

# MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

*Pour l'Obtention du*

Diplôme de Master Sciences et Techniques

Spécialité :

Génie Mécanique et Productique

## *Etude et Conception d'une machine de soufflage Des filtres à air*

*Présenté par :*

*EL AKRI samya*

*Encadré par :*

**Mr A .Seddouki,**

Professeur et chef de département Génie Mécanique, FST Fès

**Mr soufiane ETTARAK,**

Ingénieur du service MEA, Groupe OCP khouribga

*Effectué à :*

*OCP Khouribga*

***Soutenu le : Jeudi 20 Juin 2019***

**Le jury :**

- **Mr.A.Seddouki,** Faculté des sciences et techniques de FES
- **Mr.Belatik M,** Faculté des sciences et techniques de FES
- **Mr.Harras B,** Faculté des sciences et techniques de FES

**Année Universitaire : 2018-2019**

---

# Table des matières

Liste de figures et tableaux.....	3
Remerciements.....	4
Résumé.....	5

## Chapitre 1 : contexte du projet.

### Partie 1 : Présentation de l'entreprise.

Introduction générale.....	6
I. Aperçu général sur le groupe OCP : .....	11
I.1. Introduction : .....	11
I.2. Historique : .....	11
I.3. Fiche d'identification d'OCP:.....	11
I.4. OCP en chiffre : .....	12
I.5. Les différents sites d'activité au sein du royaume : .....	13
II. Organigramme du groupe OCP.....	14
III. Site d'exploitations minières de Khouribga : .....	14
III.1. Présentation de l'environnement d'exploitation de Khouribga : .....	14
III.2. Activités du Site : .....	14
IV. Service 325 : Bulls et Camions : .....	18

### Partie 2: Thématique Cahier de charge de besoin

I. Problématique et cahier de charge de besoin : .....	22
I.1. Activités station-service : GMAO, maintenance systématique .....	22
I.2. Fiche d'entretien : .....	25
I.3. Entretien des filtres à air : .....	26
I.4. Calendrier d'entretien : .....	28
I.5. Consommation des filtres bureau de méthodes : .....	29
I.1. Cahier de charge : .....	35
I.2. Circuit d'air : .....	36

## Chapitre 2: Etude et analyse d'une machine de nettoyage(analyse fonctionnelle).

---

I. Expression fonctionnelle des besoins .....	43
1. Recherche des besoins .....	43
2. Diagramme des affinités : .....	44
3. Analyse d'un produit de référence.....	45
4. Diagramme de FAST : .....	49
5. Spécification : .....	46
6 Cahier de charge fonctionnel : .....	49

**Chapitre 3:** Dimensionnement de la machine de nettoyage des filtres à air .

I. Introduction : .....	52
Product concept : .....	52
1. Comprendre le problème : .....	52
2. Décomposition du problème : .....	52
a) Filtre à air : .....	53
d) Tourner le filtre .....	57
e) Système de jet d'air : .....	57
f) Système de ventilation : .....	59
e) Cabine : .....	61
Conclusion.....	
Bibliographie.....	

---

## ***LISTE DES FIGURES :***

*Figure 1 : OCP bref-commercial*

*Figure 2: OCP en bref-production*

*Figure 3: les axes d'activité*

*Figure 4: Opération de foration par une sondeuse sk5*

*Figure 5: Opération du sautage par des explosifs*

*Figure 6 : Opération de décapage par dragline 8400*

*Figure 7: Opération de défruitage par la pelle 191M*

Figure : Défruitage du phosphate

*Figure 8: Transport du phosphate par les camions*

*Figure 9: Organigramme et activités du service 325*

Figure 1 : station-service 325

Figure13 : Circuit d'air moteur KTTA

Figure14 : Aftercooler en montage centrale

Figure15 : Circuit d'échappement

Figure16 : Intérieur cabine PF1000

Figure17 : filtre à air sur inventor

Figure18 : performance du filtre a air.

Figure 19 : Activités de la maintenance au service.

Figure 20 : station-service 325

Figure21 : Processus d'exploitation de la maintenance systématique.

Figure22 : boitier du filtre

Figure23 : indicateur de colmatage

Figure24 : Système de pré-filtration d'air

Figure25 : Entretien filtre primaire

Figure26 : Nettoyage des filtres à air

Figure27 : Bon d'OT pour sortie

Figure 28 : Diagramme de a consommation des filtres à air des engins

Figure29 : filtre primaire AF879 (référence fabricant)

---

Figure 30: Digramme de FAST  
Figure 31 : Filtre à air sur inventor  
Figure 32 : performance du filtre à air.  
Figure 33 : spécification de filtre à air.  
Figure 34 : Moteur asynchrone  
Figure 35: Spécifications du filtre à air à cartouche  
Figure 36 : Filtres à air à cartouche  
Figure 37 : Serrage du filtre par vis  
Figure 38 : pièces sur inventor  
Figure 39 : courroie striée.  
Figure 40 : Buse d'air modèle 47004  
Figure 41 : Spécification buse  
Figure 42 : Buses d'air avec deux orifices d'alimentation  
Figure 43 : système de ventilation  
Figure 20: moteur asynchrone  
Figure 21: spécifications du filtre à air à cartouche  
Figure 22 : filtre à air à cartouche  
Figure 23 : serrage du filtre par vis  
Figure 24 : pièces sur inventor  
Figure 25 : courroie striée  
Figure 26 : buse d'air modèle 47004  
Figure 27 : spécification buse  
Figure 28 : buse d'air avec deux orifices d'alimentation  
Figure 29 : cabine de soufflage sur Inventor  
Figure 30 : Assemblage sur inventor

## **LISTE DES TABLEAUX :**

Tableau 1 : Planification d'entretien  
Tableau 2 : Etat et statut d'ordre de travail.  
Tableau 3 : consommation des filtres à air du mois de septembre  
Tableau 4 : consommation des filtres à air du mois de novembre

---

Tableau 5 : consommation des filtres à air du mois de décembre

Tableau 6 : désignation des filtres à air des engins

Tableau 7 : code référence fabricant des filtres à air

Tableau 9 : Génération des types des filtres à air avec un code référence

Tableau 10 : composants révisés au moment de présence de poussière dans un circuit d'air

---

# Remerciements

Je m'adresse à toute les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce projet, toutes mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Je tiens à remercier tout particulièrement mes tuteurs de stage **Mr. Soufiane ETTARAK** pour son accueil au sein de l'entreprise. Il m'a permis, grâce à ce stage, d'aborder différentes phases d'industrialisation d'un nouveau produit avec tous les problèmes que cela implique. Je le remercie, également, pour sa disponibilité, ses conseils, sa collaboration et pour toutes les expériences, en dehors du PFE, qu'il m'a permises d'acquérir.

Ensuite, je remercie **Mr A. Seddouki**, mon encadrant à la FST de Fès, qui m'a formé et accompagné tout au long de cette expérience professionnelle avec beaucoup de patience et de pédagogie.

Je remercie, plus généralement, l'ensemble du personnel ainsi que tous les gens de différentes sections de travail et plus précisément Monsieur **Driss IBNOU MOBARAK**, **Mr jouhari BENMOUINA** et **Mr. Nourreddine EL ASRI** Avec lesquels j'ai pu collaborer au cours de cette période. Ils m'ont permis de mener à bien mon projet et m'ont fait profiter de leurs expériences respectives.

Finalement, j'exprime ma gratitude et mon profond respect à toutes les personnes qui, par leurs efforts, ont collaboré au déroulement de mon stage de P.F.E dans les meilleures conditions.

Je remercie vivement tous les professeurs de la Faculté des sciences et techniques de FES, ainsi que les membres du jury.

---

## *Résumé :*

Ce projet est conçu pour la conception d'une machine de soufflage et dépolluissage permettant le nettoyage des filtres à air des engins, en premier nous étudions clairement le thème de sujet proposé, plus précisément le grand problème d'entretien des filtres à air se présente au niveau de la poussière rejeté à l'atmosphère, ainsi que le mauvais nettoyage du filtre peut causer l'endommagement du filtre, alors l'entreprise souffre d'une consommation des filtres trop élevé.

## *Abstract :*

This project is designed for blowing and dusting machine allowing the cleaning of the air filters of the machines, first we clearly study the theme of proposed subject, specifically the major problem of maintenance of air filters is presented on the dust released to the atmosphere, as well as the worst cleaning of the filter can cause the damage of the filter, however the company suffers from a too high consumption .



# Introduction générale

D'une manière systématique les filtres à air des engins devraient être contrôlés régulièrement, l'intervalle de contrôle dépend des conditions environnementales, ils devraient être contrôlés quotidiennement et nettoyés dès que nécessaire, plus précisément on les nettoie les plus souvent lorsque la machine est exploitée dans un environnement poussiéreux.

L'élément secondaire de filtre doit être remplacé au moment du troisième entretien de l'élément primaire ou lorsque l'indicateur de colmatage est marqué en plage rouge ou si la fumée devient noire à l'échappement ceci indiquera qu'il n'y a pas d'air suffisant qui rentre.

Lors du soufflage des filtres, il est indispensable de récupérer les poussières à la source, si l'on veut éviter de rejeter celles-ci dans l'atmosphère.



Avant le soufflage des filtres, il est indispensable de

- Rechercher des trous sur les filtres
- Regarder à travers les filtres en direction d'une lumière vive.
- Rechercher des joints endommagés ou des pièces métalliques bosselées.

Si le filtre est endommagé, il doit être remplacé.

Les filtres à air sont nettoyés par un jet d'air comprimé, ce dernier peut provoquer des blessures lors de nettoyage, autrement dit si le pistolet n'est pas maintenu correctement, l'air sous pression peut blesser l'opérateur, dans des cas le risque peut être trop élevé.

L'opération se fait manuellement et la poussière est évacuée en plein air, de cette manière le nettoyage pose un véritable problème pour l'opérateur. Alors il est indispensable de proposer d'autres moyens de nettoyage des filtres à air ?



---

Le grand souci d'entretien des filtres pour l'entreprise se présente au niveau de nettoyage, pour que le filtre soit réutilisable, cette opération nécessite un mode opératoire très précis en prenant en considération la sécurité de l'opérateur.

Ce projet consiste en conception d'une cabine de soufflage et dépoussiérage permettant de collecter les poussières et de les ensacher au niveau du poste de travail. Il sera alors plus commode d'y apporter une solution de recyclage appropriée.

Le présent manuscrit est constitué de trois parties essentielles :

- **Chapitre 1** : Contexte du projet
  - ❖ **Partie 1** : Présentation d'entreprise.
  - ❖ **Partie 2** :Thématique et l'expression du besoin .
- **Chapitre 2**: Analyse fonctionnelle
- **Chapitre 3**: Modélisation de la cabine et prototype CAO.

---

# Chapitre 1

## Partie 1 :

Présentation de l'entreprise

## I. Aperçu général sur le groupe OCP :

### I.1. Introduction :

Leader mondial sur le marché du phosphate et de ses produits dérivés, et première entreprise du Royaume, le groupe OCP opère sur les cinq continents. Son ouverture traditionnelle sur l'international, depuis sa création en 1920, le pousse tout naturellement à développer, en permanence, des capacités d'adaptation, de flexibilité et d'anticipation pour pouvoir répondre aux exigences de plus en plus fortes des clients dans un marché très concurrentiel.

### I.2. Historique :

Les phosphates marocains sont exploités dans le cadre d'un monopole d'état confié à un établissement public créé en août 1920.

En 1965, avec la mise en service de Maroc Chimie à Safi, le Groupe devient également exportateur de produits dérivés.

A partir de 1975, il devient Groupe Office Chérifien des Phosphates.

En 1998, il franchit une nouvelle étape en lançant la fabrication et l'exportation d'acide phosphorique purifié.

**En 2008 création de l'OCP SA.**

### I.3. Fiche d'identification d'OCP:

Raison sociale	OCP Khouribga
Forme juridique	SA
Date de création	OCP : 1920 Groupe OCP : 1975 OCP SA : 2008
Capital	6,9 milliard de dollars
Production	Phosphate et dérivés phosphatés (acide phosphorique, engrais)
Sites de production	- Phosphate : Khouribga, Ben guérir, Youssoufia, Boucraâ-Laâyoune - Dérivés : Safi, JarLasfar (traitement chimique)
Ports d'embarquement	Casablanca, JorLasfar, Safi, Laâyoune
Réserves de phosphate	¾ des réserves mondiales

#### I.4. OCP en chiffre :

- Commerciale :

La stratégie commerciale d'OCP est basée sur la pro-act-ivité et la facilité d'adaptation. Elle contribue au développement commerciale du payé à l'échelle continentale et mondial grâce à ces activité génératrice de forte valeur ajouté.



Figure 10 : OCP bref-commercial

- Production :

Concernent l'activité de production, l'OCP dispose de plus grande installation industrielle conçue selon les meilleurs standards internationaux en terme de matière de processus, technologie et d'outil industriel. Les produits proposés par le groupe sont de trois variétés comme l'illustre la figure suivante :

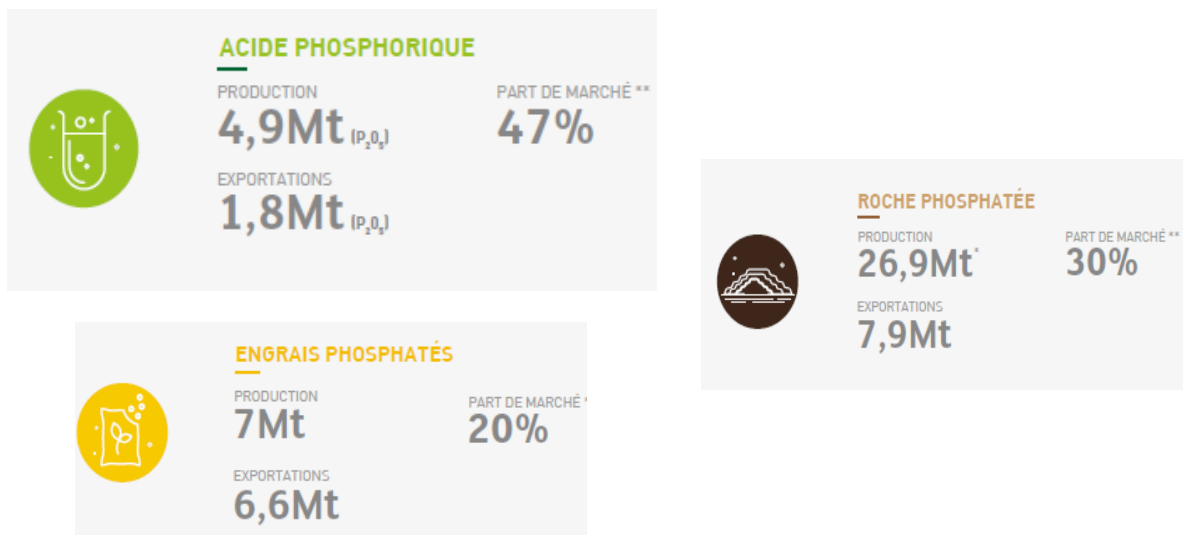


Figure 11: OCP en bref-production

### I.5. Les différents sites d'activité au sein du royaume :

Comme c'est le seul exploitateur des phosphates au Maroc. L'OCP adopte une stratégie d'extraction et de transformation qui lui permet une production de plusieurs variétés à fin de répondre aux besoins clients, cette stratégie repose sur la division des points de production en trois axes :

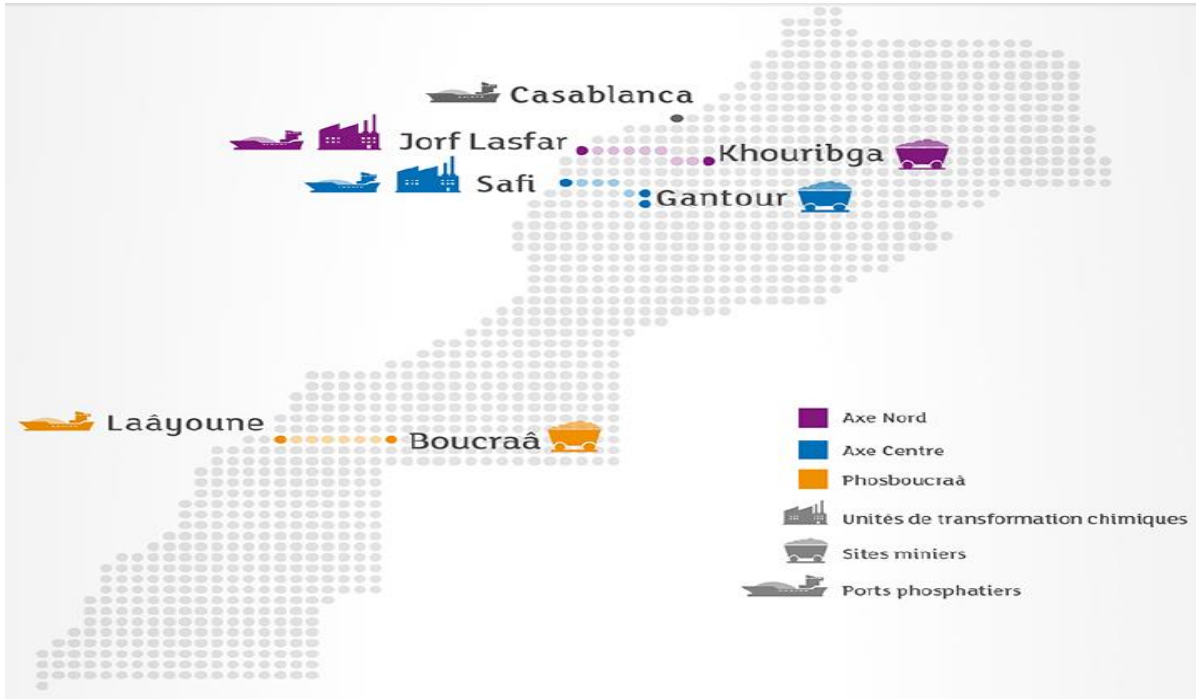
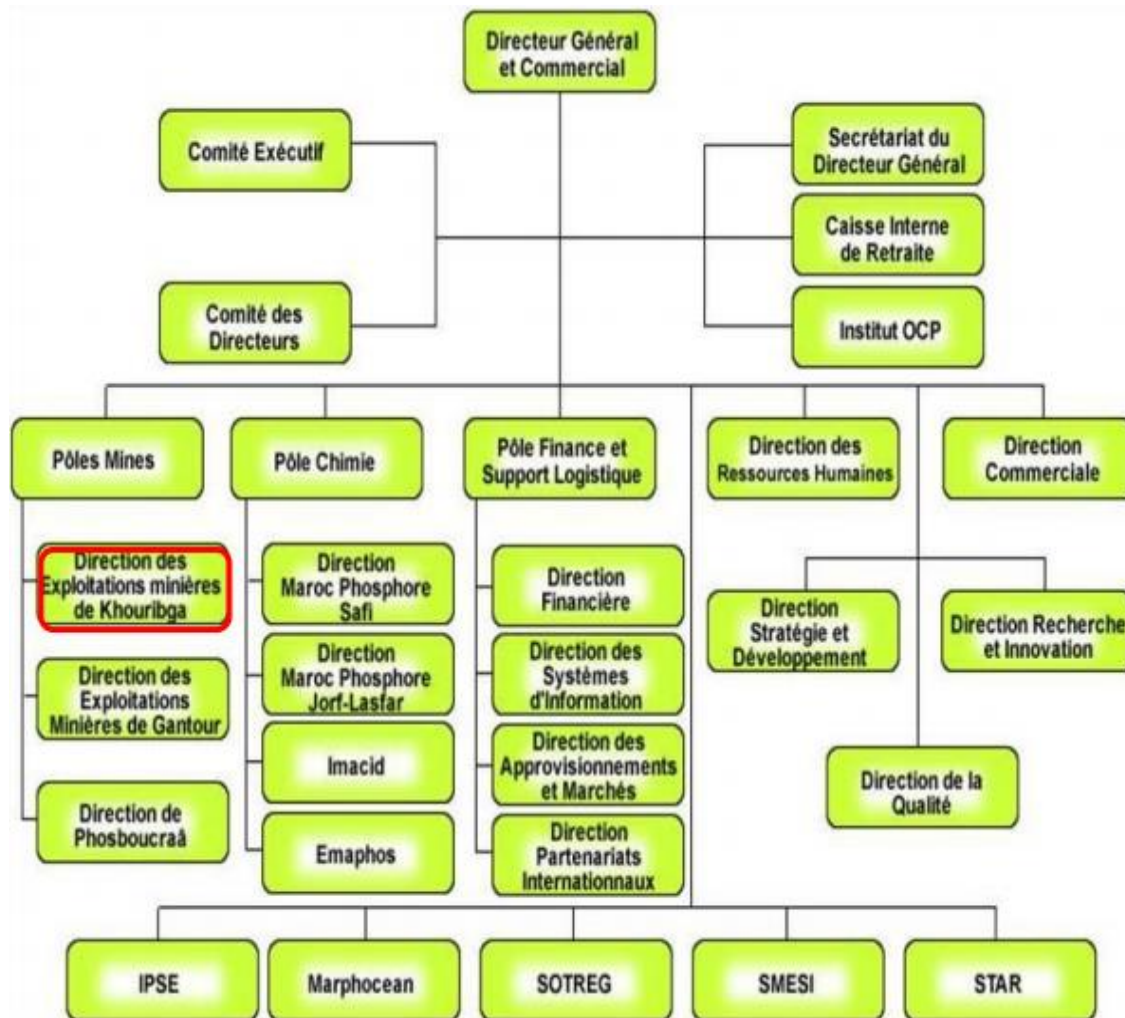


Figure 12: les axes d'activité

## II. Organigramme du groupe OCP

L'organigramme de la société est comme suit :



## III. Site d'exploitations minières de Khouribga :

### III.1. Présentation de l'environnement d'exploitation de Khouribga :

A 120 Km au sud-est de Casablanca, Khouribga constitue la plus importante zone de production de phosphate du Groupe OCP.

Le site minier comporte deux zones d'extraction : Merah El AHRACH (MEA), Sidi Chennane et quatre zones de traitements :

- ❖ Opération de séchage : OUED ZEM (COZ) et BENY IDIR.
- ❖ Opération de lavage : Laverie MEA et la laverie DAOUI

### III.2. Activités du Site :

#### ❖ Extraction du phosphate :

La méthode d'extraction du phosphate à ciel ouvert comporte une série d'opération : la foration, le sautage, le décapage, le dé-fruitage et le transport du phosphate. Ces opérations sont décrites comme suit :

---

### La foration :

On appelle foration l'opération consistant à forer des trous verticaux dans une portion de terrain donnée, suivant une maille : fragmentation bien déterminée, cela dépend de la nature du terrain concerné (résistance, puissance, densité...)

Cette opération est effectuée par des sondeuses électrique sur chenilles ou sur pneu. Dans les mines découvertes de Khouribga, la foration des trous se fait avec un diamètre de 9 pouces.



*Figure 13: Opération de foration par une sondeuse sk5*

### Le sautage :

C'est l'opération qui consiste à remplir les trous forés par l'explosif en tenant compte d'un mode de chargement approprié afin d'abattre le massif rocheux. L'explosif employé à MEA est l'ammonix, c'est un explosif sécuritaire, économique et facile à mettre en œuvre.





*Figure 14: Opération du sautage par des explosifs*

Le décapage :

Cette opération consiste à enlever le « morts terrains » (stériles) qui recouvrent le premier niveau phosphaté exploitable. On distingue les méthodes suivantes :

- Décapage par bulls : Il consiste à pousser le volume d'une tranchée de largeur déterminée dans la tranchée du circuit précédent ou à l'extérieur du gisement dans le cas des affleurements.
- Décapage par dragline : Il consiste à casser les déblais des « morts terrains » dans la tranchée déjà exploitée. Ce mode de décapage est pratiqué lorsque le recouvrement est important au point que les bulls ne peuvent le pousser.



*Figure 15 : Opération de décapage par dragline 8400*

### Le défruitage et le transport du phosphate :

Le défruitage consiste à gerber puis charger et transporter le phosphate par des camions bennes de grande capacité du chantier vers les trémies d'épierreage.

La liaison entre ces différents points est assurée par un réseau de pistes.



*Figure 16: Opération de défruitage par la pelle 191M*



Figure : Défruitage du phosphate



*Figure 17: Transport du phosphate par les camions*

❖ Traitement du phosphate :

Après son extraction, le phosphate stocké est repris pour alimenter les unités de traitement. En fonction de ses caractéristiques (teneur en BPL), le minerai subit différents modes de traitement. On distingue trois classes de phosphate :

- Les phosphates à Haute Teneur (HT)
- Les phosphates à Moyenne Teneur (MT)
- Les phosphates à Basse Teneur (BT)

Les phosphates HT et MT ont naturellement des teneurs marchandes et ne subissent que l'opération de séchage. Alors que les phosphates BT nécessitent un relèvement du titre en BPL dans les unités d'enrichissement et subissent, en plus du séchage, un traitement.

#### **IV. Service 325 : Bulls et Camions :**

La mission principale du service est de mettre à la disposition de l'exploitation le matériel disponible pour lui permettre de réaliser son programme de production à court, moyen et à long terme, ces principales activités sont :

- Dépannage et maintenance des engins tel que, bulls, camions de chantier, chargeuses, niveleuses, ... etc.
- Assurer l'alimentation des engins (en hydrocarbure)
- Approvisionnement (pièces de rechanges, nouveaux projets, ...)
- Etudes (Améliorations, nouveaux projets...)

L'atelier mécanique est divisé en 4 sections comme montre l'organigramme suivant :

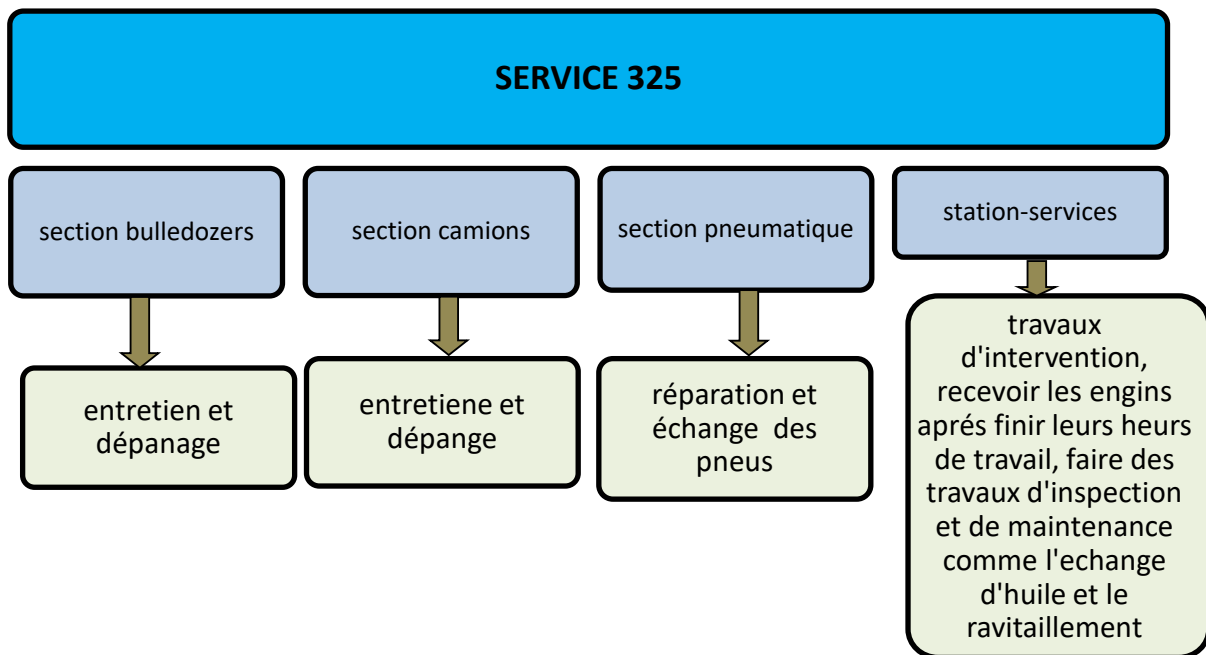


Figure 18: Organigramme et activités du service 325

❖ Section camion :

La section camion a pour mission :

- Assurer le dépannage, des camions, chargeuses et porte char du secteur.
- Inspection des camions, chargeuses et porte char
- Suivi du montage des camions, chargeuses et porte char neufs.

Le Parc matériel de la section est réservé aux :

- camions
- chargeuses
- arroseuses
- porte char
- Pelle hydraulique
- enrôleur de cabale électrique
- camions de ravitaillement.

❖ Section bulls :

La section bulls a pour mission :

- Assurer le Dépannage des bulls ; pays dozer, niveleuses et pelle à grappin
- Inspection de ces engins ;
- Réparation et échange des S/E des engins.

---

Le Parc matériel de la section est réservé aux :

- Bulls dozer
- Pay dozer
- Niveleuse
- Pelle à grappin

❖ Section pneumatique :

La section pneumatique a pour mission :

- La réparation des pneumatiques de tous les engins et véhicules léger roulant sur pneus
- Inspection des pneus des engins.
- Suivi de la consommation des pneus.
- Prévision et révision des pneus du matériel en question.

❖ Section station-service :

La section station-service a pour mission :

- Ravitaillement des engins de chantier en gasoils et huiles.
- Entretien systématique des engins (lavage des engins, échange des filtres et huiles, graissage...)
- Suivi de consommation des hydrocarbures, huiles...
- Suivi des entretiens systématique.

---

# Chapitre 1 :

# Partie 2 :

Thématique du projet

## I. Problématique et l'expression du besoin :

Avant d'accéder à l'étude du présent projet, il est indispensable de préciser clairement la problématique de cette étude. Cette étape d'analyse donnera au projet par la suite des différents aspects de travail dans laquelle on va mettre en place nos acquis pour résoudre des problèmes et trouver des solutions pratiques et rentables.

### I.1. Activités station-service : GMAO, maintenance systématique

La mission du service est d'assurer la maintenance des engins de chantier, dans le but d'avoir une disponibilité élevée au moindre coût, l'accroissement de la fiabilité des équipements et la diminution des durées d'interventions, toute en conservant la sécurité du personnel et du matériel.

- La maintenance systématique: effectuée selon un échéancier établi suivant le temps ou le nombre d'unités d'usage, c'est un programme d'entretien. Ex : Périodicité 250 H (et ses multiples) d'entretien et CLM, pour les CAMIONS et les BULLS).
- La maintenance conditionnelle: subordonnée à un type d'événement prédéterminé (information d'un capteur). Ex : indication de chute de pression d'huile moteur sur le tableau de bord d'un D9R, Indication de défaut en vitesses du TEREX, l'unité du Flight System installée sur les camions M100, le suivi d'usure des pneus...etc.

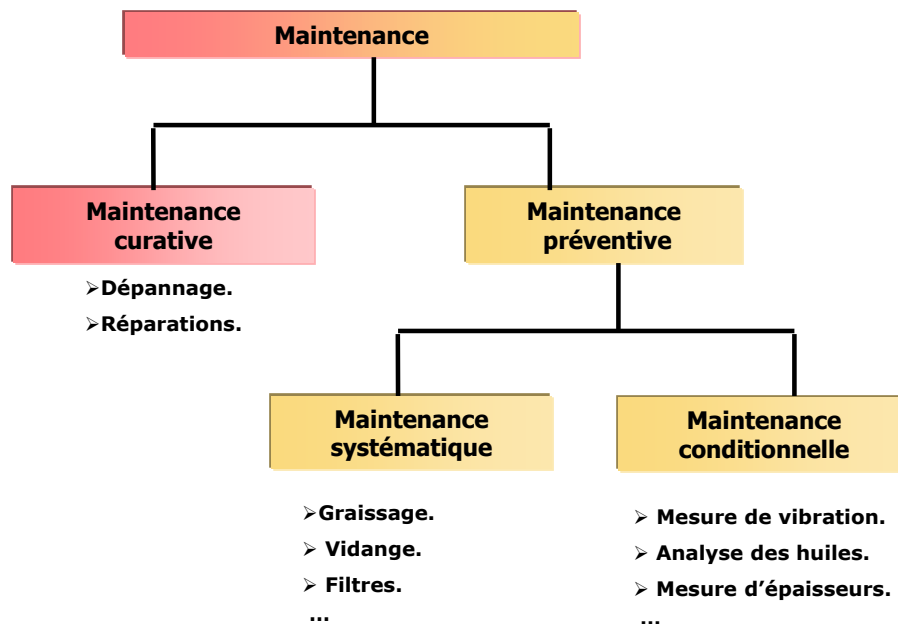


Figure 19 : Activités de la maintenance au service.



Figure 20 : station-service 325

- Activités  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Politique de maintenance systématique.} \\ \text{Périodicités.} \end{array} \right.$
- Association activités /équipements.
  - Gammes opératoires: décomposition de l'activité en opérations.
  - Ressources des opérations (main d'œuvres, équipements.)
  - Nomenclatures des activités (pièces et matières consommées systématiquement)
  - Plans de maintenance (périodicités, dates de dernière Maintenance, suppression, tolérance,...)
  - Compteurs.
  - Association compteur/équipement.



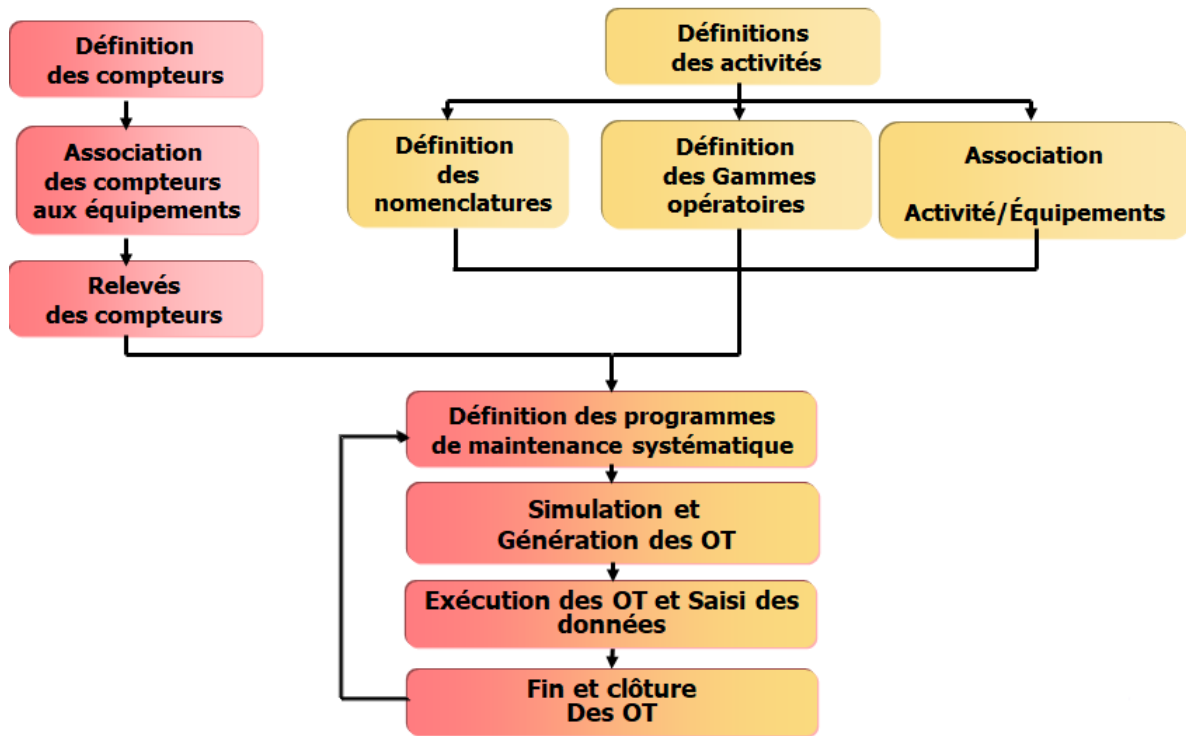


Figure21 : Processus d'exploitation de la maintenance systématique.

## 1.2. Fiche d'entretien :

L'entretien des filtres à air se fait chaque 250 heures de marches de chaque engins, e tableau suivant contient tous les activités du station-service (vidange, lavage, contrôle niveau d'huile.....) :

LIBELLE DES OPERATIONS des bulls	LIBELLE DES OPERATIONS des camions
<p><b>ENTRETIEN 250 H</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Nettoyage et soufflage de la cabine</li> <li>* lavage générale de l'engin</li> <li>* entrée l'engin sur la fosse</li> <li>* vidange huile moteur + remplissage</li> <li>  Contrôle des niveaux :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- eau radiateur</li> <li>- hydraulique</li> <li>- BV</li> <li>- pivot</li> <li>- track</li> <li>- barbotins</li> <li>- concentration</li> </ul> </li> <li>* échange éléments               <ul style="list-style-type: none"> <li>Echange filtre moteur</li> <li>Echange filtre à gasoil</li> </ul> </li> <li>* entretien des filtres à air               <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Soufflage des filtres primaires échange si nécessaire</b></li> <li><b>Contrôle des filtres secondaires échange si nécessaire</b></li> </ul> </li> <li>* Graissage générale de l'engin.</li> </ul> <p><b>ENTRETIEN 500 H – 250 H + :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Echange filtres B V               <ul style="list-style-type: none"> <li>Nettoyage cloche filtres B V</li> <li>Nettoyage crépine B V</li> <li>Nettoyage pré filtre de gasoil</li> </ul> </li> </ul> <p><b>ENTRETIEN 1000 H – 500 H + :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Vidange huile B V               <ul style="list-style-type: none"> <li>Vidange des barbotins</li> <li>Echange filtres hydrauliques</li> </ul> </li> </ul> <p><b>ENTRETIEN 2000 H – 1000 H + :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Vidange des tracks</li> <li>* Vidange de pivot</li> <li>* Vidange réservoir hydraulique</li> </ul> <p><b>NB :</b> En cas des anomalies suivants, aviser l'inspection :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Point non graissé</li> <li>- Bouchon de vidange abimé</li> <li>- Présence d'eau ou corps étrange dans le carter</li> <li>- Flexible de graisse arraché ou abimé</li> <li>- Réducteurs s'est trouvé vide</li> </ul>	<p><b>ENTRETIEN 300 H</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Nettoyage et soufflage de la cabine</li> <li>* lavage général de l'engin</li> <li>* entrée l'engin sur la fosse</li> <li>* vidange huile moteur + remplissage</li> <li>* Contrôle des niveaux :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- eau radiateur</li> <li>- hydraulique</li> <li>- moto réducteur</li> <li>- freins</li> <li>- Nettoyage des reniflards :                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- (hydraulique + réducteur + freins)</li> </ul> </li> <li>- concentration</li> </ul> </li> <li>* échange éléments               <ul style="list-style-type: none"> <li>Echange filtre moteur</li> <li>Echange filtre à gasoil</li> <li>Echange filtre petit</li> </ul> </li> <li>* entretien des filtres à air               <ul style="list-style-type: none"> <li>Soufflage des filtres primaires échange si nécessaire</li> <li>Contrôle des filtres secondaires échange si nécessaire</li> <li>Nettoyage du cycloneur</li> </ul> </li> <li>* Graissage générale de l'engin</li> </ul> <p><b>ENTRETIEN 600 H – 300 H + :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Echange filtres By-pass</li> <li>* Vidange des motos réductrices</li> </ul> <p><b>ENTRETIEN 1200 H – 600 H + :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Echange filtre hydraulique</li> <li>* Vidange huile hydraulique</li> </ul> <p><b>NB :</b> En cas des anomalies suivants, aviser l'inspection :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nez de Pont non graissé</li> <li>- Bouchon de vidange abimé</li> <li>- Présence d'eau ou corps étrange dans le carter</li> </ul>

- Consommation exagérée (huile + eau)

- Flexible de graisse arraché ou abîmé
- Réducteur s'est trouvé vide
- Fut de graisse du sur presseur plein
- Consommation exagérée (huile + eau)

### **I.3. Entretien des filtres à air :**

Les entretiens des machines se fait selon des instructions détaillées et illustrées et sont groupés selon les intervalles à observer. Les points pour lesquels il n'existe pas d'intervalle précis sont classés sous la rubrique "Si nécessaire". Les différents points du calendrier d'entretien renvoient aux instructions détaillées données par la suite. Se conformer au calendrier d'entretien pour toutes les opérations d'entretien.

a) Filtre à air nettoyage/contrôle /remplacement :

Entretenir l'élément de filtre primaire uniquement lorsque le témoin de mise en garde du filtre clignote, N'ouvre jamais le compartiment de filtre en dehors des périodes d'entretien, il peut permettre la saleté dans le coté propre du boîtier de filtre.

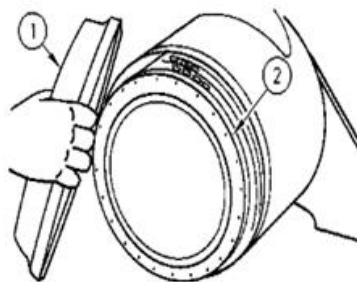


Figure22 : boîtier du filtre

- ✓ Retirer le couvercle du filtre à air (1), puis tirer l'élément.
- ✓ Retirer l'élément primaire de filtre (2) du boîtier de filtre à air.
- ✓ Faire une marque sur l'élément secondaire de filtre pour indiquer que l'élément primaire de filtre a été entretenu. L'élément secondaire de filtre doit être remplacé au moment du troisième entretien de l'élément primaire.
- ✓ L'élément secondaire doit être remplacé si le piston jaune de l'indicateur de colmatage marque dans la plage rouge après montage d'un élément primaire propre ou si la fumée est encore noire à l'échappement, indiquera qu'il n'y a pas d'air insuffisant qui rentre.



Figure23 : indicateur de colmatage

- ✓ Le mauvais fonctionnement du circuit de préfiltre peut être à l'origine d'une durée de service du filtre à air extrêmement brève.

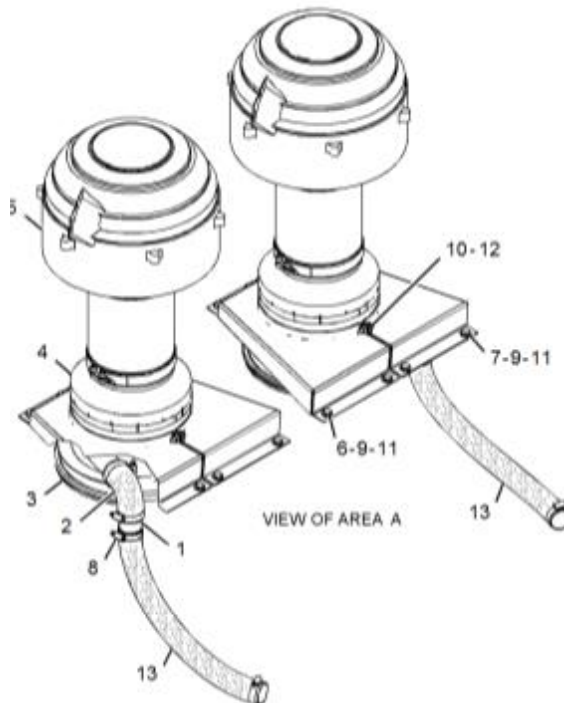


Figure24 : Système de pré-filtration d'air

- ✓ Le filtre ne doit pas être resté en service plus d'une année.
- ✓ Nettoyer l'intérieur du boîtier de filtre à air.
- ✓ Maintenir l'élément secondaire de filtre en place pendant le nettoyage du boîtier.

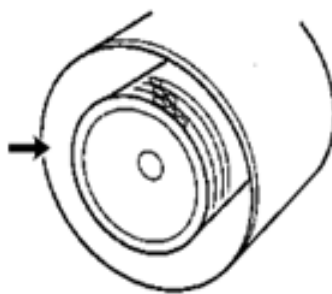


Figure25 : Entretien filtre primaire.

- ✓ Si l'élément primaire de filtre a été nettoyé six fois, il doit être remplacé.
- ✓ Rechercher la présence de trous et de déchirures éventuels, des joints endommagés ou des pièces métalliques déformées au niveau de l'élément de filtre en regardant en direction d'une lumière vive. Les filtres endommagés doivent être remplacés immédiatement.
- ✓ Si l'élément primaire du filtre n'est pas endommagé et qu'il n'a pas été déjà nettoyé 6 fois, l'opérateur peut le nettoyer et le réutiliser.
- ✓ Utiliser une pression d'air maximum de 205 Kpa (2.05 bar ).
- ✓ Diriger l'air du côté propre vers le côté sale.



Figure26 : Nettoyage des filtres à air

- ✓ Ne pas nettoyer les éléments filtrants en les frappant ou en les heurtant contre des objets durs.
- ✓ Ne jamais laver les éléments filtrants.

#### 1.4. Calendrier d'entretien :

Les intervalles d'entretiens sont déterminés à partir du compteur d'entretien. On pourra également utiliser la périodicité indiquée (tous les jours, toutes les semaines, tous les mois, etc.) à condition qu'elle corresponde approximativement aux intervalles en heures-service du compteur d'entretien. Les opérations conseillées doivent toujours être effectuées en premier.

Si l'engin travaille en conditions particulièrement dures, ou bien en atmosphère très poussiéreuse ou très humide, il faudra alors rapprocher les opérations d'entretien.

L'entretien prescrit à un certain intervalle doit être effectué aux multiples de cet intervalle. Par exemple, toutes les 500 heures-service ou tous les 3 mois, on procédera également à l'entretien classé sous "Toutes les 250 heures-service ou tous les mois" et "Toutes les 10 heures-service ou tous les jours".

#### I.5. Consommation des filtres bureau de méthodes :

L'entretien systématique dépend des heures de marche d'engin, la planification des entretiens commence par les engins qui dépassent un nombre plus grand d'heures de service.

Matériel	Prochain entretien	Dépass-
PV 275	500	632
BULL L653	250	210
CAMION KOMATSU 325	1000	177
BULL LIEBHEER 4-L654	1000	153
CAMION KOMATSU 302	250	134
D11 721	250	133
CAMION B 100	250	128
CAMION B 108	1000	120
D9R 475 TK	1000	117
D9R 487	500	100
LH 32 PC	500	88
D9R 410	2000	88
CAMION KOMATSU 310	250	73
CAMION KOMATSU 329	250	66
CAMION KOMATSU 309	250	62
D9R 415	2000	56

Tableau1 : Planification d'entretien

La planification des entretiens des engins se fait d'une manière hebdomadaire. Les engins qui ont dépassé le plus grand nombre d'heures de marches seront classés en premier.

Le bureau GMAO (gestion de la maintenance assistée par ordinateur) lance périodiquement des ordres de travaux (OT) pour chaque entretien prévu.

Ordre de travail	Numéro d'équipement	Description	Date de début programmée	Durée (heures)	Section propriétaire	Statut
905988	K-D11-735	Entretien systématique 1000 du bull D11-MEA	10/05/2018	4	M-EXT-EN	Lancé
921232	K-D11-712	Entretien systématique 500 du bull D11-MEA	17/05/2018	0.5	M-EXT-EN	Lancé
921238	K-D11-703	Entretien systématique 2000 du bull D11-MEA	18/05/2018	4.5	M-EXT-EN	Lancé
923242	K-K03722	ECHANGE FILTRE A AIR	18/05/2018	6	M-EXT-EN	Lancé
921236	K-KOM302	Entretien systématique 1000 du camion KOM 730E-MEA	19/05/2018	4.25	M-EXT-EN	Lancé
910202	K-D9-418	Entretien systématique 250 du bull D9-MEA	19/05/2018	3	M-EXT-EN	Lancé
921235	K-D11-726	Entretien systématique 250 du bull D11-MEA	20/05/2018	0.5	M-EXT-EN	Lancé
921267	K-D11-713	Entretien systématique 500 du bull D11-MEA	22/05/2018	0.5	M-EXT-EN	Lancé
935152	K-D11-734	Entretien systématique 1000 du bull D11-MEA	25/05/2018	4	M-EXT-EN	Lancé
935157	K-KOM325	Entretien systématique 250 du camion KOM 730E-MEA	25/05/2018	2.75	M-EXT-EN	Lancé
921271	K-KOM323	Entretien systématique 500 du camion KOM 730E-MEA	26/05/2018	3.66	M-EXT-EN	Lancé
922498	K-KOM301	Entretien systématique 250 du camion KOM 730E-MEA	26/05/2018	2.75	M-EXT-EN	Lancé
922486	K-PELLE-KOM3	Entretien systématique 250 de la pelle KOM PC3000-BA	28/05/2018	0.125	M-EXT-EN	Lancé
935161	K-D11-717	Entretien systématique 1000 du bull D11-MEA	28/05/2018	4	M-EXT-EN	Lancé
935165	K-D9-497	Entretien systématique 250 du bull D9-MEA	28/05/2018	3	M-EXT-EN	Lancé
935193	K-D11-720	Entretien systématique 250 du bull D11-MEA	29/05/2018	0.5	M-EXT-EN	Lancé
935236	K-KOM307	Entretien systématique 500 du camion KOM 730E-MEA	30/05/2018	3.66	M-EXT-EN	Lancé
944970	K-SKF3	ECHANGE FILLTER	30/05/2018	4	M-EXT-EN	Lancé
943034	K-LH19	ENTRETIEN	30/05/2018	6	M-EXT-EN	Lancé
935269	K-D11-730	Entretien systématique 250 du bull D11-MEA	30/05/2018	0.5	M-EXT-EN	Lancé
944182	K-D9-487	ENTRETIEN	31/05/2018	6	M-EXT-EN	Lancé
935391	K-D11-735	Entretien systématique 500 du bull D11-MEA	31/05/2018	0.5	M-EXT-EN	Lancé

Tableau 2 : Etat et statut d'ordre de travail.

<b>Service demandeur (sigle)</b>	M-EXT-EN	<b>magasin</b>
<b>N° de l'OT</b>	1174350	<b>Magasin de so</b>
<b>Description de l'OT</b>	Entretien systématique 250 du bull D11-MEA	
<b>N° de l'équipement</b>	K-D11-717	
<b>Description de l'équipement</b>	BULL CAT D11 N°717	

Ordre de transfert		Code article	Libellé	Quantité demandée	Prix unitaire	Montant
Numéro	Date					
8166454	08-OCT-2018	10001.00428	HUILE API CH4 15W40 VRAC	160,00	15,03	2.405,51
8166456	08-OCT-2018	10001.00465	HUILE HYDRAULIQUE TO2 SAE10W VRAC	360,00	12,39	4.459,67
8166460	08-OCT-2018	20430.00548	FILTRE A AIR INT	2,00	217,00	434,00
8166458	08-OCT-2018	20430.00180	FILTRE A GASOIL	2,00	176,00	352,00
<b>TOTAL :</b>						<b>7.651,18</b>

Figure27 : Bon d'OT pour sortie

- ✓ En se basant sur les OTs d'une durée de 4 mois, nous avons pu extraire un diagramme en bâton de la consommation mensuelle des filtres à air des engins :

Numéro d'OT	Libellé	DATE	Quantité demandée	prix unitaire	montant
8019936	FILTRE A AIR	12-sep.-18	4	1085	4340
8020999	FILTRE A AIR	13-sep.-18	2	363,71	727,41
8028974	FILTRE A AIR	14-sep.-18	2	1085	2170
8022623	FILTRE A AIR	14-sep.-18	2	417	2170
8032865	FILTRE A AIR	16-sep.-18	4	110	440

Tableau 3 : consommation des filtres à air du mois de septembre

## La consommation des filtres à air

Matière	septembre	octobre	novembre	décembre	Total en DH
FILTRE A AIR	9847,41	49708,23	79746,81	22726,01	162028,46

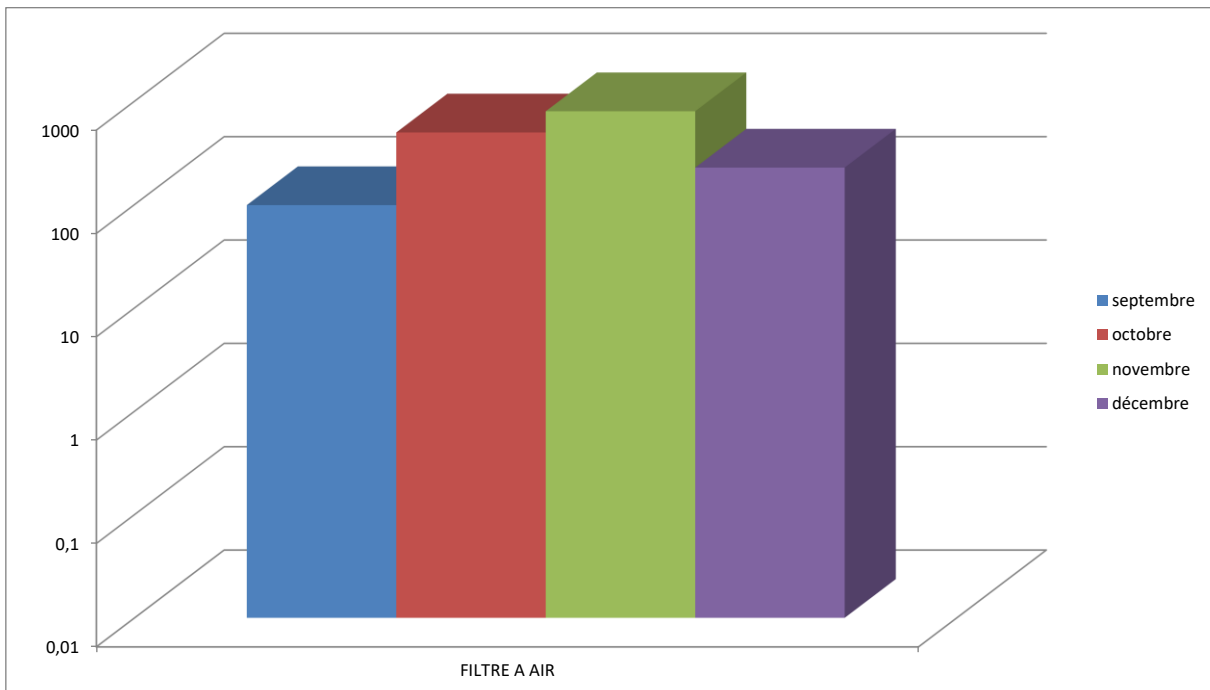


Figure 28 : Diagramme de a consommation des filtres à air des engins.



Numéro d'OT	Libellé	DATE	Quantité demandée=	prix unitaire	Montant
8123716	FITRE A AIR	02-oct.-18	2	1085	2170
8123085	FITRE A AIR	02-oct.-18	2	1085	2170
8126046	FITRE A AIR	02-oct.-18	2	1085	2170
8123557	FITRE A AIR	02-oct.-18	2	863,01	1726,02
8166460	FILTRE A AIR INT	02-oct.-18	2	217	434
8134615	FITRE A AIR	03-oct.-18	2	331	662,03
8135713	FITRE A AIR	03-oct.-18	2	1085	2170
8139313	FILTRE A AIR EXTERIEURE	04-oct.-18	2	421,05	842,1
8139315	FILTRE A AIR EXTERIEURE	04-oct.-18	2	219,87	439,74
8139388	FILTRE A AIR PRIMAIRE	04-oct.-18	3	466,04	1398,11
8139390	FILTRE A AIR SECONDAIRE	04-oct.-18	3	158,27	474,8
8142167	FILTRE A AIR PRIMAIRE	04-oct.-18	3	466,04	1398,11
8142374	FITRE A AIR	04-oct.-18	1	99	99
8141629	FILTRE A AIR INT	04-oct.-18	2	217	434
8141631	FITRE A AIR	04-oct.-18	3	487	1461
8141728	FILTRE A AIR PRIMAIRE	04-oct.-18	2	466,04	932,08
8141730	FILTRE A AIR SECONDAIRE	04-oct.-18	2	158,27	316,54
8143051	FILTRE A AIR PRIMAIRE	04-oct.-18	4	376	1504,01
8143053	FILTRE A AIR SECONDAIRE	04-oct.-18	4	211,01	587,55
8148328	FILTRE A AIR SECONDAIRE	05-oct.-18	5	211,01	1055,03
8148431	FITRE A AIR	05-oct.-18	2	1085	2170
8166444	FITRE A AIR	08-oct.-18	2	448	896
8166446	FITRE A AIR	08-oct.-18	2	1085	2170
81982013	FILTRE A AIR INT	12-oct.-18	2	217	434
8205365	FITRE A AIR	14-oct.-18	2	448	896
8205430	FITRE A AIR	14-oct.-18	2	448	896
8206696	FILTRE A AIR PRIMAIRE	15-oct.-18	1	466,04	466,04
8206832	FILTRE A AIR SECONDAIRE	15-oct.-18	4	110	440
8206501	FILTRE A AIR PRIMAIRE	15-oct.-18	2	1657	3314
8206577	FILTRE A AIR PRIMAIRE	15-oct.-18	1	466,04	466,04
8206579	FILTRE A AIR SECONDAIRE	15-oct.-18	1	158,26	158,26
8234842	FITRE A AIR	19-oct.-18	2	1085	2170

Numero d'OT	Libellé	DATE	Quantité de	prix unita	montant
8306896	FILTRE A AIR	05-nov.-18	2	1085	2170
8320826	FILTRE A AIR	08-nov.-18	2	539,25	1078,5
8320830	FILTRE A AIR	08-nov.-19	2	363,71	727,42
8320735	FILTRE A AIR	08-nov.-20	2	1085	2170
8317922	FILTRE A AIR	08-nov.-21	2	1085	2170
8326785	FILTRE AIR PRIMAIRE	09-nov.-18	4	936,43	3745,72
8326785	FILTRE A AIR PRIMAIRE	09-nov.-18	4	936,43	3745,72
8326787	FILTRE AIR SECONDAIRE	09-nov.-19	4	792,74	3170,96
8326787	FILTRE A AIR SECONDAIRE	09-nov.-19	4	792,74	3170,96
8329301	FILTRE A AIR	10-nov.-18	2	1085	2170
8329393	FILTRE A AIR	10-nov.-18	4	1085	4340
8339801	FILTRE A AIR PRIMAIRE	14-nov.-18	4	1657	6628
8339803	FILTRE A AIR SECONDAIRE	14-nov.-18	5	838	4190
8339789	FILTRE A AIR	14-nov.-18	5	1085	5425
8350505	FILTRE A AIR SECONDAIRE	16-nov.-18	4	293,42	1173,68
8368676	FILTRE A AIR PRIMAIRE	23-nov.-18	6	1657	9942
8368678	FILTRE A AIR SECONDAIRE	23-nov.-18	6	838	5028
8368668	FITRE A AIR	23-nov.-18	5	1085	5425
8369711	FILTRE A AIR	23-nov.-18	4	1085	4340
8379510	FILTRE A AIR	27-nov.-18	4	1085	4340
8385222	FILTRE A AIR PRIMAIRE	28-nov.-18	2	1657	3314
8391833	FILTRE A AIR EXTERIEURE	30-nov.-18	2	421,03	842,06
8391835	FILTRE A AIR EXTERIEURE	30-nov.-18	2	219,91	439,82
					79746,84

Tableau 4 : consommation des filtres à air du mois de novembre

Numero d'OT	Libellé	DATE	Quantité	prix unita	montant
8400837	FILTRE AIR PRIMAIRE	03-dec.-18	3	704,94	2114,82
8400835	FILTRE AIR SECONDAIRE	03-dec.-19	3	242,4	727,2
8400917	FILTRE A AIR PRIMAIRE	03-dec.-20	2	1657	3314
8401008	FILTRE A AIR PRIMAIRE	03-dec.-21	2	1657	3314
8401008	FILTRE A AIR PRIMAIRE	03-dec.-22	2	1657	3314
8455884	FILTRE A AIR PRIMAIRE	13-dec.-18	2	1657	3314
8460593	FILTRE A AIR PRIMAIRE	14-dec.-18	2	1657	3314
8486836	FILTRE A AIR PRIMAIRE	20-dec.-18	2	1657	3314
					45452,03

Tableau 5 : consommation des filtres à air du mois de décembre

Chaque engin contient un nombre de filtres à air, alors chaque filtre se définit par un code OCP différents des autres :

<b>ENGIN</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>CODE OCP</b>	<b>QUANTITE</b>
<b>D11</b> <b>(BULL)μ</b>	Filtre à air primaire	20569.00578	2
		20430.00509	
	Filtre à air sec	20430.00510	2

Tableau6 : désignation des filtres à air des engins

Dans le tableau ci-dessous, sont indiqués les désignations des différents types de filtres à air s(primaire, secondaire), chaque filtres contient un code de référence fabricant :

<b>DESIGNATION</b>	<b>REFERENCE</b>	<b>CODE</b>
FILTRE HUIE MOTEUR	LF16042	20407.02724
FITRE A GASOIL		20407.02760
FILTRE A AIR PRIMAIRE MK36	AF879M	20430.00021
FILTRE A AIR NIV KOM	AF1791	20430.00025
FILTRE A AIR NIV KOM	AF4504M	20430.00028
FILTRE A GASOIL CAT13+D9R	FF211	20430.00035
FILTRE GO P"CAT2	FF234	20430.00037
FILTRE A GO TX31	FF5039	20430.00045
FILTRE HUILE HYDRAULIQUE D9R	HF6202	20430.00050
FILTRE HYD MK36	HF7077	20430.00054

Tableau 7 : code référence fabricant des filtres à air



Figure29 : filtre primaire AF879 (référence fabricant)

- ✓ Afin de générer tous les types des filtres à air des engins ainsi que leurs dimensions, nous avons pu générer les différents types des filtres à air qu'ils ont souvent besoin à entretenir :

Types	Engin	Quantité	Désignation	Code OCP	Reference	
Camions	KOM 730 E	2	Air secondaire	20430.00625	AF27695	
		2	Air primaire		AF27696	
				20430.00624		
	M100	2	AIR-secondaire	20430.00018		
		2	AIR-primaire	20430.00021	AF879M	
	MK36	2	AIR-secondaire	20430.00018		
		2	AIR-primaire	20430.00021	AF879M	
	CAT	2	AIR-secondaire	20430.00018		
		2	AIR-primaire	20430.00021	AF879M	
	BELAZ	2	AIR-secondaire	20239.06562		
		2	AIR-primaire	20430.00100	AF899M	
	BULLS	905+907		Filtre à air primaire	20239.06561	
					20569.00578	
				Filtre à air sec	20430.00509	
				20430.00510		
D11-R		2	AIR-Primaire COURT	20430.00567		
				20430.00473	P53-8007	
				20443.46200		
		2	AIR-Sec COURT	20430.00568		
				20430.00474		
				20443.46201		
		2	AIR-SEC LONG	20430.00548		
				20443.07015		
		2	AIR-Pr LONG	20430.00555		
D11-N			AIR-primaire	20430.00019		
		AIR-secondaire	20430.00177			
			20430.00023			
D11-T		AIR-secondaire	20430.00548	AF25263		
		AIR-Primaire	20430.00555	AF25262		
D9-R		Filtre à air primaire	20430.00422	AF25288M		
			20443.43276			
		Filtre à air secondaire	20430.00423	AF25289M		
			20443.43279			
SENDEUSE	DML		filtre à air primaire	20430.00503	AF1605M	
				20430,00039		
		filtre à air sec	20430,00361	AF1604		
			20430.00504			
SKF		AIR-SECONDAIRE	2043000170	AF880		
		AIR-PRIMAIRE	20430.00100	AF899M		
T4BH		Filtre air Primaire	20430.00017	AF851M		
		FORATION				
		Filtre air Primaire	2030.00523	AF25769		
		GROUVE				
		Filtre secondaire	20430.00514	AF883M		
		Filtre secondaire	20430.00524	AF25770		
		GROUVE				

Tableau 9 : Génération des types des filtres à air avec un code référence

### I.1. Cahier de charge :

- ✓ Ne pas nettoyer les éléments filtrants en les frappant ou en les heurtant contre des objets durs.

- ✓ Le filtre ne doit pas rester en service plus d'une année.
- ✓ Ne jamais laver les éléments filtrants.
- ✓ Si l'élément primaire de filtre n'est pas endommagées et qu'il n'a été pas déjà nettoyé 6 fois, l'opérateur peut le nettoyer et le réutiliser.
- ✓ Utiliser une pression d'air maximum de 205 Kpa (2.05 bar ).
- ✓ Diriger l'air du coté propre vers le cote sale.
- ✓ Les filtres à air disponible à l'atelier sont de types différents.
- ✓ Le non-respect des procédures appropriées peut provoquer des blessures.
- ✓ Pendant l'utilisation d'air comprimé, porter un masque et des vêtements de protection.
- ✓ L'air comprimé peut provoquer des blessures
- ✓ Éliminer les saletés meubles à l'air comprimé.
- ✓ La buse d'air doit comporter un diamètre de 3,18 mm (0,125 in).
- ✓ Maintenir la buse d'air à au moins 51 mm (2 in) du filtre.

## I.2. Circuit d'air :

Comment fonctionne un système d'air et l'échappement du gaz.

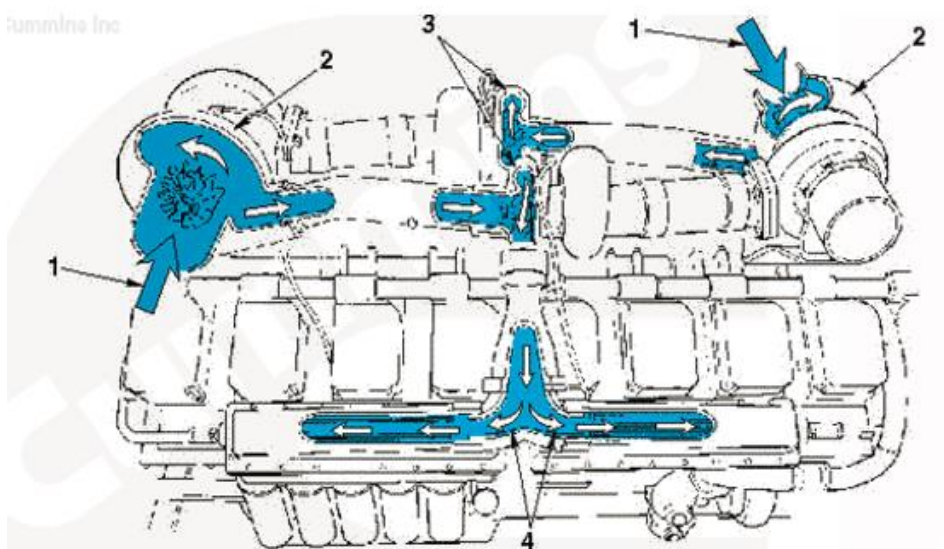


Figure13 : Circuit d'air moteur KTTA

- 1) Entrée d'air du turbocompresseur
- 2) Turbocompresseur basse pression
- 3) Turbocompresseur haute pression
- 4) Air turbocompressé vers aftercooler

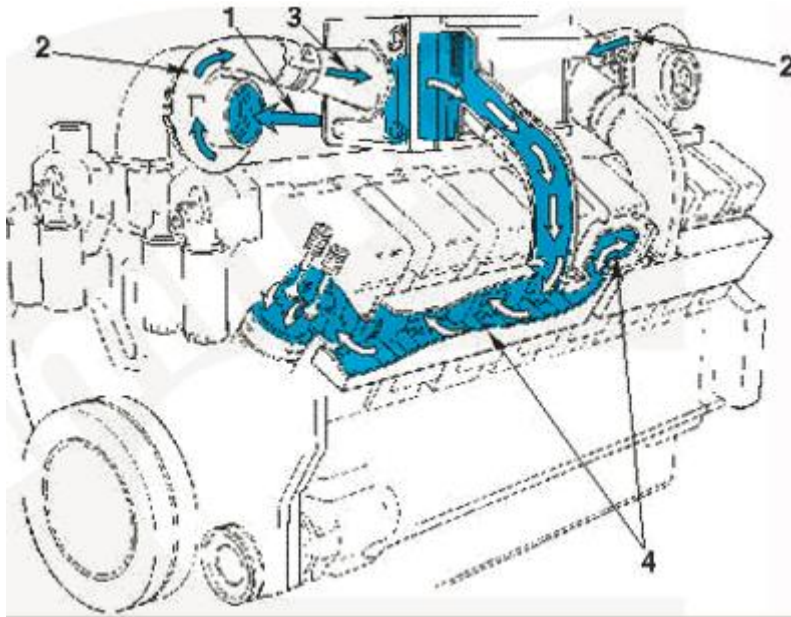


Figure14 : Aftercooler en montage centrale

1. Entrée d'air du turbocompresseur
2. Turbocompresseur
3. Sortie d'air du turbocompresseur vers aftercooler
4. Entrée d'air des cylindres

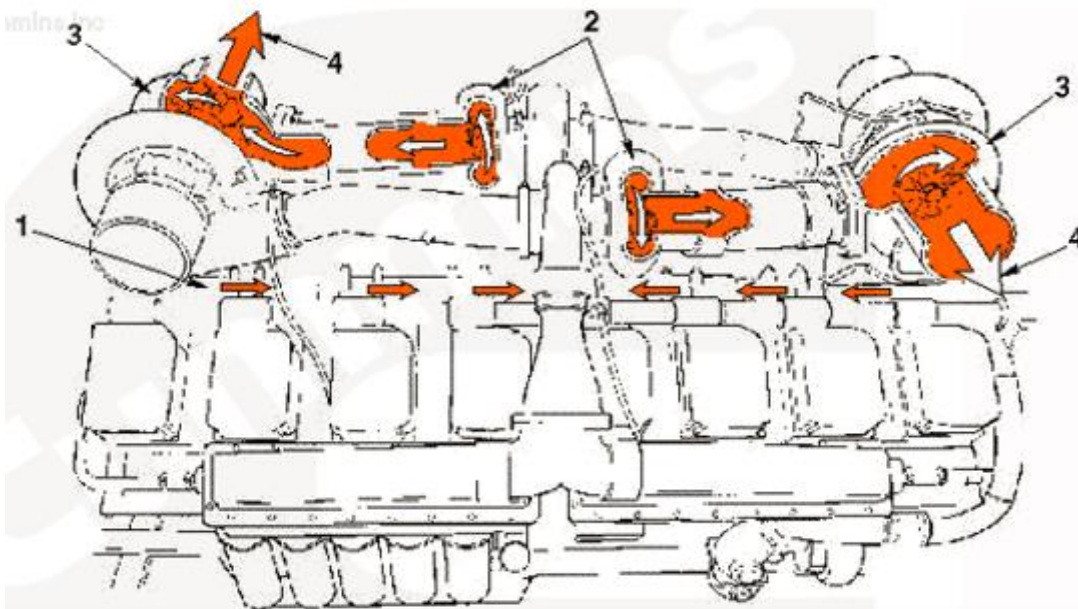


Figure15 : Circuit d'échappement

➤ Spécifications générale :

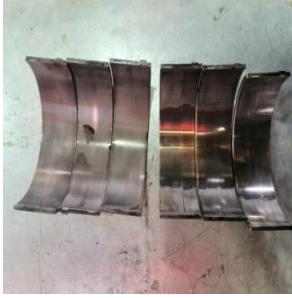
	<b>KV 38</b>	<b>KV50</b>
<b>Taux de compression</b>	13.5 :1 à 15.5 :1	13.5 :1 à 15.5 :1
<b>Aspiration</b>	Turbocompresseur avec aftercooler	Turbocompresseur avec aftercooler
<b>Soupapes</b>	Admission : 0.36 mm (0.014 in) Echappement : 0.69 mm (0.027 in)	Admission : 0.36 mm (0.014 in) Echappement : 0.69 mm (0.027 in)

➤ Les anomalies de présence de la poussière dans un circuit d'air :

La révision des moteurs thermiques se fait d'une manière périodique ou lorsque la panne est profonde d'après un motif. Ils démontent le moteur en révisant toutes les composantes, d'après un rapport d'expertise les problèmes fréquemment observés à cause de la présence de la poussière dans le circuit d'air. Les différentes composantes sont rassemblées dans le tableau suivant :

<b>CIRCUIT D'AIR</b>	<b>CHEMISES</b>	<b>COQUILLES DE PALIERS</b>
<b>TURBO</b>	<b>PISTONS</b>	<b>GROUPE MOTEUR</b>
<b>GICLEURS</b>	<b>SEGMENTS</b>	<b>VILEBREQUINS</b>
<b>CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT</b>	<b>BIELLES</b>	<b>CALLES LATERALES</b>
<b>CULASSES</b>	<b>COQUILLES DE BIELLES</b>	<b>Arbres à cames</b>

Tableau 10 : composantes révisés au moment de présence de poussière dans un circuit d'air



**- COQUILLES:**

- **USURE NORMALE DES COQUILLES DE PALIERS**
- **USURE NORMALE DES COQUILLES DE BIELLES**



**PISTONS :**

*Grippées, usures sur la jupe*

*Surchauffée et rayées et présence de calamine*



**- SEGMENTS: CASSES**



**- Chemises : gorgées**

\*





- **Chemises**: PIQUEES;  
ROUILLEES;RAYEES

-**CHEMISES** : LES O-RINGS DES CHEMISES FENDUS ET  
USURE ANORMALE AUX PAROIS INTERIEUR DES  
CHEMISES.



-**Groupe moteur** :  
-TRACE D'ECHAUFFEMENT ANORMAL AU  
PALIER - COQUILLES DE PALIER USEES.



-**BIELLES**: TRACE  
D'ECHAUFFEMENT  
ANORMAL

*Surchauffées et  
usées*

-**CHAPEAUX DE BIELLES**  
GRILLEES ET COQUILLES  
USEES JUSQU'À LA  
FUSION DU METAL.



- Culasses : JOINT FENDU

- Vilebrequin: TOURILLONS ET MANETONS USES.

### **OBSERVATIONS :**

- + *Veillez sur la protection du circuit d'eau et d'air et aussi sur le bon fonctionnement du moteur thermique et le contrôle périodique de jeu des soupapes.*
- + *Le fonctionnement du moteur thermique sans liquide de refroidissement a provoqué l'échauffement anormale et par la suite l'usure prématurée des pièces maitresses du moteur*
- + *Veillez protéger le circuit d'air*



# Chapitre 2

Analyse de la machine de nettoyage

**Analyse fonctionnelle**

## I. Expression fonctionnelle des besoins :

L'analyse fonctionnelle permet de concrétiser le problème que nous avons étudié dans le chapitre qui précède, dans cette étape nous avons utilisé une méthode très efficace pour générer tous les fonctionnalités que la machine doit effectuer.

### 1. Recherche des besoins

Il est possible d'exprimer chacun des besoins d'un utilisateur sous forme de fonctions que devra réaliser ou respecter un produit. Cette façon de faire permet de mieux comprendre le besoin réel et, ensuite, de trouver une solution optimale répondant à ce besoin. Ceci évite de choisir la première solution se présentant à l'esprit et ainsi favorise la recherche systématique de solutions originales et mieux adaptées.

Nous générons les fonctionnalités suivantes :

- ✓ **Souffler le filtre (Fonction Principale)**
- ✓ **Maintenir le filtre légèrement (Fonction Contrainte).**
- ✓ **Eviter l'endommagement du filtre.**
- ✓ **Balayer tous les parties du filtre (Fonction Contrainte).**
- ✓ **Faciliter le positionnement du filtre (dimensionnement, l'ergonomie).**
- ✓ **Adapter le maintien pour tous les types des filtres.**
- ✓ **Assurer la propreté et l'efficacité du filtre.**
- ✓ **Assurer un mode opératoire :**
- ✓ **Sécuriser l'opérateur contre l'air comprimé.**

Le non-respect des procédures appropriées peut provoquer des blessures. Pendant l'utilisation d'air comprimé, porter un masque et des vêtements de protection.

L'air comprimé peut provoquer des blessures.

- ✓ **Diriger la poussière de l'intérieur à l'extérieur.(Fonction de contrainte).**
- ✓ **Gérer le temps de soufflage.**
- ✓ **Assurer un environnement sèche.**
- ✓ **Assurer l'opération dans un endroit calme et propre (intérieur d'une chambre).**
- ✓ **Eviter un environnement poussiéreux**

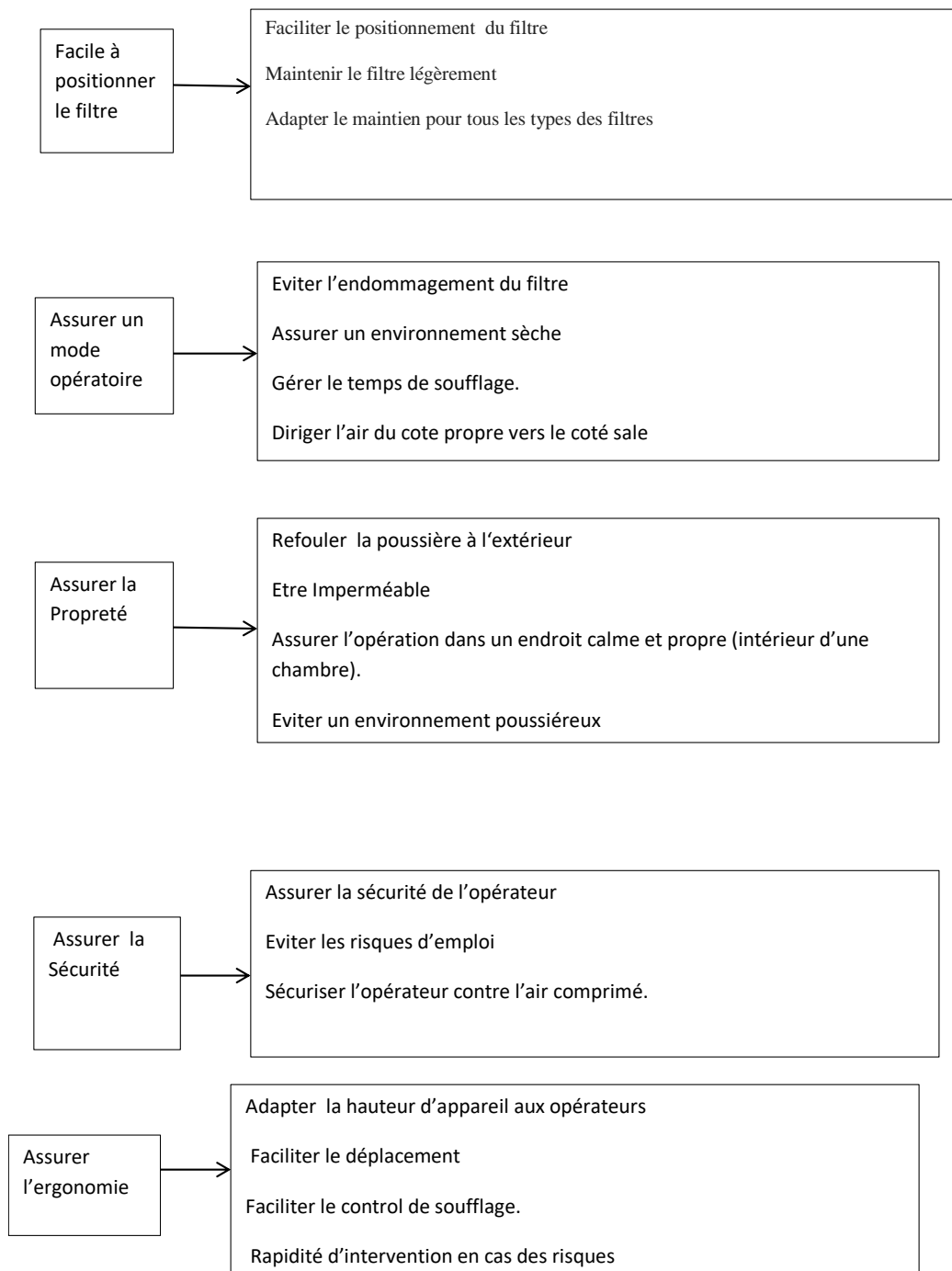


- ✓ **Faciliter la manipulation pour l'opérateur.**
- ✓ **Refouler la poussière à l'extérieur.**
- ✓ **Assurer la sécurité de l'opérateur (contraintes).**
- ✓ **Utiliser les matériels disponibles à l'atelier.**
- ✓ **Eviter les risques d'emploi (des systèmes de sécurité, Switch)**

- ✓ Adapter la hauteur d'appareil aux opérateurs (contrainte, dimensionnement)
- ✓ Faciliter le déplacement.
- ✓ Imperméable
- ✓ Faciliter le control de soufflage.
- ✓ Rapidité d'intervention en cas des risques.
- ✓ Isoler la partie d'aspiration à la partie soufflée. (contrainte)
- ✓ Diriger l'air du côté propre vers le côté sale.

## 2. Diagramme des affinités :

Le diagramme des affinités suivant nous a permis de regrouper les fonctions de même catégorie



- Eclairer la cabine de soufflage
- Eliminer en permanence la poussière dans la cabine
- Assurer un nettoyage fiable et continu
- Alimenter le système sous pression
- Minimiser le temps de remplissage de la poussière
- Offrir un nettoyage efficace pour toute surface du filtre
- Assurer une qualité uniforme
- Collecter les poussières et de les ensacher au niveau du poste de travail
- assurer une bonne ventilation et un meilleur traitement des déchets soufflés
- assurer une meilleure visibilité du filtre
- Utiliser des matériaux et composants disponible à l'atelier

### 3. Analyse d'un produit de référence :

Cette étape permet l'analyse d'un produit de référence, existant au marché pour tirer d'autres fonctionnalités qui seront bénéfique pour cette étude.

#### CABINES DE SOUFFLAGE, DEPOUSSIERAGE



L'utilisation de cabines de soufflage / dépoussiérage permet de collecter les poussières et de les ensacher au niveau du poste de travail. Il sera alors plus commode d'y apporter une solution de recyclage appropriée.

Les cabines de soufflage dépoussiérage bénéficient des mêmes évolutions techniques en termes de traitement des poussières que nos cabines de sablage. L'espace intérieur de nos cabines de soufflage dépoussiérage est néanmoins spécifique : enceinte peinte de couleur claire pour une meilleure visibilité de la pièce à traiter ainsi qu'une table de travail très ajourée assurant une bonne ventilation et un meilleur traitement des déchets soufflés.



Figure16 : Intérieur cabine PF1000

Nous avons pu générer ces fonctions complémentaires :

- Collecter les poussières et de les ensacher au niveau du poste de travail
- assurer une bonne ventilation et un meilleur traitement des déchets soufflés
- assurer une meilleure visibilité du filtre.

#### L'utilisation des normes

- Utiliser des matériaux et composants disponible à l'atelier
- Conforme aux règles techniques

#### 4. Spécification :

La liste des spécifications est indispensable au niveau de la génération d'un cahier de charge, ce tableau rassemble les précisions marginale et final du concept.

Metric	Commentaire	Spécification	Marginal	Final
Sécurité de l'opérateur	Pression acoustique	dB	Inferieure a 72	74
Collecter les poussières et de les ensacher au niveau du poste de travail	Moteur de ventilation	V		Moteur d'un ventilateur centrifuge
Alimenter le système sous pression	Alimentation air comprimé	Bar	10 bars	Maxi 13 bars
Maintenir le filtre légèrement	Matériaux Force	E N	Polyuréthane	Maxi
Tourner le filtre	Puissance électrique	W	1000 W-1500 W	1000W
	Alimentation électrique	V	220 V mono 50 Hz + terre	220 V mono 50 Hz + terre
Facilité le positionnement du filtre	Charge maxi sur la table de travail	KG	60 -250	A calculer (selon les types des filtres)=
Balayer toute partie du filtre	Diamètres des buses	mm	4      5      6	19 mm
	Débit d'air consommé	l/min	600    1000    1400	450
3. Adapter la hauteur d'appareil aux opérateurs	Dimension extérieure Largeur x Profondeur x Hauteur	L mm * l mm * H mm	85    85    11    16    115	Longueur : 1000 mm Largeur : 900 mm Profondeur : 1650 mm
			x    x    5 x    5 x    *13	
3. Adapter le maintien pour tous les types des filtres	Dimension intérieure Largeur x Profondeur x Hauteur		73    93    13    13    0*1	
			x    x    0 x    0 x    60	
3. Adapter le maintien pour tous les types des filtres	Dimension intérieure Largeur x Profondeur x Hauteur		16    16    16    16	
			0    0    0    0	
3. Adapter le maintien pour tous les types des filtres	Dimension intérieure Largeur x Profondeur x Hauteur		60    70    10    15    100	
			*4    *6    0*    0*    *90	
3. Adapter le maintien pour tous les types des filtres	Dimension intérieure Largeur x Profondeur x Hauteur		5*    5*    90    90	
			57    57    *7    *7	
Gérer le temps de soufflage		Min	< 5	A calculer
1. Minimiser le temps de remplissage de la poussière	Module de ventilation			
Eliminer en permanence la poussière dans la cabine	Débit de ventilation	m3/min	3.5	3.5
Assurer un traitement des déchets soufflés	Jet d'eau pour nettoyer le réservoir de poussière	Bar		Pression nécessaire pour l'évacuation
2. Faciliter le déplacement	Poids totale à vide	KG	13    16    22    25    225	
Diriger l'air du cote propre vers le cote sale	Distance de jet	Mm	5    0    0    0	Aléatoire
Eviter une pression très élevé	Régler la pression	Bar	4 à 6 bars	0-8 bar
Collecter la poussière	Longueur du canal	Mm		Coude de 90°
	Diamètre du canal	Mm		
Utiliser des matériaux disponibles à l'atelier	matériaux	E	une construction en tôle d'acier robuste et fiable, 210 GPa	
Assurer un environnement sèche	Mano régulateur			Régler la pression a 5 bars
Assurer l'opération dans un endroit calme et propre				





## 5 Cahier de charge fonctionnel :

En se basant sur l'étude précédente, nous élaborons ce tableau d'un cahier de charge final.

	Commentaire	Image	spécification
<b>Moteur avec Courroie</b>	augmente énormément la surface de contact entre la poulie et la courroie grande durée de vie, fiabilité		Courroie strie
<b>Vis trapézoïdales</b>			
<b>Mano régulateur</b>	Groupe de conditionnement Charger de filtrer, lubrifier et régler la pression		0-8 bar
<b>Vis de serrage avec manivelle</b>	Serrage de filtre		Diamètre 8mm Longueur : 600 mm Matériau : acier
<b>Cyclone</b>	Evacuation de la poussière		
<b>Moteur électrique</b>	Tourner le filtre d'une vitesse faible Le mouvement voulu détermine la puissance et le couple à déployer. Quelles doivent être la force et la vitesse en sortie du moteur		Tourne d'une vitesse de 100 tr/min

## 6. Digramme de FAST :

Après la génération de toutes les fonctions de la machine, ce diagramme permet de visualiser l'enchaînement de plusieurs fonctions, en prévenant de la fonction principale :

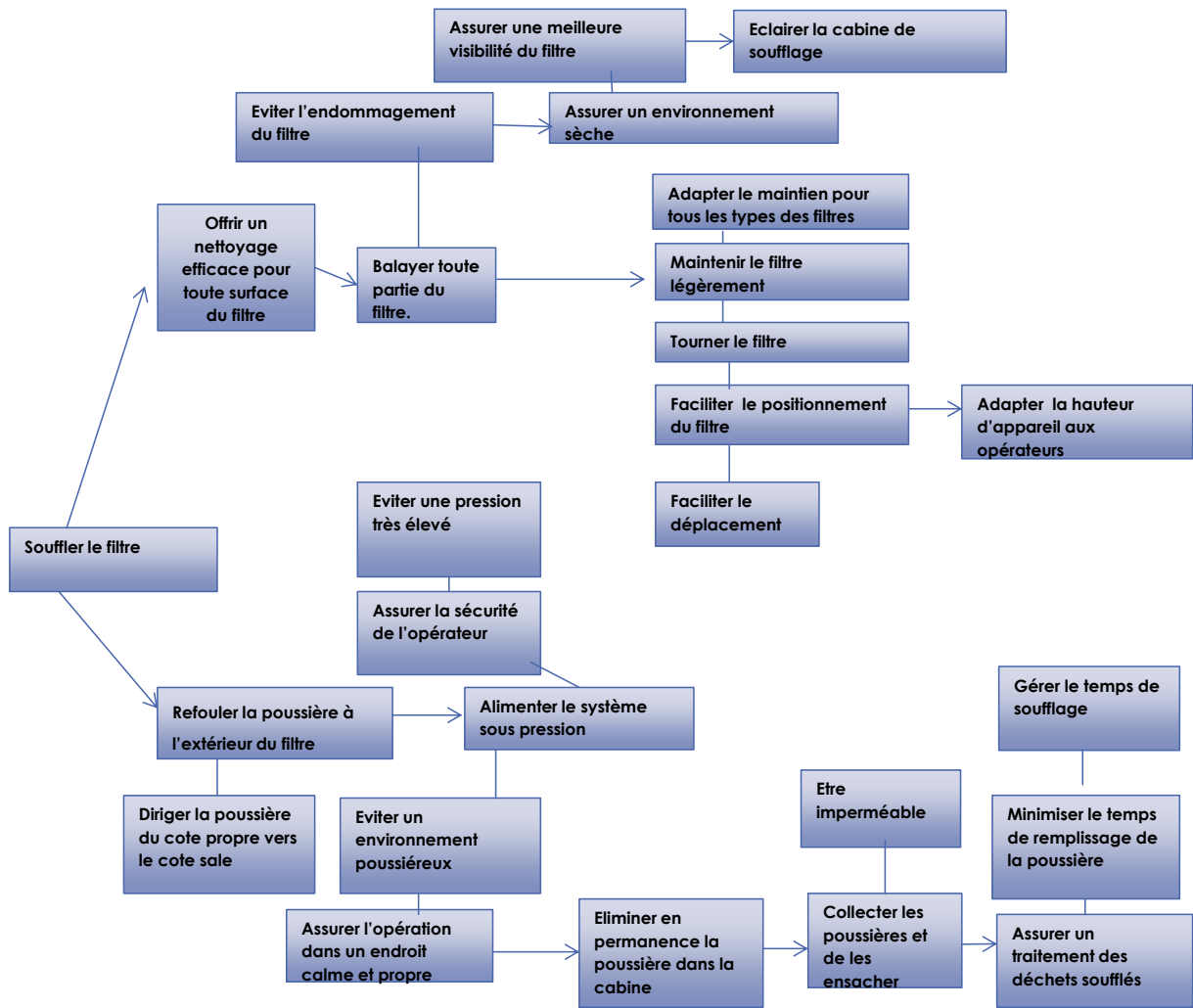


Figure 30: Digramme de FAST

---

# Chapitre 3

Dimensionnement de la machine de nettoyage

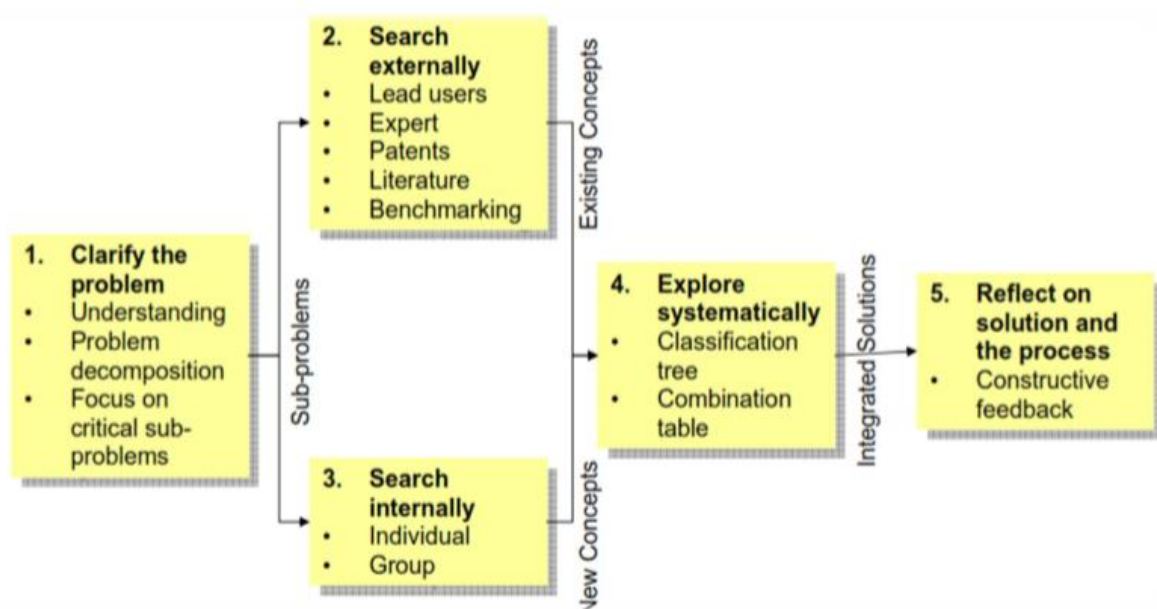
## I. Introduction :

Après avoir identifié un ensemble de besoins client et défini les spécifications du produit cible, l'équipe s'est posé les questions suivantes:

- Quels concepts de solution existants, le cas échéant, pourraient être adaptés avec succès pour cette application?
- Quels nouveaux concepts pourraient satisfaire les besoins et spécifications établis?
- Quelles méthodes peuvent être utilisées pour faciliter le processus de génération de concept?

### Product concept :

Description technique de la manière dont le produit répondra aux besoins du client  
Description approximative de la technologie, des principes de fonctionnement et de la forme du produit • Souvent exprimée avec un croquis ou un modèle 3D, accompagnée d'une brève description textuelle.



### 1. Comprendre le problème :

D'après tous les besoins et les spécifications du problème, nous clarifions par les points suivants :

### 2. Décomposition du problème :

La plupart des problèmes de conception sont trop complexes pour être résolus en tant que problème unique. La solution consiste donc à diviser en sous-problèmes plus simples et gérables, également appelés décomposition de problèmes.

### a) Filtre à air :

Nous adaptons la conception de la machine sur le plus grand filtre au niveau de dimensions (hauteur, diamètre extérieure, diamètre intérieure), ainsi que le poids.

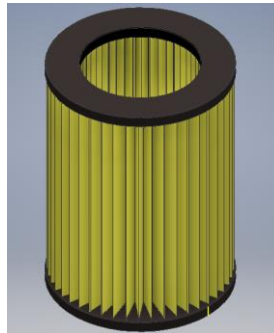


Figure31 : Filtre à air sur inventor

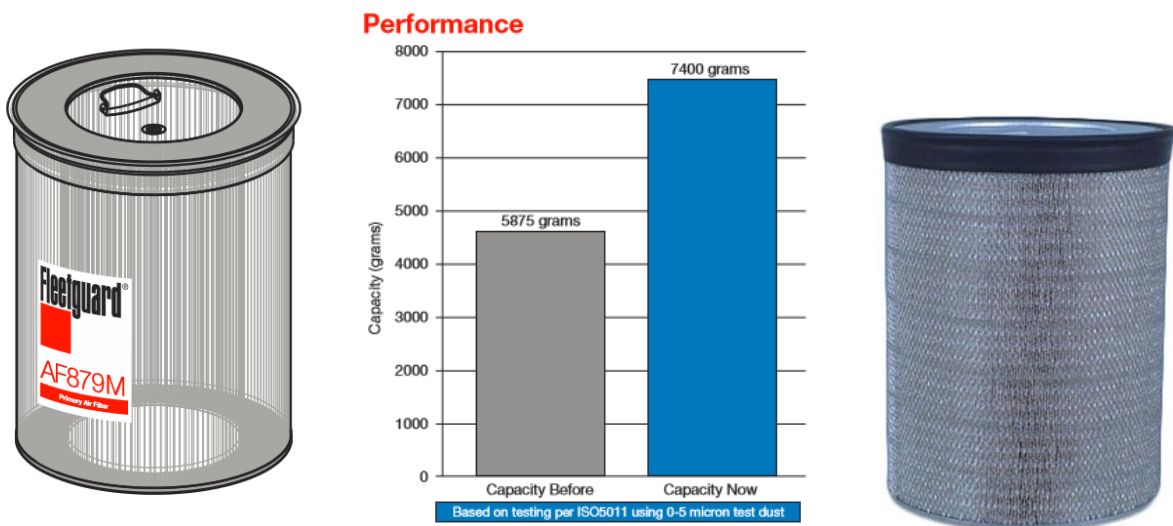
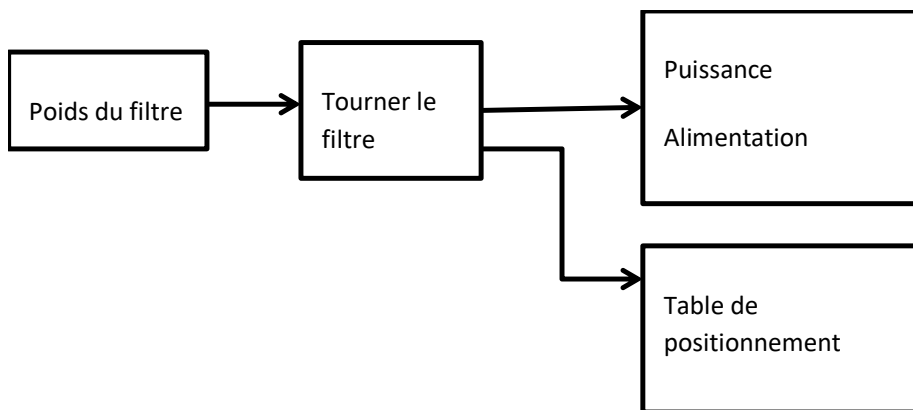


Figure32 : performance du filtre a air.

## Specifications

Capacity	7400 g
Rated Flow	2058.85 ft <sup>3</sup> /min (58.3 m <sup>3</sup> /min)
Efficiency	99.97 (with 0-5 micron dust per ISO 5011)
Outside Diameter	18.6" (472 mm)
Inside Diameter	11.1" (282 mm)
Overall Height	23.62" (600 mm)

Figure33 : spécification de filtre à air.

### b) Comment tourner le filtre :

Les moteurs asynchrones sont adaptés au fonctionnement en continu, pour des applications comme les convoyeurs, les pompes ou les ventilateurs. Ils peuvent également être utilisés avec une vitesse variable dans des systèmes ne nécessitant pas une grande précision.



Figure 34 : Moteur asynchrone

Le mouvement voulu détermine la puissance et le couple à déployer. Quelles doivent être la force et la vitesse en sortie du moteur ? Le mouvement doit-il être linéaire ou rotatif ? Cela s'ajuste à l'aide d'un réducteur qui transforme le mouvement.

L'environnement définit les caractéristiques d'encombrement et de solidité. À puissance égale, la taille des moteurs est variable. Pour les environnements difficiles, il existe des carcasses renforcées, étanches, faciles à nettoyer, adaptées aux risques de chocs, de projections ou d'encrassement.

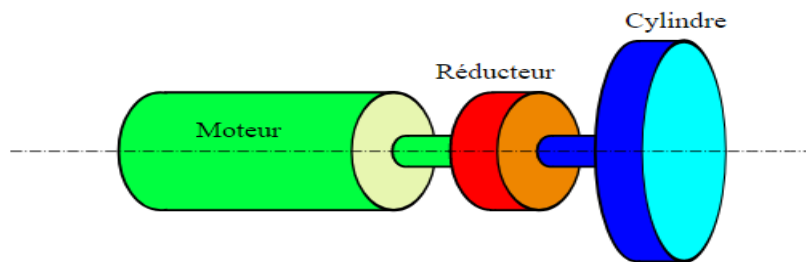
### Type de transmission :

Il s'agit du mode de transmission de référence pour le calcul du gain qui peut-être une transmission par poulie et courroie plate, trapézoïdale ou striée.

Courroie plate : forte vitesse , efforts faibles

Courroies trapézoïdales : transmission d'une puissance plus élevée, bon contact sans glissement, grand rapport de transmission possible .

Courroie striée : Une transmission silencieuse, grande gamme de puissance (de 0 à 600 kW) , augmentation de la surface de contact entre la poulie et la courroie, fiabilité, stabilité de la tension



Quelle est la vitesse de rotation du cylindre en tr/min si la vitesse de rotation du moteur d'entraînement est de 1000tr/min ?

$$red = \frac{R}{r} = \frac{N}{n} = 10$$

$$n = 100 \text{ tr/min}$$

Avec  $R = 350 \text{ mm}$  Alors  $r = 35 \text{ mm}$

### c) Maintien du filtre :

Afin de maintenir le filtre légèrement, nous adaptons un concept qui facilite le serrage du filtre sans l'endommager.



- **Matériau du filtre à air :**

En premier, nous devons connaître le matériau du filtre, pour qu'on puisse préciser un concept de serrage ou de maintien sans endommager le filtre. Nous avons opté pour l'acier galvanisée ou polyuréthane.



## Cage du filtre : acier galvanisée

Specifications	
Filter medium	GTS: high-performance nonwoven with water-repellent coating made of synthetic microfibers; GTB: blended synthetic micro-fiber nonwoven with water repellent coating
Recommended final pressure drop	800 Pa
Thermal stability	80°C
Moisture resistance	100% rel. hum.
Material for cover, base and support cages	Steel, galvanized
Seal	GTS: Polyurethane, GTB: neoprene

Figure 35: Spécifications du filtre à air à cartouche



Figure36 : Filtres à air à cartouche

Ce système facilite le serrage de filtre à air pendant le nettoyage, le serrage se fait manuellement par un vis pas droit et gauche, alors au moment que le vis tourne les deux arrêtes

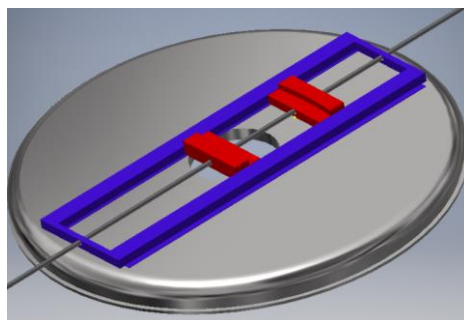


Figure 37 : Serrage du filtre par vis

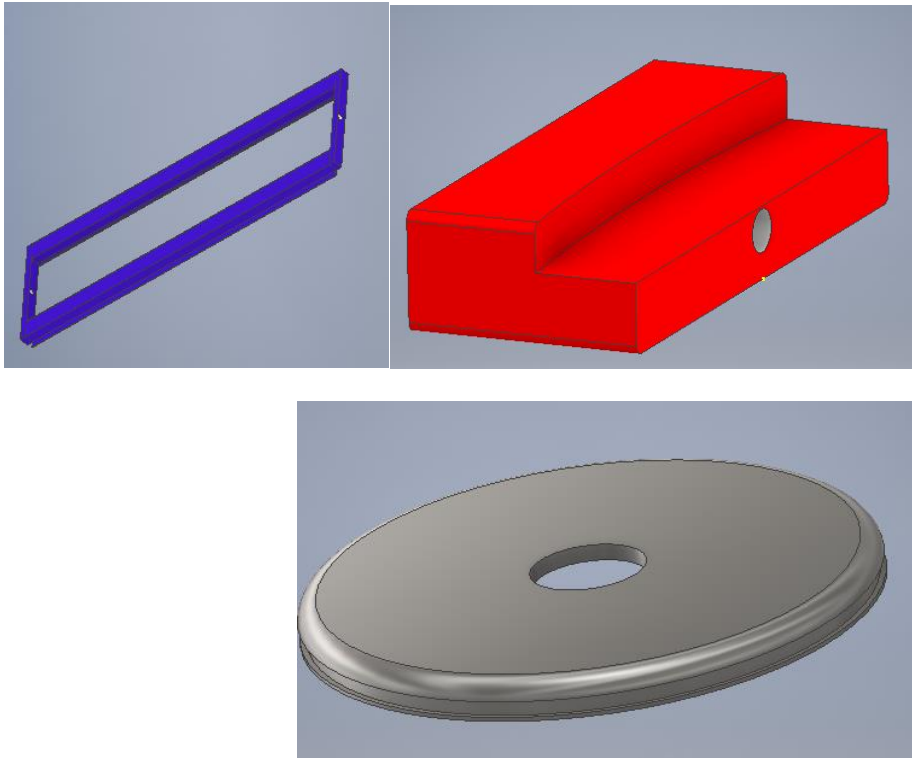


Figure38 : pièces sur inventor

**d) Tourner le filtre**

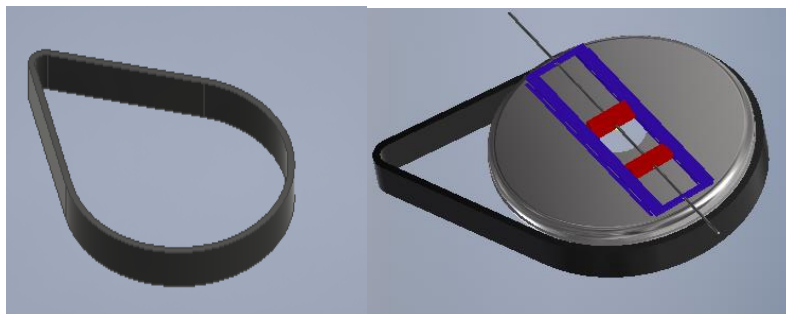
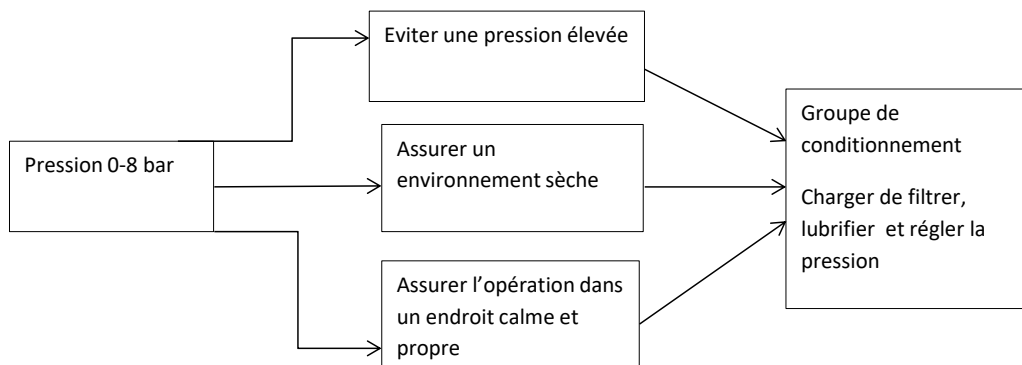
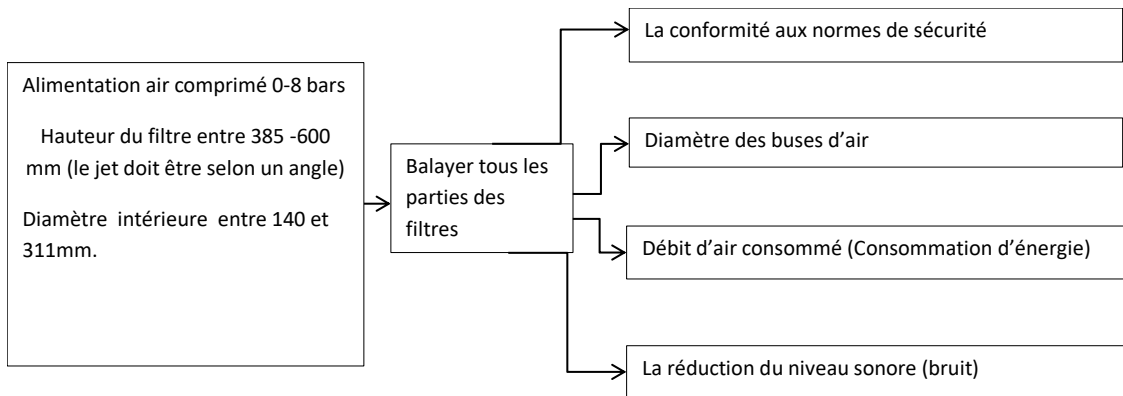


Figure39 : courroie striée.

**e) Système de jet d'air :**





Le choix de type des buses d'air dépend du domaine d'utilisation (nettoyage, sablage....), il dépend/ également du distance et ange du nettoyage :

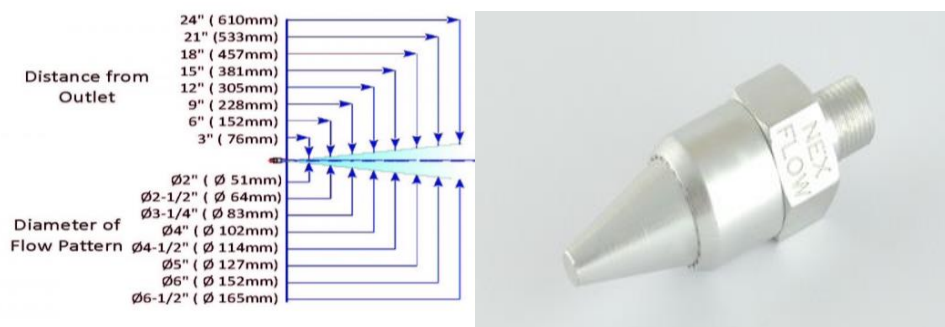


Figure 40 : Buse d'air modele 47004

Force de soufflage à 5 Bar	3.4 N
Force de soufflage réglable	Non
Positionnement soufflage	Rapproché et/ou éloigné
Forme du flux d'air	Concentré
Consommation d'air à 5 Bar	15 Nm³/h
Raccordement	Male 1/8" BSP
Amplification air	50:1
Matériel	Aluminum
Dimension	Ø19x54mm
Niveau sonore à 5 Bar	74dB(A)
Remplace tuyau ouvert	3-4 mm
Pression d'utilisation maximale	10 Bar
Reduction niveau sonore dB(A)	20dB(A)
Economie d'air apres 5 jours *	7,10 Euro
Respect des normatives OSHA	OUI
BENEFICES	:
Economie d'air Nm³/h	15 Nm³/h
Respect des normatives Machines UE	OUI

Figure 41 : Spécification buse

Nous calculons le nombre de buses nécessaires pour balayer toutes les parties du filtre, alors nous avons fait le calcul suivant :

$$500/51 = 9,80$$

En conclusion le dispositif est composé de 10 buses de nettoyage tout long du filtre.

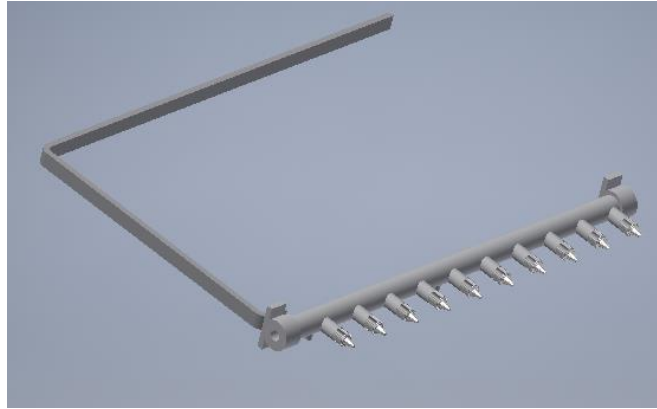
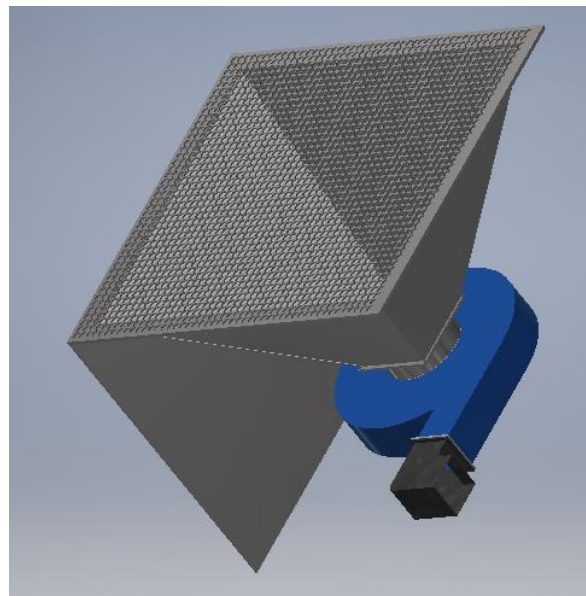
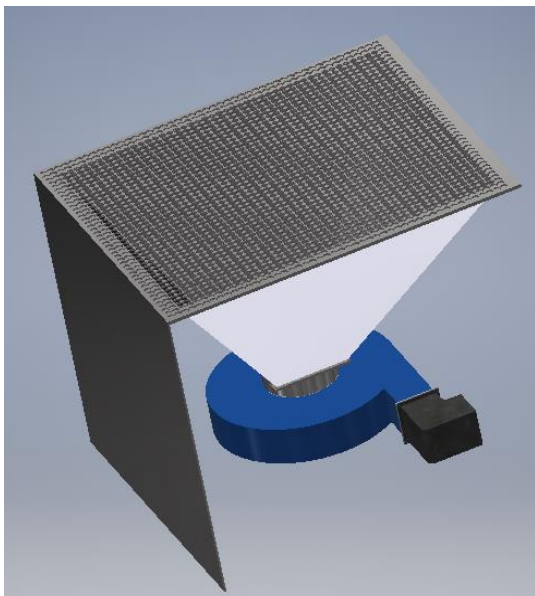


Figure 42 : Buses d'air avec deux orifices d'alimentation

#### f) Système de ventilation :

Ce système de ventilation, permettant de collecter la poussière dans la chambre de nettoyage, se comporte d'une table trouée avec un ventilateur centrifuge, alors nous avons adapté comme idées de nettoyage des déchets un simple jet d'eau se fait manuellement après l'opération de nettoyage



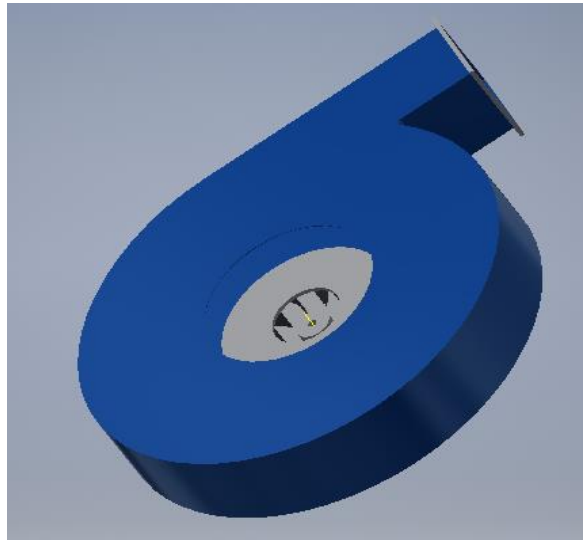
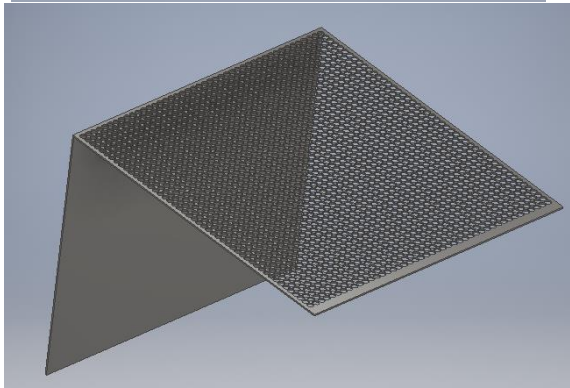
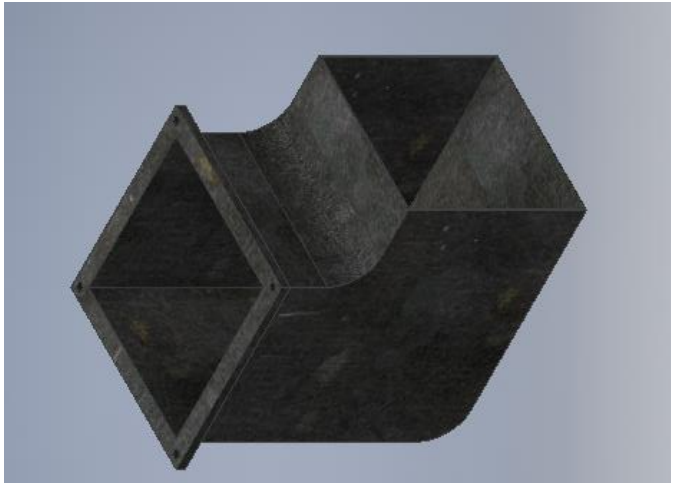
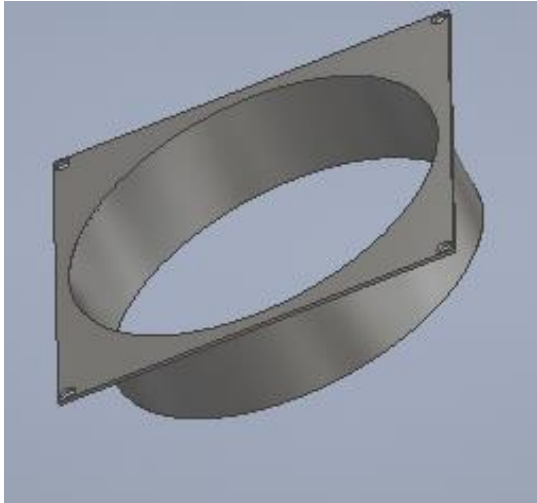


Figure 43 : système de ventilation

## 5) Cabine :

Le choix de dimension de la cabine dépend essentiellement du :

- Dimension du filtre.
- Hauteur de l'opérateur, pour assurer l'ergonomie d'utilisation.
- Fonctionnalités de la machine.

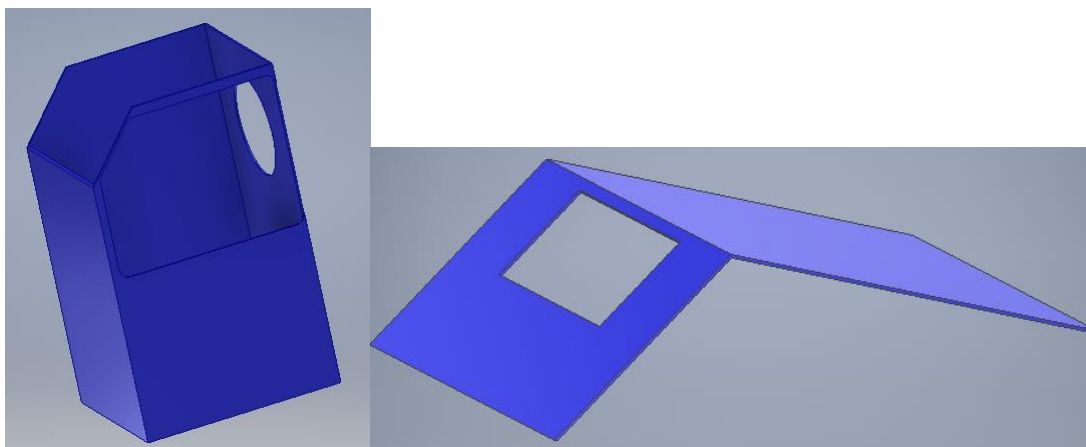
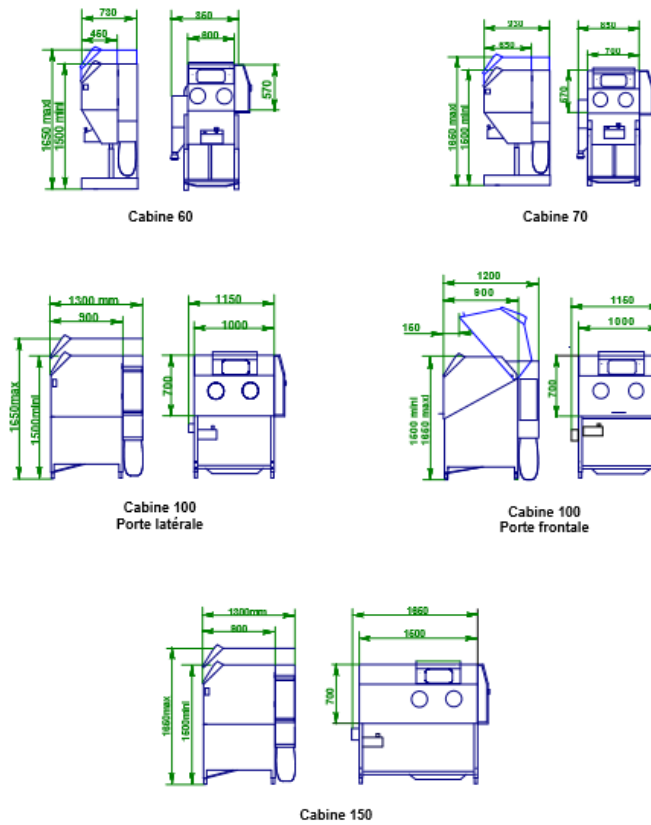


Figure29 : cabine de soufflage sur Inventor.

## 6) Description de la machine !

L'assemblage suivant montre clairement les différents composants de la machine, ainsi que leurs mouvement relative.

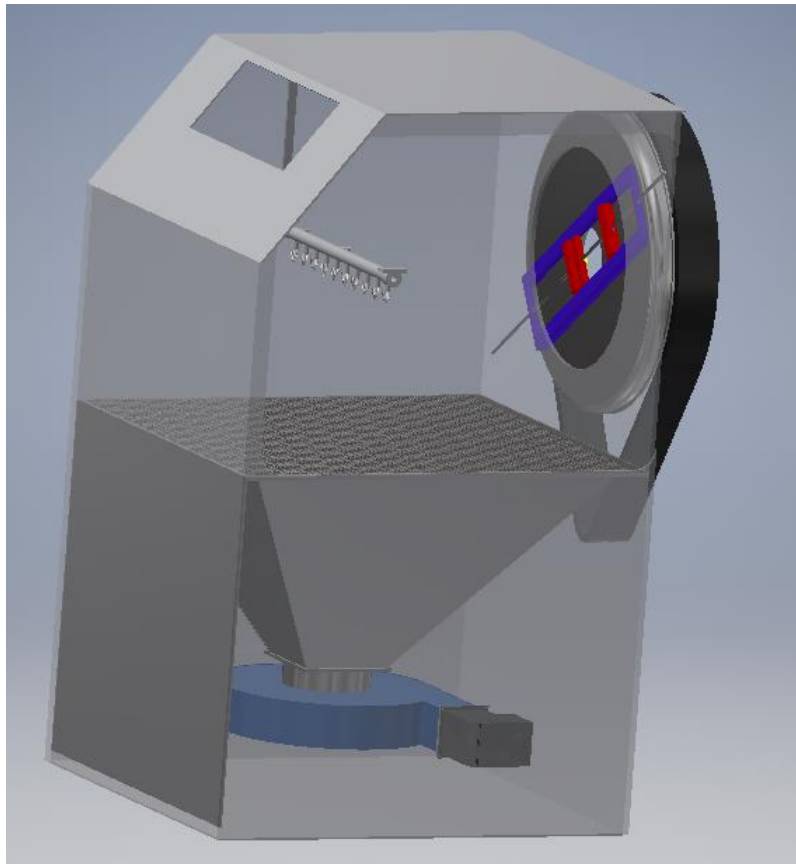
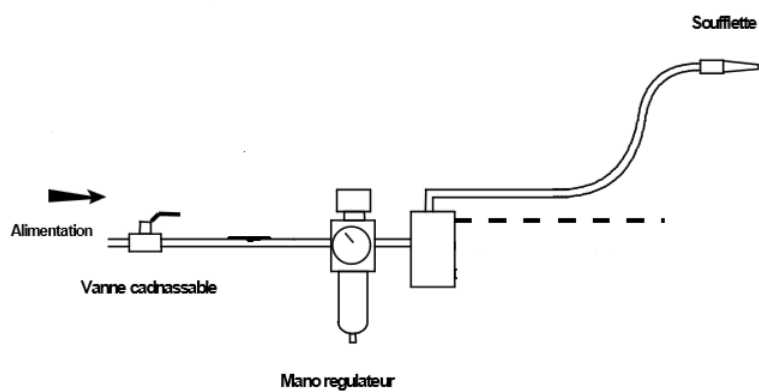


Figure30 :Assemblage sur inventor

## 3. Schéma pneumatique :

Le schéma suivant montre clairement le circuit d'air, l'air comprimé sous pression de 12 bars avec un Mano régulateur permettra d'éviter une pression trop élevé passant de 0à8 bars, puis l'air circule jusqu'à a soufflette.



---

## *Conclusion :*

L'objectif est l'étude et la conception d'une machine de nettoyage pour l'entreprise, Le sujet que nous avons élaboré présente une étude très profonde, pour concrétiser le besoin réel de ce projet.

L'intérêt majeur de cette machine est de faciliter l'opération de nettoyage des filtres à air des engins avec une meilleure ergonomie, en diminuant le nombre des filtres à air. Consommé par chaque mois.

Ce travail a permis une compréhension plus approfondie du problème du nettoyage et d'entretien systématique des filtres à air, Ceci nous a amené à préciser les fonctionnalités principales et complémentaires.

Ensuite, Les expériences, les essais, et l'exploitation des connaissances en mécanique et méthodologie de conception, nous ont permis de trouver une stratégie simple pour le dimensionnement d'un nouveau concept.

Par une analyse fonctionnelle du sujet, nous avons pu générer les fonctionnalités de la machine, puis les spécifications. Permettant de faire tous les calculs tels que la pression de soufflage maximale, force de serrage du filtre à air, et le débit de ventilation du dépoussiérage.

En se basant sur un cahier de charge, le choix final du concept dépend essentiellement de la fonction principale ainsi que le mode opératoire et la sécurité.

Enfin, Le travail réalisé ouvre de nombreuses opportunités d'amélioration au niveau de révision des moteurs thermiques. L'indicateur de colmatage des filtres à air n'indique pas la présence de poussière à l'intérieure du moteur, alors la révision de tout le moteur est nécessaire, opération très onéreuse.



---

# *Bibliographie :*

## **Sites :**

[www.arenablast.com](http://www.arenablast.com)

[www.air-masters.eu/fr/buses-de-soufflage/94-buse-de-soufflage-47004.html](http://www.air-masters.eu/fr/buses-de-soufflage/94-buse-de-soufflage-47004.html)