

---

## SOMMAIRE

### REMERCIEMENT

**1 – INTRODUCTION ET MOTIVATION.....** 1

HISTORIQUE..... 2

**Chapitre I: ETUDE ET CONCEPTION.....** 3

I.1- Principe de base ..... 3

I.2- Condition de réalisation..... 3

I.3- Schéma global ..... 3

I.4- Chaîne cinématique..... 3

I.5- Schéma de l'ensemble ..... 4

I.6- Principe de fonctionnement de l'ensemble..... 5

I.7- Détermination de l'éolienne la mieux adaptée..... 6

I.8- Sites d'implantation des éoliennes de pompage..... 6

**Chapitre II- Etude théorique.....** 7

**II.1- PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA POMPE.....** 7

II.1.1- But ..... 7

II.1.2- Différents types d'installation de pompage ..... 7

➤ Pompage au niveau du sol ..... 7

➤ Pompe immergée dans l'eau..... 7

➤ Pompage déporté..... 7

II.1.3- Principe ..... 8

**II.2- DIFFERENTS TYPES DE POMPES.....** 9

II.2.1- Pompe à piston..... 9

II.2.2- Pompe rotative..... 9

II.2.3- Pompe centrifuge..... 9

<b>II.3- POMPE À PISTON .....</b>	10
III.3.1- caractéristique.....	10
II.3.2- Calcul des pressions.....	10
II.3.3- Hauteur de charge statique.....	11
II.3.4- Rabattement .....	12
II.3.5-Hauteur d'aspiration.....	12
II.3.6- Perte de charge due au frottement.....	13
 <b>Chapitre III: REALISATION DE L'APPAREIL.....</b>	 14
<b>III.1- Calcul et dimensionnement des boulons .....</b>	14
III.1.1- Assemblage .....	14
III.1.2- Calcul de boulonnerie.....	15
III.1.3- calcul du diamètre nominal.....	16
III.1.4- Facteur de sécurité.....	16
III.1.5- calcul et vérification des boulons d'assemblage.....	17
III .1.6-Application.....	20
III.1.7- Résistance de la vis.....	20
III.1.8- Effort de serrage.....	21
III.1.9-rôle de chaque élément essentiel.....	22
 <b>III.2-Système bielle excentrique.....</b>	 27
III.2.1- But .....	27
III.2.2- Fonctionnement.....	27
<b>III.3-Force hydraulique.....</b>	29
<b>III.4-Calcu</b> l de débit.....	30
<b>III.5-Détermination de la force de piston.....</b>	32
III.5.1-Détermination de la pression exercée par la pompe sur le piston.....	33
III.5.2-Calcul du diamètre d'aspiration.....	34
III.5.3-Détermination de la diamètre de conduite.....	35

<b>III.6-Condition de résistance .....</b>	35
III.6.1 - La chape de piston .....	35
III.6.2 -La bielle.....	36
III.6.3 -Calcul du maneton de la manivelle.....	37
III.6.4 -Détermination de la chape de la tige à piston.....	37
<b>III.7-Maintenance.....</b>	37
<b>III.8-Avantages et inconvénients de la pompe.....</b>	38
III.8.1- Avantages.....	38
III.8.2-Inconvénients.....	38
<b>Chapitre IV : CALCUL ECONOMIQUE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAUX.....</b>	39
IV.1-ETUDE ECONOMIQUE .....	39
IV.1.1- Postes de travail .....	39
IV.1.1- Pièces .....	40
<b>IV.2- Environnement.....</b>	41
IV.2.1-Généralité.....	41
IV.2.2- Avantage du dispositif étudié .....	41
IV.2.3- Impacts négatifs et mesures d'atténuation.....	42
<b>Conclusion .....</b>	43

## ANNEXE I

### Dessin de définition

BIELLE .....	P N° 01
AXE .....	P N° 02
COUSSINET .....	P N° 03
CHAMBRE .....	P N° 04
PISTON.....	P N° 05
POMPE.....	P N° 06
EXCENTRIQUE .....	P N° 07
AXE II.....	P N° 08

## ANNEXE II

### GAMME D'USINAGE

#### Vocabulaire des gammistes

1/machines-outils

2/Abréviation et symbole des gammistes

- COUSSINET
- EXCENTRIQUE
- BIELLE
- AXE
- PISTON
- CHEMISE
- TIGE TARAUDE

Liste des tableaux

Liste des figures

VI- Bibliographies

VII webographie

## **NOMENCLATURE :**

$H_{ga}$ : hauteur géométrique d'aspiration  
 $H_{gr}$ : hauteur géométrique de refoulement  
 $\eta_1, \eta_2, \eta_3\dots$ : Les pertes de charge dans les tuyauteries, coudes, accessoires.  
 $d_1$ : diamètre de perçage théorique calculé  
D : diamètre nominal de la vis  
p : pas  
 $D_1$ : diamètre de perçage pratique  
l : longueur de la vis  
x : la longueur à fileté  
P : charge appliquée à la vis  
 $P_s$  : force axiale appliquée à la vis  
 $P_c$  : résultante des forces axiales  
K : force radial  
 $f_{const}$  : coefficient de frottement au niveau du joint entre (A) et (B)  
 $[\sigma_{Mp}]$  : contrainte limite  
 $\sigma_m$  : contrainte de matage métal contre métal  
 $\sigma_{min}$  : contrainte calculé  
 $a_m$  : coefficient tenant du matériau  
 $K_z$  : coefficient de serrage  
 $[\sigma_{lim}]$  : contrainte limite à la traction  
 $\eta_{min\ limite}$  : coefficient de sécurité limite  
C : couple de serrage  
d : diamètre nominal de la vis  
T : effort à exercé  
Q : débit de la pompe  
V : le volume de cylindre de la pompe  
n : nombre de tours par seconde  
 $S_p$  : la section du piston  
C : la course du piston  
 $D_p$  : le diamètre du piston  
n : nombre de tours de l'axe  
q : le débit de la pompe par seconde  
 $\omega$  : vitesse angulaire

C : la course du piston

P : la puissance du moteur

M : le moment de rotation

F : la force du piston et r le rayon de la manivelle égal à 0,03m

p : la pression exercée par la pompe [bar]

S<sub>piston</sub> : la surface du piston

S : la section du diamètre d'aspiration

V : la vitesse d'écoulement

$\left\| \overrightarrow{M_{cs}} \right\|$  : moment du couple de serrage

$\left\| \overrightarrow{Q} \right\|$  : effort normal presseur entre les pièces à assembler

R<sub>m</sub> : rayon moyen du filet

r<sub>m</sub> : rayon moyen de la surface d'appui sous la tête

$\mu'$  : facteur de frottement (entre tête de vis et surface d'appui)

$\varphi'$  : angle tel que  $\tan \varphi' = \frac{\mu}{\cos \beta}$  avec :

$\mu$  : facteur de frottement

$\beta$  : demi angle au sommet du filet

F : la force appliquée sur le fond

S : la surface du liquide

P : la pression

$\rho$  : la masse volumique de l'eau

V : le volume

H: la profondeur du puit

S: surface du puits

h : hauteur

D<sub>axe</sub> : diamètre de l'axe

V: volume

rpg : la résistance pratique au glissement

$\tau$  : la contrainte limite tangentielle

x : la largeur de la bielle

h' : hauteur d'implantation

D<sub>noyau</sub> : diamètre de noyau

# **REMERCIEMENT**

« L'Homme propose, Dieu dispose »

Pendant toutes ces années, je me suis préparé à la réalisation de ce présent mémoire. Mais son aboutissement n'aurait pas été possible sans la bénédiction de Dieu tout puissant. Ainsi, je Lui dois toutes mes grâces.

Ensuite, je tiens à exprimer ma reconnaissance aux personnes suivantes:

Monsieur ANDIARAMANANTSIZEHENA Pascal, Directeur de l'ESPA

Monsieur ANDRIANARISON Yvon, de m'avoir admis en tant qu'étudiant au sein de l'ESPA;

A, Monsieur ANDRIAMANALINA William pour tous les enseignements et encadrements qu'il m'a offerts pendant ce MEMOIRE et vue de la distance qui nous sépare

A Monsieur RANARIJAONINA Jean Désiré, d'avoir accepté de m'encadrer à la dernière minute malgré les différentes activités qu'il exerce.

A Monsieur RANDRIAMORASATA Josoa d'avoir consacré une partie de son temps précieux pour examiner le présent travail;

A tous les Corps Enseignants ainsi que les Personnels Administratifs de l'ESPA ;

Mes remerciements vont aussi à toute ma famille de m'avoir toujours soutenu moralement et financièrement, et surtout de n'avoir jamais cessé de prier pour moi.

A tous mes amis, étudiant en 3<sup>em</sup> Année licence, de la bonne atmosphère que nous avons partagée en classe et qui m'a permis de vaincre ma nostalgie et de vivre à l'aise loin de ma famille.

Enfin, à toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont apporté leur aide, leurs conseils et qui m'ont témoigné leur confiance.

Même le meilleur des écrivains de ce monde ne saurait trouver le mot exact pour décrire ma gratitude envers vous tous.

Merci !

## **INTRODUCTION ET MOTIVATION:**

Depuis quelques années, beaucoup de chercheurs sonnent l'alarme sur la dégradation de l'environnement à cause de la pollution et aussi de la diminution du pétrole qui est la source d'énergie la plus utilisée pendant le XX<sup>ème</sup> siècle jusqu'aujourd'hui. Afin de remédier à ces fléaux, les dirigeants de tous les pays développés et en voies de développement font appel à l'utilisation de l'énergie nouvelle renouvelable. Réputée propre et non polluante, elle est de plus en plus répandue de nos jours, surtout pour les pays en voie de développement.

Dérivées des moulins à vent, les éoliennes mécaniques servent le plus souvent au pompage de l'eau. L'hélice entraîne un piston, qui remonte l'eau du sous-sol. Cette technique est bien adaptée pour satisfaire les besoins en eau (agriculture, alimentation, hygiène) de villages isolés, notamment dans les pays en voie de développement.

La pompe à eau que nous proposons dans ce projet est un dispositif facile à manipuler, de moindre coût et n'exige pas trop d'effort physique pour puiser les nappes d'eaux souterraines et/ou la manutention des eaux fluviales.

Le ravitaillement en eau est insuffisant et pénible à cause de l'utilisation de la force humaine pour faire monter l'eau du puits surtout pour les quartiers banlieues d'Antananarivo.

D'où l'importance de ce mémoire de fin d'étude intitulé : « **POMPE A EAU DIRECTEMENT ACTIONNEE PAR L'EOLIENNE** »

Pour ce faire, il est nécessaire de savoir en premier lieu l'étude et la conception de l'éolienne qui sera traité succinctement dans le premier chapitre,  
Ensuite, on rapporte dans le second chapitre l'étude théorique,  
Nous tiendrons le troisième chapitre sur la réalisation de l'appareil  
Le quatrième chapitre sera porté sur l'analyse des études économiques et environnementales.

## HISTORIQUE

L'origine des pompes à eau se perd dans la nuit des temps. L'éolienne de pompage a été largement diffusée dans les pays industrialisés au XIX<sup>ème</sup> siècle. La mise en place de l'électrification rurale a entraîné le régression rapide de l'exploitation de l'éolienne de pompage et petit à petit leur abandon.

L'enrichissement de l'énergie motrice au cours de ces dernières années a provoqué un regain d'intérêt pour ces machines. Leur utilisation dans les pays en voie de développement a été réétudiée et largement expérimentée. Les nouvelles idées surgissaient dans les champs ou dans les ateliers, non seulement sur les planches à dessin. Les réalisations dans les domaines favorables ont survécu si des milliers de tant d'autre ont péri. Les documents techniques que l'on possède actuellement ont évolué au rythme des générations et subissaient des améliorations apportées par les utilisateurs ou les petits entrepreneurs même s'ils sont rarement mentionnés dans la littérature spécialisée.

Vers la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, les grandes plaines d'Amérique du nord connurent un grand essor agricole. C'est à partir de ce moment que le développement simultané des centres d'enseignement et des stations de recherche conduisit aux premiers essais et résultats scientifiques de qualité en matière de pompes à main.

Le développement de la mécanisation et de l'électrification vint affaiblir, voir même paralyser pendant plus de 50 années le marché des pompes à main dans les pays industrialisés. Ce sont plutôt les programmes d'approvisionnement en eau en milieu rural qui donnèrent un nouvel essor à cette branche. Toutefois, les fonds consacrés à la recherche et au développement des pompes à eau se sont révélés encore très faible par rapport aux investissements globaux réalisés et requis dans la cadre du développement de l'approvisionnement en eau en milieu rural.

# **CHAPITRE I: ETUDE ET CONCEPTION**

## **I.1- Principe de base**

L'éolienne est une machine à pales tournant qui utilise la force de vent pour produire de l'énergie. Autrement, on transforme l'énergie cinétique du vent en énergie électrique ou en énergie mécanique pour le pompage.

## **I.2-Condition de réalisation**

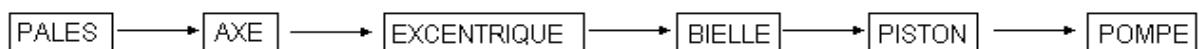
Le pompage par l'énergie éolienne est réalisable si :

- La vitesse du vent ne descend pas au dessous de 8 Km/h au cours du temps
- L'eau de puits peut être pompé continuellement
- Un stockage qui permet d'assurer les besoins pendant trois jours ou plus, ceci pour parer aux périodes où la vitesse du vent est faible et n'arrive pas à faire tourner l'hélice.
- L'équipement relatif à l'éolienne peut fonctionner pendant une longue période, il est plus pratique de couvrir si possible le mécanisme de transmission et de l'équiper d'un système de lubrification automatique. Les ailettes et les manches devraient être galvanisés ou protégés par une peinture époxy.

## **I.3- Schéma global**



## **I.4 - Chaîne cinématique**



D'après la chaîne ci-dessus, l'ensemble est composé d'une pale liée à un axe moteur, d'une excentrique, d'une bielle, d'un piston et de la pompe qui sont tous maintenus par un pylône.

**I.5- Schéma de l'ensemble :**

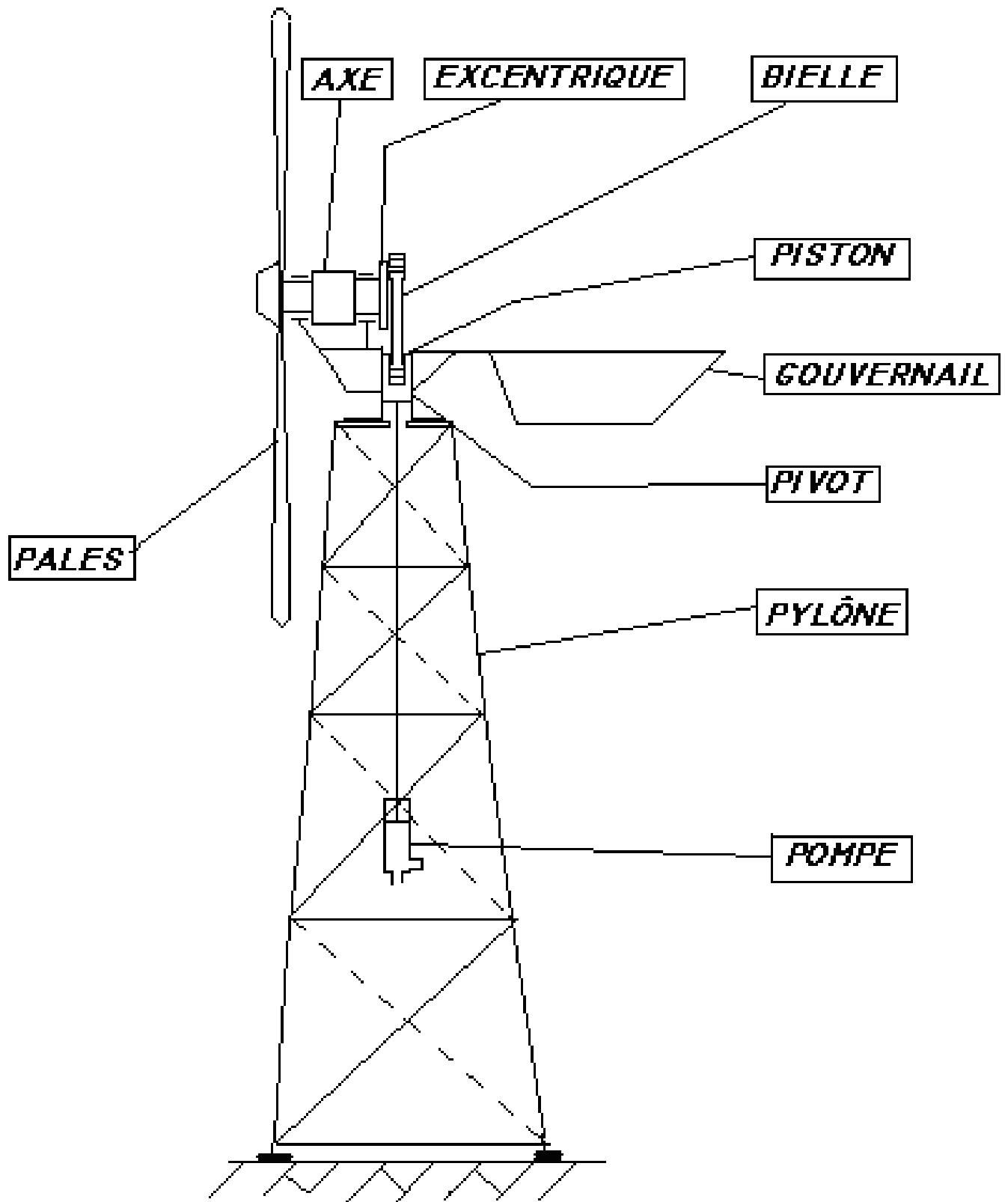


Figure N° 1: schéma descriptif

## **I.6- Principe de fonctionnement de l'ensemble:**

L'ensemble est composé de trois parties qui sont : l'hélice, la pompe et le pylône qui est muni d'un pivot.

L'hélice tourne en rotation par la force du vent et en même temps, elle transmet ce mouvement à un axe équipé d'une excentrique à son extrémité. L'ensemble axe et hélice est libre en rotation autour du pylône par l'intermédiaire du pivot

Le mouvement de rotation de l'excentrique est transformé en mouvement rectiligne va-et-vient à travers une bielle vers le piston, proprement dit vers la pompe.

La valeur de l'excentricité définit la course, donc le débit, et détermine la valeur du couple à vaincre par la roue pour assurer le mouvement du piston. Son seul inconvénient, mais sans influence majeure, est de présenter une certaine irrégularité de couple entre les deux courses. La pompe entraînée par la bielle, ne fait qu'aspirer et refouler l'eau.

Pour les pompages de grandes profondeurs, il faut considérer l'effort d'inertie et éviter les phénomènes de résonances dans la tige de commande qui, par suite de sa grande longueur, se comporte comme l'état d'un ressort. On est alors souvent conduit à réduire la vitesse par l'utilisation d'un réducteur ou à renforcer avec une glissière au milieu de la tige pour éviter d'éventuelle flexion.

La pompe est simple et permet une hauteur de refoulement suffisamment importante. Par contre, elle demande un couple assez élevé et surtout constant si sa vitesse est relativement faible.

Le pivot est conçu non seulement pour assurer le guidage en rotation de l'ensemble pale et pompe mais aussi pour le guidage en translation du piston.

Le pylône est fondé solidement à un endroit favorable pour supporter tous les dispositifs (pâles et pompe) et assurer la stabilité de l'ensemble.

### **I.7-Determination de l'éolienne la mieux adaptée :**

La vitesse du vent varie suivant l'altitude, si ce dernier augmente, la vitesse du vent augmente et vice versa. Alors on doit varier la hauteur du pylône suivant la dimension de l'hélice et son lieu d'emplacement pour obtenir la puissance nécessaire pour une bonne fonctionnement de l'ensemble.

Voici quelques données portant les différentes configurations possibles :

Diamètre de l'hélice	Hauteur du pylône
1,75 m	4 m
2 m	6 m
2.25 m	7,5 m
2,5 m	10 m

Tableau N° 01 : variation de la hauteur du pylône

### **I.8-Sites d'implantation des éoliennes de pompage**

En général, les éoliennes de pompage devraient être installées directement en tête de puits ou de forage. Si on fait le pompage à partir d'un point d'eau, rivière, on peut s'éloigner sans franchir la dénivellation maximum de 7 m. Donc, c'est le lieu de puisard qui détermine l'endroit pour l'implantation de l'éolienne de pompage.

On peut tout de même choisir l'emplacement de façon à satisfaire au mieux les impératifs d'un pompage éolienne dans le cas où le forage n'existe pas encore.

## **Chapitre II : ETUDE THEORIQUE :**

### **II.1 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA POMPE:**

#### **II.1.1- But :**

Appareils destinés pour passer un liquide d'un niveau à un autre plus élevé : le liquide est aspiré, puis refoulé. La hauteur d'aspiration est limitée en principe à 10,33 m par la pression atmosphérique et ne dépasse pas les 8 m en pratique. La hauteur de refoulement n'est limitée que par la puissance du moteur qui commande la pompe, et par la résistance mécanique de cette dernière.

#### **II.1.2-Differents types d'installation de pompage**

##### **➤ Pompage au niveau du sol :**

Si la pompe est aspirante, elle peut être placée en surface mais la hauteur d'aspiration est limitée à 10,33 m pour réduire les pertes, et cette dernière diminue au fur et à mesure que la profondeur du puits est profond, la hauteur de refoulement ne doit pas excéder la hauteur du pylône moins un mètre.

##### **➤ Pompe immergée dans l'eau :**

Si la pompe est immergée directement dans l'eau, on dit qu'elle est refoulante. Comme la pompe aspirante, la hauteur de refoulement ne doit pas excéder la hauteur du pylône moins un mètre.

##### **➤ Pompage de déporté**

Si la pompe se trouve au même niveau que le sol mais déportée du puits ou du point d'eau, la dénivellation entre la pompe et la nappe ne doit pas dépasser de 7 m et la hauteur de refoulement est la même que pour les autres types d'installation.

#### **Remarque :**

Il est dangereux pour les pompes de dépasser une certaine hauteur manométrique d'aspiration (7m) à cause des différentes pertes car le piston se sépare de l'eau, ce qui n'est pas souhaitable dans un fonctionnement continu. La hauteur manométrique totale ne doit dépasser la valeur de 50m pour les hélices de 2,5m de diamètre (\*)

(\*) (<http://www.fao.org/DOCREP/003/T0388F/T0388F18.jpg> \\* MERGEFORMATINET).

Si la hauteur de refoulement doit être supérieure à la hauteur du pylône moins un mètre, il faut prévoir un presse-étoupe de refoulement à la sortie de la pompe.

La hauteur manométrique est définie d'après le schéma suivant :

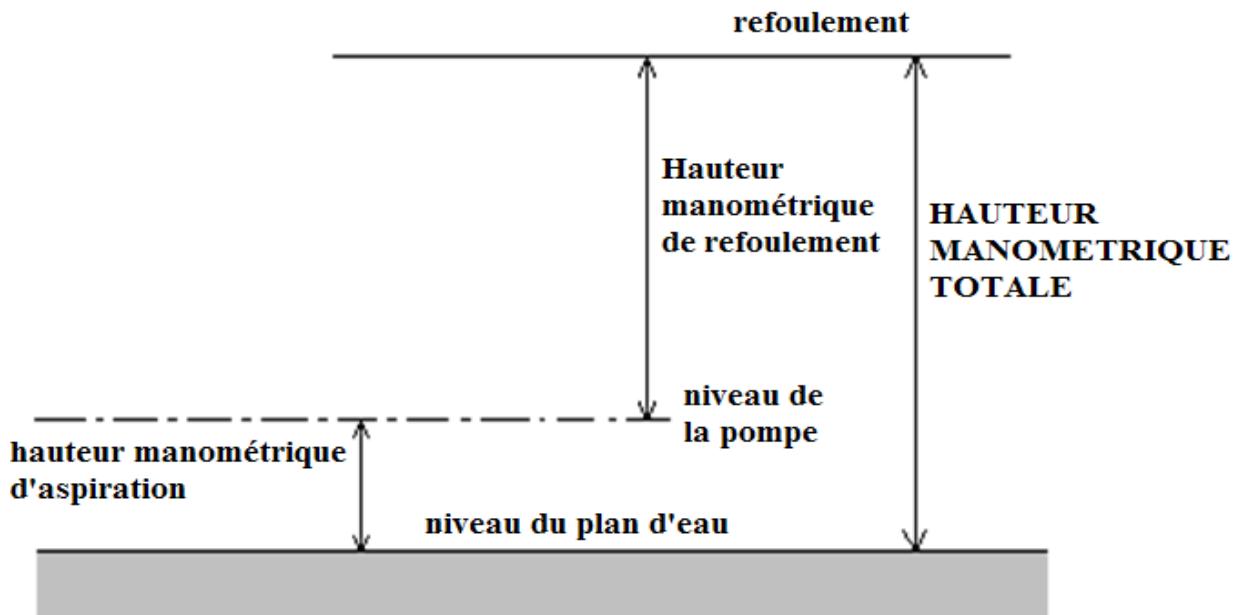


Figure N°02 : niveaux de pompage

### **II.1.3- Principe :**

Une pompe est formée d'une capacité à volume variable (corps de pompe) en communication avec le réservoir amont et aval; l'augmentation du volume du corps de pompe provoque une dépression, d'où aspiration du liquide ; et sa diminution crée une surpression, d'où refoulement.

#### **Au premier démarrage de la pompe**

Il faut d'abord amorcer la pompe pour évacuer l'air ou le vide dans le tuyau d'aspiration afin de n'empêcher l'eau de remonter. Il est donc nécessaire de mettre un orifice d'amorçage tout près du corps de la pompe pour faciliter l'opération. L'étanchéité de celui-ci est indispensable pour qu'aucune fuite ou défaillance ne se présente.

- Au sommet du cylindre, le piston s'arrête et le clapet de retenue se referme due à son propre poids, emprisonnant l'air dans le cylindre.

- A la descente du piston l'air emprisonné est comprimé entre le piston et le fond du cylindre, qui entraîne l'ouverture du clapet de refoulement, d'où refoulement.
- Lors de la remontée du piston, une plus grande quantité d'air sortira du tuyau et l'eau remontera encore, entrant éventuellement dans le cylindre sous le piston.
- Lorsque le cylindre est plein d'eau (position haute), le clapet de retenue se ferme par la pesanteur, emprisonnant l'eau dans le cylindre.
- Lorsque le piston est au niveau bas, le clapet de refoulement se ferme et empêche le retour de l'eau dans le cylindre et de même pendant la montée du piston.
- A chaque montée, le piston aspire ; à chaque descente, elle comprime l'eau et le cycle continue.

## **II.2- DIFFERENTS TYPES DE POMPES**

Les pompes se classent en plusieurs catégories, suivant leur mode d'action, la nature de leur construction, leurs applications.

On distingue trois types de pompe :

### **II.2.1- Pompe à piston**

Le corps de pompe est de forme cylindrique; la variation de volume est obtenue par le déplacement d'un piston, animé d'un mouvement rectiligne alternatif dans ce corps

### **II.2.2- Pompe rotative**

La variation du volume du corps de pompe est obtenue par la rotation d'un rotor, de forme variable ; d'où suppression du mouvement alternatif.

### **II.2.3- Pompe centrifuge**

La rotation rapide de rotor muni d'ailettes chasse le liquide vers l'extérieur sous l'effet de la force centrifuge, d'où dépression et aspiration au centre du rotor, suppression et refoulement à la périphérie.

Notre étude est axée sur les pompes à piston qui est le plus favorable à un dispositif d'éolienne

## **II.3- POMPE A PISTON**

### **II.3.1- Caractéristiques :**

Pompe constituée d'un piston se déplaçant dans un cylindre, c'est un appareil, soit à simple, soit à double effet et peut engendrer généralement des pressions élevées.

Comme étant basés sur un principe volumétrique, il faut prendre en considération que cette pompe risque en cas d'obturation accidentelle de refoulement, de provoquer des pressions prohibitives. Un dispositif de sécurité, soupape de décharge ou contacteur manométrique est donc nécessaire.

Cependant, ce type de pompe bénéficie d'un rendement assez élevé, c'est pourquoi on les retrouve le plus souvent dans l'équipement des puits semi profonds.

Néanmoins dans les installations individuelles, on préfère souvent à leur place les pompes centrifuges ou auto-amorçages, lesquelles fonctionnent sans clapets, en plus elles ont l'avantage possible d'être entraînées directement par moteur électrique.

### **II.3.2- Calcul des pressions :**

Le calcul de la hauteur manométrique total  $H_m$  est déterminé par la formule :

$$H_m = H_{ga} + H_{gr} + \sum_{i=1}^n \eta_i \quad (1)$$

- $H_{ga}$ : La hauteur géométrique d'aspiration, mesurée verticalement depuis l'axe de la pompe jusqu'au niveau le plus bas dans le puits. [Kgf/cm<sup>2</sup>]
- $H_{gr}$ : La hauteur géométrique de refoulement, mesurée verticalement entre l'axe de la pompe et l'orifice de refoulement le plus élevé. [Kgf/cm<sup>2</sup>]
- $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots$ : Les pertes de charge dans les tuyauteries, coudes, accessoires. [Kgf/cm<sup>2</sup>]

La valeur ainsi trouvée peut d'ailleurs se vérifier en mesurant :

- la hauteur manométrique d'aspiration, par lecture d'indicateur de vide, graduée en mètre d'eau, et placée à l'endroit d'aspiration de la pompe.

-la hauteur manométrique de refoulement, par lecture d'un manomètre (gradué en général en Kgf / cm<sup>2</sup> ou en bar), placé à l'endroit de refoulement de la pompe.

Ainsi évaluée la hauteur manométrique totale doit cependant être majorée si nécessaire :

1. de la pression utile à l'alimentation d'une lance d'arrosage
2. en cas de fonctionnement avec réservoir, d'une valeur correspondante à l'écart entre les pressions d'enclenchement et de déclenchement (fourchette), en général de 1 bar.

### **II.3.3-hauteur de charge statique**

La distance verticale que l'eau doit parcourir pour s'élever de son niveau statique le plus bas à son niveau statique le plus haut s'appelle hauteur de charge statique.

Voici quatre figures qui s'illustrent la charge statique à surmonter.

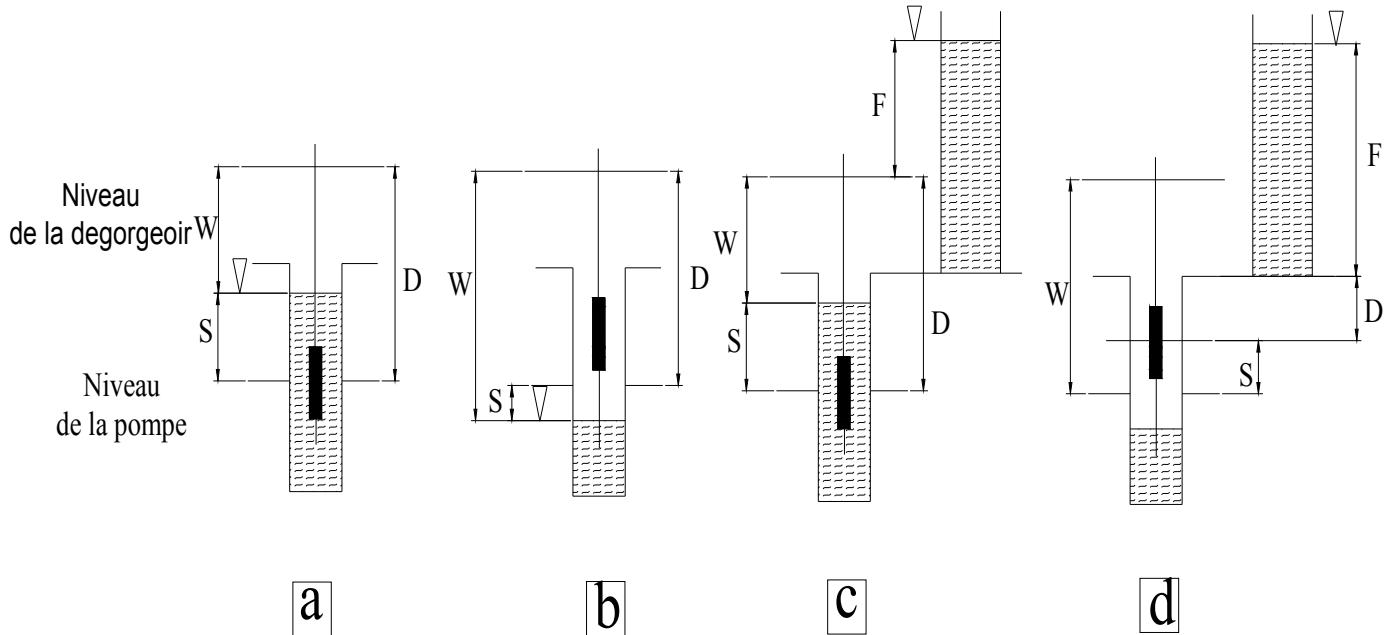


Figure N° 03 : Différentes applications de la charge statique

"a" représente un cylindre de pompe immergée. La hauteur de charge sur le piston est la résultante de D et S, soit D-S ou W.

"b" reproduit le cas d'un cylindre situé au dessus du niveau de l'eau dans le puits. La distance verticale D+S qui n'est autre que W est située entre le niveau de l'eau et le dégorgoir de la pompe. "c" et "d" sont destinées aux pompes foulantes et présentent une augmentation F dans la hauteur de charge statique pour le pompage vers les réservoirs surélevés.

#### **II.3.4- Rabattement :**

Lors du pompage, il y a abaissement du niveau de l'eau dans le puits. La vitesse d'écoulement et la distance d'abaissement (rabattement) dépendent des débits de pompage et de réapprovisionnement du puits en eau de la nappe phréatique.

#### **II.3.5-Hauteur d'aspiration**

Les cylindres pour puits profonds devraient être installés à une profondeur suffisante afin d'assurer une immersion constante à tout moment et en toute saison. Ceci est essentiel pour éviter la nécessité de réamorçage et prolonge la durée de vie du cylindre.

La hauteur d'aspiration maximale idéale est fonction de la pression barométrique, ainsi que de la température et de la tension de vapeur d'eau. Au niveau de la mer à 15,6°, cette pression barométrique est égale à 1,03 Kg/cm<sup>2</sup>, ce qui correspond à une hauteur de refoulement de 10,33 m. Cette hauteur d'aspiration maximale diminue avec l'élévation de l'altitude et la température de l'eau.

La hauteur d'aspiration tolérable doit être réduite en pratique pour tenir compte des pertes de charge due au frottement et à la charge d'aspiration due à la vitesse.

### **II.3.6-Perte de charge due au frottement :**

Lors du pompage, une certaine quantité d'énergie supplémentaire sera nécessaire à surmonter :

- le frottement hydraulique entre le flux de l'eau et les parois des tuyaux d'aspiration, de refoulement ou de chute ....
- La turbulence hydraulique associée à la contraction et à l'expansion du flux au niveau des changements de section de soupapes, de la crête ou du cylindre....
- La turbulence due à des pertes d'inertie inhérente aux débits alternatifs comprenant une accélération ou une décélération constante de la masse d'eau.

En règle générale, les pertes de charge dues aux frottements sont négligeables dans les installations des pompes manuelles disposant du tuyau d'aspiration et de refoulement de bonnes dimensions, de pompes munies de soupape bien conçue et de cylindre.

## **Chapitre III : REALISATION DE L'APPAREIL**

### **III.1- CALCULS ET DIMENSIONNEMENT DES BOULONS :**

#### **III.1.1-assemblage**

L'assemblage se fait par boulonnerie : liaison vis-écrous.

Le trou de perçage pour taraudage ( $d_1$ ) est déterminé en fonction du diamètre nominal de la vis, soit :

Le diamètre de perçage théorique :

$$d_1 = D - 1.08525p \quad (2)$$

Avec :  $d_1$  : Le diamètre de perçage théorique calculé

D : le diamètre nominal de la vis

p : le pas

Diamètre de perçage pratique  $D_1$ :

Pratiquement, il faut tenir compte du gonflement du métal, ce qui donne :

-pour les matériaux malléables :  $D_1 = D - 0,9p$

-pour les matériaux peu malléables :  $D_1 = D - p$

Règle pratique générale :

Diamètre perçage pour taraudage :  $D_1 = D - p$

#### **Système Withworth à pas fin ou pas du gaz**

C'est un système adopté en 1841 qui est encore utilisé actuellement pour le filetage des tubes.

Le pas correspond au diamètre d'un tube et est indiqué en nombre de filets au pouce ('').

#### **Une vis est caractérisé par :**

- son diamètre nominal D déterminé par calcul du diamètre du noyau en fonction des efforts exercés
- La longueur  $L$  = l'épaisseur à serrer + implantation de la vis  $l$
- sa longueur fileté  $x$  = implantation + quelques filets dans la pièce à serrer.

L'implantation dépend du matériau dans lequel la vis est implantée ; on prend implantation  $l \approx$  au diamètre nominal de la vis D pour l'acier et  $1,5 D$  pour la fonte.

### III.1.2- Le calcul de boulonnerie

Le calcul de boulonnerie considère toute sorte de liaison dans ce projet :

En serrant un boulon, il apparaît une force axiale  $P_s$  et une moment de torsion  $T_1$

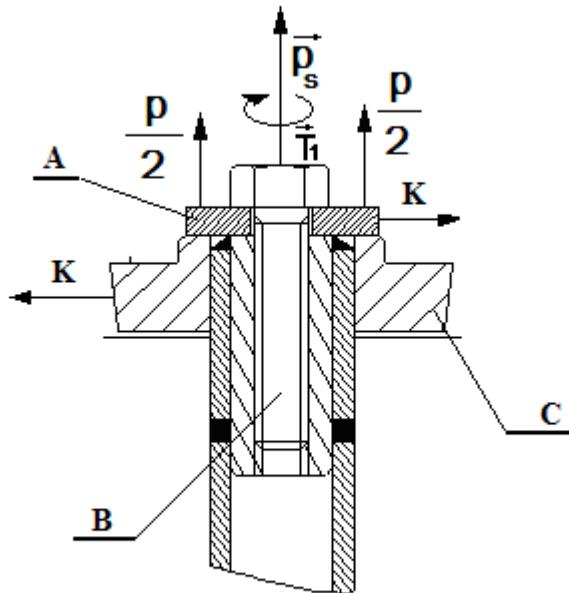


Figure N°04 : différentes forces appliquées sur une vis en action

Après application d'une charge  $P = 2 \frac{P}{2}$  la force axial  $P_s$  diminue de quelque valeur, due aux

propriétés d'élasticité des matériaux en contact en une valeur  $P_s'$ .

D'où la résultante des forces axiales d'après la figure :

$$P_c = P_s' + P \quad (\text{dans notre cas, on se limite au cas où la force } P \text{ est constante}) \quad (3)$$

La force axial  $P_s'$  est fonction de deux critères

- 1- Pour le contact sans glissement entre les pièces en liaison (A) et (B) sous l'action de la force K la condition :

$$P_s' \geq \frac{K}{f_{\text{Const}}} \quad \text{doit être satisfaite} \quad (4)$$

Où :  $f_{\text{const}}$  est le coefficient de frottement au niveau du joint entre (A) et (B) égal à **0,15** pour un contact métal contre métal (1)

Ce qui nous amène à  $P_s' = 0$  d'où  $P_c = P$

2- La condition de résistance et d'étanchéité du joint :

$[\sigma_{Mp}] \geq \sigma_M \geq \sigma_{M\min}$  doit être respectée

Où :  $[\sigma_{Mp}]$  : contrainte limite admissible choisie entre 1 à 2 MPa pour un contact entre pièce métallique à dureté élevée et 1,3 à 0,5 pour la dureté normale

$\sigma_M$  : contrainte de mattage métal contre métal

$\sigma_{M\min}$  : contrainte calculé

Le cas des forces variables n'est pas considéré dans ce calcul

### **III.1.3- calcul du diamètre nominal**

Nous sommes en présence d'une vis en acier C 24.

$$\text{On a } \sigma \geq \frac{F}{S} \text{ et } S \geq \frac{F}{\sigma} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (5)$$

Avec  $\sigma$  : contrainte à la rupture à la traction

$F$  : la force exercée sur la vis

$S$  : la section de la vis

$d$  : le diamètre nominal de la vis

$$\text{Ce qui nous donne : } d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \sigma}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1200}{\pi \cdot 24}} = 7,98$$

Prenons  $d = 8 \text{ mm}$

### **III.1.4- Facteur de sécurité**

D'après la limite de déformation élastique, le coefficient  $\eta_{\text{el}}$

$$\eta_{\text{el}} \geq \frac{\sigma_{\text{el}}}{\sigma_{\text{calculé}}} \geq \eta_{\text{min limite}} \quad (6)$$

Où :  $\eta_{\text{min limite}}$  : coefficient de sécurité limite donné entre 2 à 5 pour les aciers

### **III.1.5- Calculs et vérification des boulons d'assemblage de type NF E 27-005 :**

Le moment du couple de serrage est égal à :

$$\left\| \overrightarrow{M_{cs}} \right\| = \left\| \overrightarrow{Q} \right\| [R_m \tan(\phi' + \alpha) + r_m \mu'] \quad (7)$$

Où :  $\left\| \overrightarrow{M_{cs}} \right\|$  : moment du couple de serrage

$\left\| \overrightarrow{Q} \right\|$  : effort normal presseur entre les pièces à assembler

$R_m$  : rayon moyen du filet

$r_m$  : rayon moyen de la surface d'appui sous la tête

$\mu'$  : facteur de frottement (entre tête de vis et surface d'appui)

$\phi'$  : angle tel que  $\tan \phi' = \frac{\mu}{\cos \beta}$  avec :

$\mu$  : facteur de frottement

$\beta$  : demi angle au sommet du filet

Pour faciliter la détermination d'une vis d'assemblage en fonction des données mécaniques, les abaques suivants ont été établis

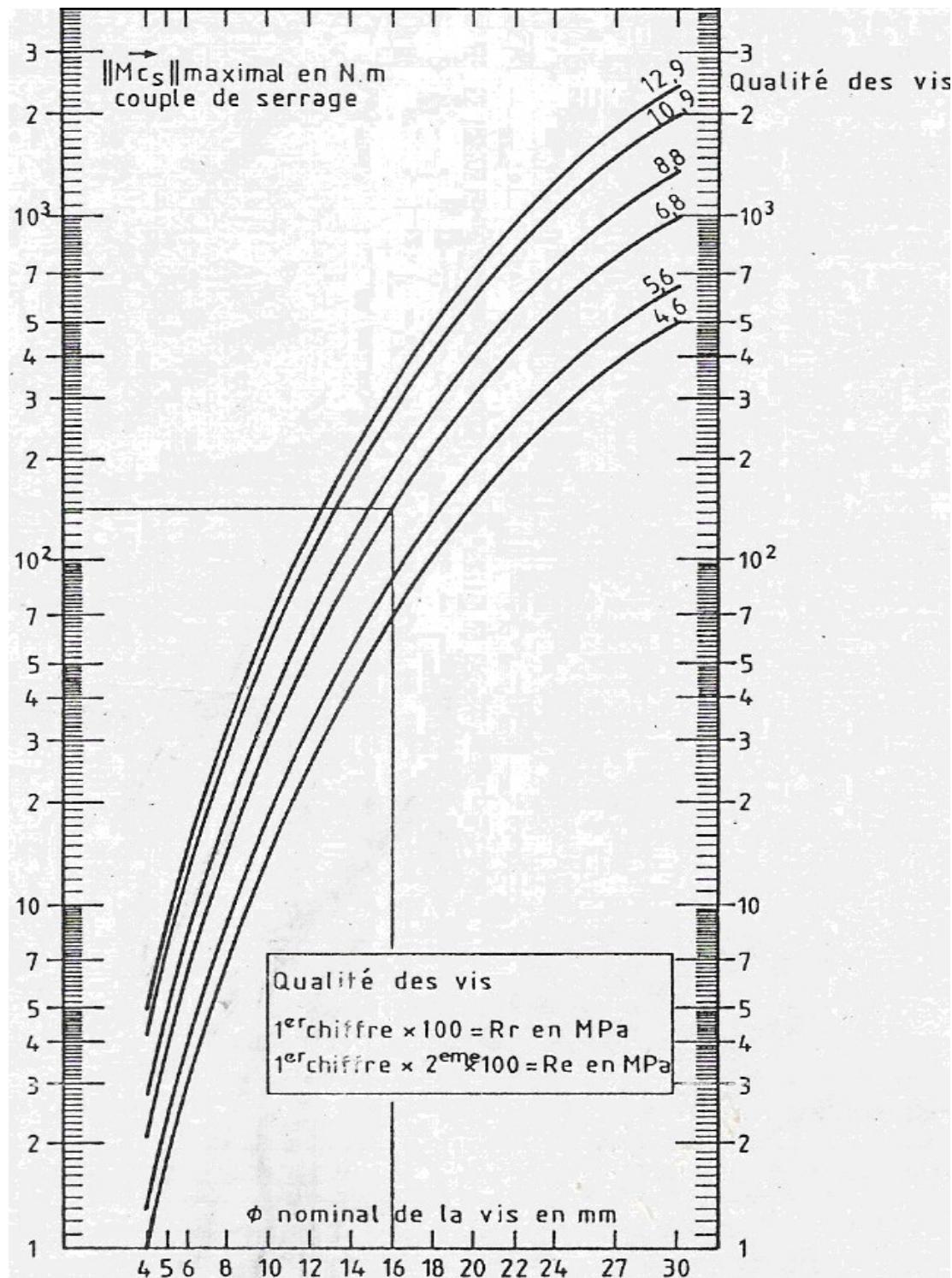
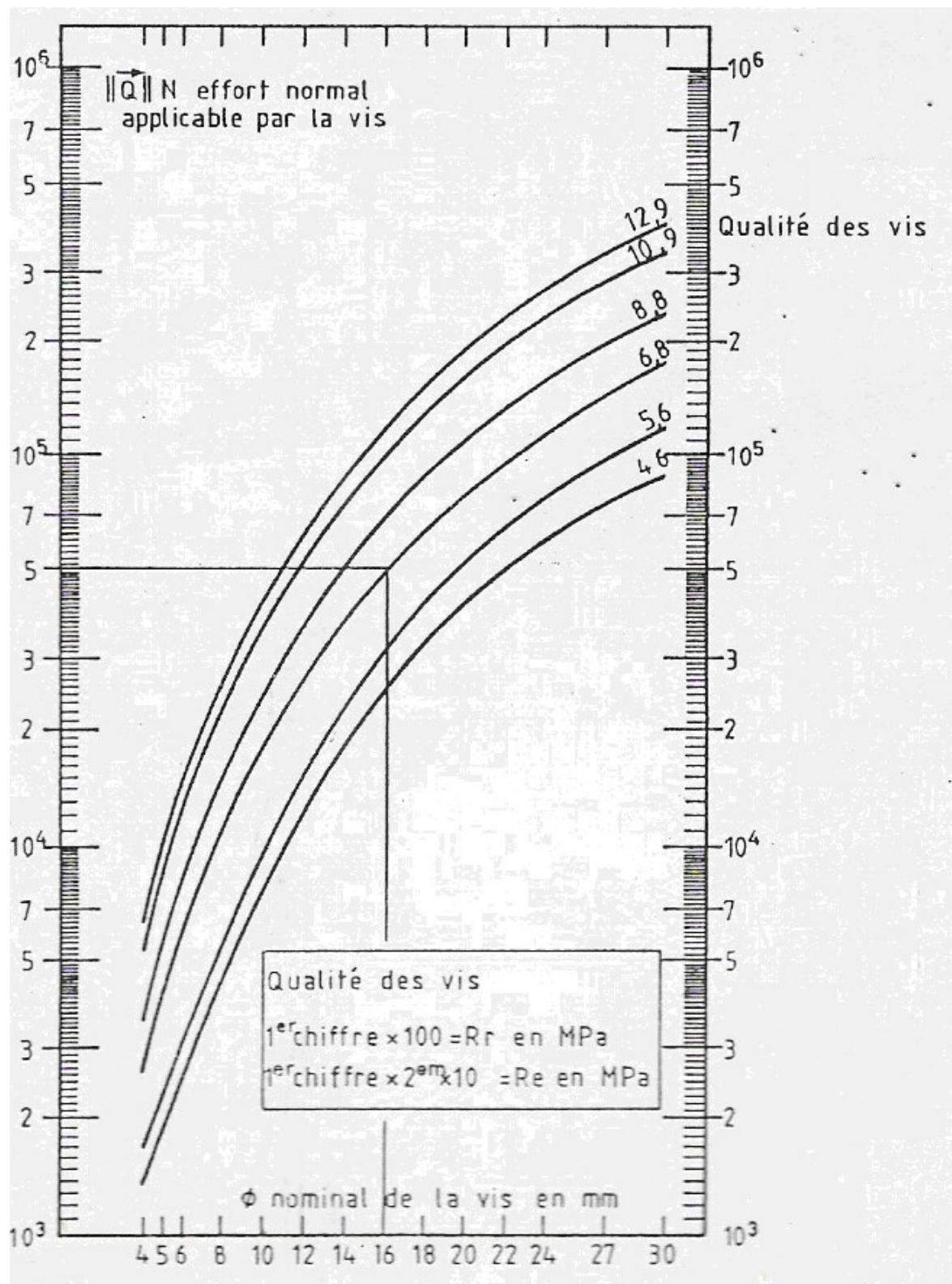


Figure N°05 : Aboque permettant la détermination de  $\|M_{cs}\|$  limite en fonction du diamètre nominal de la vis et de sa classe qualité



### III.1.6- Application :

Nous avons utilisé une vis H M 8-40 ,8.8

On a donc :

- $R_r = 8*100 = 800 \text{ [MPa]}$
- $R_e = 8*8*10 = 640 \text{ [MPa]}$

D'après les abaques (2) et (3), on peut en déduire que le couple de serrage ne doit pas dépasser la valeur de **25 [N.m]** pour une vis « **Ø 8 de classe 8.8** » et l'effort d'extension maximal est de **1200 [N]**.

La résolution par calcul est vérifiée par l'abaque, toutes les conditions sont respectées, ce qui nous autorise à utiliser cette vis pour faire monter le piston en toute sécurité.

Même procédé de calcul et vérification pour les autres vis.

### **III.1.7- Résistance de la vis**

Le serrage exerce une pression sur les pièces à assembler et, après blocage présente une liaison par adhérence.

En cours de service, la vis bloquée reçoit par réaction, des contraintes qui tendent à cisailier les filets. Il faut donc que le nombre de filets en contact soit suffisant pour éviter leur arrachement

Pour résister, les filets doivent résister à une pression de contact qui ne doit dépasser la limite élastique.

- On considère comme surface de glissement, la quantité  $\pi d_{noyau} \cdot h$  soit : le produit du périmètre de base du noyau par la hauteur d'implantation.

$d_{noyau}$  : diamètre de noyau

$h'$  : hauteur d'implantation

- L'effort de résistance au cisaillement des filets est égal :  $F = R_c \pi D l$

$F$  : effort de résistance au cisaillement

$R_c$  : résistance au cisaillement

On prend  $R_c = 13,6 \text{ [daN/mm]}$  dans notre cas

### **III.1.8- Effort de serrage :**

#### **Couple de serrage**

Un serrage trop énergétique d'une vis risque :

- soit de faire éclater la tête (vis fendue)
- soit de décoller la tête du corps de la vis ;
- soit de sectionner les filets.

Pour éviter ces anomalies, on utilise des clés spéciales (clés dynamométriques) qui permettent d'évaluer et de mesurer la valeur du couple de serrage préalablement défini par le calcul.

Le couple de serrage se détermine par la formule :

$$C=0,2 \cdot d \cdot T \quad (8)$$

Où : C : couple de serrage

0,2= coefficient de serrage

d :diamètre nominal de la vis

T : effort à exercé

L'effort C appliqué ne doit dépasser le couple nécessaire déterminé par le calcul.

La pompe est caractérisée par son diamètre et sa course. Ces 2 paramètres déterminent le volume maximum éjecté à chaque coup de piston.

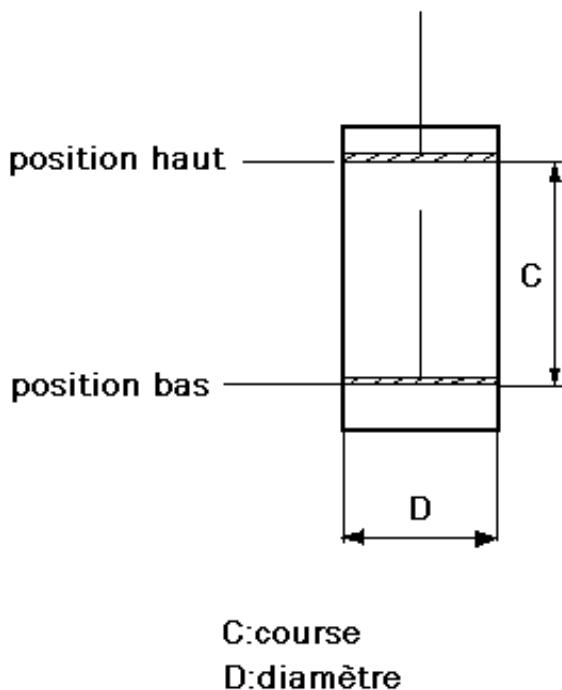
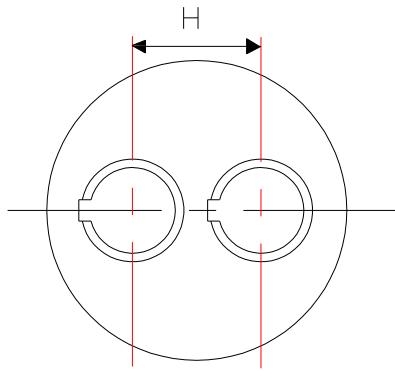


Figure N°07 : course et position du piston

### III.1.9- Rôle de chaque élément essentiel :

EXCENTRIQUE (4): elle reçoit le mouvement de rotation de l'axe et le transforme en un mouvement rectiligne alternatif.

H : distance entre l'axe du maneton et l'axe de l'hélice.



C'est la distance H qui définit la course du piston

ENTRETOISES (18) : elles assurent la liaison de la soupape.

SOUPAPE (19): elle assure l'aspiration de l'eau pendant la montée et le refoulement pendant la descente

JOINTS D'ETANCHEITES (31) : ils empêchent la fuite de l'eau et des lubrifiants

GRAISSEUR : prévu pour la lubrification du piston

VIS DE TRACTION: assure la montée du piston pendant sa course ascendante

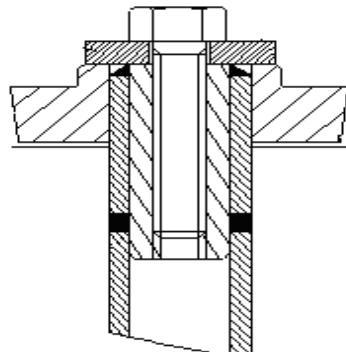


Figure N° 08 : Vis de traction

BIELLE (8): elle reçoit le mouvement rectiligne alternatif de l'excentrique et le transforme en mouvement de translation vers le piston.

# BIELLE EN TROIS POSITIONS

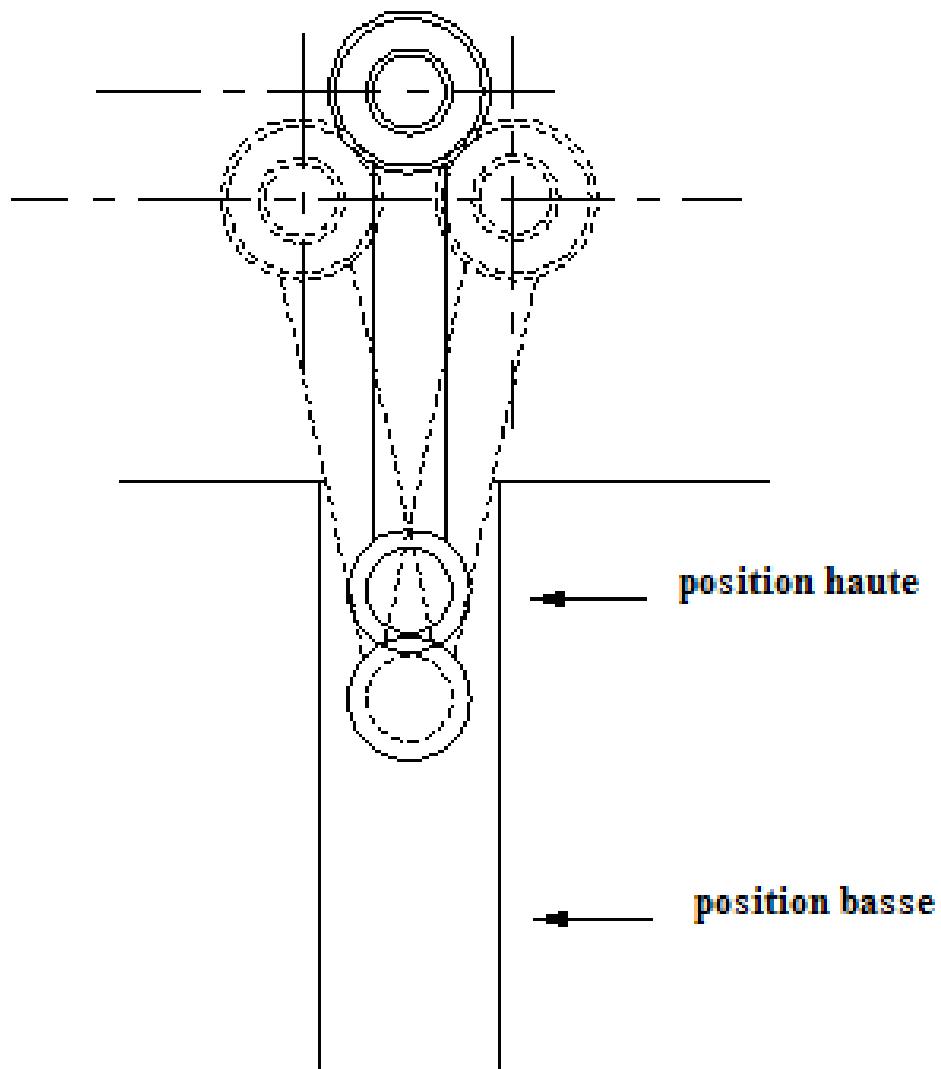


Figure N° 09 : position de la bielle

La vitesse de la bielle dépend de sa position ; en position haute et basse, elle sera minimale

S

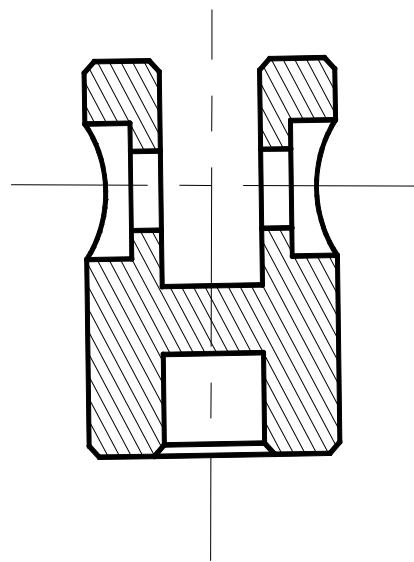


Figure N° 10 : piston

CLAPET D'ASPIRATION (24) : ouvre pendant l'aspiration et ferme pendant le refoulement

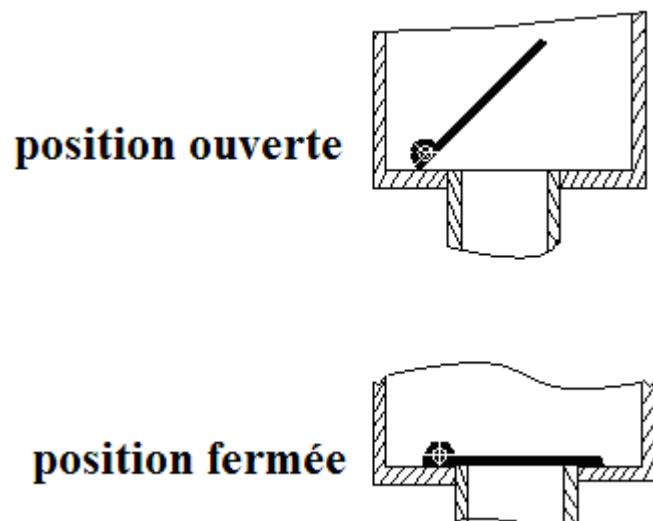


Figure N° 11 : position du clapet d'aspiration

CLAPET DE REFOULEMENT (22) : ouvre pendant le refoulement et referme pendant l'aspiration.

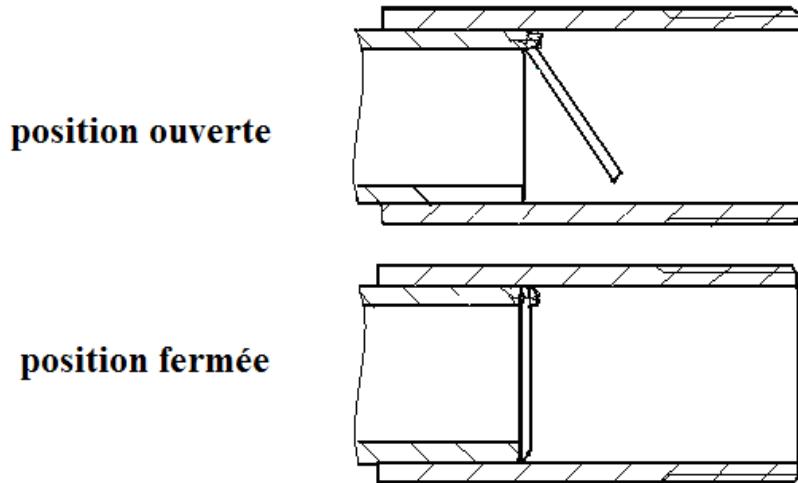


Figure N°12 : position du clapet de refoulement

COUSSINET (07) : il réduit au maximum les frottements entre l'axe et la bielle

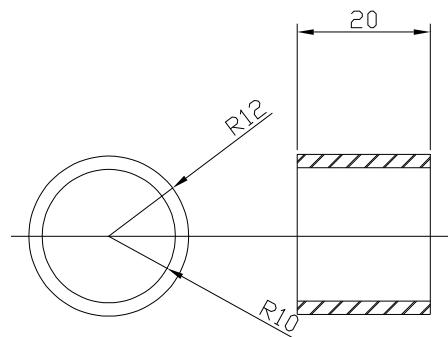


Figure N°13 : coussinet

Grille : elle est disposée en amont de la bâche afin d'éviter l'intrusion des corps flottants ou en suspension

Bâche d'aspiration : c'est un réservoir naturel

Clapet d'aspiration ; clapet a crêpine : le clapet anti-retour est placé sur le circuit d'aspiration, il évite à l'arrêt de la pompe le retour d'eau si le clapet placé au refoulement est mal fermé (pas de risque de dégivrage de la pompe)

Crêpine : la crêpine évite l'entrée accidentelle de corps solide étranger dans la pompe et qui peut aussi s'introduire dans la bâche d' aspiration .Elle est constituée d' un cylindre perforé qui empêche le passage à des objets nettement plus petits que les trous de la grille .

L'obturation de la crêpine engendre une perte de charge additionnelle à l'aspiration de la pompe, ce qui peut engendrer une cavitation dangereuse pour la pompe.

Une crêpine doit toujours être largement immergée pour éviter les entrées d'air (une marge suffisante doit être prévue pour éviter la formation de vortex) et éloigner d'environ 0.3m du fond du puisard.

### **III.2- SYSTEME BIELLE EXCENTRIQUE :**

#### **III.2.1- but :**

Elle a pour but de transformer le mouvement circulaire continu de l'axe de l'hélice en un mouvement rectiligne alternatif de la bielle

#### **III.2.2- Fonctionnement**

La bielle est articulée directement sur le piston ; l'effort latéral dû à l'obliquité de la bielle est supporté par un piston, qui doit être guidé dans le cylindre.

#### **La bielle :**

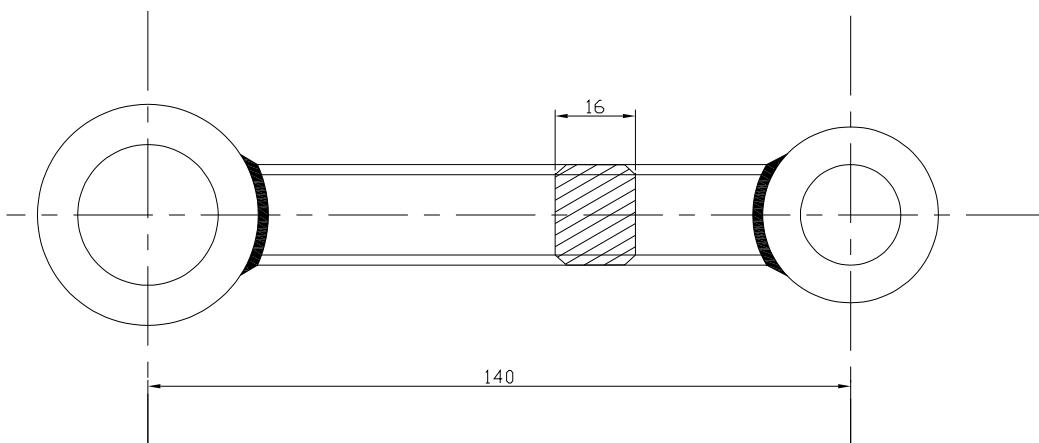


Figure N°14 : bielle

#### ➤ **Corps :**

La bielle est constituée d'un corps en barre rigide, articulé à ses extrémités sur la manivelle et le piston. Elle effectue un mouvement plan sur plan.

- Condition à remplir :

Le corps est soumis à des efforts importants, variables en sens et intensité ; d'où la nécessité d'une grande résistance mécanique, avec un poids aussi faible que possible, afin de limiter ou de réduire au maximum les forces d'inertie

- choix des matériaux :

Après l'analyse technique de fonctionnement et son rôle, nous avons choisi l'acier forgé E28, d'après E28 (EN 10044), pour la bielle.

- Section :

Les bielles à section circulaire pleine ou creuse peuvent être obtenues par tournage et alésage; si rectangulaire, obtenues par rabotage et fraisage; en I obtenue par fraisage ou estampage. Dans notre cas, on a choisi une section rectangulaire obtenue par fraisage car les produits finis au marché ne satisfont pas les dimensions nécessaires.

- Forme :

Grande longueur entre 4 à 5 fois le rayon de la manivelle pour réduire l'obliquité et diminuer l'effort sur la glissière. Dans le dessin (P N°:3), on a une longueur de 140mm qui est égal à 4.66 fois le rayon de la manivelle.

➤ Tête de la bielle :

C'est l'articulation avec la manivelle

- constitution :

La tête de la bielle est constituée de cage de coussinet avec dispositif de graissage et dispositif de serrage.

- Condition à remplir :

Le maneton tourne comme un arbre autour du palier, d'où même les mêmes conditions que pour un palier.

Pour avoir une meilleure résistance mécanique on a utilisé un matériau de même nature que le corps. La cage et le coussinet sont en deux parties différentes afin de faciliter le montage et le démontage.

Pour réduire le frottement l'utilisation d'un coussinet en bronze ou antifriction est recommandé, avec un graissage abondant.

## Excentrique :

L'excentrique joue le rôle d'une manivelle. Il est calé sur un arbre et est destiné à recevoir et de transmettre le mouvement de rotation de l'arbre.

➤ Matière :

Fonte FGL 250-0,9 (NF A 02-001)

➤ Fixation :

La fixation de l'excentrique sur l'arbre est assurée par un circlips et une clavette de sécurité; la fixation sur le maneton est assurée par un écrou M 16.

➤ Choix de l'excentrique

Système facile à réaliser (montage et démontage facile), c'est une variante à coût relativement bas et économique en matière première par rapport aux autres systèmes dont les prix dépassent le double du prix du présent projet.

### **III.3- FORCE HYDRAULIQUE**

La charge structurale la plus importante est exercée par la pression de l'eau sur le piston, la tige de pompe, les raccords, les paliers et sur le corps de pompe advient lors de la course ascendante de pompage du piston par le poids immergé de la tige de pompe et l'assemblage du piston et par le frottement du glissement au palier et aux joints de la cuvette

La force hydraulique nette (F) sur le piston est donnée par la formule :

$$F_h = PS = \frac{\gamma H \pi D^2}{4} \quad (9)$$

Avec  $F_h$  : force hydraulique

H : hauteur de refoulement

$\gamma$  : poids spécifique de l'eau ( $\gamma=998 \text{ Kg/m}^3$ )

P : pression hydraulique nette

S : section du cylindre

### **III.4- CALCUL DE DEBITS :**

Le débit  $Q$  est fonction du volume de la pompe parcourue par le piston durant sa course  $V$  et le nombre de tours de l'hélice  $n$  par unité de temps qui n'est autre que le nombre de course effectué par le piston pendant une même durée ou unité de temps.

D'où la formule suivante :

$$Q = \frac{V \cdot n}{60} \quad (10)$$

Avec :  $Q$  : débit ( $m^3 / s$ )

$V$  : le volume de cylindre de la pompe ( $m^3$ )

$n$  : nombre de tours par seconde égal à 2 (tours /s)

Le débit théorique de la pompe :

Le débit  $q$  d'une pompe pour un tour en [ $m^3/s$ ] est égal à :

$$q = C \cdot S_p \quad (11)$$

Où  $S_p$  : la section du piston [ $m^2$ ]

$C$  : la course du piston [m]

Pour une vitesse de vent normale on a pris  $n= 2[tr/s]$  soit  $120 [tr /mn]$

$C = 0,06 [m]$

$D_p = 0,04 [m]$

Avec :  $S_p = \frac{\pi \cdot D_p^2}{4}$  la section du piston

$D_p$  : le diamètre du piston [m]

$$AN : S_p = \frac{\pi \cdot 0,04^2}{4}$$

$$S_p = 0,001256 m^2$$

Alors le débit pour un tour est de

$$q = 0,001256 \cdot 0,06$$

$$q = 0,00007536 [m^3/tour]$$

D'où le débit de la pompe en seconde

$$Q = \frac{q \cdot n}{60}$$

Où  $Q$  : le débit de la pompe [ $m^3 / s$ ]

$n$  : nombre de tours de l'axe [tr / mn]

$$AN : Q = \frac{0,00007536.120}{60}$$

$$= 0,00015072 [m^3 / s]$$

$$Q = 0,0090432 [m^3 / mn] \text{ soit } 9,0432 [l / mn] \text{ ou } 542,592 [l / h]$$

La vitesse angulaire  $\omega$  de la manivelle [rd/s]

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$$

Soit  $n$  : le nombre de tour de l'axe [tr / mn]

$$\text{Ce qui nous donne : } \omega = \frac{120 \cdot \pi}{30}$$

$$\omega = 12.36 [rd/s]$$

La vitesse du piston :

$$V_{piston} = \pi \cdot C \cdot n$$

Soit  $V_{piston}$  : vitesse du piston [m / s]

$C$  : la course du piston [m] qui est égale à 0,06m

$n$  : nombre de tour de l'axe [tr / s]

$$\text{Où } n = 120 [\text{tr / mn}] = 2 [\text{tr / s}]$$

$$AN : V_{piston} = \pi \cdot 0,06 \cdot 120$$

$$= 0,3768 [m/s]$$

### III.5- DETERMINATION DE LA FORCE DU PISTON

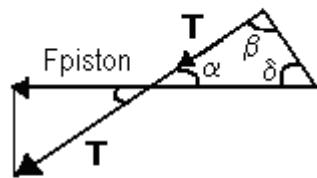
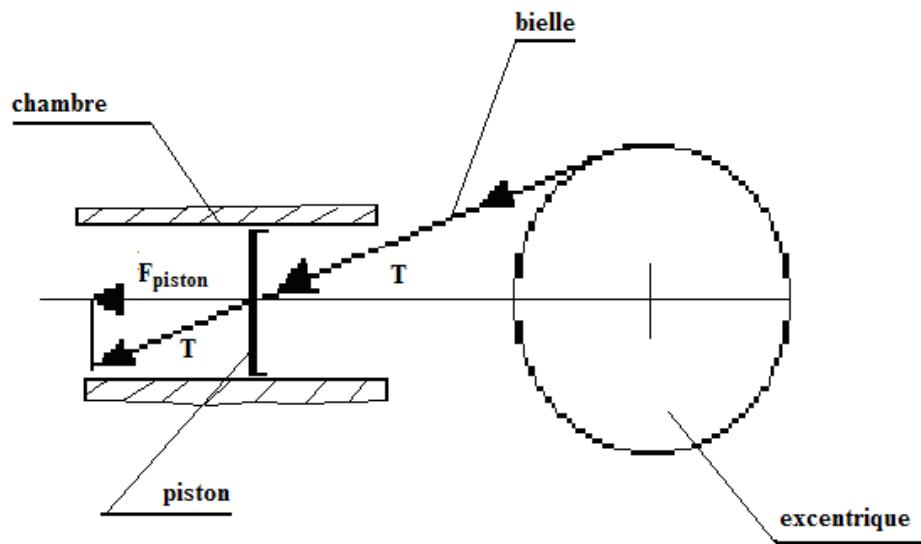


Figure 15 : définition des forces appliquées sur le piston

On a la relation :

$$P_m = M \cdot \omega$$

Soit  $P_m$  : la puissance du moteur égale à 450 [w] (watt)

$M$  : le moment de rotation [Nm]

$\omega = 2 \pi n / 60$ : la vitesse angulaire égale à 12.36 [rd/s]

$$\text{or : } M = F \cdot r \quad (12)$$

où  $F$  est la force du piston et  $r$  le rayon de la manivelle égal à 0,03m

Alors on aura :

$$P_m = F \cdot r \cdot \omega \quad (13)$$

$$\Rightarrow F = \frac{P_m}{r \cdot \omega}$$

$$\text{AN : } F = \frac{450}{0,03 \cdot 12,36} = 1194,26 \text{ [N]}$$

$$F=1200 \text{ [N]}$$

La vitesse du piston est maximale quand la bielle est tangente à la manivelle.

$$\text{D'après le schéma } F_{\text{piston}} = T \cos \alpha \quad (14)$$

### III.5.1- Détermination de la pression exercée par la pompe sur le piston :

$$F = P \cdot S_{\text{piston}} \quad (15)$$

Avec P : la pression exercée par la pompe [bar]

S<sub>piston</sub> : la surface du piston

D'où

$$P = \frac{F}{S_{\text{piston}}} = \frac{1200}{1,256} = 955,41 \text{ [bar]}$$

### III.5.2- Calcul du diamètre d'aspiration :

Soit :

$$Q = S \cdot V$$

Avec S : la section du diamètre d'aspiration

$$V : \text{la vitesse d'écoulement} = 1,0449 \text{ [m/s]}$$

On aura

$$S = \frac{Q}{V}$$

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$\text{D'où } d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0003768}{\pi \cdot 1,0449}} = 0,0214$$

$$\Rightarrow d = 0,0214 \text{ [m]}$$

$$d = 21 \text{ [mm]}$$

Soit le principe de Pascal :

La pression exercée sur un liquide au repos est transmise intégralement en tous points du liquide.

Cette pression s'exerce perpendiculairement aux surfaces en contact.

La pression **P** [bar] exercée sur le fond de la pompe se détermine par :

$$\boxed{\mathbf{P} = \frac{\mathbf{F}}{\mathbf{S}}} \quad (16)$$

où  $F = P \cdot S$

$F$  : la force appliquée sur le fond en [N]

$S$  : la surface du liquide en [ $m^2$ ]

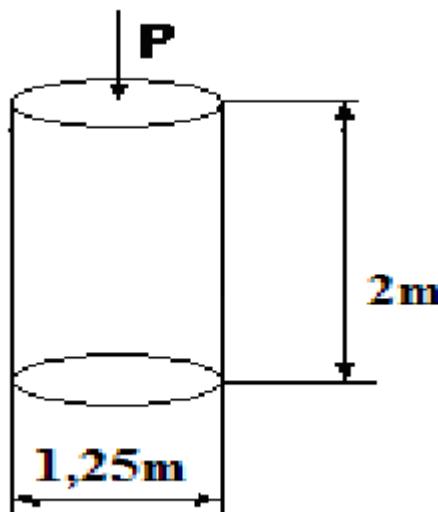


Figure N°15: dimensionnement du puits

Soit le diamètre du puits  $D = 1,25[m]$ , et l'orifice du tuyau d'aspiration positionné à 30cm en dessus du fonds du puits. La force exercée par le poids de l'eau est égale à

$$P_1 = m \cdot g \quad \text{où} \quad m = \rho \cdot V$$

Avec  $\rho$  : la masse volumique de l'eau

$V$  : le volume

$S$  : la surface du puits et  $h$  sa hauteur avec  $V$  le volume :  $V = S \cdot h = 2 \cdot 1,25 = 2,5 \text{ m}^3$

$H$ : la profondeur du puits que l'on prend égal à 1 [m]

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \pi \cdot r^2 = 3,14 \text{ m}^2$$

Et  $m = \rho \cdot V = 2500$

$m = 2500 \text{ Kg}$

Or  $P_1 = m \cdot g = 10 \cdot 2500 = 25000 \text{ [N]}$

Le Pascal (Pa) correspond à 1 [N/m<sup>2</sup>], du fait de l'utilisation dans les systèmes hydrauliques et des forces de pression élevées, le Pascal, unité très petite, n'est pas utilisé. Dans les calculs traitant les problèmes hydrauliques, l'unité retenue est le bar avec 1 bar = 1 [daN/cm<sup>2</sup>]

La pression

$$F = m \cdot g$$

$$= 2500 \cdot 10 = 25000$$

La pression est:

$$p = \frac{F}{S}$$

$$AN : p = \frac{25000}{3.14}$$

$$P = 7961,78 \text{ [N/m}^2\text{]} \approx 0,0796 \text{ bar}$$

### **III.5.3- Détermination du diamètre de la conduite :**

$$V_a = 1.35 \text{ [m/s]}$$

$$Q = 0.00083 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

D'où  $Q = SV$

Alors

$$S = \frac{Q}{V}$$

### **III.6 CONDITIONS DE RESISTANCE :**

#### **III.6.1- La chape de piston :**

La chape et le piston sont des matériaux de même nature. On aura alors :

$$R_{pg} \geq \tau$$

$$\text{Avec } R_{pg} \geq \frac{T}{S} \Rightarrow S \geq \frac{T}{R_{pg}} = \frac{1200}{24} = 50 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$\text{D'où } D_{axe} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = 7,98$$

$$D_{axe} = 10 \text{ [mm]}$$

Où  $r_{pg}$  : la résistance pratique au glissement

$\tau$  : la contrainte limite tangentielle

$$\tau_{\text{calculé}} \leq [\tau] \leq \text{rpg}$$

$$\tau = \frac{F}{S} = \frac{1200}{54} = 22,22$$

$$\tau = 22,22 \text{ [Mpa]}$$

### **III.6.2 -La bielle :**

L'axe effectue un mouvement de rotation et le transmet vers la bielle, ainsi celui-ci le transmet vers le piston qui effectue un mouvement alterné. Donc la bielle est soumise à la compression.

D'où

$$R_p \geq \frac{N}{S} \quad (17)$$

Avec  $R_p = 30 \text{ [N/mm}^2\text{]}$  (résistance pratique à la compression)

$N = 955,796 \text{ [N]}$  (section)

Alors

$$S \geq \frac{N}{R_p}$$

$$\text{AN : } S \geq \frac{955,796}{60} = 31,859$$

On aura:

$$\chi = \frac{S}{e}$$

*Avec x la largeur de la bielle*

### **III.6.3 -Calcul du maneton de la manivelle :**

La contrainte moyenne de cisaillement dans la section (S) du maneton s'exprime par la relation :

$$\boxed{\tau = \frac{T}{S}} \quad (18)$$

On a la relation  $r_{pg} \geq \tau$

$$\Rightarrow \tau = 36.25 \text{ MPa}$$

### **III.6.4-Détermination de la chape de la tige à piston**

La tige à piston est constituée par une matière de même nature que le maneton ainsi que l'axe de la chape. On a alors :

$$R_{pg} \geq \tau$$

$$\text{Avec } R_{pg} \geq \frac{\tau}{S}$$

Comme le montage est en chape, on a donc

$$R_{pg} \geq \frac{\tau}{2S} \text{ et } S \geq \frac{T}{2R_{pg}}$$

## **III.7 MAINTENANCE**

Le frottement consomme beaucoup d'énergie dans l'ensemble en mécanique, ce qui se traduit par une perte de puissance. Cette énergie est essentiellement transformée en chaleur sur les surfaces en contact, ce qui peut endommager les paliers

Pour minimiser les forces de frottement il est nécessaire de réduire au maximum le frottement entre les pièces en contact en lubrifiants périodiquement.

Les lubrifiants habituels sont les huiles et les graisses. Dans notre cas, pour le contact entre le piston et le corps, on lubrifie à l'huile.

### **III.8.1 – Avantages**

- ✓ Approvisionnement en eau (débit) suffisant pour un village
- ✓ Economiser de l'énergie humaine et réduire les pertes de temps
- ✓ Grande accessibilité en surface, seul le tuyau d'aspiration est immergé, ce qui permet son utilisation dans des forages de petits diamètres
- ✓ Ne tient pas compte des énergies motrices et pétrolières
- ✓ Fiable
- ✓ Maintenance facile

### **III.8.2 – Inconvénients**

- ✓ N'accepte pas une faible vitesse de vent
- ✓ Faible rendement et pression
- ✓ L'entretien nécessite des techniciens qualifiés

## **IV.1- ETUDE ECONOMIQUE :**

### **IV.1.1- Postes de travail :**

PHASE DE TRAVAIL	HEURE	COUT PAR HEURE	MONTANT
TOURNAGE	18	3000	54000
FRAISAGE	5	3500	17500
TARAUDAGE	1	600	600
PERCAGE	2	2000	4000
SCIAGE	3	1500	4500
AJUSTAGE	8	1000	12000
SOUDAGE	5	2000	10000
<b>TOTAL</b>			<b>102600</b>

Tableau N° 2 : coût d'usinage

Le coût d'usinage approprié à la réalisation du projet est de 102 600 Ariary

### **IV.1.2- Pièces :**

PIECES	NOMBRES	PRIX UNITAIRE	MONTANT
EXCENTRIQUE	1	7000	7000
AXE	1	6500	6500
MANETON	1	3400	3400

BIELLE	1	4300	4300
PISTON	1	7500	7500
CHEMISE	1	4500	4500
TUBE GALVA (15/21)	1	13000	13000
POMPE	1	20000	20000
VIS	32	300	9600
CIRCLIPS	3	500	1500
CLAPETS	2	15000	30000
<b>TOTAL</b>			<b>107300</b>

Tableau N° 3 : coût des pièces

Le coût total des pièces s'élève à 107 300 Ariary.

Le coût total de réalisation est de **209 900 Ariary**.

## **IV.2- ENVIRONNEMENT :**

### **IV.2.1- Généralité:**

L'environnement est l'ensemble des milieux naturels façonnés par l'homme, y compris les milieux humains, les facteurs sociaux et culturels qui les déterminent ainsi que les éléments biotiques et abiotiques de la nature.

La protection de l'environnement, la préservation des équilibres biologiques et la sauvegarde des ressources naturelles contre toutes causes de dégradation ou d'altération par les pollutions industrielles sont d'intérêt général.

La Constitution et les principes généraux de Droit environnemental imposent à chacun de participer à la sauvegarde de l'environnement du cadre dans lequel il vit, et notamment à la lutte contre les pollutions industrielles affectant le milieu dans lequel il vit. L'Etat et ses démembrements doivent également se soumettre à la même exigence.

#### **IV.2.2- Avantage du dispositif étudié**

L'objectif essentiel est de réconcilier la population avec son environnement en vue d'un développement durable.

Ce projet présente comme avantage :

- le développement des ressources humaines,
- réhabilitation et conservation du patrimoine Malagasy de biodiversité ;
- amélioration du cadre de vie des populations rurales et urbaines ;
- maintenance de l'équilibre entre croissance de la population et développement des ressources ;
- amélioration des outils de gestion de l'environnement ;
- aide à la résolution des problèmes fonciers.
- un développement durable par une meilleure gestion des ressources naturelles qui est un objectif essentiel du Plan d'Action environnemental.
- Un développement durable en gérant mieux les ressources naturelles ;

#### **IV.2.3- Impacts négatifs et mesure d'atténuation:**

Malgré ces avantages cités, il présente quelques anomalies tel que :

La nécessité du vent pour le faire fonctionner; alors, elle devrait être placée à un endroit venteux qui se trouve sur les vastes plaines et plateaux, sur les collines ; ce qui peut perturber la vie des animaux surtout pour les oiseaux qui peuvent même être percutés par l'hélice de celle-ci.

Le bruit causé par le mécanisme crée un tapage sonore pour ses environs

La rotation automatique de l'hélice peut attirer les enfants à monter sur le pylône

Mais ces critères peuvent être atténués par la mise en place de l'ensemble loin du déplacement des oiseaux et en dehors du village mais pas sur les lieux fréquentés par les enfants, son entretien fréquent pour éviter les bruits

## **CONCLUSION**

Le projet est moins polluant et présente beaucoup d'avantages économiques et technologiques surtout pour Madagascar, d'ailleurs les risques causés par le projet sont faciles à résoudre et n'engendrent pas des effets néfastes pour ses environnements.

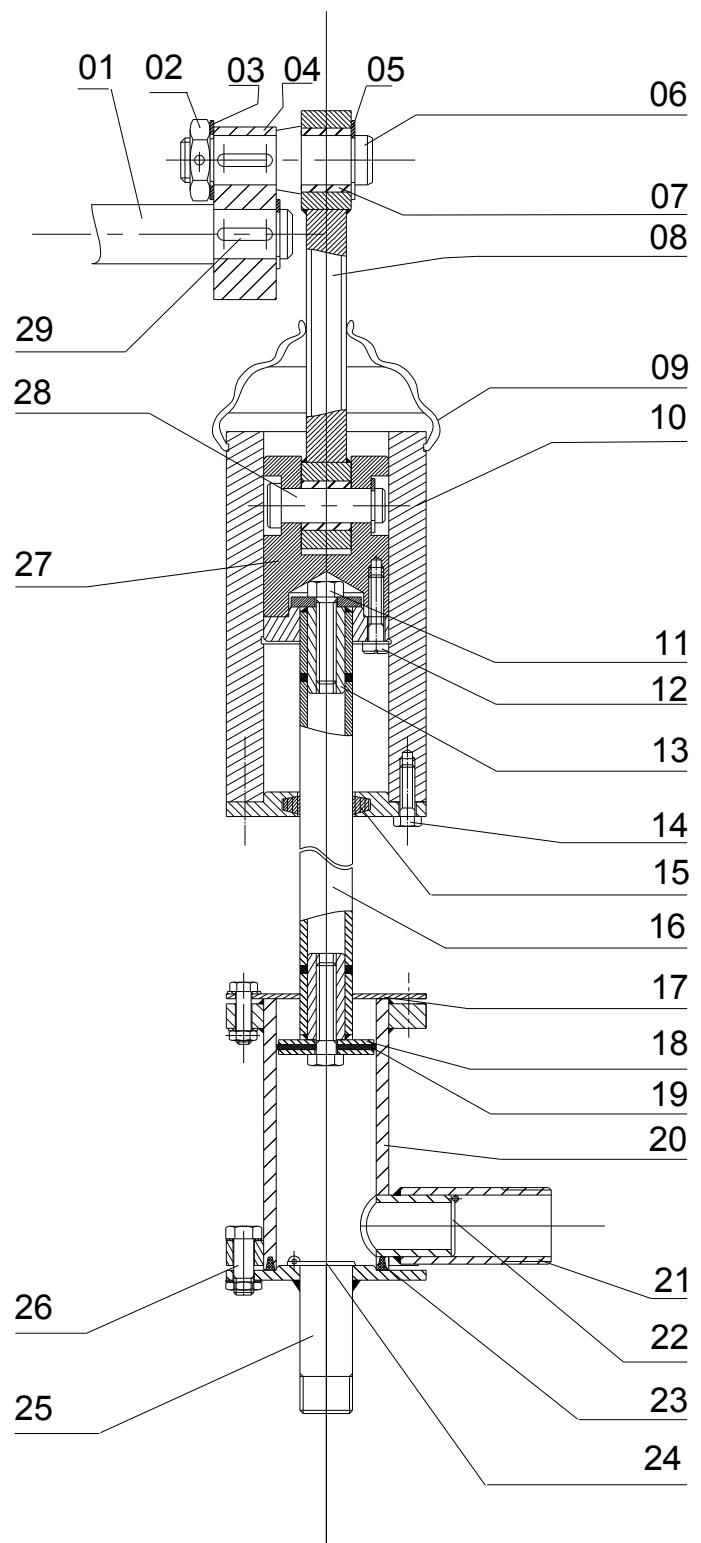
En définitive, nous dirons que la pompe à eau présente des avantages incontestables au plan de sa réalisation car ses pièces constituantes sont disponibles sur les marchés locaux. Elle

évite les problèmes de dégradation et de pollution causés par l'utilisation des moteurs à explosion et enfin, son rendement peut satisfaire au besoin d'une patrie entière.

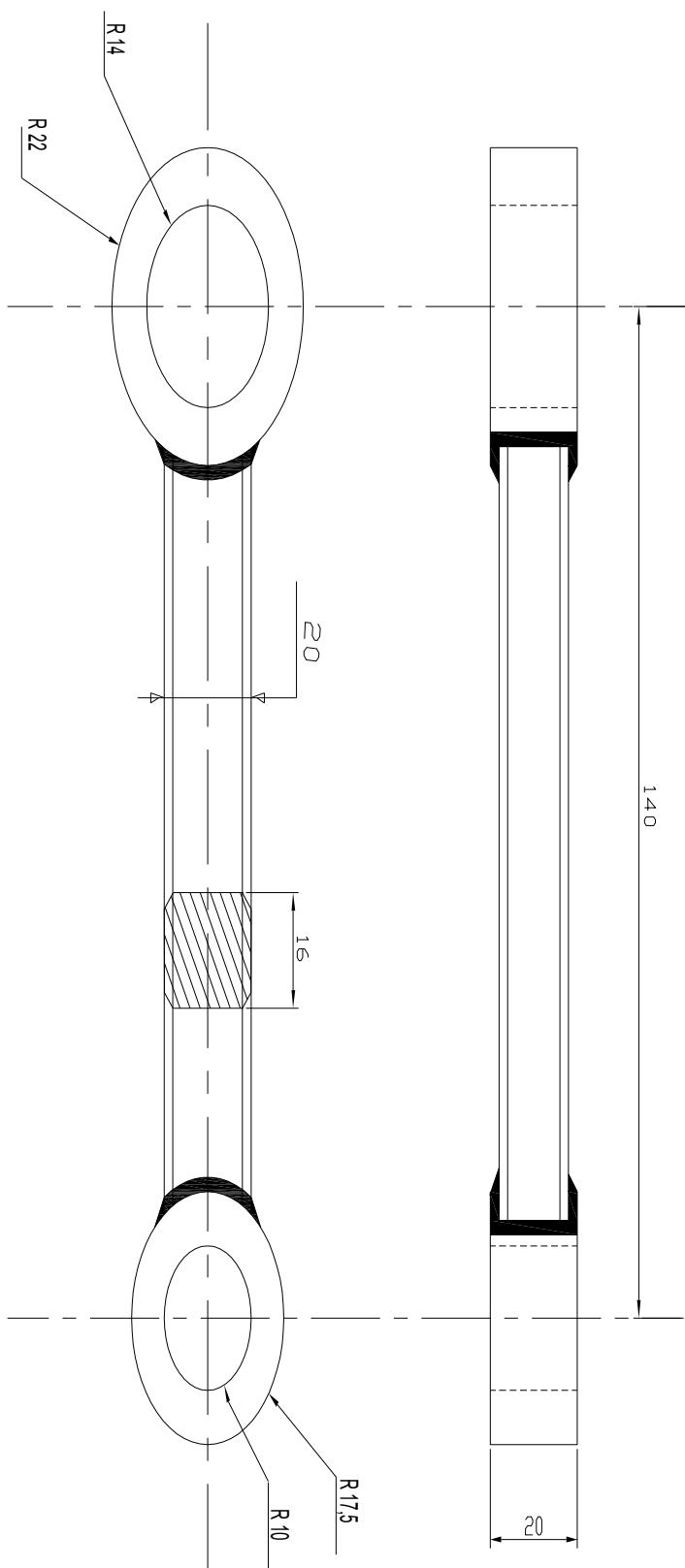
La réalisation de ce thème nous permet de répondre au ravitaillement en eau potable que l'état exige et diminue la perte de temps occupée pour puiser manuellement l'eau de source

La présence de la pompe à eau résoudra les problèmes du manque d'eau propre et de la soif. En plus, son fonctionnement est très simple car il ne demande pas plus d'effort physique considérable que durant la réalisation et le montage. Et enfin, le coût de fabrication est relativement bas par rapport à un système importé.

**ANNEXE I**



29	2	Clavettes	C 25
28	1	Axe 2	E 28
27	1	Piston	E 28
26	3	Vis H M 8-50	C 25
25	1	Tuyau d'aspiration	
24	1	Clapet d'aspiration	

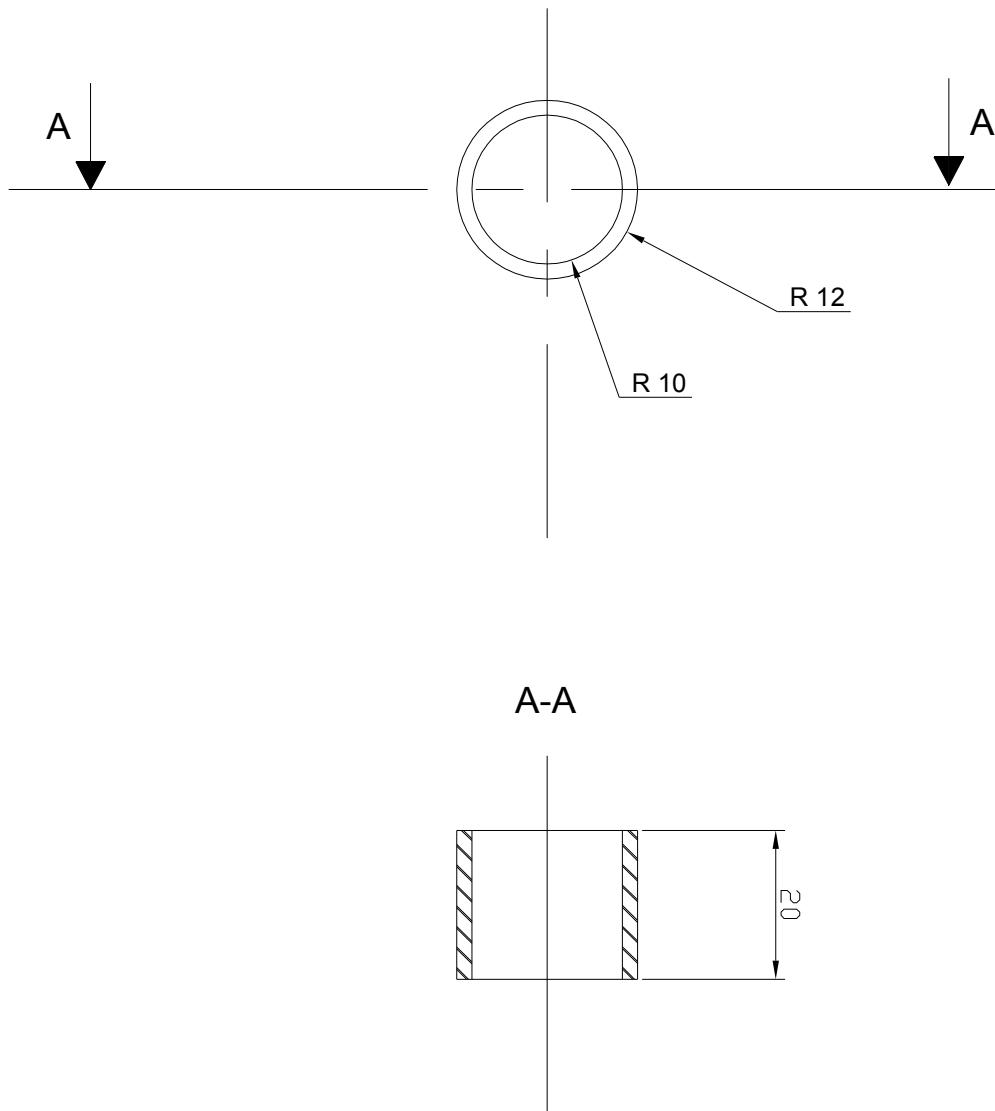


Chanfrein : 1\*45° sauf indication

Tolérance générale :  $\pm 0.2$  sauf indication

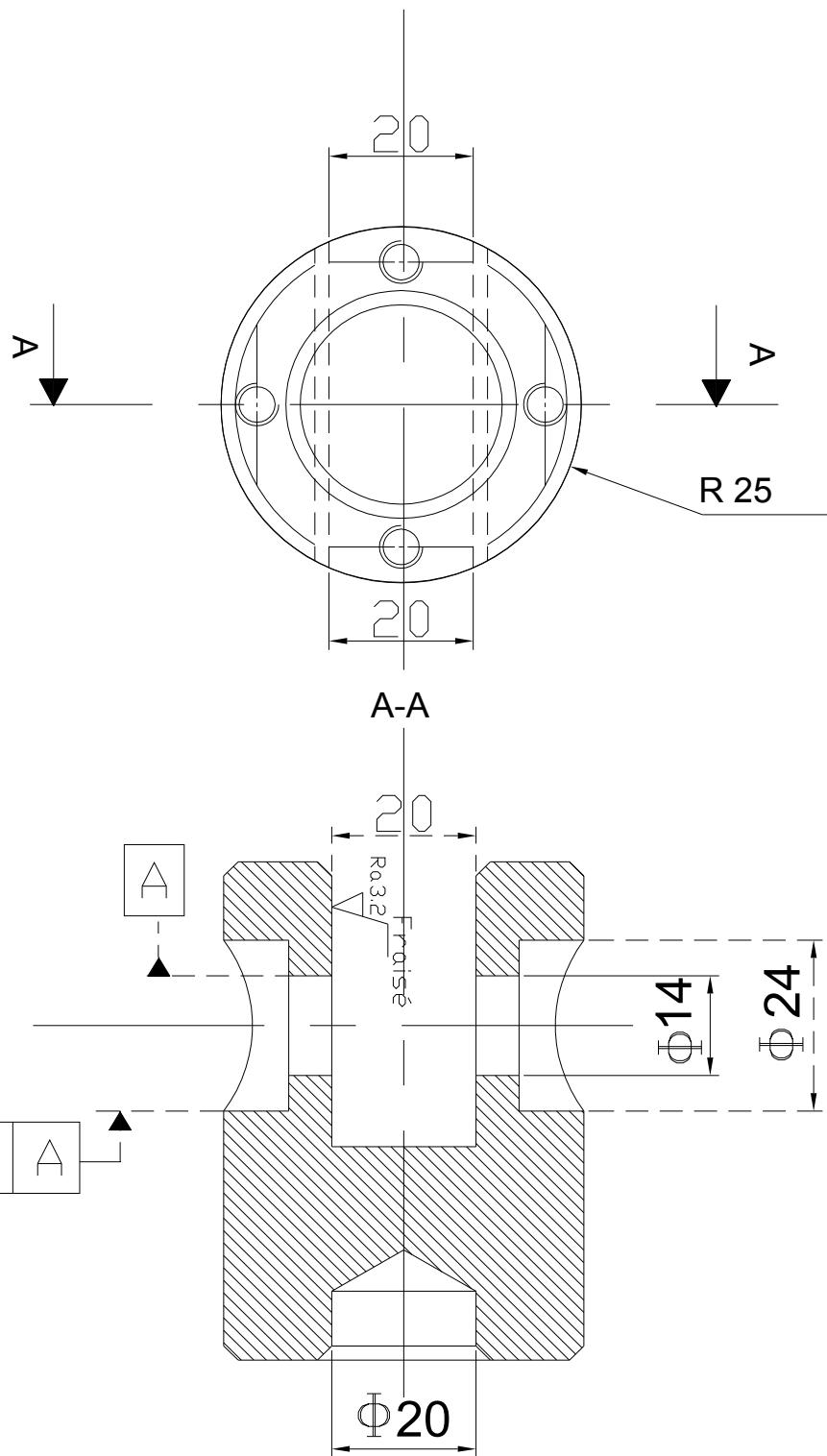
Etat de surface général:  $R_{a3.2}$  sauf indication

ECHELLE 1:1	ESPA
RAVO	
22/01/07	P N°: 01



Tolérance générale :  $\pm 0.2$  sauf indication  
 Etat de surface général:  $\sqrt{Ra\ 3.2}$  sauf indication

COUSSINET	ECHELLE 1:1	ESPA
	RAVO	
	22 / 01 / 07	P N°:03



Chanfrein : 1\*45° sauf indication

Tolérance générale :  $\pm 0.2$  sauf indication

Etat de surface général:  $\sqrt{Ra\ 3.2}$  sauf indication

ECHELLE 1:1

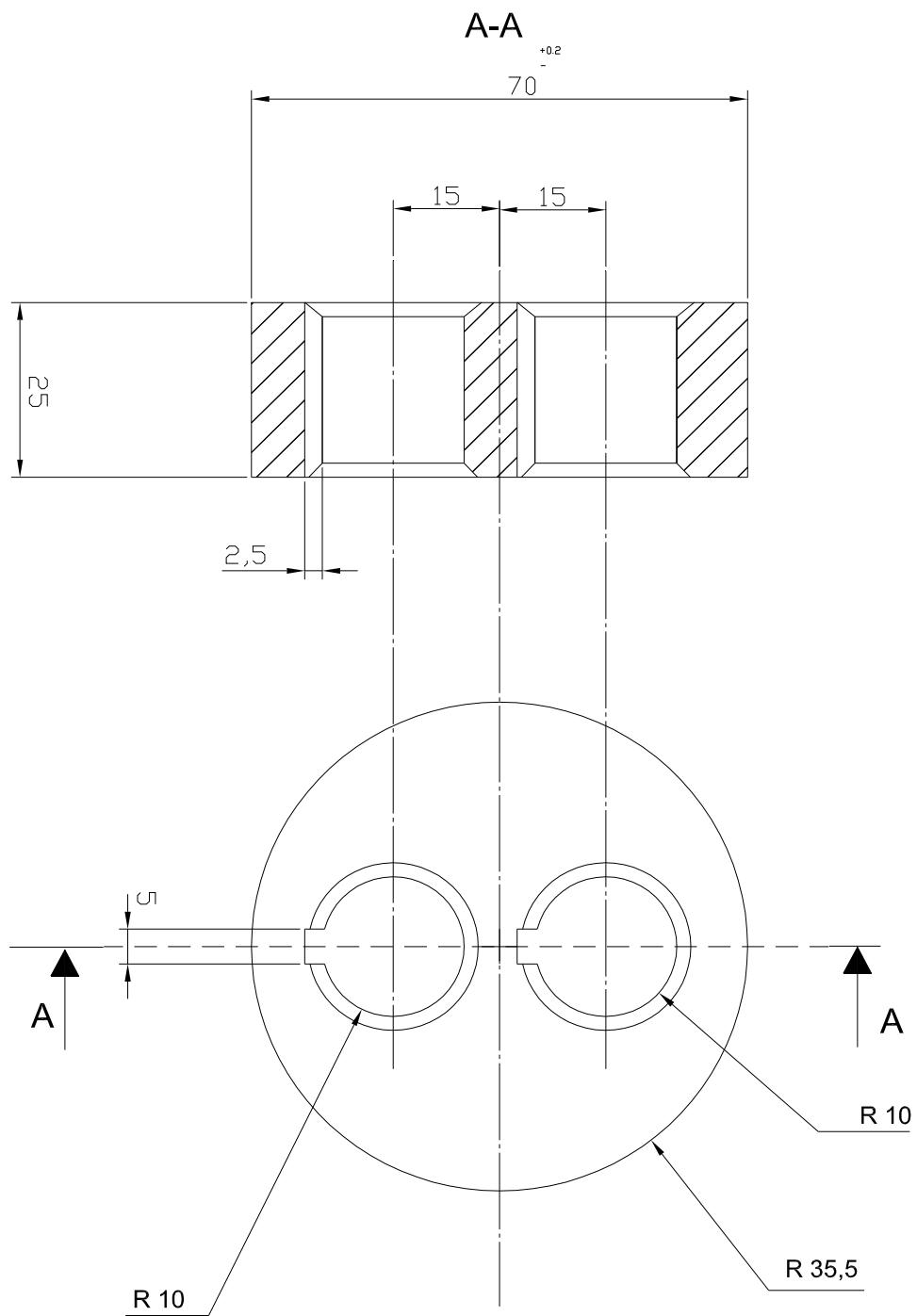
ESPA

RAVO

PISTON

22 / 01 / 07

P N°:05



Chanfrein : 1\*45° sauf indication

Tolérance générale :  $\pm 0.2$  sauf indication

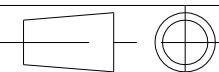
Etat de surface général:  $\sqrt{Ra 3.2}$  sauf indication

**EXCENTRIQUE**

ECHELLE 1:1

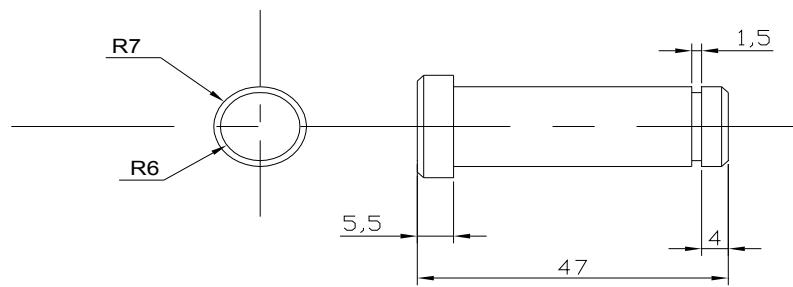
**ESPA**

RAVO



22 / 01 / 07

**P N°:07**



Chanfrein : 1\*45° sauf indication

Tolérance générale :  $\pm 0.2$  sauf indication

Etat de surface général:  $\sqrt{Ra\ 3.2}$  sauf indication

<b>AXE II</b>	<b>ECHELLE 1:1</b>	<b>ESPA</b>
	<b>RAVO</b>	
	<b>22 / 01 / 07</b>	<b>P N°:08</b>



## **ANNEXE II**



## **GAMME D'USINAGE**

### **Vocabulaire des gammistes**

#### **1/MACHINES-OUTILS**

ALH : Aléuseuse horizontale

ALV : Aléuseuse verticale

BH : Brocheuse horizontale

BV : Brocheuse verticale

FH : Fraiseuse horizontale

FV : Fraiseuse verticale

FU : Fraiseuse universelle

FDU : Fraiseuse Duplex

FRA : Fraiseuse Raboteuse

GR : Grenailleuse

MF : Machine à fileter

MC : Machine à centrer

MOR : Mortaiseuse

PC : Perceuse à colonne

PBM : Perceuse à broches multiples

PM : Perceuse multibroches

PR : Perceuse radial

PS : Perceuse sensitive

PTS : Perceuse taraudeuse

RA : Raboteuse

RC : Rectifieuse cylindrique

RI : Rectifieuse intérieure

RP : Rectifieuse plane

RS : Rectifieuse sans centre

RU : Rectifieuse universelle

RCT : Machine à rectifier les centres

SA : Scie alternative

SC : Scie circulaire

SR : Scie à ruban

TS : Taraudeuse  
TA : Tour automatique  
TSA : Tour semi automatique  
TO : Tour opérations  
TR : Tour à copier  
TV : Tour vertical  
SU : Surfaceuse

## **ABREVIATIONS ET SYMBOLES DES GAMMISTES**

BE : Bureau des études  
B.D.M : Bureau des méthodes  
Ø, d, et D : diamètres  
Ra : rugosité  
MO : machines-outils  
h : heure  
V : vitesse en (m/mn)  
a : avance par tour ou par course  
cm : côte machine  
co : côte outil  
ca : côte appareillage  
cpm : copeau minimum  
Pc : pied à coulisse  
Phase : changement de montage  
Sd : surface de départ  
SR : surface de référence  
B : surface brut  
MP : montage partiel  
E : ébauche  
1/2 F : demi-finition  
F : finition

## • COUSSINET

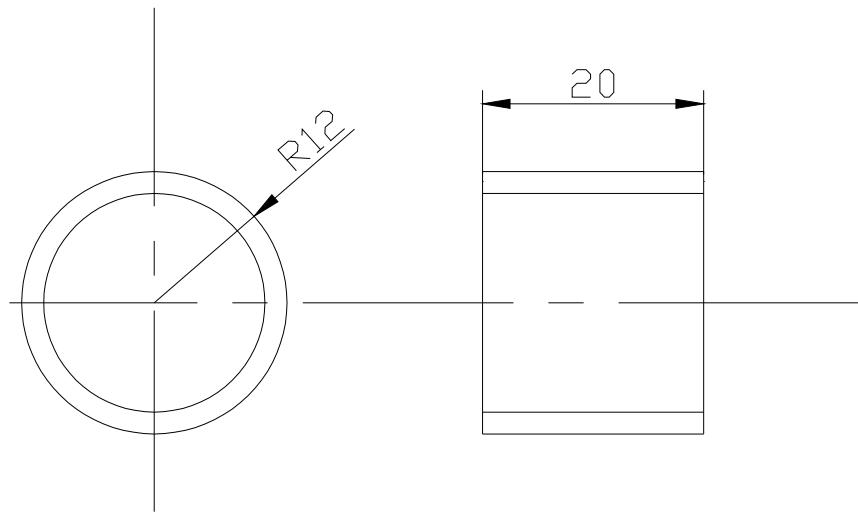


Figure 16 : dessin de définition du coussinet

### Renseignements concernant la pièce :

Ensemble : POMPE

Elément : coussinet

Nombre : 02

Matière : cuivre

Brut : fonderie

Surface de base :  $Sd_1 = B$  ;  $Sd_2 = B2$

Surface de référence :  $SR_1 = 1$  ;  $SR_2 = 2$

Phase N°	Sous-phase et opérations	Machines-outils, appareillages, outillages, vérification	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle du brut (2[ mn])	Pc 1/50 <sup>è</sup>	Voir dessin de la pièce

200	<p><u>TOURNAGE</u></p> <p><u>Référentielle de départ défini par:</u></p> <p>Un appui plan (1, 2, 3) sur <math>B_1</math></p> <p>Un centrage court (4, 5) sur <math>B_2</math>, serrage opposé</p> <p><u>Côte à respecter</u></p> <p><math>CO_1 : \emptyset 20 H7</math></p> <p>201 : dressage <math>F_1</math> (3[mn]) (E, 1/2F, F)</p> <p>202 : perçage <math>F_2</math> (6[mn]) (E, 1/2F, F)</p> <p><math>F_1</math> devient <math>SR_1</math></p> <p><math>F_2</math> devient <math>SR_2</math></p> <p><math>Ra=1.6</math></p>	<p><u>MP 200</u></p> <p>Montage sur mandrin trois mors</p> <p>Outils à dresser</p> <p>Foret <math>\emptyset 20</math></p> <p>Calibre tampon double <math>\emptyset 20 h 7</math></p> <p>Pc 1/50</p>	
300	<u>TOURNAGE</u>	<u>MP 300</u>	

<p><u>Référentielle de départ défini par :</u></p> <p>Un appui plan (1, 2, 3) sur SR<sub>1</sub>, Un centrage court (4, 5) sur SR<sub>2</sub></p> <p>serrage opposé</p> <p><u>côte à respecter:</u></p> <p>Cm<sub>1</sub> : 20</p> <p>Cm<sub>2</sub> : Ø24h7</p> <p>301 : dressage 3 : (3[mn]) (E, 1/2F, F)</p> <p>302: chariotage 4 : (6[mn]) (E, 1/2F, F)</p>	<p>Montage sur mandrin trois mors</p> <p>T</p> <p>S Outils à dresser</p> <p>A Outils à charioter</p> <p>Pc 1/50</p>	
400	CONTROLE FINALE (5[mn])	Pc 1/50
		Cf. dessin de définition
		Calibre tampon double Ø 20 h 7

Temps de préparation et de montage : 10[mn]

D'après cette gamme détaillée, on peut affirmer que le temps à louer pour la réalisation de cette pièce est en moyenne de 35 [mn] et même procédé que pour l'usinage des autres pièces restantes.

- **EXCENTRIQUE**

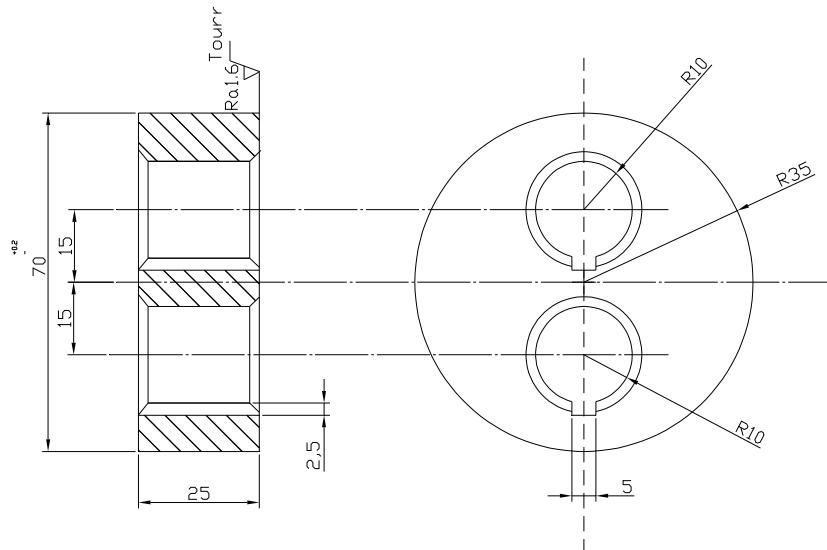


Figure 17 : dessin de définition de l'excentrique

Renseignements concernant la pièce :

Ensemble : POMPE

Elément : excentrique

Nombre : 01

Matière : fonte

Brut : fonderie

Surface de base :  $Sd_1 = B_1$  ;  $Sd_2 = B_2$

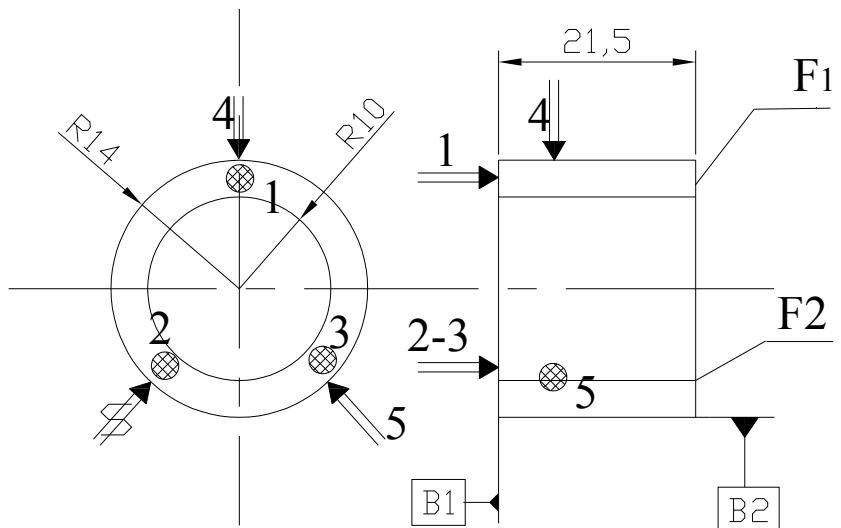
Surface de référence :  $SR_1 = 1$  ;  $SR_2 = 2$

Phase N°	Sous-phase et opération	Machines-outils, appareillages, outillages, vérifications	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle du brut	Pc 1/50e	Voir dessin de la pièce

200	<p><u>TOURNAGE</u></p> <p><u>Référentielle de départ défini par :</u></p> <p>Un appui plan (1, 2, 3) sur B1</p> <p>Un centrage court (4, 5) sur B<sub>2</sub>, serrage opposé</p> <p><u>côte à respecter:</u></p> <p>C<sub>m1</sub> : Ø70</p> <p>201 : dressage F<sub>1</sub>(E, 1/2F, F)</p> <p>202 : chariotage F<sub>2</sub>(E, 1/2F, F)</p> <p>F<sub>1</sub> devient SR<sub>1</sub></p> <p>F<sub>2</sub> devient SR<sub>2</sub></p>	<p><u>MP 200</u></p> <p>Montage d'usinage sur mandrin trois mors</p> <p>Outils à dresser</p> <p>T S A</p> <p>Pc 1/50</p>	
300	<p><u>TOURNAGE</u></p> <p><u>Référentielle de départ défini par :</u></p> <p>Un appui plan (1, 2, 3) sur SR<sub>1</sub></p> <p>Un centrage court (4, 5) sur SR<sub>2</sub>, serrage opposé</p> <p><u>Côte à respecter</u></p> <p>C<sub>m2</sub> : 25</p> <p>C<sub>m1</sub> : Ø70H7</p> <p>301 : dressage 3(E, 1/2F, F)</p> <p>302 : chariotage 4(E, 1/2F, F)</p> <p>R<sub>a</sub> = 1.6</p>	<p><u>MP 300</u></p> <p>Montage d'usinage sur mandrin trois mors</p> <p>Outils à dresser</p> <p>Outils à charioter</p> <p>T S A</p> <p>Pc 1/50</p>	
400	<u>FRAISAGE</u>	<u>MP 400</u>	

	<p><u>Référentielle de départ défini par :</u>          Un appui plan (1, 2, 3) sur SR<sub>1</sub>          Un centrage court (4, 5) sur SR<sub>2</sub>, serrage opposé</p> <p><u>côte à respecter:</u>          CO<sub>1</sub> : Ø20h7          Cm<sub>3</sub> : 2x45°</p> <p>401 : perçage 3 (E, 1/2F, F)          402 : perçage 4 (E, 1/2F, F)          403:chanfreinage</p>	<p>Montage d'usinage sur plateau diviseur</p> <p>Alésoir Ø 20</p> <p>Fraise à chanfreiner</p> <p>Calibre tampon double Ø 10 h 7</p> <p>Pc 1/50</p>	<p>F V</p>	
500	<p><u>FRAISAGE</u></p> <p><u>Référentielle de départ défini par :</u>          Un appui plan (1, 2, 3) sur SR<sub>1</sub>          Un centrage court (4, 5) sur SR<sub>2</sub>, serrage opposé</p> <p><u>Côte à respecter</u>          2x45°</p> <p>501: chanfreinage (E)</p>	<p>MP 400</p> <p>Montage d'usinage sur plateau diviseur</p> <p>fraise à chanfreiner</p>	<p>F V</p>	
600	<p><u>BROCHAGE</u></p> <p><u>Référentielle de</u></p>	<p>MP 400</p> <p>Montage</p>		

<u>départ défini par:</u>	d'usinage
Un appui plan (1, 2, 3) sur SR <sub>1</sub>	B broche
Un centrage court (4, 5) sur SR <sub>2</sub> , serrage opposé	R O C H E
	Pc 1/50
<u>Côte à respecter</u>	
Cm <sub>4</sub> : 2.5	
CO <sub>2</sub> : 5	
601 : brochage	



700	CONTROLE FINALE	Pc 1/50 Calibre tampon double Ø 10 h 7 Calibre mâchoire double Ø 35 H 7	Cf. dessin de définition
-----	-----------------	---	--------------------------

## • BIELLE

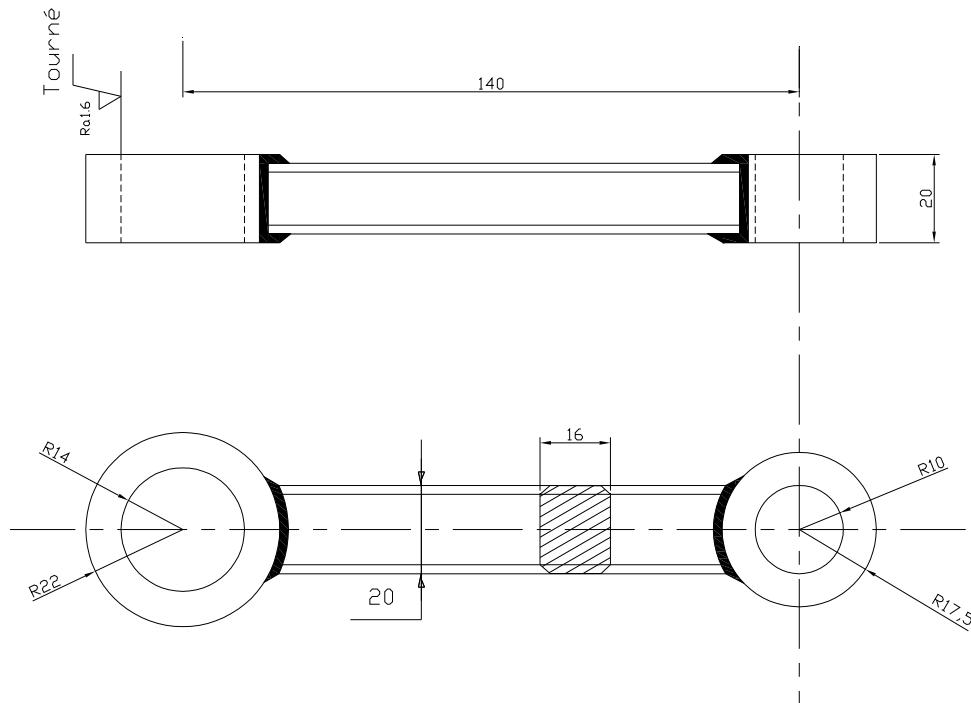


Figure 18 : dessin de définition de la bielle

### Renseignements concernant la pièce

Ensemble : POMPE

Elément : BIELLE

Nombre : 01

Matière : E 28

Brut : fonderie

Surface de base :  $Sd_1 = B$  ;  $Sd_2 = B_2$

Surface de référence :  $SR_1 = 1$  ;  $SR_2 = 2$

Phase N°	Sous-phase et opération	Machines-outils, appareillages, outillages, vérifications	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle du brut	Pc 1/50è	Voir dessin de la pièce

200	<u>TOURNAGE</u>	<u>MP 200</u>	Référentielle de	Montage	d'usinage sur	Un appui plan (1,	mandrin trois mors
T	Un appui plan (1,	2, 3) sur $B_1$	Outils à dresser	Serrage opposé	Côte à respecter:	CO <sub>1</sub> : Ø 28 H7	201 : dressage $F_1$
S	Un centrage court	(4, 5) sur $B_2$ ,	A Foret Ø28	Calibre tampon	double Ø 28 h 7	Pc 1/50	(E, 1/2F, F)
A	serrage opposé						202 : perçage $F_2$
							(E, 1/2F, F)
						203 : alésage	
						$F_2$ (F)	
						$F_1$ devient SR <sub>1</sub>	
						$F_2$ devient SR <sub>2</sub>	
300	<u>FRAISAGE</u>	<u>MP 300</u>	Référentielle de	Montage	d'usinage sur	Un appui plan (1,	mandrin trois
F	Un appui plan (1,	2, 3) sur SR <sub>1</sub>	mors	Pc 1/50			
V	Un appui linéaire	(4, 5) sur SR <sub>2</sub> ,	serrage opposé				

400	<p><u>FRAISAGE</u></p> <p><u>Référentielle de départ défini par:</u></p> <p>Un appui plan (1, 2, 3) sur B<sub>1</sub></p> <p>Un appui linéaire (4, 5) sur B<sub>2</sub>, serrage opposé</p> <p><u>côte à respecter</u></p> <p>Cm<sub>2</sub> : Ø22</p> <p>Cm<sub>3</sub> : 106.04<sup>±0.2</sup></p> <p>401 : fraisage 3</p> <p>402 : fraisage 4</p>	<p><u>MP 400</u></p> <p>Montage d'usinage sur étau</p> <p>Fraise deux tailles Ø 22</p>	
500	<p><u>SOUDAGE</u></p> <p><u>Côte à respecter</u></p> <p>Cm<sub>4</sub> : 140<sup>±0.4</sup></p> <p>401 : soudage 3</p>	<p><u>MP 400</u></p> <p>Montage d'usinage</p> <p>électrode</p> <p>Pc 1/50</p>	
700	CONTROLE FINALE	Pc 1/50 Calibre tampon Ø22	Cf. dessin de définition

• AXE

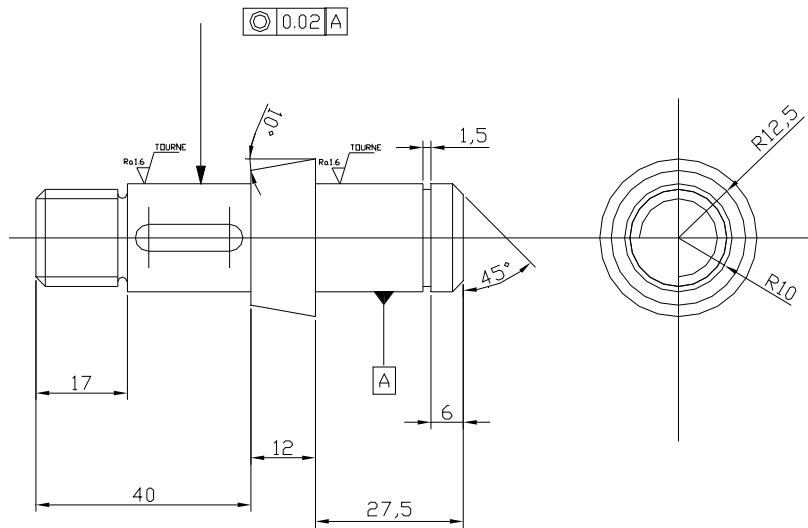


Figure 19 : dessin de définition de l'axe

Renseignements concernant la pièce

Ensemble : POMPE

Elément : AXE

Nombre : 01

Matière : E 28

Brut : fonderie

Surface de base :  $Sd_1 = B$  ;  $Sd_2 = B_2$

Surface de référence :  $SR_1 = 1$  ;  $SR_1 = 2$

Phase N°	Sous-phase et opération	Machines-outils, appareillages, outillages, vérifications	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle du brut	Pc 1/50 <sup>e</sup>	Voir dessin de la pièce
200	<u>TOURNAGE</u> Référentielle de	<u>MP 200</u> Montage	

<p><u>départ défini par :</u></p> <p>Un centrage long (1, 2, 3, 4) sur <math>B_1</math></p> <p>Un butée (5) sur <math>B_2</math>, serrage opposé</p> <p><u>côte à respecter:</u></p> <p><math>Cm_1 : 27.5</math></p> <p><math>Cm_2 : 6</math></p> <p><math>Cm_3 : 2 \times 45^\circ</math></p> <p><math>Cm_4 : 1.5</math></p> <p><math>Cm_5 : \varnothing 20 \text{ h}7</math></p> <p>201 : dressage <math>F_1</math></p> <p>202 : chariotage <math>F_2</math></p> <p>203 : chanfreinage</p> <p><math>F_1</math> devient <math>SR_1</math></p> <p><math>F_2</math> devient <math>SR_2</math></p>	<p>d'usinage sur mandrin trois mors</p> <p>T Outils à dresser</p> <p>S</p> <p>A Double calibre mâchoire double  <math>\varnothing 20 \text{ h}7</math>  <math>Pc 1/50</math></p>	
<p>300</p> <p><u>TOURNAGE</u></p> <p><u>Référentielle de</u></p> <p><u>départ défini par :</u></p> <p>Un centrage long (1, 2, 3, 4) sur <math>SR_1</math></p> <p>Un butée (5) sur <math>SR_2</math>, serrage opposé</p> <p><u>Côte à respecter</u></p> <p><math>Cm_6 : \varnothing 20 \text{ g}6</math></p> <p><math>Cm_7 : 17</math></p> <p>301 : dressage 3</p> <p>302 : chariotage 4</p> <p>303 : filetage</p>	<p>MP 300</p> <p>Montage</p> <p>d'usinage sur mandrin trois mors</p> <p>Outils à dresser</p> <p>T Outils à charioter</p> <p>S</p> <p>A Outil à fileter</p> <p>Ecrou</p> <p><math>Pc 1/50</math></p>	

400	<p><u>FRAISAGE</u></p> <p><u>Référentielle de départ :</u></p> <p>Un centrage long (1, 2, 3, 4) sur SR<sub>1</sub></p> <p>Un butée (5) sur SR<sub>2</sub>, serrage opposé</p> <p><u>côte à respecter</u></p> <p>Cm<sub>8</sub> : 15</p>	<p>F MP 300</p> <p>V Montage d'usinage sur mandrin trois mors</p>	
500	CONTROLE FINALE	<p>Double calibre</p> <p>mâchoire double</p> <p>Ø 20 h 7</p> <p>Pc 1/50</p> <p>Ecrou</p> <p>Pc 1/50</p>	Cf. dessin de définition

## • PISTON

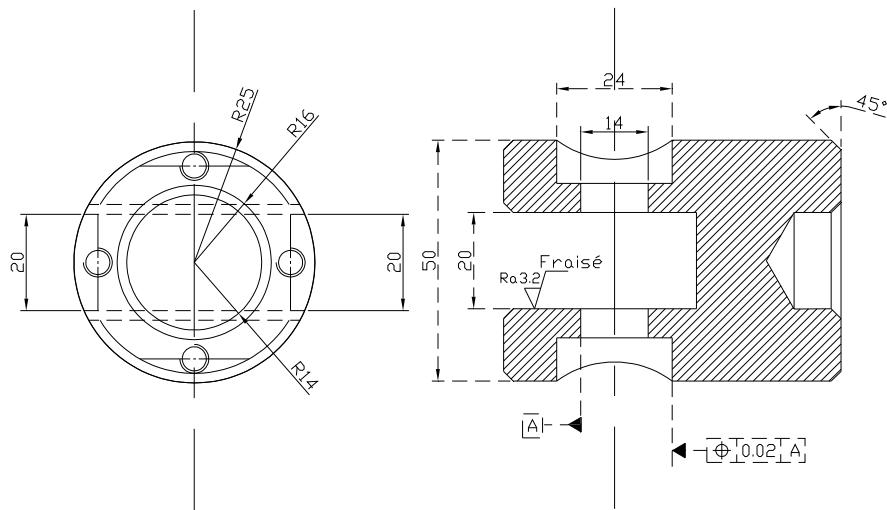


Figure 20 : dessin de définition du piston

### Renseignements concernant la pièce :

Ensemble : PISTON

Elément : piston

Nombre : 01

Matière : E 28

Brut : fonderie

Surface de base :  $Sd_1 = B_1$  ;  $Sd_2 = B_2$

Surface de référence :  $SR_1 = 1$  ;  $SR_2 = 2$

Phase N°	Sous-phase et opération	Machines-outils, appareillages, outillages, vérifications	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle du brut	Pc 1/50 <sup>e</sup>	Voir dessin de la pièce
200	<u>TOURNAGE</u> <u>Référentielle de</u> <u>départ défini par:</u>	<u>MP 200</u> Montage d'usinage sur	

<p>Un appui plan (1, 2, 3) sur <math>B_1</math> Un centrage court (4, 5) sur <math>B_2</math>, serrage opposé</p> <p><u>Côte à respecter</u></p> <p><math>Cm_1 : 2 \times 45^\circ</math> <math>Cm_2 : \varnothing 25 \text{ h } 6</math></p> <p>201 : dressage <math>F_1</math> 202 : chariotage <math>F_2</math> 203 : chanfreinage</p> <p><math>F_1</math> devient <math>SR_1</math> <math>F_2</math> devient <math>SR_2</math></p>	<p>mandrin trois mors Outils couteau Calibre mâchoire double <math>\varnothing 25 \text{ h } 7</math> Pc 1/50</p> <p>T S A</p>	
<p>300</p> <p><u>TOURNAGE</u> <u>Référentielle de</u> <u>départ défini par:</u> Un centrage long</p>	<p>MP 300</p> <p>Montage d'usinage sur mandrin trois mors</p>	



<p>Un butée (5) sur SR<sub>1</sub>, serrage opposé</p> <p><u>cote à respecter:</u></p> <p>CO<sub>3</sub> : Ø24</p> <p>CO<sub>4</sub> : Ø14</p> <p>401 : perçage 4</p> <p>402 : perçage lamage 5</p>	<p>Forêt Ø 14</p> <p>Forêt Ø 24</p> <p>F Double calibre</p> <p>V tampon Ø14 et Ø 24</p> <p>Pc 1/50</p>	
700	CONTROLE FINALE	<p>Calibre mâchoire double Ø 25 h 7 Pc 1/50</p> <p>Calibre mâchoire double Ø 35 H 7</p> <p>Jauge de profondeur Pc 1/50</p> <p>Jauge de profondeur Double calibre tampon Ø14 et Ø 24 Pc 1/50</p>

• CHEMISE

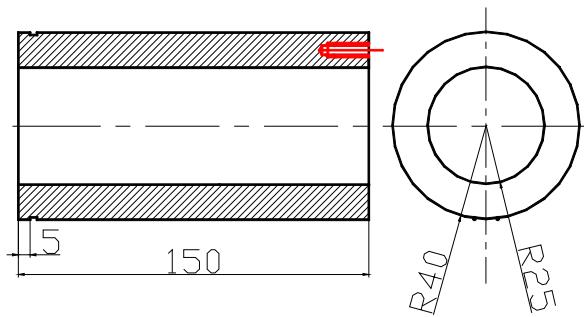


Figure N° 21 : dessin de définition de la chemise

Renseignements concernant la pièce :

Ensemble : Pompe

Elément : CHEMISE

Nombre : 01

Matière : E 28

Brut : Fonderie

Surface de base :  $Sd_1 = B_1$  ;  $Sd_2 = B_2$

Surface de référence :  $SR_1 = 1$  ;  $SR_2 = 2$

Phase N°	Sous-phase et opération	Machines-outils, appareillages, outillages, vérifications	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle du brut	Pc 1/50 <sup>e</sup>	Voir dessin de la pièce
200	<u>TOURNAGE</u> <u>Référentielle de</u> <u>départ défini par:</u>	MP 200 Montage d'usinage sur	

	<p>Un centrage long (1, 2, 3, 4) sur <math>B_1</math> Un butée (5) sur <math>B_2</math>, serrage opposé <u>Côte à respecter:</u> <math>Cm_1 : 27</math> <math>CO_1 : \varnothing 35h7</math></p> <p>201 : dressage F<sub>1</sub> 202 : chariotage F<sub>2</sub></p> <p>F<sub>1</sub> devient SR<sub>1</sub> F<sub>2</sub> devient SR<sub>2</sub></p>	<p>mandrin trois mors Outils à dresser T S Calibre mâchoire double <math>\varnothing 20</math> h 7 A A P<sub>c</sub> 1/50</p>	
300	<p><u>TOURNAGE</u> <u>Référentielle de départ défini par :</u> Un centrage long (1, 2, 3, 4) sur SR<sub>1</sub> Un butée (5) sur SR<sub>2</sub>, serrage opposé <u>côte à respecter:</u> <math>Cm_2 : 20^{\pm 0.2}</math> <math>Cm_1 : \varnothing 35H7</math></p> <p>301 : dressage 3 302 : chariotage 4</p>	<p>MP 300 Montage d'usinage sur mandrin trois mors T S Outils à dresser A A Outils à charioter Calibre mâchoire double <math>\varnothing 35</math> H 7 P<sub>c</sub> 1/50</p>	
400	<p><u>FRAISAGE</u> <u>Référentielle de départ défini par :</u> Un centrage long (1, 2, 3, 4) sur SR<sub>1</sub> Un butée (5) sur SR<sub>2</sub>, serrage opposé</p>	<p>MP 400 Montage d'usinage sur plateau diviseur Forêt <math>\varnothing 10</math> Calibre tampon</p>	

		<p>côte à respect:  <math>Cm_5 : 20</math> <math>Cm_6 : \emptyset 35H7</math></p> <p>401 : perçage 3          402 : perçage 4</p>	<p>double <math>\emptyset 10 h 7</math>          P<sub>c</sub> 1/50</p> <p>F          V</p>	
700	CONTROLE FINALE	<p>Calibre tampon double  <math>\emptyset 10 h 7</math>          P<sub>c</sub> 1/50          P<sub>c</sub> 1/50          Calibre mâchoire          double <math>\emptyset 35 H 7</math>          Calibre mâchoire          double <math>\emptyset 20 h 7</math>          P<sub>c</sub> 1/50</p>	Cf. dessin de définition	

• **TIGE TARAUDE**

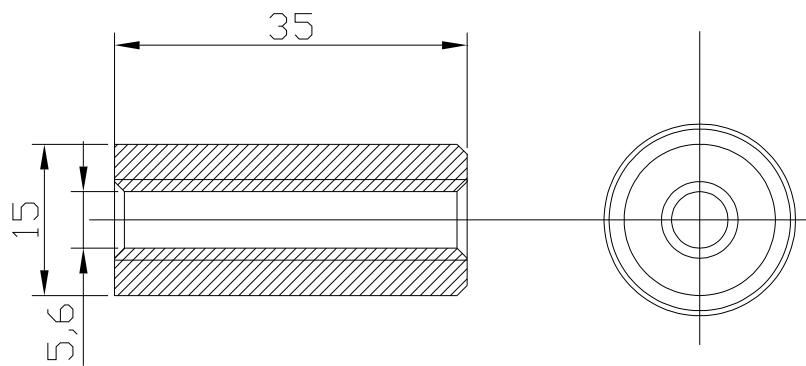


Figure 22 : dessin de définition de la tige taraudée

Renseignements concernant la pièce :

Ensemble : POMPE

Elément : tige taraudée

Nombre : 01

Matière : E 28

Brut : récupération

Surface de base :  $Sd_1 = B_1$  ;  $Sd_2 = B_2$

Surface de référence :  $SR_1=1$  ;  $SR_1=2$

Phase N°	Sous-phase et opération	Machines-outils, appareillages, outillages, vérifications	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle du brut	Pc 1/50 <sup>è</sup>	Voir dessin de la pièce
200	TOURNAGE	MP 200	

	<p><u>Référentielle de départ défini par :</u></p> <p>Un appui plan (1, 2, 3, 4) sur B1</p> <p>Un centrage court (4, 5) sur B<sub>2</sub>, serrage opposé</p> <p><u>côte à respecter:</u></p> <p>Cm<sub>1</sub> : 15</p> <p>Cm<sub>2</sub> :</p> <p>201 : dressage F<sub>1</sub></p> <p>202 : chariotage F<sub>2</sub></p> <p>203: chanfreinage</p> <p>204 : perçage</p> <p>205 :chanfreinage</p> <p>F<sub>1</sub> devient SR<sub>1</sub></p> <p>F<sub>2</sub> devient SR<sub>2</sub></p>	<p>Montage d'usinage sur mandrin trois mors</p> <p>Outil à dresser</p> <p>Outil couteau</p> <p>Forêt à centrer</p> <p>Forêt Ø 5.5</p> <p>Forêt à chanfreiner</p> <p>Pc 1/50</p>	
300	<p><u>TOURNAGE</u></p> <p><u>Référentielle de départ défini par :</u></p> <p>Un centrage long (1, 2, 3, 4) sur SR<sub>1</sub>, un butée (5) sur SR<sub>2</sub>, serrage opposé</p> <p><u>côte à respecter:</u></p> <p>Cm<sub>3</sub> : Ø15</p> <p>Cm<sub>3</sub>:36</p> <p>301 : dressage 3</p> <p>302 : chariotage4</p>	<p>MP 300</p> <p>Montage d'usinage sur mandrin trois mors</p> <p>Outils à dresser</p> <p>Outils à charioter</p> <p>Pc 1/50</p>	

400	<p><u>TARAUDAGE</u></p> <p><u>Référentielle de départ défini par:</u></p> <p>Un centrage long (1, 2, 3, 4) sur SR<sub>1</sub>, Un butée (5) sur SR<sub>2</sub>, serrage opposé</p> <p><u>cote à respecter:</u> C0<sub>1</sub> :M8</p>	<p><u>MP 400</u></p> <p>Montage d'usinage sur plateau diviseur</p> <p>Jeu de trois tarauds</p> <p>Tourne à gauche Ecrous M6</p>	
500	CONTROLE FINALE	Pc 1/50 Ecrous M6	Cf. dessin de définition

## Liste des tableaux:

Tableau N° 01 : variation de la hauteur du pylône

Tableau N° 2 : coût d'usinage

Tableau N°3 : coût des pièces

## Liste des figures :

Figure N° 01: schéma descriptif.....	4
Figure N°02 : niveau de pompage.....	8
Figure N°03 : différentes application de la charge statique.....	11
Figure N°04 : différentes forces appliquées sur une vis en action .....	15
Figure N°05 : abaque permettant la détermination de $\ \vec{M}_{cs}\ $ .....	18
Figure N°06 : abaque permettant la détermination de $\ \vec{Q}\ $ .....	19
Figure N°07 : course et position du piston .....	21
Figure N°08 : vis de traction.....	22
Figure N°09 : position de la bielle.....	23
Figure N°10 : piston .....	24
Figure N°11 : position du clapet d'aspiration .....	24
Figure N°12 : position du clapet de refoulement .....	25
Figure N°13 : coussinet.....	25
Figure N°14 : bielle .....	27
Figure N°15: dimensionnement du puits .....	35
Figure N°16 : dessin de définition du coussinet .....	A4
Figure N°17 : dessin de définition de l'excentrique.....	A7
Figure N°18 : dessin de définition de la bielle.....	A11
Figure N°19 : dessin de définition de l'axe .....	A14
Figure N°20 : dessin de définition du piston.....	A17
Figure N°21 : dessin de définition de la chemise.....	A21
Figure N°22 : dessin de définition de la tige taraudée .....	A24

## I BLIOGRAPHIE

**1- TECNOLOGIE EN OUVRAGES METALLIQUES (TOME II)**

BASSINO JEAN

LES EDITIONS FOUCHER (1972)

**2- MEMOTECH DESSIN INDUSTRIELLE**

HAZARD Claude

Edition CASTEILLA-25 (1998)

**3-MANUEL DU BUREAU DES METHODES**

Joeliharitahaka RABEATOANDRO

Antananarivo, JANVIER 1991

**4- «COURS D'ETUDE D'IMPACT ENVIRENEMENTAUX»** ESPA 2006

William ANDRIAMANALINA

**5-POMPE A PEDALES**

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de technicien supérieur

RAKOTOMALALA Rija Thierry et RAKOTONDRAASOA Vonjy Heritiana

Collège Saint Michel Amparibe, juillet 2005

## II WEBOGRAPHIE :

-<http://www.fao.org/DOCREP/003/T0388F/T0388F18.jpg> /\* MERGEFORMATINET

-encyclopédie MICROSOFT ENCARTA 2005