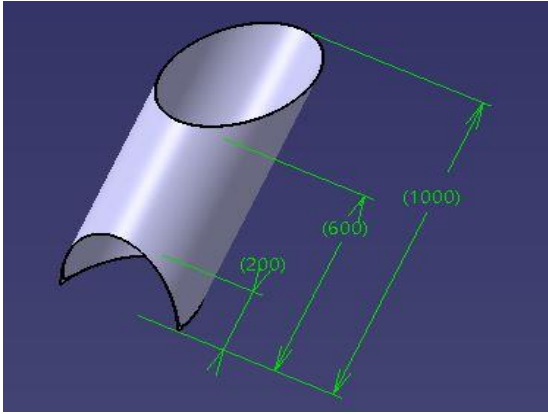
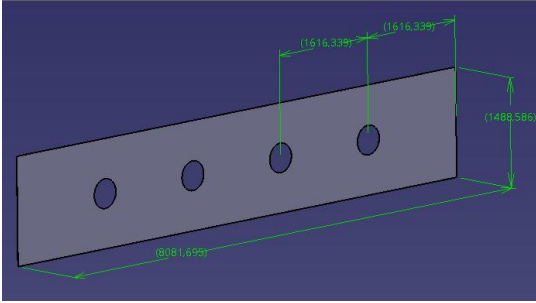
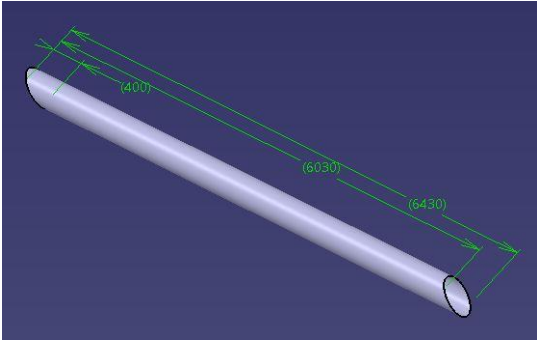
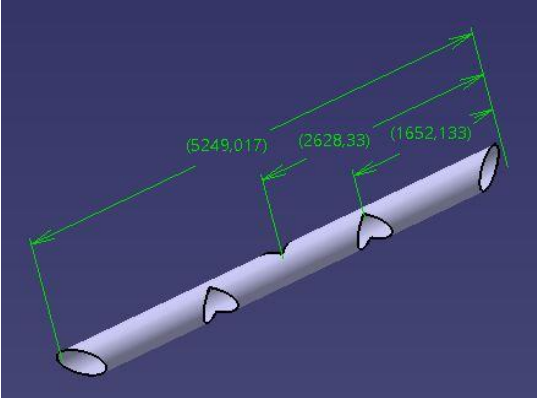
Figure 27 : Vue de face avec Cotation en (mm)

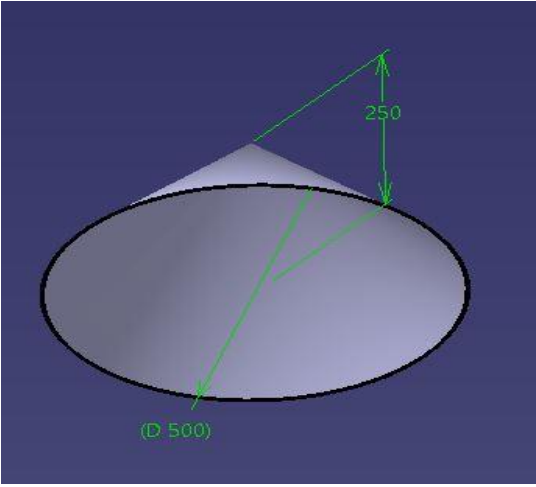
Ce système a été réalisé sur un logiciel de dessin industriel (CATIA CAO), ce dernier nous a permis de créer, analyser et d'assembler les différents composants conçus sur les ateliers *Part-Design*, *Assembly-Design* et *Drafting* qu'on peut les décrire dans ce tableau ci-dessous :

Pièce	Quantité	Illustration	Description
Tôle	2		Rectangulaire
Tôle	2		Rectangulaire
Tôle	2		Trapézoïdale
Tôle	2		Trapézoïdale



Tôle	4		Arc
Gaine	1		Cylindre
Gaine	2		Liaison chanfreinée
Gaine	2		Liaison Bi-chanfreinée

Gaine	1		Liaison chanfreinée en haut Bi-chanfreinée en bas
Tôle	1		Rectangulaire avec 4 trous
Gaine	1		Cylindrique avec deux liaisons chanfreinées
Gaine	1		Cylindre de liaison

Chapeau chinois	1		Protège en tout refoulement vertical
-----------------	---	---	--------------------------------------

*Tableau 4 : Contrat de phase*

## 1.2. Choix de matériaux

Pour le choix de matériaux nous avons pris en considération de différents critères qui sont :

- ☞ *Performance Thermique.*
- ☞ *Performance Acoustique.*
- ☞ *Fragilité.*
- ☞ *La dureté.*
- ☞ *La position et l'installation technique.*

Ces critères nous ont permis de sélectionner deux types de matériaux les plus utilisés dans ce type d'installation industrielle qui sont :

- ☞ *Acier Galvanisé.*
- ☞ *Aluminium Corroyé.*

Dans le tableau suivant nous allons décrire les propriétés de chaque matériau qui va nous permettre de prendre le bon choix de matériaux qui convient et le milieu de **COBOMI** :

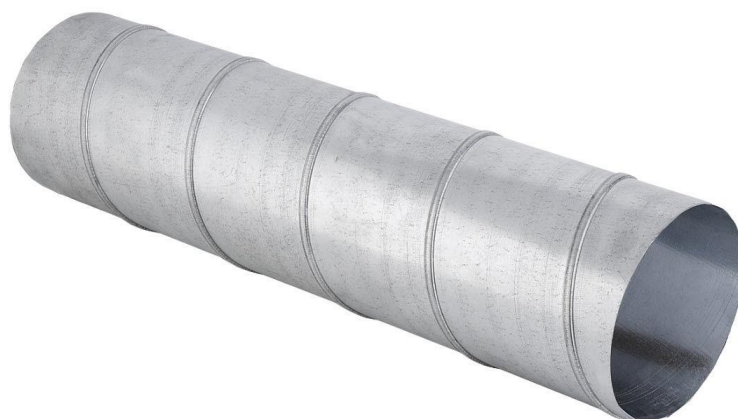
	<i>Température de fusion</i>	<i>Résistance à la Compression</i>	<i>Durété</i>	<i>Fragilité</i>	<i>L'installation</i>	<i>Mise en œuvre</i>
<i>Acier Galvanisé</i>	<i>850°C</i>	<i>3000 Pa</i>	<i>40 ans</i>	<i>Moins Fragile</i>	<i>Faux-Plafond</i>	<i>Rapidité</i>
<i>Aluminium Corroyé</i>	<i>658 °C</i>	<i>2002 Pa</i>	<i>30 ans</i>	<i>Plus Fragile</i>	<i>Faux-Plafond</i>	<i>Facilité</i>

*Tableau 5 : Comparaison entre l'Acier et l'Aluminium*

On peut conclure que le bon choix de matériaux s'agit de l'acier galvanisé qui est le plus utilisé au domaine de l'industrie d'après ce qu'il représente d'avantages que d'inconvénients

### *1.2.1. L'Acier Galvanisé*

L'Acier Galvanisé est un matériau qui appartient à la famille des aciers qui est alliage de fer et carbone recouvert d'une couche protectrice de zinc, il a un aspect métallique brillant ou mat, ainsi qu'il est utilisé dans les couvertures, les conduites de cheminées, les tôles et les structures de construction.



*Figure 28 : Gaine en Acier Galvanisé*

### 1.3. Fixation

Pour ce qui concerne le montage des parties qui forme le système, c'est préférable d'utiliser la méthode de rivetage dont le principe est d'assembler deux ou plusieurs éléments par écrasements d'une partie sur l'autre à l'aide des rivets.

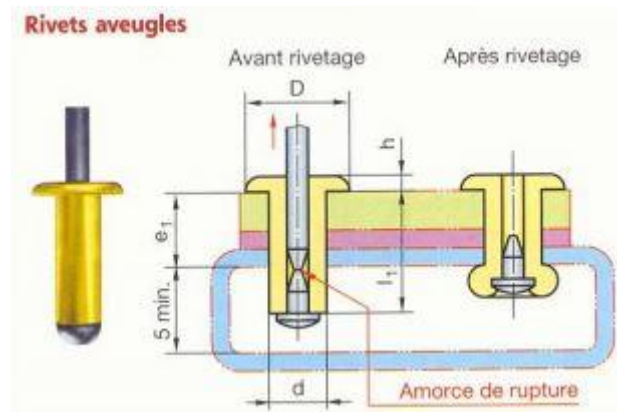


Figure 29 : Rivetage

Les rivets à expansion permettent d'assembler des pièces dans un seul côté accessible.

Les assemblages rivetés permettent d'obtenir économiquement une liaison encastrement indémontable d'un ensemble de pièce de matière d'un élément malléable (aluminium, cuivre, aciers, alliage de zinc...) dont la modification est faible de la structure de la matière.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

*Arrivant à la fin de notre projet de fin d'étude effectué au sein de la société COBOMI, concernant la conception d'un système d'échappement d'air chaud émis par 4 compresseurs d'air à vis lubrifiée, nous présentons le bilan du travail effectué.*

*D'abord, on a commencé par l'indentification des processus de production, ainsi que la représentation des organes participants dans le groupe NABC.*

*Puis, nous avons abordé le contexte général du projet qui s'agit de définir les différents types de compresseurs d'air, leurs fonctionnements, ainsi que l'utilisation de l'air comprimé dans les lignes de production.*

*Ensuite, on a analysé la situation actuelle et les problèmes qui génèrent le mal fonctionnement des compresseurs, ainsi que le gaspillage de l'énergie, et afin de déterminer les causes racines des problèmes identifiés précédemment, on a appliqué la méthode QQQQCP.*

*Enfin, nous avons proposé des actions correctives pour résoudre les problèmes de déclenchement des compresseurs qui causent l'arrêt des lignes de production en concevant un système qui permet le refroidissement de la salle des compresseurs tout en laissant échapper l'air émis par ces derniers vers l'atmosphère, la conception de ce système a été réalisé en tenant compte de différents critères tel que le choix de matériaux ainsi que la méthode de fixation.*

*Ce stage nous a permis d'entrer en contact direct avec le monde de travail et de mettre à l'épreuve nos compétences. C'était une occasion pour s'adapter avec les exigences et les contraintes du secteur industriel. La réalisation de ce projet nous a fourni la possibilité de mettre en pratique les connaissances acquises durant notre formation.*

## Bibliographie

### Ouvrages :

- *Atlas\_Copco\_Airmotors\_Catalogue\_UK\_2014\_1\_tcm6881188313.*
- *Brochure Compresseur Atlas Copco.*
- *Catalogue Air Comprimé 2014.*
- *Chevalier André - Guide du Dessinateur Industriel.*
- *Documentation interne de la COBOMI.*

### Webographie :

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Compresseur\\_m%C3%A9canique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Compresseur_m%C3%A9canique)
- <http://www.bricoleurdudimanche.com/fiches-materiaux/metaux/l-acier-galvanise.html#cLHMHY1RrRxEZc3.97>