



**ÉCOLE SUPÉRIEURE POLYTECHNIQUE
D'ANTANANARIVO
FILIERE GENIE INDUSTRIEL
DEPARTEMENT GENIE ELECTRIQUE
DEPARTEMENT GENIE PRODUCTIQUE**



*Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme de licence es technique en
Génie Industriel*

**CONCEPTION
D'UNE
BOITE DE VITESSE POUR
LA TRANSFORMATION
DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE EN ÉNERGIE MÉCANIQUE**

Présente par : RANDRIAMAHAZOSOA Olivaharilala Gabriela

Promotion 2005-2006



ÉCOLE SUPÉRIEURE POLYTECHNIQUE
D'ANTANANARIVO
FILIERE GENIE INDUSTRIEL
DEPARTEMENT GENIE ELECTRIQUE
DEPARTEMENT GENIE PRODUCTIQUE



*Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme de licence es technique en
Génie Industriel*

CONCEPTION D'UNE BOITE DE VITESSE POUR LA TRANSFORMATION DE L'ENERGIE EOLIENNE EN ENERGIE MECANIQUE

Présente par : RANDRIAMAHAZOSOA Olivaharilala Gabriela

Rapporteur : Monsieur RANDRIAMORASATA Josoa Albert (professeur à l'ESPA)

Membres du jury: Monsieur JOELIARITAHAKA Rabeatoandro (Chef de Département Génie mécanique)
Monsieur RANARIJAONA Jean Désiré (Maitre de conférences à l'ESPA)
Monsieur ANDRIMANALINA William (Enseignant à l'ESPA)
Monsieur RAVELOJAONA Johnson (Enseignant à l'ESPA)

Date de la soutenance : Lundi 12 février 2007 à Vontovorona

Remerciements

Dans le cadre de la formation en « LICENCE ES SCIENCES TECHNIQUES » à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, on a pu mener à terme ce travail grâce aux aides et aux collaborations de diverses personnes.

C'est dans la plus grande joie que nous adressons ici notre reconnaissance et nos plus vifs remerciements :

A notre Père qui est aux cieux, Dieu le Très-Haut, source de vie et de santé, Grand Maître de tout Technicien. A lui seul soient la gloire, la puissance et la dignité

A Monsieur, **RAMANANTSIZEHENA Pascal** Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique qui n'a cessé de veiller au bon déroulement de nos études au sein de l'école. Nous lui exprimons notre profonde reconnaissance.

A Monsieur, **JOELIHARITAHAKA Rabeatoandro**, Chef de département Génie Mécanique Productique, qui a accepté de bien vouloir présider ce mémoire. Nous lui adressons notre gratitude

A Monsieur,

- **ANDRIAMANALINA William**, Enseignant de l'ESPA
- **RAVELOJAONA Johnson**, Enseignant de l'ESPA
- **RANARIJAONA Jean Désiré**, Maître de conférences à l'ESPA

Qui ont voulu siéger parmi les membres du jury de cette mémoire.

A Monsieur,

- **RANDRIAMORASATA Josoa Albert**, Professeur à l'ESPA

Encadreurs, qui a prodigué ses précieux conseils et c'est grâce à leurs compétences et à leur parfaite collaboration que nous avons pu terminer ce mémoire, nous tenons à leurs manifester notre admiration et éternelle reconnaissance.

A tous les Enseignants, pour les précieuses formations pour nous élever au rang d'un Technicien Supérieur en « LICENCE ES SCIENCES TECHNIQUES » digne de l'être.

A tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à notre formation. Qu'ils reçoivent notre profonde reconnaissance

Enfin, nos remerciements s'adressent aussi à mes parents, et à toute ma famille pour leur soutien moral, matériel, financier.

Tous ceux qui sont venus nous honorer.

Sommaire

Pages

REMERCIEMENTS.....	I
LISTE DES TABLEAUX.....	6
LISTE DES FIGURES.....	7
INTRODUCTION.....	8

PARTIE 1 : NOTION SUR LES EOLIENNES

CHAPITRE I : EOLIENNE.....	9
I.1. Généralités.....	
I.1.1. Définition.....	
I.1.2. Historique.....	10
I.2. Types d'éolienne.....	11
I.2.1. Axe vertical.....	
I.2.2. Axe horizontal.....	
CHAPITRE II : CRITERES DE CHOIX.....	13
II.1. Critères de choix.....	
II.1.1. Le vent.....	
II.1.2. Autres critères.....	
II.2. Site.....	14
II.2.1 Sur la terre ferme.....	
II.2.2 Altitude.....	15
II.2.3. Villes.....	
II.3. Schéma d'une éolienne pour produire de l'électricité.....	16

PARTIE 2 : LA BOITE DE VITESSE

CALCUL MECANIQUE-MAINTENANCE-EVALUATION ECONOMIQUE

CHAPITRE I : LA BOITE DE VITESSE

I.1. Généralités.....	17
I.1.1. Définition.....	
I.1.2. but de l'utilisation de la boite de vitesse.....	
I.1.3. Principe	18
I.1.4. Types de boite de vitesse.....	
I.1.4.1. Autres types.....	19

CHAPITRE II: CALCUL MECANIQUE.....

II.1. Rapport de vitesse.....	
II.1.1. Principe.....	
II.1.2. Choix du système.....	20
II.2. Schéma de transmission de mouvement.....	21
II.3. Fonctionnement.....	22
II.3.1. Multiplication.....	
II.4. Détermination des rôles de chaque élément.....	23
II.5. Calcul de la boite de vitesse.....	25
II.5.1. Chaine cinématique la boite.....	
II.5.2. Calcul des roues de la boite et caractéristiques.....	
II.6. Etude dynamique de la boite de vitesse.....	30
II.6.1. Arbre moteur.....	
II.6.2. Arbre de sortie.....	
II.7. Calcul des roulements de la boite de vitesse.....	34
II.7.1. Calcul durée de vie des roulements.....	
a. Pour 6008.....	
b. Pour 6006.....	
II.8. Caractéristiques du corps de la boite de vitesse.....	35
II.9. Fixation de la boite au pied de l'éolienne.....	
II.10. Détermination du diamètre des arbres de la boite de vitesse.....	36

II.10.1. Pour l'arbre moteur de la boîte de vitesse.....	
II.10.2. Pour l'arbre de sortie.....	
II.11. Calcul clavettes.....	37
II.11.1. Contrainte maximale des rainures	
II.11.2. Dimensionnements des clavettes.....	38
II.11.3. Désignation des clavettes.....	39
II.11.4. Fixation des clavettes	
II.12. Détermination des caractéristiques des roues R_1 et R_2	40
II.13. Détermination des caractéristiques des roues et vis sans fin	45
II.13.1. Calcul des caractéristiques de la vis V_1	
II.13.2. Caractéristiques de la roue	48
II.13.3. Etude dynamique.....	52
II.14. Calcul résistance des matériaux.....	53
II.14.1. Calcul de diamètre minimal de l'arbre 2.....	
II.14.2. Calcul de boulonnerie.....	54
II.14.3. Les forces qui s'exercent à l'assemblage	
II.14.4. Calcul du diamètre nominal.....	
II.15. Calcul de rendement	58
CHAPITRE III : Maintenance.....	59
III.1. Lubrification.....	
III.2. Chaine cinématique de l'ensemble de transmission.....	60
CHAPITRE IV: Evaluation économique pour la réalisation.....	61
IV.1. Pour engrenage concourante.....	
IV.2. Pour roue et vis sans fin	
IV.3. Pour arbre 2.....	62
IV.4. Pour la boîte de vitesse.....	
IV.5. Devis total	

PARTIE 3 : ENVIRONNEMENT

I. L'environnement.....	63
I.1. Définition.....	
II. Impacte environnemental	
II.1. Inconvénients.....	
II.2. Avantages.....	
<u>Conclusion.....</u>	65
<u>Planche de dessins</u>	
<u>Bibliographie</u>	

Liste des tableaux

1. **Tableau dimension de la section des clavettes**
2. **Tableau dimension des rainures de clavettes**
3. **Tableau dimension des vis de fixation de la clavette**
4. **Tableau de résultats des caractéristiques des roues**
5. **Tableau de résultats des caractéristiques de la roue**
6. **Tableau de résultats des caractéristiques de la roue**
7. **Tableau évaluation économique pour engrenage concourante**
8. **Tableau évaluation économique pour roue et vis sans fin**
9. **Tableau évaluation économique pour roue et vis sans fin**
10. **Tableau évaluation économique pour la boîte de vitesse**
11. **Tableau évaluation économique pour devis total**
12. **Tableau des résultats des caractéristiques des dentures de la boîte de vitesse**

Liste des figures

Figure 1: éolienne à axe horizontal

Figure 2: constituants d'une éolienne

Figure 3: les roues multiplicatrices de la boîte de vitesse

Figure 4: chaîne cinématique de la boîte de vitesse

Figure 5: arbre moteur

Figure 6: arbre de sortie

Figure 7: roulement à bille

Figure 8: rainure arbre et moyeu

Figure 9: engrenage à axes concourantes

Figure 10: roue et vis sans fin

Figure 11: les efforts appliqués à R_3

Figure 12:abaque de couple de serrage d'une vis

Figure 13:Abaque permettant la détermination de $\|\vec{Q}\|$ maximal admissible en fonction du diamètre nominal de la vis et de sa classe qualité

Figure 14: système de lubrification

Figure 15: chaîne cinématique de l'ensemble

Introduction

La technologie de nos jours ne cesse de jouer un rôle important.

L'énergie renouvelable est l'une des produits de cette technologie, à ne citer que les panneaux solaires, éoliennes, et d'autres sources d'énergie renouvelables, de certaines régions de Madagascar, où la potentialité des conditions requises pour l'installation de ces appareils est favorable

L'étude a pour objet de concevoir et réaliser une boîte de vitesse B_1 à la demande de la société ARTICOM pour la transformation de l'énergie éolienne en énergie mécanique à la sortie de la boîte de vitesse.

Cette dernière a pour fonction de faire tourner un alternateur qui transformera l'énergie mécanique en énergie électrique.

Pour mener l'étude à terme, procédons au choix des roues qui seront les éléments principaux de l'ensemble, conformes aux conditions de chronologiques fonctionnelles exigées. Le travail est divisé en trois parties :

- Notions sur les éoliennes
- La boîte de vitesse (variateur de vitesses)
 - Etude et conception
 - Calcul et dessins
 - Evaluation économique
- Les impacts environnementaux

Partie 1 :

Notion sur éolienne

PARTIE 1 : NOTION SUR LES EOLIENNES

CHAPITRE I : EOLIENNE

I.1. Généralités

I.1.1. Définition

Une **éolienne** est un dispositif qui permet de récupérer l'énergie cinétique du vent. Une **éolienne** ou un **aérogénérateur** est un mécanisme permettant d'utiliser l'énergie du vent pour produire de l'énergie mécanique (servant, par exemple, au pompage d'eau) ou bien de l'électricité.

Description : en général le mécanisme est constitué de :

a. Hélice, avec des pales

Les pales sont les premiers éléments qui récupèrent l'énergie cinétique de l'air. Elles transforment l'énergie en mouvement de rotation de l'éolienne.

b. Le pylône,

Le pylône supporte l'ensemble du dispositif et permet de mettre l'éolienne en hauteur, en effet, plus on monte de hauteur et plus le vent sera régulier. Il est solidement fixé au sol grâce à quatre haubans.

c. La boîte de vitesse

La boîte de vitesse a pour fonction d'accroître la vitesse de l'arbre moteur de l'hélice pour l'entraîner à vitesse constante l'arbre récepteur du générateur.

d. La queue:

La queue est la mise en drapeau. Elle sert à orienter l'éolienne face au vent.

e. Un générateur

Un générateur reçoit l'effort de la boîte de vitesse et qui produit de l'électricité.

I.1.2. Historique

Le mot « éolienne » vient du grec Áλιεῖο (Éole), le dieu des vents. Le terme signifie également « rapide », « vif » ou « inconstant ».

Depuis l'antiquité, les moulins à vents convertissent l'énergie éolienne en énergie mécanique. De nos jours, on trouve encore des éoliennes couplées à des pompes à eau.

En 1888, Charles F. Brush construit une petite éolienne pour alimenter sa maison en électricité, avec un stockage par batteries.

La première éolienne « industrielle » génératrice d'électricité a été développée par le danois Poul La Cour en 1890, pour fabriquer de l'hydrogène par électrolyse. Dans les années suivantes, il créa l'éolienne Lykkegard, dont il avait vendu 72 exemplaires en 1908.

Une éolienne expérimentale de 800 KVA a fonctionné de 1955 à 1963 en France, dans la Beauce. Elle avait été conçue par le Bureau d'Etudes Scientifiques et Techniques de Lucien Romani et exploitée pour le compte d'EDF : L'aérogénérateur 800 KVA BEST - Romani.

Cette technologie a été quelque peu délaissée par la suite. Il y eut une éolienne raccordée au secteur sur les hauteurs d'Alger (Dély-Ibrahim) en 1957. Ce n'est que dans les années 1970 qu'elle sera relancée, en particulier au Danemark.

Le parc éolien de Vindeby, le premier parc éolien en mer au monde, a été construit en 1991 par le fabricant danois Bonus (devenu Siemens Windpower). Le parc de Nysted, un des projets les plus récents, est aujourd'hui le plus puissant parc éolien offshore avec 72 éoliennes et une puissance maximale de 165,6 MW.

I.2. Types d'éolienne

I.2.1 Axe vertical

Le type **Darrieus** repose sur l'effet de portance subi par un profil soumis à l'action d'un vent relatif ; c'est similaire aux forces qui s'exercent sur l'aile d'un avion. On distingue plusieurs déclinaisons autour de ce principe, depuis le simple rotor cylindrique - deux profils disposés de part et d'autre de l'axe - jusqu'au rotor parabolique où les profils sont recourbés en troposkine et fixés au sommet et à la base de l'axe vertical.

Le type **Savonius**, constitué schématiquement de deux ou plusieurs godets demis cylindriques légèrement désaxés présente un grand nombre d'avantages. Outre son faible encombrement, qui permet d'intégrer l'éolienne aux bâtiments sans en dénaturer l'esthétique, est peu bruyant. Il démarre à de faibles vitesses de vent et présente un couple élevé quoique variant de façon sinusoïdale au cours de la rotation. Une déclinaison de ce type d'éolienne est le Moulinet dont l'anémomètre constitue une bonne illustration. Citons aussi les modèles à écran où on masque le côté « contre-productif » de l'engin. Ce modèle utilise un système d'orientation de l'écran par rapport au vent, supprimant de fait un avantage essentiel des éoliennes à axe vertical. Ajoutons finalement que l'accroissement important de la masse en fonction de la dimension rend l'éolienne de type Savonius peu adaptée à la production de masse dans un parc à éoliennes

I.2.2. Axe horizontal

Une éolienne à axe horizontal est une hélice perpendiculaire au vent, on a l'image d'une roue très haute constituée par plusieurs pales. C'est ce que l'on appelle une éolienne à axe horizontal.

Le plus souvent une éolienne à axe horizontal est utilisée pour les pompes à eau, pour fournir de l'électricité..

Une éolienne à axe horizontal est constituée d'un pylône qui va supporter l'axe qui porte les pales et les autres pièces. C'est le type le plus utilisé

Les installations éoliennes les plus puissantes qui ont été construites sont du types à axe horizontal.

Dans les machines à axe horizontal, on peut distinguer :

- Les moulins à vent classiques
- Les éoliennes lentes
- Les éoliennes rapides



Figure 01: éolienne a axe horizontal

CHAPITRE II : CRITERES DE CHOIX

II.1. Critères de choix

II.1.1. Le vent

L'efficacité d'une éolienne dépend grandement de son emplacement.

En effet, la puissance fournie augmente avec le cube de la vitesse du vent, et les sites seront d'abord choisis en fonction de la permanence de vents, de force suffisante. Un site avec des vents d'environ 30 km/h en moyenne sera toujours bien meilleur (de l'ordre de 8 fois) qu'un autre site avec des vents de 15 km/h en moyenne.

II.1.2. Autres critères

Un autre critère important pour le choix du site est la constance de la vitesse et de la direction du vent, autrement dit la turbulence du vent.

En effet, en règle générale, les éoliennes sont utilisables quand la vitesse du vent est supérieure à une valeur comprise entre 10 et 20 km/h, sans toutefois atteindre des valeurs excessives qui conduiraient soit à la destruction de l'éolienne, soit à des coûts de construction et de maintenance prohibitifs. La vitesse du vent doit donc être comprise le plus souvent possible entre ces deux valeurs pour un fonctionnement optimal de l'éolienne.

De même, l'axe de rotation de l'éolienne doit rester le plus clair du temps parallèle à la direction du vent.

On recherche habituellement les sites propices à l'installation d'éoliennes en observant les arbres et la végétation. Le site est intéressant s'ils sont constamment courbés par les vents. Une autre façon de procéder est d'utiliser une carte de la vitesse des vents, ou des données accumulées par une station météorologique proche.

Certains sites bien spécifiques sont particulièrement propices à un bon rendement :

- L'effet tunnel ou effet Venturi : au niveau des cols entre deux montagnes, ou entre deux grands bâtiments, le vent est souvent plus fort. L'air est comprimé entre les montagnes ou les bâtiments, et, pour garder un débit d'air constant, la vitesse augmente donc considérablement. De plus, le vent garde souvent une direction constante. Ces lieux sont donc très appropriés pour les éoliennes. Le problème est qu'ils sont souvent restreints et qu'il est difficile d'y placer une

grande quantité d'éoliennes.

- Avec le même principe, l'air est comprimé au sommet des collines donc, le vent y est accéléré. Il est tout de même important que les flancs de la colline soient en pente douce et sans escarpement. En effet, le contraire provoquerait des turbulences néfastes au fonctionnement de l'éolienne.
- La mer et les lacs sont aussi des emplacements de choix : il n'y a aucun obstacle au vent, et donc, même à basse altitude, les vents ont une vitesse importante. La proximité d'une côte escarpée, en revanche, créera également des turbulences à éviter.

Autres critères :

D'autres critères sont pris en compte pour le choix du site.

- La nature du sol : il doit être suffisamment résistant pour supporter les fondations de l'éolienne.
- L'accessibilité du site pendant le montage de l'éolienne (passage de poids lourds) doit également être assurée à des coûts raisonnables.
- La connexion au réseau électrique doit être peu coûteuse. Pour cela, les petites fermes d'éoliennes sont le plus souvent situées proche d'une ligne électrique afin de diminuer les coûts de raccordement, car le coût du raccordement est directement fonction de sa longueur. Pour les grosses fermes éoliennes, le réseau doit être en mesure de supporter l'électricité produite, et son renforcement est parfois nécessaire. Le raccordement est encore plus coûteux pour les éoliennes offshores, c'est pourquoi les éoliennes sont placées à proximité des côtes.

II.2. Site

II.2.1. Sur la terre ferme

Dans une installation éolienne, il est préférable de placer la génératrice sur un pylône à une hauteur de plus de 10 m jusqu'à environ 100 m, de façon à capter des vents plus forts. Dans les zones où le relief est très complexe, il est possible de doubler la quantité d'énergie produite en déplaçant l'installation de seulement quelques dizaines de mètres. C'est pour cela que l'on étudie et modélise bien souvent les vents avant l'installation d'éoliennes. L'énergie éolienne est aisément exploitable dans les Grandes Plaines nord-américaines, dans les plaines centrales eurasiennes, ainsi que sur la cime de certaines chaînes de montagnes. Les sites soumis aux tempêtes sont également propices aux éoliennes. Mais le plus important potentiel d'énergie éolienne se situe dans les océans, et particulièrement au 40° sud.

À condition qu'elles soient implantées assez loin de la côte, les éoliennes en pleine mer (*offshore*) entraînent moins d'impact sur le paysage. L'installation d'éoliennes en mer est beaucoup plus coûteuse que sur terre : les mâts doivent être étudiés pour résister à la force des vagues et du courant, la protection contre la corrosion (particulièrement importante du fait des embruns) doit être renforcée, l'implantation en mer nécessite des engins spécialisés, le raccordement électrique implique des câbles sous-marins coûteux et fragiles, et la moindre opération de maintenance peut nécessiter de gros moyens. En revanche, une éolienne offshore peut fournir jusqu'à 5 Mégawatt (à comparer aux éoliennes terrestres limitées à 3 MW dans des sites bien ventés). Dans les zones où la mer est peu profonde, il est assez simple de les installer, et elles ont un bon rendement.

II.2.2. Altitude

Le vent est engendré par une différence de température ou de pression. Il est ralenti par les obstacles, et la rugosité du sol, et est généralement plus fort en altitude. Les plaines ont des vents forts parce qu'il y a peu d'obstacles. Les cols de montagne ont eux aussi des vents forts, parce qu'ils canalisent les vents de haute altitude. Dans certains cols, les vents proviennent de l'écart de température entre les deux versants. Les éoliennes installées sur les côtes ou en bordure de mer bénéficient de vents puissants et réguliers, car la surface de l'eau ne constitue pas un obstacle (faible rugosité), et parce que la différence de température mer/terre favorise des vents thermiques.

II.2.3. Villes

En environnement urbain, où il est difficile d'obtenir de puissants flux d'air, de plus petits équipements peuvent être utilisés pour faire tourner des systèmes à bas voltage. Des éoliennes sur un toit fonctionnant dans un système d'énergie distribuée permettent d'alléger les problèmes d'acheminement de l'énergie et de remédier les pannes de courant. De petites installations telles que des routeurs wi-fi peuvent être alimentées par une éolienne qui recharge une petite batterie.

II.3. Schéma d'une éolienne pour produire de l'électricité

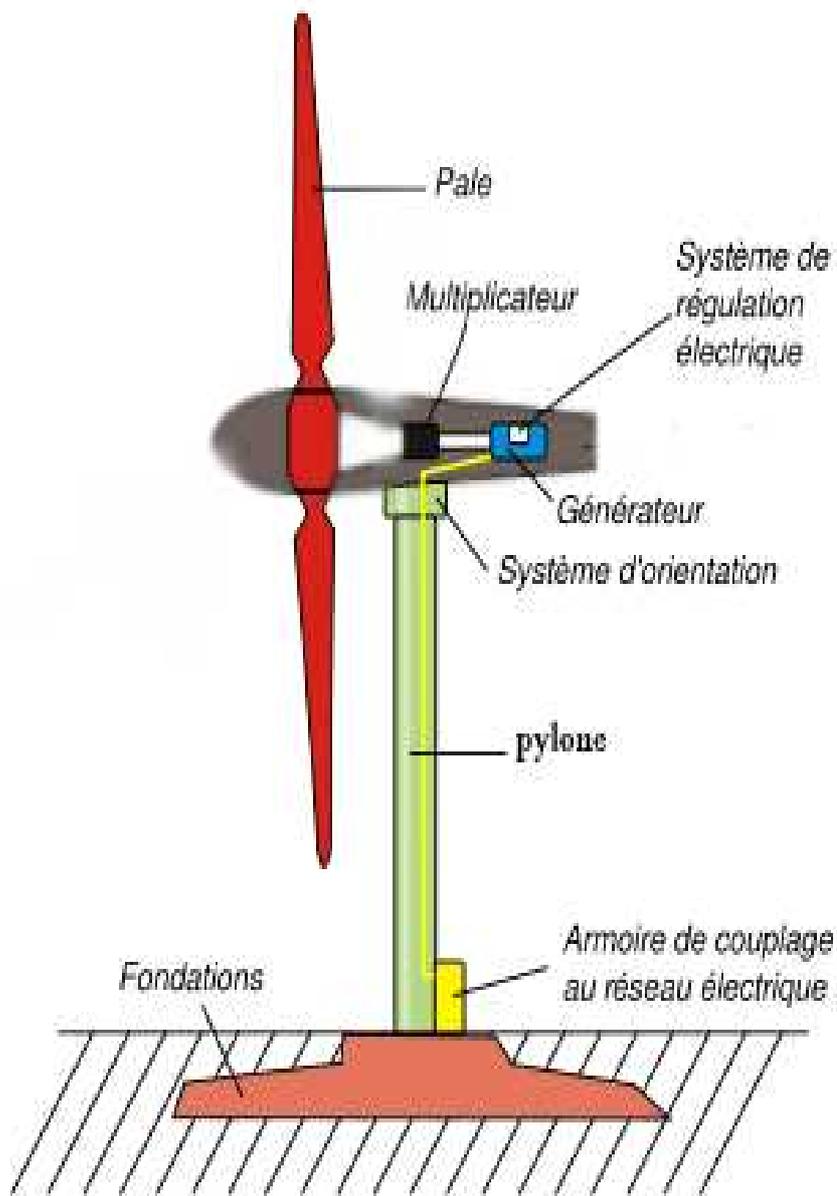


Figure 02: constituants d'une éolienne

Partie 2 :

La boîte de vitesse

- Etude et conception
- Calcul et dessins

Evaluation économique

PARTIE 2 : LA BOITE DE VITESSE

CALCUL MECANIQUE-MAINTENANCE-EVALUATION ECONOMIQUE.

CHAPITRE I: LA BOITE DE VITESSE

I.1. Généralités

I.1.1. Définition

La boite de vitesse assure la variation de multiplication ou réduction de nombre de tours de l'arbre d'entrée vers l'arbre de sortie. Elle est constituée de plusieurs éléments qui jouent chacun son rôle, tels que les roues dentées et autres éléments de machine. Une boite de vitesse est dite « multiplicatrice » si la vitesse de rotation de l'arbre moteur est inférieure à l'arbre de sortie ; inversement on dit que c'est un « réducteur ».

I.1.2. But de l'utilisation de boite de vitesse sur l'éolienne

Généralement, une boite de vitesse c'est l'organe recevant le mouvement de rotation du moteur pour être multiplié ou réduit.

Presque toutes les machines sont toutes pourvues d'une boite de vitesse ou

Ici on doit faire tourner un alternateur qui va transformer l'énergie mécanique en énergie électrique.

L'alternateur doit tourner à 1500 [tr/mn].

Donc, pour satisfaire ce besoin on doit multiplier le nombre de tours de l'arbre des pales

I.1.3. Principe

L'arbre moteur est animé d'un mouvement de rotation, ce mouvement de rotation va passer par les éléments de la boîte jusqu'à l'arbre de sortie c'est-à-dire la roue de l'arbre moteur va s'engrener avec une autre roue et qui sera aussi animée d'un mouvement de rotation et ainsi de suite jusqu'à la sortie c'est ce qui constitue la boîte de vitesse. D'où à la sortie de la boîte, on obtient la vitesse à l'entrée multipliée ou réduite.

La boîte de vitesse est dit réductrice ou multiplicateur.

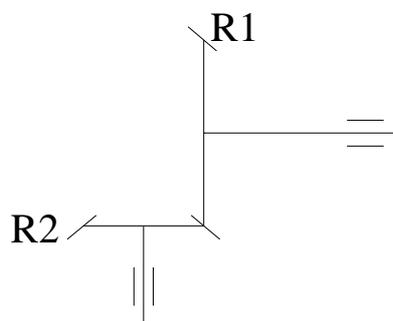
I.1.4. Types de boîte de vitesse

Dans une boîte de vitesse, on utilise un engrenage lorsqu'on veut transmettre une force importante avec un rapport de transmission sûr, d'un arbre moteur à un arbre récepteur.

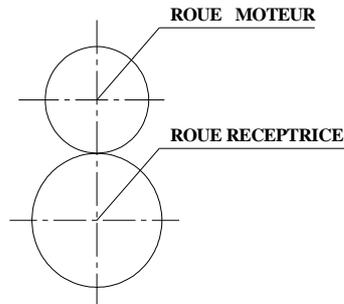
L'engrenage est un mécanisme élémentaire constitué de deux roues dentées mobiles autour d'axes de position relative invariable et dont l'une entraîne l'autre.

La position relative des axes définit les trois catégories de transmission d'effort par engrenage suivant :

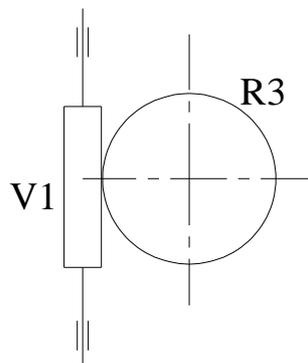
Variateur de vitesse à engrenages à axes concourants



✚ Variateur de vitesse à engrenages à axes parallèles



✚ Variateur de vitesse roue et vis sans fin



I.1.5. Autres types

✚ **Variateur de vitesse par friction:** En général on l'utilise pour transmettre un effort faible

✚ **Variateur de vitesse planétaire**

CHAPITRE II : CALCUL MECANIQUE**II.1. Rapport de vitesse****II.1.1. Principe**

Le principe de calcul pour déterminer le rapport de transmission entre deux engrenages, c'est-à-dire pignon et roue est défini par:

$$\frac{\text{Roue menante}}{\text{Roue menée}} = i \quad (2.1)$$

i : rapport de transmission

II.1.2. Choix du système

Ici, on doit transporter l'énergie cinétique de l'aire récupérer par les pales jusqu'à la boîte de vitesse monter au pied du pylône.

Pour cela on a pris le système engrenage à axes concourantes pour faire descendre l'effort qui vient de l'arbre relié aux pales.

A l'arrivé au pied du pylône avant la boîte de vitesse on a un système roue et vis sans fin pour mener le mouvement à l'horizontal pour le besoin de l'alternateur.

La boîte de vitesse aura un rapport de

$$i = \frac{N_1}{N_2}$$

avec

N_1 = nombre de tours de l'arbre des pales

N_2 = nombre de tours de l'arbre sortie a la boîte de vitesse

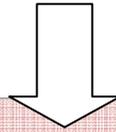
AN

$$i = \frac{300}{1500} = 5$$

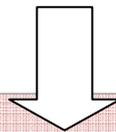
Le rapport de vitesse nous donne $i = 5$

II.2. Schéma de transmission de mouvement

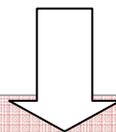
Entrée



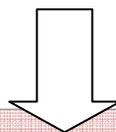
**Energie cinétique de l'aire
récupérée par les pales**



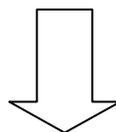
**Système engrenage à axes
concourantes**



Système roue et vis sans fin



Boite de vitesse



Sortie

II.3. Fonctionnement

Les pales animées d'un mouvement de rotation entraînent en même temps l'arbre 1 qui sera à son tour lié à la roue R_1 , celle-ci va s'engrener avec la roue R_2 qui est liée à l'arbre 2. Arrivé au bout de l'arbre 2, on a une transmission par roue et vis sans fin R_3 et V_1 qui va directement vers la boîte de vitesse; la roue R_3 est liée avec l'arbre d'entrée de la boîte de vitesse. Dans la boîte de vitesse, on a quatre roues multiplicatrices ayant un rapport de transmission $i = 5$ suivants :

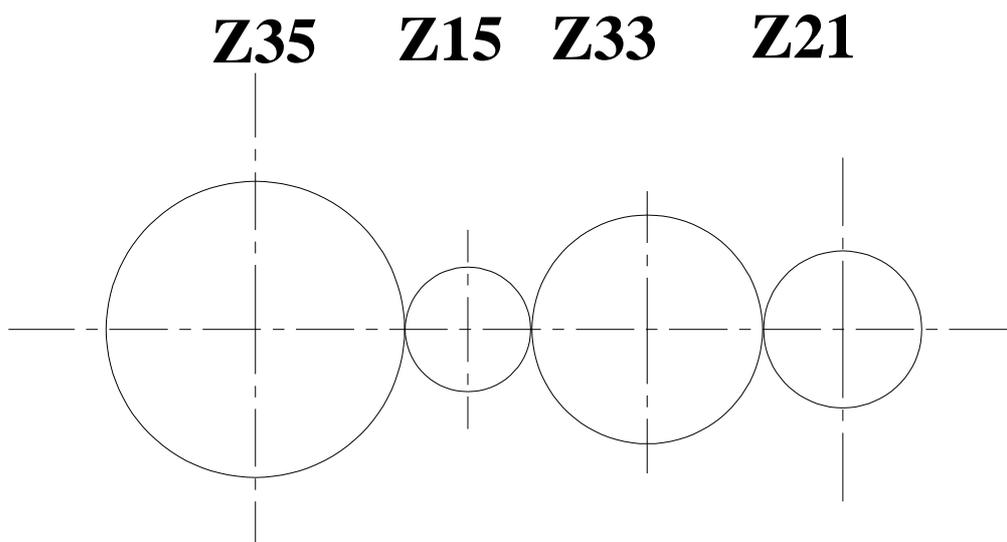


Figure 03: les roues multiplicatrices de la boîte de vitesse

II.3.1. Multiplication

$$\frac{Z_{35} \times Z_{21}}{Z_{15} \times Z_{33}} \quad (2.2)$$

II.4. Détermination des rôles de chaque élément

2.4.1. Caractéristiques d'une roue dentée

- **Module**

Déterminer par le calcul élément de machine et choisi dans le tableau des modules normalisés.NF

- **Largeur de la denture**

Largeur de la partie dentée de la roue, mesurée suivant une génératrice du cône primitif de référence.

- **Diamètre primitif**

Diamètre du cercle d'intersection du cône primitif de référence et du cône complémentaire externe.

- **Saillie**

C'est la partie comprise entre le cercle de tête et le cercle primitif

- **Creux**

C'est la partie comprise entre le cercle de pied et le cercle primitif

- **Hauteur de la denture**

C'est la partie comprise entre le cercle de pied et cercle de tête ; la hauteur des dents est constituée par la saillie et le creux.

- **Diamètre de tête**

C'est la partie qui décrit le cercle de tête de la roue.

- **Diamètre de pied**

C'est la partie qui décrit le cercle de pied au fond des dents de la roue.

- **Angle d'hélice**

Angle d'hélice primitive de référence d'une roue hélicoïdale

II.5. Calcul de la boite de vitesse et dimensionnement

2.5.1 Chaîne cinématique la boite

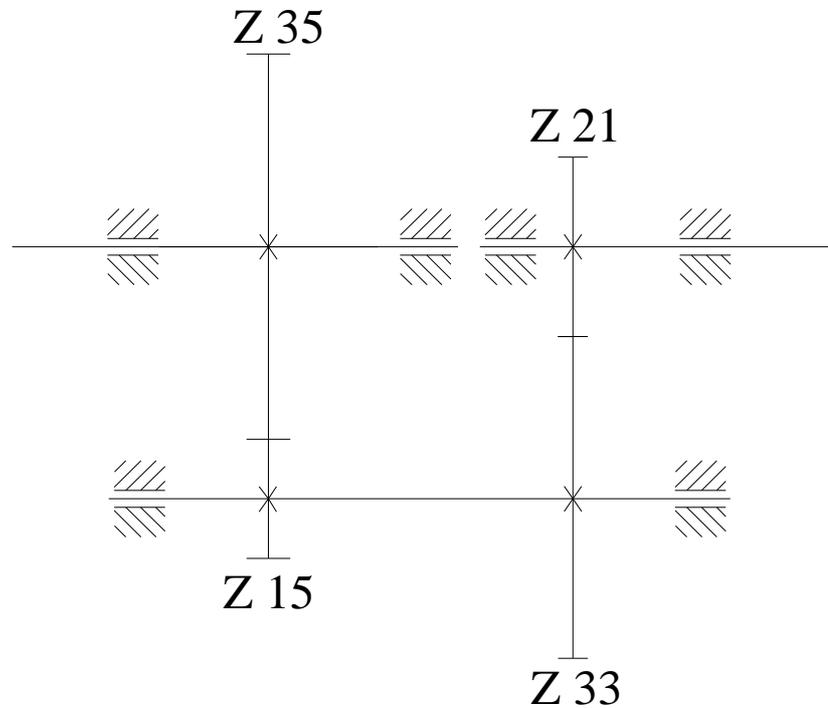


Figure 04: chaîne cinématique de la boite de vitesse

II.5.2 Calcul des roues de la boite et caractéristiques

• **Module**

On a

N1=357,143

N2=1500

$$m_n \geq \sqrt[3]{\frac{11 \cdot P \cdot \cos \beta}{k \cdot \sigma \cdot Z_1}} \quad (2.3)$$

P = puissance à fournir

k = coefficient

Z1 = nombre de dents

σ = contrainte normale

Avec

$$\sigma \leq \frac{\sigma_a}{s} \quad (6) \quad \text{AN} \quad \sigma = 53,33$$

AN

$$m_n \geq \sqrt[3]{\frac{11.1600 \cdot \cos 60}{10 \cdot 53,33 \cdot 35}}$$

$$Mn \geq 6,26$$

On prend $m_n = 7$

- **Largeur de la denture**

$$b = km \quad \text{avec} \quad 4 < k < 6$$

k = coefficient de la largeur

m = module

b = Largeur de la denture

- **Diamètre primitif**

$$d = m \cdot Z$$

m = module

Z = nombre de dents

d = diamètre primitif

- **Angle primitif**

$$\delta = 45^\circ$$

- **Saillie**

$$h_a = m$$

m = module

h_a = Saillie

- **Creux**

$$hf = 1.25 m$$

$$hf = \text{creux}$$

$$m = \text{module}$$

- **Hauteur de la denture**

$$h = 2.25 m$$

$$h = \text{hauteur de la denture}$$

$$m = \text{module}$$

- **Diamètre de tête**

$$da_1 = d_1 + 2 m \cos \delta; da_2 = d_2 + 2 m \cos \delta$$

$$da_1 = \text{Diamètre de tête de la roue } R_1$$

$$da_2 = \text{Diamètre de tête de la roue } R_2$$

$$\delta = \text{angle primitif}$$

$$d_1 = \text{diamètre primitif de la roue } R_1$$

$$d_2 = \text{diamètre primitif de la roue } R_2$$

$$m = \text{module}$$

- **Diamètre de pied**

$$df_1 = d_1 - 2.5 m \cos \delta; df_2 = d_2 - 2.5 m \cos \delta$$

$$df_1 = \text{Diamètre de pied de la roue } R_1$$

$$df_2 = \text{Diamètre de pied de la roue } R_2$$

$$\delta = \text{angle primitif}$$

$$d_1 = \text{diamètre primitif de la roue } R_1$$

$$d_2 = \text{diamètre primitif de la roue } R_2$$

$$m = \text{module}$$

- **Angle de saillie**

$$\text{tg } \theta_{a1} = \text{tg } \theta_{a2} = m/L$$

$$\theta_{a1} = \text{Angle de saillie de la roue } R_1$$

θ_{a_2} = Angle de saillie de la roue R_2

- **Angle de creux**

$\text{tg } \theta_{f_1} = 1.25m/L$; $\text{tg } \theta_{f_2} = 1.25m/L$

θ_{f_1} = Angle de creux de la roue R_1

θ_{f_2} = Angle de creux de la roue R_2

- **Angle de tête**

$\delta_{a_1} = \delta + \theta_{a_1}$; $\delta_{a_2} = \delta + \theta_{a_2}$

δ_{a_1} = Angle de tête de la roue R_1

δ_{a_2} = Angle de tête de la roue R_2

δ = angle primitif

θ_{a_1} = Angle de saillie de la roue R_1

θ_{a_2} = Angle de saillie de la roue R_2

- **Angle de pied**

$\delta_{f_1} = \delta + \theta_{f_1}$; $\delta_{f_2} = \delta + \theta_{f_2}$

δ_{f_1} = Angle de pied de la roue R_1

δ_{f_2} = Angle de pied de la roue R_2

δ = angle primitif

θ_{f_1} = Angle de creux de la roue R_1

θ_{f_2} = Angle de creux de la roue R_2

- **Longueur général primitive**

$L = d / 2 \sin \delta$

L =Longueur général primitive

d = diamètre primitif

Tableau 01 : Résultats des caractéristiques des dentures de la boîte de vitesse

Caractéristiques	R₄	R₅	R₆	R₇
nombre de dents	35	15	21	33
module	7	7	7	7
Largeur de la denture	70	70	70	70
Diamètre primitif	245	105	147	231
Angle primitif	45	45	45	45
Saillie	7	7	7	7
Creux	8,75	8,75	8,75	8,75
Hauteur de la denture	15,75	15,75	15,575	15,75
Diamètre de tête	254,89	114,89	156,89	240,89
Diamètre de pied	232,63	92,623	134,63	218,63
Angle de saillie	0,09	0,19	0,13	0,09
Angle de creux	0,101	0,24	0,17	0,11
Angle de tête	49,61	55,64	52,632	49,858
Angle de pied	50,77	58,22	54,54	51,11
Longueur général primitive	86,61	37,12	51,96	81,66

II.6. Etude dynamique de la boite de vitesse

II.6.1. Arbre moteur

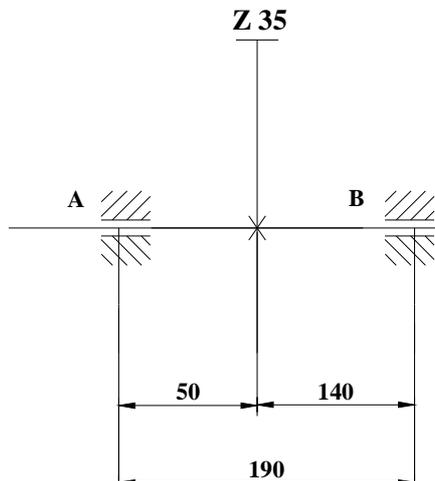


Figure 16: arbre moteur

$$R = T \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_n}{\cos \beta} \quad (2.4) \quad \text{AN} \quad R = 341,056 \cdot \operatorname{tg} \frac{20}{\cos 60} = 286,180 \text{ [N]}$$

$$A = T \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (2.5) \quad \text{AN} \quad A = 341,056 \cdot \operatorname{tg} 60 = 590,726 \text{ [N]}$$

$$T = \frac{P}{R\omega} \quad (2.6) \quad \text{AN} \quad T = \frac{1600}{0,1255 \cdot 37,381} = 341,056 \text{ [N]}$$

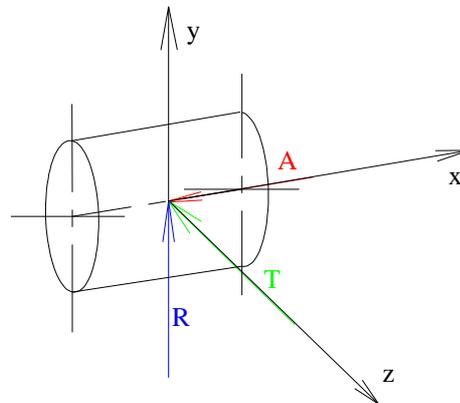
D'ou

$$R = 286,180 \text{ [N]}$$

$$A = 590,726 \text{ [N]}$$

$$T = 341,056 \text{ [N]}$$

Effort aux paliers A et B



$$A = \begin{pmatrix} A_\alpha \\ R_\alpha \\ T_\alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{A \cdot l_1}{l} \\ \frac{R \cdot l_1}{l} \\ \frac{T \cdot r_1}{l} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{590,726 \cdot 0,05}{0,19} \\ \frac{286,180 \cdot 0,05}{0,19} \\ \frac{341,056 \cdot 0,1255}{0,19} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 89,752 \\ 75,310 \\ 380,863 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} A_b \\ R_b \\ T_b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{A \cdot l_2}{l} \\ \frac{R \cdot l_2}{l} \\ \frac{T \cdot r_2}{l} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{590,726 \cdot 0,14}{0,19} \\ \frac{286,180 \cdot 0,14}{0,19} \\ \frac{341,056 \cdot 0,1255}{0,19} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 251,304 \\ 210,86 \\ 380,863 \end{pmatrix}$$

$$F_A = \frac{F_1 \cdot l_1}{l} \quad (2.7)$$

$$F_B = \frac{F_2 \cdot l_2}{l} \quad (2.8)$$

Avec

$$F_1 = \sqrt{T_\alpha^2 + R_\alpha^2 + A_\alpha^2 \cdot f_1 \cdot f_2} \quad \text{ou } f_1 : \text{niveau de la pr\u00e9cision et } f_2 : \text{coefficient de service}$$

$$= \sqrt{89,752^2 + 75,310^2 + 380,863^2 \cdot 1,1 \cdot 1} = 417,926 [N]$$

$$F_2 = \sqrt{T_b^2 + R_b^2 + A_b^2 \cdot f_1 \cdot f_2} \quad \text{ou } f_1 : \text{niveau de la pr\u00e9cision et } f_2 : \text{coefficient de service}$$

$$= \sqrt{251,304^2 + 210,86^2 + 380,863^2 \cdot 1,1 \cdot 1} = 527,199 [N]$$

AN

$$F_A = \frac{417,926 \cdot 0,05}{0,19} = 109,980 [N]$$

$$F_B = \frac{527,199 \cdot 0,14}{0,19} = 388,46 \text{ [N]}$$

II.6.2. Arbre de sortie

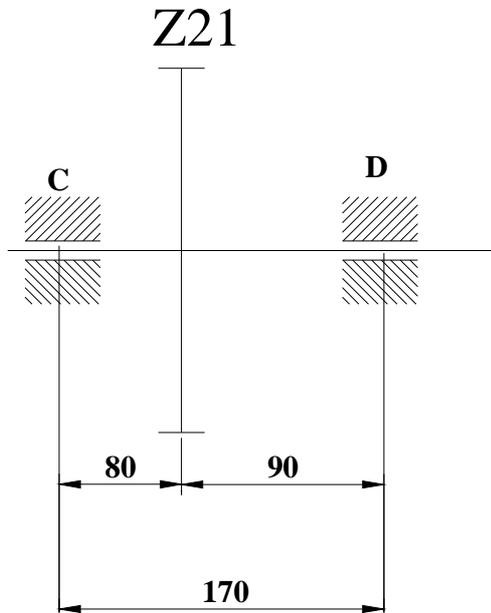


Figure 06: arbre de sortie

$$R = T \cdot \frac{\alpha_n}{\cos \beta} \text{ AN } R = 138,541 \cdot \frac{20}{\cos 60} = 160,250 \text{ [N]}$$

$$A = T \cdot \text{tg } \beta \text{ AN } A = 138,541 \cdot \text{tg } 60 = 240,156 \text{ [N]}$$

$$T = \frac{P}{R\omega} \text{ AN } T = \frac{1600}{0,0735 \cdot 157} = 138,541 \text{ [N]}$$

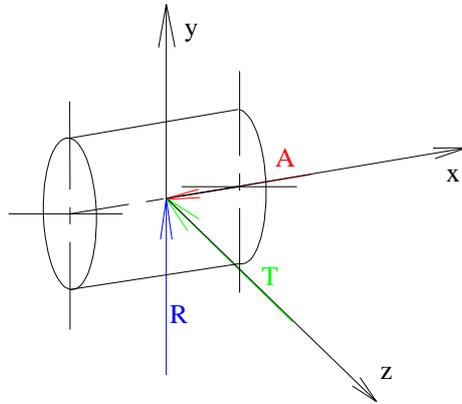
D'ou

$$R = 160,250 \text{ [N]}$$

$$A = 240,156 \text{ [N]}$$

$$T = 138,541 \text{ [N]}$$

Effort au palier C et D



$$D = \begin{pmatrix} A_d \\ R_d \\ T_d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{A \cdot r_4}{l} \\ \frac{R \cdot l_3}{l} \\ \frac{T \cdot l_3}{l} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{240,156 \cdot 0,0735}{0,17} \\ \frac{160,250 \cdot 0,09}{0,17} \\ \frac{138,541 \cdot 0,09}{0,17} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 103,832 \\ 84,832 \\ 73,345 \end{pmatrix}$$

$$C = \begin{pmatrix} A_c \\ R_c \\ T_c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{A \cdot r_4}{l} \\ \frac{R \cdot l_4}{l} \\ \frac{T \cdot l_4}{l} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{240,156 \cdot 0,0735}{0,17} \\ \frac{160,250 \cdot 0,08}{0,17} \\ \frac{138,541 \cdot 0,08}{0,17} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 103,832 \\ 75,412 \\ 65,196 \end{pmatrix}$$

$$F_D = \frac{F_1 \cdot l_1}{l}$$

$$F_E = \frac{F_2 \cdot l_2}{l}$$

Avec

$$F_1 = \sqrt{T_a^2 + R_a^2 + A_a^2 \cdot f_1 \cdot f_2} \text{ ou } f_1 : \text{ niveau de la précision et } f_2 : \text{ coefficient de service}$$

$$= \sqrt{73,345^2 + 84,832^2 + 103,832^2 \cdot 1,1 \cdot 1} = 160,290 \text{ [N]}$$

$$F_2 = \sqrt{T_b^2 + R_b^2 + A_b^2 \cdot f_1 \cdot f_2} \text{ ou } f_1 : \text{ niveau de la précision et } f_2 : \text{ coefficient de service}$$

$$= \sqrt{65,196^2 + 75,412^2 + 103,832^2 \cdot 1,1 \cdot 1} = 150,965 \text{ [N]}$$

AN

$$F_D = \frac{160,290 \cdot 0,09}{0,17} = 84,859 \text{ [N]}$$

$$F_C = \frac{150,965 \cdot 0,08}{0,17} = 71,042 \text{ [N]}$$

II.7. Calcul des roulements de la boite de vitesses

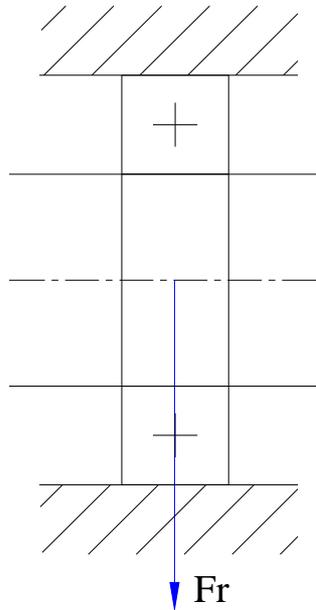


Figure 07: roulement a bille

II.7.1. Calcul durée de vie des roulements

c. Pour 6008

$$C = 17,40 \cdot 10^3 \text{ [N]}$$

$$C_0 = 11,50 \cdot 10^3 \text{ [N]}$$

⚙️ Charge dynamique

$$P = Fr$$

AN

$$P = 160,250 \text{ [N]}$$

⚙️ Charge de basse C

$$C = 17,40 \cdot 10^3 \text{ [N]}$$

⚙️ Durée de vie nominale en heures

$$Lh = \left(\frac{C}{P}\right)^n \cdot \frac{10^6}{60 \cdot N \text{ tr/min}} \quad (2.9)$$

AN

$$Lh = \left(\frac{17,40 \cdot 10^3}{84,85} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 1500} = 14223517,20 \text{ [h]}$$

d. Pour 6006

$$C = 12,60 \cdot 10^3 \text{ [N]}$$

$$C_0 = 8,20 \cdot 10^3 \text{ [N]}$$

⚙ Charge dynamique

$$P = Fr$$

AN

$$P = 160,2505 \text{ [N]}$$

⚙ Charge de basse C

$$C = 17,40 \cdot 10^3 \text{ [N]}$$

⚙ Durée de vie nominale en heures

$$Lh = \left(\frac{C}{P} \right)^n \cdot \frac{10^6}{60 \cdot N \text{ tr/min}}$$

AN

$$Lh = \left(\frac{12,60 \cdot 10^3}{160,250} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 1500} = 5400470,27 \text{ [h]}$$

II.8. Caractéristiques du corps de la boite de vitesse

Le corps de la boite de vitesse est constitué en alliage léger.

Constitue de deux carters assemblés en ligne.

Contenance d'huile

Désaffleurement des deux carters = **0,02[mm]**

II.9. Fixation de la boite de vitesses au pied de l'éolienne

La boite de vitesse est fixée par quatre boulons de M 12, ces quatre boulons vont servir d'éliminer les six degrés de liberté de la boite de vitesse ;

- Translation suivant x, y, z
- Rotation suivant x, y, z

II.10. Détermination du diamètre des arbres de la boîte de vitesse

2.10.1. Pour l'arbre moteur de la boîte de vitesse

Condition de résistance a la torsion

$$\frac{M_t}{\tau_{\omega}} \leq \frac{I_0}{\rho_{max}} \quad (2.10)$$

Avec

$$\rho_{max} = \frac{d}{2}$$

$$I_0 = \frac{\pi \cdot d^4}{32}$$

$$\tau_{\omega} = \frac{\tau_s}{s}$$

D'où

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_t}{\pi \cdot \tau_{\omega}}} \text{ avec } M_t = \frac{P}{\omega}$$

AN

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 42,803}{3,14 \cdot 231 \cdot 10^6}}$$

$$d \geq 15,65$$

On prend $d = 25$ au minimum

Matériaux à utiliser : A 33

A 33 : acier de construction d'usage courant ayant une σ_r de 33 [daN/mm²]

II.10.2. Pour l'arbre de sortie

Condition de résistance a la torsion

$$\frac{M_t}{\tau_{\omega}} \leq \frac{I_0}{\rho_{max}}$$

Avec

$$\rho_{max} = \frac{d}{2}$$

$$I_0 = \frac{\pi \cdot d^4}{32}$$

$$\tau_{\omega} = \frac{\tau_e}{s}$$

D'où

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_t}{\pi \cdot \tau_{\omega}}} \text{ avec } M_t = \frac{P}{\omega}$$

AN

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 10,191}{3,14 \cdot 231 \cdot 10^6}}$$

$$d \geq 10,13$$

On prend $d = 20$ au minimum

Matériaux à utiliser : A 33

A 33 : acier de construction d'usage courant ayant une σ_r de 33 [daN/mm²]

II.11. Calcul clavettes

II.11.1. Contrainte maximale des rainures

$$\tau_{max} = k \cdot \tau_0 \quad (2.11)$$

k = coefficient de concentration des contraintes

$$\frac{h}{D} = 0,1$$

$$\frac{r}{h} = 0,1$$

$$k = 5,4$$

$$\tau_0 = \frac{M_t \cdot 16}{\pi \cdot D^3}$$

AN

$$\tau_{max} = 5,4 \cdot \frac{1,67 \cdot 16}{\pi \cdot 0,025} = 7,65 \cdot 10^{-4} [N/mm^2]$$

$$\tau_{max} = 7,65 \cdot 10^{-4} [N/mm^2]$$

II.11.2. Dimensionnements des clavettes

Pour un arbre tournant de diamètre « d » on a des valeurs normalisées.
 D’où pour la liaison en rotation des poulies on a choisi la liaison par clavette ayant les dimensions normalisées suivantes :

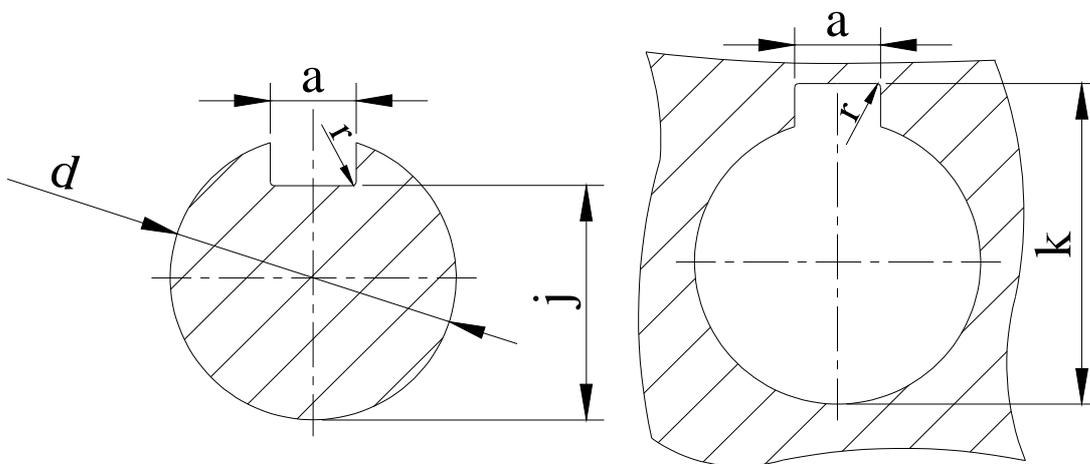


Figure 08: rainure arbre et moyeu

AN

✚ Pour l'arbre**Tableau 02 : Dimensions de la section des clavettes**

d (arbre)[mm]	section de la clavette	a	j	r
20	6 x 6	6	16,5	0,26
25	8 x 7	8	21	0,26

✚ Pour le moyeu**Tableau 03 : dimension des rainures de clavettes**

d (moyeu)[mm]	section de la clavette	a	k	r
20	6 x 6	6	22,8	0,26
25	8 x 7	8	28,3	0,26

II.11.3. Désignation des clavettes

Clavette de forme A6 × 6 × 60

Clavette de forme A8 × 7 × 60

II.11.4. Fixation des clavettes

Pour la rigidité des clavettes sur l'arbre on a fixé les clavettes par deux vis CHc dimensionner de tels que :

Tableau 04 : dimension des vis de fixation de la clavette

vis CHc	d1	d2	e	c
M 2,5 - 6	M 2,5	2,9	3	5
M 3 - 6	M 3	3,4	3,5	6,5

II.12. Détermination des caractéristiques des roues R_1 et R_2

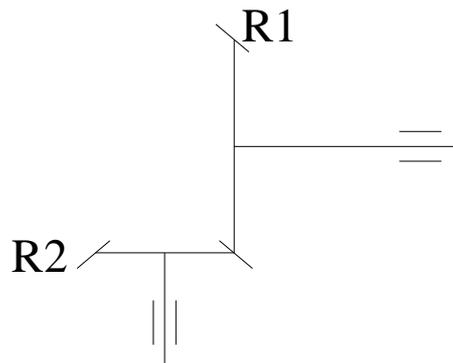


Figure 09: engrenage a axes concourantes

- Module

$$m_{\text{moy}} \geq \sqrt{5,48 \frac{T}{k \cdot \sigma}} \quad (2.12)$$

Ou $7 < k' < 12$

Avec $T = \frac{P}{R\omega}$ AN $T = 1019.11$ [N]

Et $\omega = \frac{\pi n}{30}$ AN $\omega = 31.40$ [rad/s]

σ = contrainte normale

T = effort tangentiel

k' = coefficient

P = puissance à fournir

ω = vitesse angulaire

R = rayon de la roue

n = nombre de tour de la roue

m_{moy} = module moyen

AN

$$m_{\text{moy}} \geq \sqrt{5,84 \frac{1019,11}{10 \cdot 20}}$$

$$m_{\text{moy}} \geq 5.28$$

Ainsi on prend $\underline{m_{\text{moy}} = 6}$

- **Largeur de la denture**

$$b = k \cdot mn \quad \text{avec} \quad 4 < k < 6$$

k = coefficient de la largeur

mn = module

b = Largeur de la denture

- **Diamètre primitif**

$$d = m \cdot Z$$

m = module

Z = nombre de dents

d = diamètre primitif

- **Angle primitif**

$$\delta = 45^\circ$$

- **Saillie**

$$ha = m$$

m = module

ha = Saillie

- **Creux**

$$hf = 1.25 m$$

hf = creux

m = module

Hauteur de la denture

$$h = 2.25 m$$

h = hauteur de la denture

m = module

- **Diamètre de tête**

$$da_1 = d_1 + 2 m \cos \delta ; da_2 = d_2 + 2 m \cos \delta$$

da_1 = Diamètre de tête de la roue R_1

da_2 = Diamètre de tête de la roue R_2

δ = angle primitif

d_1 = diamètre primitif de la roue R_1

d_2 = diamètre primitif de la roue R_2

m = module

- **Diamètre de pied**

$$df_1 = d_1 - 2.5 m \cos \delta ; df_2 = d_2 - 2.5 m \cos \delta$$

df_1 = Diamètre de pied de la roue R_1

df_2 = Diamètre de pied de la roue R_2

δ = angle primitif

d_1 = diamètre primitif de la roue R_1

d_2 = diamètre primitif de la roue R_2

m = module

- **Angle de saillie**

$$\operatorname{tg} \theta_{a1} = \operatorname{tg} \theta_{a2} = m/L$$

θ_{a1} = Angle de saillie de la roue R_1

θ_{a2} = Angle de saillie de la roue R_2

- **Angle de creux**

$$\operatorname{tg} \theta_{f_1} = 1.25m/L ; \operatorname{tg} \theta_{f_2} = 1.25m/L$$

θ_{f_1} = Angle de creux de la roue R₁

θ_{f_2} = Angle de creux de la roue R₂

- **Angle de tête**

$$\delta a_1 = \delta + \theta a_1 ; \delta a_2 = \delta + \theta a_2$$

δa_1 = Angle de tête de la roue R₁

δa_2 = Angle de tête de la roue R₂

δ = angle primitif

θa_1 = Angle de saillie de la roue R₁

θa_2 = Angle de saillie de la roue R₂

- **Angle de pied**

$$\delta f_1 = \delta + \theta f_1 ; \delta f_2 = \delta + \theta f_2$$

δf_1 = Angle de pied de la roue R₁

δf_2 = Angle de pied de la roue R₂

δ = angle primitif

θf_1 = Angle de creux de la roue R₁

θf_2 = Angle de creux de la roue R₂

- **Longueur général primitive**

$$L = d / 2 \sin \delta$$

L =Longueur général primitive

d = diamètre primitif

Tableau de résultats des caractéristiques des roues R_1 et R_2

Caractéristiques	R_1	R_2
Module	6	6
Largeur de la denture	60	60
Diamètre primitif	498	96
nombre de dents	83	16
Angle primitif	45	45
Saillie	6	6
Creux	7,5	7,5
Hauteur de la denture	13,5	13,5
Diamètre de tête	506,49	104,49
Diamètre de pied	487,39	85,39
Angle de saillie	0,03	0,18
Angle de creux	1,71	12,40
Angle de tête	63,81	55,02
Angle de pied	47,43	57,46
Longueur général primitive	176,07	33,94

II.13. Détermination des caractéristiques de la roue R₃ et vis sans fin V₁

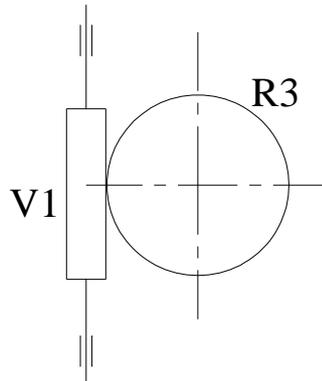


Figure 10: roue et vis sans fin

II.13.1. Calcul des caractéristiques de la vis V₁

- **Nombre de dents**

$$Z = 5$$

- **Angle d'hélice**

$$\beta = 60^\circ$$

- **Module réel**

Pour que la vis et la roue puissent s'engrainer ils doivent être au même module

On prend $m_n = 6$

- **Module axial**

$$m_x = m_n / \cos \beta$$

m_n = Module réel

β = Angle d'hélice

- **Pas réel**

$$P_n = m_n \cdot \pi$$

m_n = Module réel

- **Pas axial**

$$P_x = P_n / \cos \beta$$

β = Angle d'hélice

P_n = Pas réel

- **Pas de l'hélice**

$$P_z = P_x \cdot Z$$

Z = nombre de filets

P_x = Pas axial

- **Diamètre primitif**

$$d_1 = m_n \cdot Z / \sin \beta$$

β = Angle d'hélice

m_n = Module réel

Z = nombre de filets

Diamètre extérieur

$$d_{a1} = d_1 + 2 m_n$$

- **Diamètre intérieur**

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 m_n$$

- **Longueur de la vis**

$$L = 4 a \text{ à } 6p$$

Tableau de résultats des caractéristiques de la vis V₁

Caractéristiques	V₁
Nombre de filets	5
Angle d'hélice	60
Module réel	6
Module axial	12
Pas réel	18,84
Pas axial	37,68
Pas de l'hélice	188,4
Diamètre primitif	34,88
Diamètre extérieur	46,88
Diamètre intérieur	19,88
Longueur de la vis	113,04

II.13.2. Caractéristiques de la roue R₃

- Module réel

$$\frac{N_1}{N_2} = 3,56 < 30 \text{ donc on prend } Z_1 = 5$$

Et

$$Z_2 = 5 \frac{N_1}{N_2}$$

$$N_1 = 1500$$

$$N_2 = 357,143$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D \cdot \tan \beta}{d} \quad (2.12)$$

AN

$$4,199 = \frac{D \cdot 1,732}{d}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{R}{r} = \frac{4,199}{1,732} \\ R + r = 250 \end{array} \right.$$

m_n = module

R = rayon de la roue

r = rayon de la vis

D'où

$$R = 72,801$$

$$r = 29,58$$

$$m_t = \frac{D}{Z_2} \quad (4)$$

AN

$$m_t = \frac{2 \cdot 72,801}{21}$$

$$m_t = 6,93$$

Ainsi

$$m_n = m_t \cdot \sin \beta$$

AN

$$m_n = 6,93 \cdot \sin 60^\circ$$

$$m_n = 6,002$$

On prend

$$m_n = 6$$

- **Angle de l'hélice**

$$\beta = 60^\circ$$

- **Module apparent**

$$m_t = m_n / \cos \beta$$

- **Pas réel**

$$P_n = m_n \cdot \pi$$

- **Pas apparent**

$$P_t = m_t \cdot \pi$$

- **Pas de l'hélice**

$$P_z = \pi d \cot \beta$$

- **Diamètre primitif**

$$d_2 = m_n \cdot Z$$

- **Diamètre de tete**

$$d_{a2} = d_2 + 2 m_n$$

- **Diamètre de pied**

$$d_{f2} = d_2 - 2,5 m_n$$

- **Saillie**

$$h_a = m_n$$

m = module

h_a = Saillie

- **Creux**

$$h_f = 1,25 m_n$$

hf = creux

m = module

Hauteur de la denture

$$h = 2.25 mn$$

h = hauteur de la denture

m = module

- **Largeur de la denture**

$$b \geq \pi \cdot mn / \sin \beta$$

- **Entraxe**

$$a = (d_1 + d_2) / 2$$

Tableau de résultats des caractéristiques de la roue R₃

Caractéristiques	R₃
Module réel	6
Angle de l'hélice	60
nombre de dents	21
Module apparent	12
Pas réel	18,84
Pas apparent	37,68
Pas de l'hélice	70455,57
Diamètre primitif	252
Diamètre de tête	254
Diamètre de pied	237
Saillie	6
Creux	7,5
Hauteur de la denture	13,5
Largeur de la denture	21,91
entraxe	160,88

II.13.3. Etude dynamique de la roue R₃

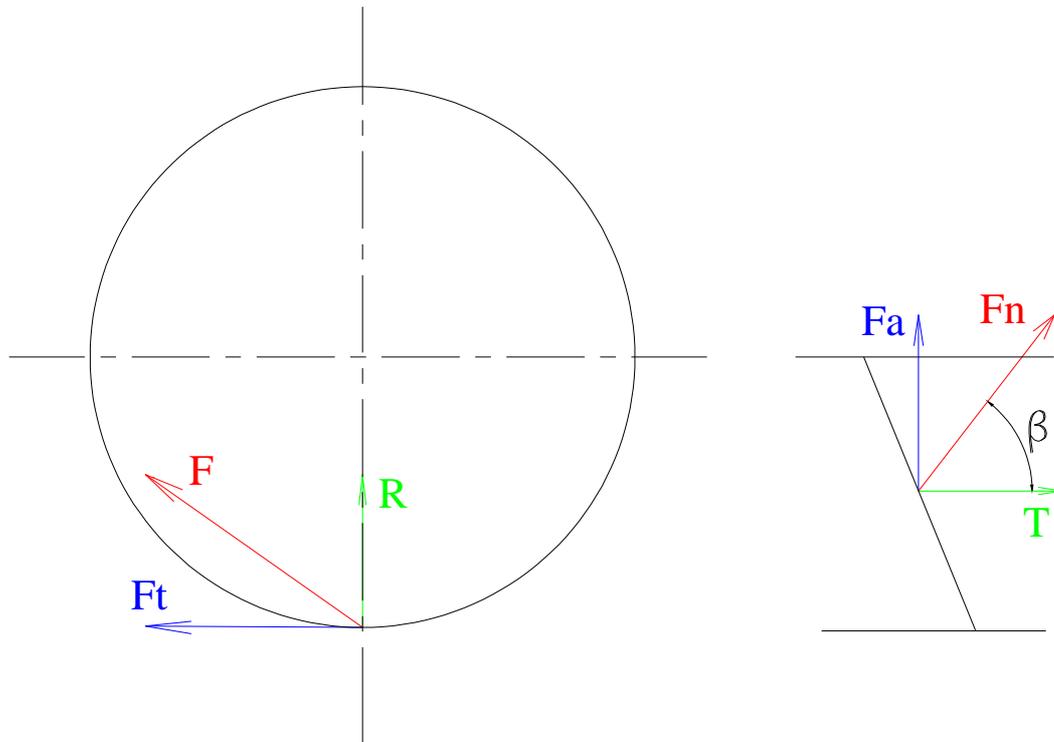


Figure 11: les effort appliqués a R3

Détermination des efforts

$$R = T \cdot \text{tg} \frac{\alpha_n}{\cos \beta} \quad \text{AN} = 339,711 \cdot \text{tg} \frac{20^\circ}{\cos 60} = 285,051 \text{ [N]}$$

$$F_a = T \cdot \text{tg} \beta \quad \text{AN} = 339,711 \cdot \text{tg} 60 = 588,397 \text{ [N]}$$

$$T = \frac{F}{R \omega} \quad \text{AN} = \frac{1600}{0,126 \cdot 37,380} = 339,711 \text{ [N]}$$

D'où

$$R = 285,051 \text{ [N]}$$

$$F_a = 588,397 \text{ [N]}$$

$$T = 339,711 \text{ [N]}$$

II.14. Calcul résistance des matériaux**II.14.1. Calcul de diamètre minimal de l'arbre 2**

$$\varphi = \frac{M_t . l . 32}{G . \pi (D^4 - d^4)} \quad (2.13)$$

G = module d'élasticité transversal

$$G = 0,4 . E = 80000 \text{ [MPa] pour un acier}$$

E = module d'Young

d = diamètre intérieur

D = diamètre extérieur

l = longueur

φ = angle de rotation réciproque de deux sections de longueur l

Mt = moment de torsion

AN

$$\varphi = \frac{10,19 . 10 . 32}{80000 . 10^6 . \pi (0,1^4 - 0,08^4)}$$

$\varphi = 1,19$ [rd/m] on a un angle très petit. la torsion est négligeable

On prend

D = 100[mm] et d = 80[mm]

II.14.2. Solution pour le problème de l'arbre 2**a. Problème de flambage**

Pour éviter le flambage du tube on a divisé la tube en deux 2 et 2' qui seront accouplés par deux disques soudés au bout des deux tubes.

Les disques seront ensuite fixés sur un plateau immobile sur le pylône. et peut tourner suivant l'axe des tubes.

Les disques sont supportés par un roulement à bille et une butée.

L'ensemble est supporté par un socle fixé sur un plateau fixé au pylône.

II.14. Calcul de boulonnerie:**II.14.1. Les forces qui s'exercent à l'assemblage :**

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

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:

$$P_c = P_s' + P \quad (2.14)$$

(Dans notre cas, on se limite au cas où la force P est constante)

La force axial P_s' est fonction de deux critères :

- ❖ Pour le contact sans glissement entre deux pièces en liaison sous l'action d'une force Q , la condition :

$$P_s' \geq \frac{Q}{f_{const}} \quad (2.15)$$

Où : f_{const} : coefficient de frottement au niveau du joint

- égal à **0,15** pour un contact métal contre métal et
 - égal à **0,35** métal contre béton ou brique.
- ❖ La condition de résistance et d'étanchéité du joint :

$$\sigma_M \text{ lim} \geq \sigma_M \text{ min} \quad (2.16) \text{ Doit être respectée}$$

Où : $\sigma_M \text{ lim}$: contrainte limite admissible choisie entre :

- 1 à 2 MPa pour un contact entre pièce métallique à dureté élevée
- 1,3 à 0,5 MPa pour la dureté normale

$\sigma_M \text{ min}$: Contrainte calculé

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

II.14.2. Calcul du diamètre nominal :

Le diamètre nominal se détermine par la formule :

$$d = a_M \sqrt{P_c} \quad (2.17)$$

Où : a_M : le coefficient tenant compte du matériau ici égal à 0,4 pour acier dont σ_T est comprise entre 240 et 280 MPa.

a_M Peut être déterminé par l'expression

$$a_M = \sqrt{\frac{4k_z}{\pi[\sigma \text{ lim}]}} \quad (2.18)$$

Où : k_z : coefficient de serrage égal à 1,35 en général que l'on considère dans le calcul

$\sigma \text{ lim}$: La contrainte limite à la traction [MPa].

AN

II.14.3. Détermination des diamètres des vis et boulons

- Pour les vis des disques :

$P_c = 666,67[\text{N}]$ et $a_M = 0,4$

D'où

$$d = 12$$

- Pour les vis de fixation de la boîte de vitesse

$P_c = 1000[\text{N}]$ et $a_M = 0,4$

D'où

$$d = 14$$

Après détermination des diamètres des boulons et vis, un abaque a été déjà conçu pour la détermination des couples de serrage maximal.

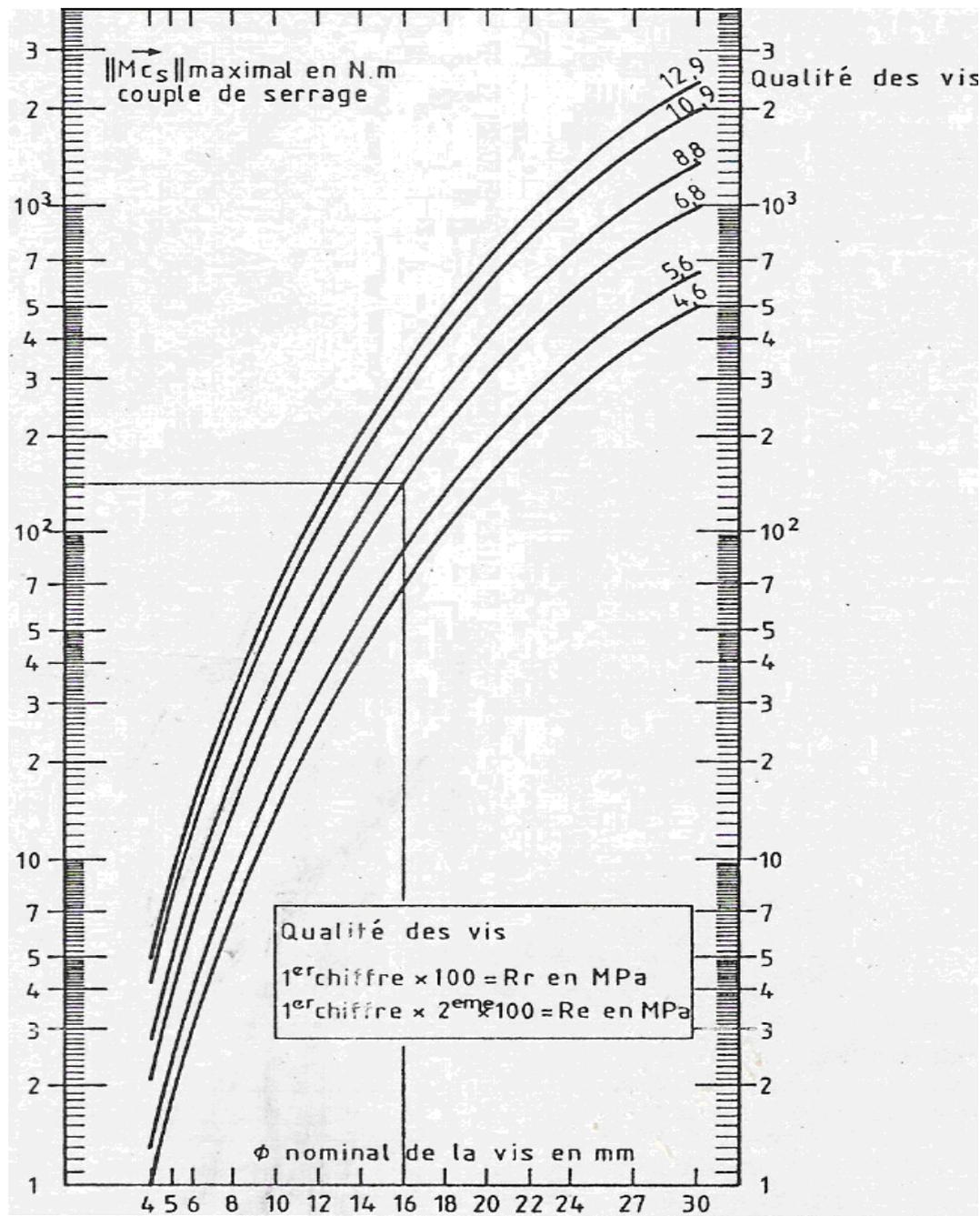


Figure 12:abaque de couple de serrage d'une vis

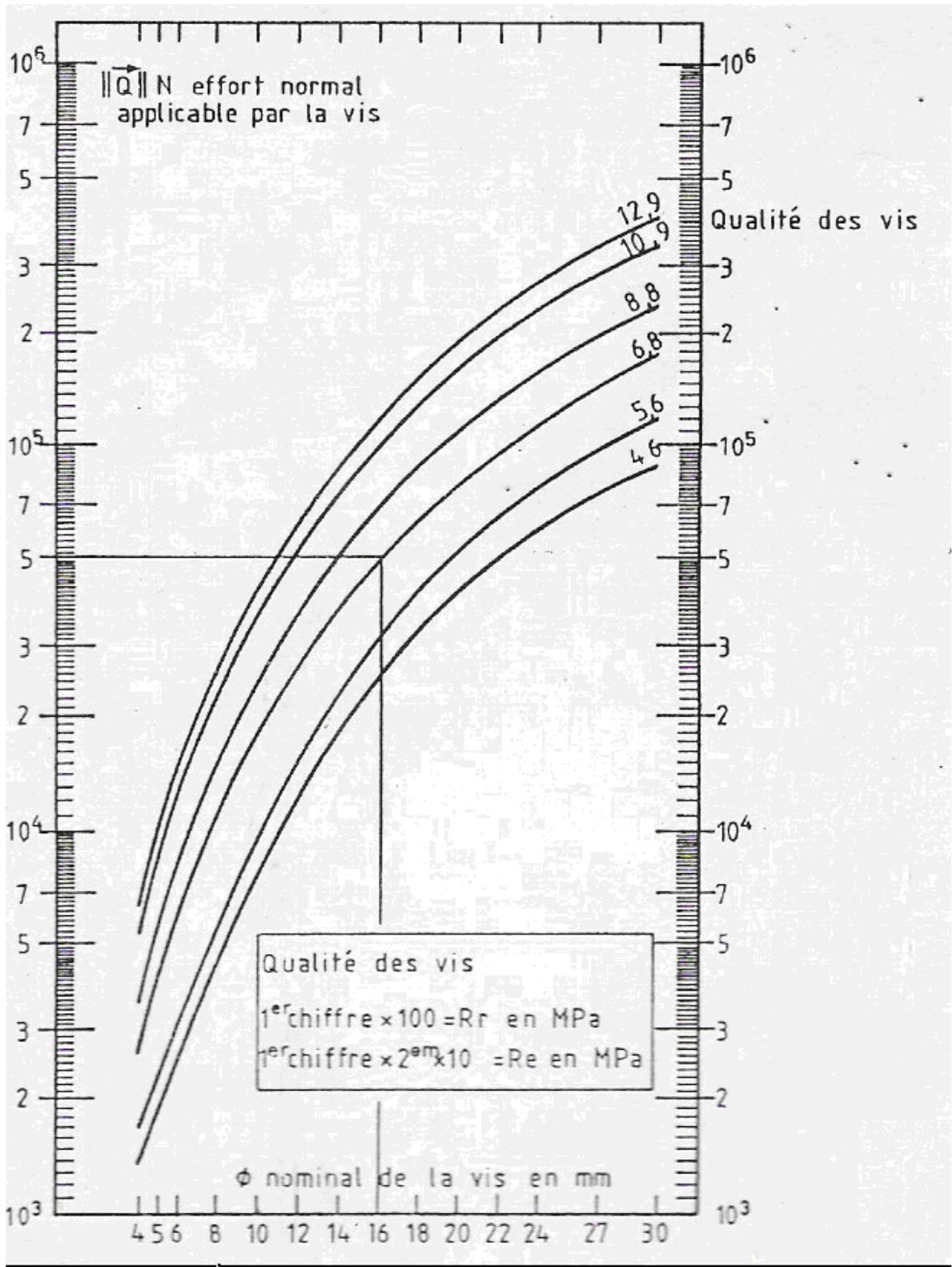


Figure 13: Abaque permettant la détermination de $\|\vec{Q}\|$ maximal admissible en fonction du diamètre nominal de la vis et de sa classe qualité

II.15. Calcul des pertes

A chaque accouplement des éléments de transmission, il y a des glissements or ces glissements provoquent ce qu'on appelle PERTE.

Les pertes sur les éléments de machines est définie par:

- Engrenage (couple de roues dentée et roulement inclus): 2%
- Vis sans fin (avec roulement inclus) :

Rendement en %

Vitesse en tr/min	Rapport de transmission				
	5	10	20	40	70
15 tr/min	80%	70%	63%	50%	32%
150 tr/min	87%	78%	75%	60%	45%
1500 tr/min	93%	90%	83%	77%	67%

- Roulement en charge: 0,5%
- Contact acier-acier en charge: 1%

Source: Dubbel, Handbook of Mechanical Engineering, Springer-Verlag

Ainsi on peut en déduire les valeurs des pertes au système tels que :

1. Deux roulements de l'arbre des pales : **1%**
2. **Sur R₁ et R₂ :** couple de roues dentée ayant une perte de **2%**
3. **Sur les disques de liaison des tubes :** on a un roulement à bille et une butée
 - **Perte sur roulement en charge : 0,5%**
 - **Perte sur butée : 0,5%**
4. **Sur roue R₃ et vis sans fin V₁ :** on un rapport de transmission de **0.24** avec une vitesse de rotation de 380[tr/mn].
 - **Perte sur R₃ et V₁ :7%**
5. **Sur les roues de la boîte de vitesse :**
 - Perte entre R₄ et R₅ : 2%**
 - Perte entre R₆ et R₇ : 2%**

Au total on a une perte de: 14%

Pour en déduire on a un **rendement de 86%** pour le système.

Ce qui nous donne **N=1590,97 [tr/mn]** a la sortie de la boîte de vitesse.

On peut satisfaire le besoin de l'alternateur de **N=1500 [tr/mn]**.

CHAPITRE III : Maintenance

III.1. Lubrification

La boîte de vitesse est constituée par quatre roues dentées, trois arbres ; moteur, intermédiaire et arbre de sortie, six roulements à bille et la chassie qui supporte le tout.

Au niveau de certains éléments tels que : les dentures, roulements on a des échauffements qui est la cause de rupture et détérioration de ces éléments.

Par conséquent on doit les lubrifier. Pour la lubrification on a adapté le système par barbotage

On a choisi Huile Esso Extra motor Oil 20 W/30/40.

La boîte est pourvue d'une tête graisseur et d'un bouchon de vidange.

Le système barbotage consiste à immerger une partie des roues dans le lubrifiant.

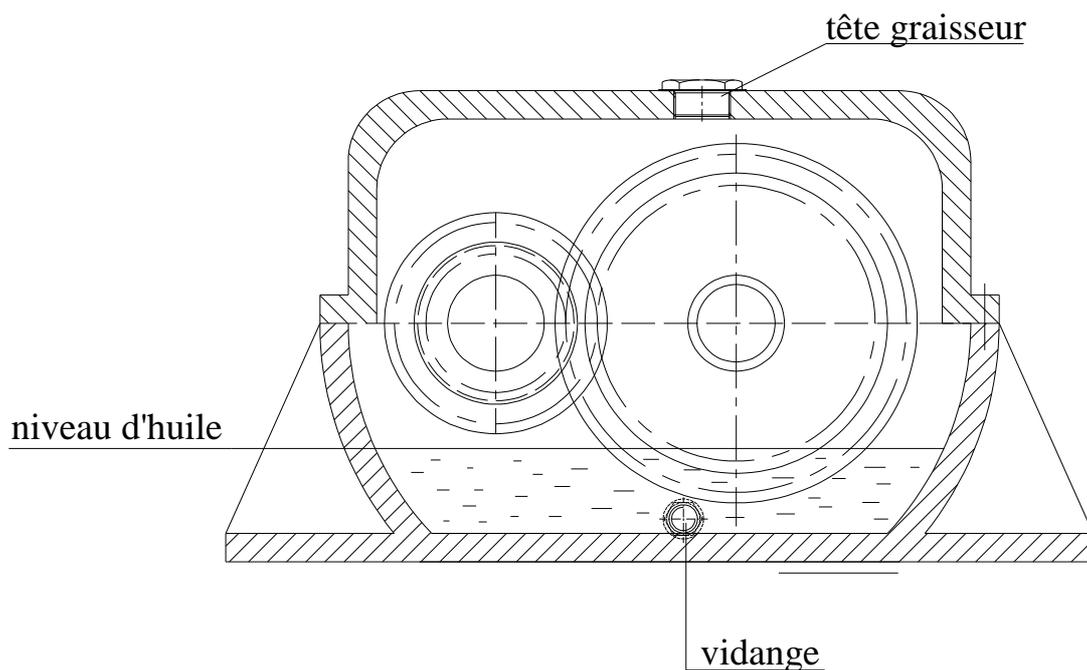


Figure 14: système de lubrification

III.2. Chaine cinématique de l'ensemble de transmission

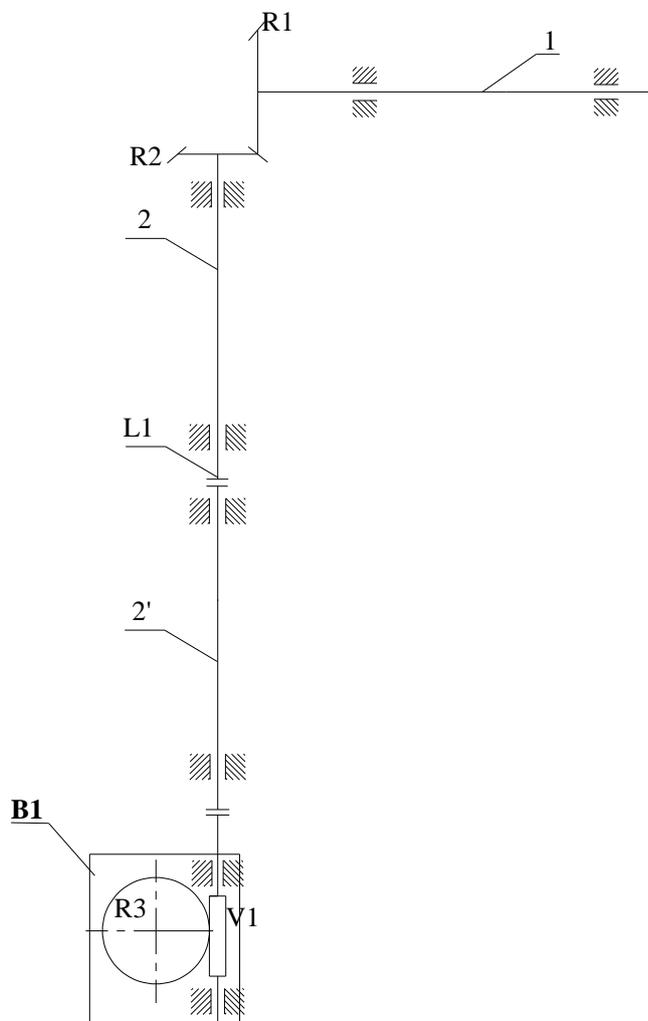


Figure 15: chaine cinématique de l'ensemble

Légende :

- 1 : arbre des pales
- R₁ : roue conique motrice
- R₂ : roue conique réceptrice
- 2 et 2' : tubes
- L₁ : accouplement des deux tubes
- R₃ : roue hélicoïdale
- V₁ : vis sans fin
- B₁ : boite de vitesse

CHAPITRE IV: Evaluation économique pour la réalisation**IV.1. Pour engrenage concourante****Tableau évaluation économique pour engrenage concourante**

Matière	Prix unitaire	Quantité	Montant [Ar]
conception roue R1	160 000	1	80 000
conception roue R2	150 000	1	65 000
total			145 000

IV.2. Pour roue et vis sans fin**Tableau évaluation économique pour roue et vis sans fin**

Matière	Prix unitaire	Quantité	Montant [Ar]
conception roue R3	160 000	1	80 000
conception vis V1	150 000	1	80 000
Roulements à rouleaux coniques	25 000	2	50 000
total			210 000

IV.3. Pour arbre 2**Tableau évaluation économique pour transmission verticale**

Matière	Prix unitaire	Quantité	Montant [Ar]
tube de 5[m]	150 000	2	300 000
Butée à billes	20 000	1	20 000
roulement a bille	15 000	3	45 000
conception des disques	40 000	2	80 000
conception support	40 000	1	40 000
conception du support du roulement a bille	30 000	1	30 000
conception flasque	20 000	1	20 000
vis M 6	100	4	400
vis M 12	120	4	480
total			535 880

IV.4. Pour la boite de vitesse**Tableau évaluation économique pour la boite de vitesse**

Matière	Prix unitaire	Quantité	Montant [Ar]
conception arbre moteur	60 000	1	60 000
conception arbre récepteur	60 000	1	60 000
conception arbre intermédiaire et taillage des deux roues	150 000	1	150 000
conception flasques	20 000	4	80 000
conception roue R4	70 000	1	70 000
conception roue R7	70 000	1	70 000
moulage du corps de la boite de vitesse	120 000	1	120 000
vis M 8	100	16	1 600
vis M 12	120	4	480
Joint feutre	500	2	1 000
Circlips NF E22-163	500	6	3 000
roulement 6008	25 000	4	100 000
roulement 6006	25 000	2	50 000
total			686 080

IV.5. Devis total**Tableau évaluation économique pour devis total**

Matière	Montant [Ar]
engrenage concourante	145 000
roue et vis sans fin	210 000
transmission verticale (tube, liaison,...)	535 880
la boite de vitesse	686 080
total	1 576 960

L'étude de l'évaluation économique comprend :

- Les mains d'œuvre de chaque ouvrier
- Les matériaux

Partie 3 :

Les impacts environnementaux

PARTIE 3 : ENVIRONNEMENT

I. L'environnement **I.1. Définition**

L'environnement peut être défini comme étant l'ensemble des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des écosystèmes plus ou moins modifiées par l'action de l'homme. Les sciences de l'environnement étudient les conséquences de ces modifications sur les plantes, les animaux et l'homme aussi bien à l'échelle de l'individu ou de l'écosystème que de toute la biosphère. Il convient de distinguer les sciences de l'environnement de l'écologie qui étudie (dans la mesure où il en existe encore) des milieux naturels ou peu modifiés. Le mot « environnement », d'origine anglaise, s'est substitué peu à peu au mot « milieu » vers la fin du XIX^{ème} siècle.

II. Impacte environnemental **II.1. Inconvénients**

Les éoliennes peuvent avoir un impact sur les oiseaux (collision, dégradation de l'habitat...).

Aussi, Birdlife International a fait un certain nombre de recommandations au Conseil de l'Europe à ce sujet: les réserves naturelles, les routes migratoires importantes (cols), etc. sont des lieux à éviter pour la sauvegarde des oiseaux.

Même si les éoliennes de dernière génération sont relativement silencieuses, une étude de l'impact sonore sur les habitations est effectuée avant l'implantation des parcs éoliens. En fonction du résultat, cette implantation peut être modifiée afin de respecter la réglementation (émergence maximale de 5 dB(A) le jour et 3 dB(A) la nuit). La distance entre les éoliennes et les habitations est généralement de 300 m. À environ 500 m, elles sont inaudibles ou très peu audibles

II.2. Avantages

Ecologiquement parlant, une éolienne n'émet ni gaz ni particule durant son fonctionnement.

De même pour le sol, elle ne laisse pas de déchets, aucun rejet, pas d'influence sur la qualité de l'air.

Il s'agit d'une forme d'énergie indéfiniment durable et propre

Elle ne nécessite aucun carburant

Elle ne crée pas de gaz à effet de serre (sauf si l'on considère que ce type d'énergie est intermittent et nécessite l'utilisation de centrales thermiques constamment au ralenti ce qui pollue afin de réguler les variations imprévisibles de la production éolienne) ;

Elle ne produit pas de déchets toxiques ou radioactifs ;

Lorsque de grands parcs d'éoliennes sont installés sur des terres agricoles, seulement 2 % du sol environ est requis pour les éoliennes. La surface restante est disponible pour l'exploitation agricole, l'élevage et d'autres utilisations

Chaque mégawatt-heure d'électricité produit par l'énergie éolienne aide à réduire de 0,8 à 0,9 tonne les émissions de CO₂ produites chaque année par la production d'électricité avec le charbon ou le diesel.

Pour finir, contrairement à d'autres installations dont le démantèlement implique des opérations longues et coûteuses, l'éolienne présente un bilan écologique favorable.

Conclusion

La naissance de l'énergie renouvelable a toujours eu un impact positif sur les besoins énergétiques de la vie de l'homme, sous forme mécanique ou sous forme électrique. Malgré son coût, elle répond aux principales questions sur les enjeux du développement de notre pays car elle permet de produire des services énergétiques sur des bases socialement et écologiquement viables.

Pour notre pays, l'utilisation de ces technologies lui serait réellement un avantage économique qu'environnementale comptes tenus des moyens financiers qu'en bénéficieront les utilisateurs ; et comme Madagascar n'est pas encore un pays producteur de pétrole et dominé par la déforestation, leur usage ne devrait pas lui causer des problèmes majeurs

L'élaboration de ce mémoire nous a permis de connaître quels sont les éléments que peuvent comporter une boîte de vitesse d'un projet de construction d'une éolienne à Madagascar. Et même d'autres idées pour améliorer au plus haut degré la technologie de l'énergie renouvelable.

A mon avis, même si Madagascar d'ici quelque année va produire du pétrole, les énergies renouvelables ne seront jamais démodées car ce sont les seules qui permettent de remplacer le pétrole qui joue le rôle dominant de l'énergie de nos jours, et permettant à l'homme d'assouvir ses besoins énergétiques sans avoir à se soucier du manque de combustible en cours d'utilisation et que d'ici quelques années, elles atteindront une évolution très satisfaisante.

Madagascar possède encore des collines, et des vastes terrains disponibles, on peut très bien les exploiter pour produire encore plus d'énergie et surtout de l'électricité.

Bibliographie

- Désiré LE COURIERES
Titre : **ENERGIE EOLIENNE**
Théorie, conception et calcul pratique des installations
Deuxième édition

- Claude Hazard
Titre : **MEMOTECH DESSIN INDUSTRIEL**
Edition : *casteilla*
Collection A Caplier
Edition : **1998**

- *Bassino J.*
Titre : **TECHNOLOGIE EN OUVRAGE METALLIQUES.**
Edition : *Foucher*
Tome : **II**

- **Chevalier A.**
Titre : **GUIDE DE DESSINATEUR INDUSTRIEL.**
Edition : **1998-1999, Hachette Technique**

- **JOELIHARITAHAKA Rabeatoandro**
Titre : **MANUEL DU BUREAU DES METHODES.**
Edition: **1991**

Cours ELEMENT DE MACHINE

Cours ELEMENT DE TRANSMISSION

Cours RESISTANCE DES MATERIAUX

WEBOGRAPHIE

1. www.smallwindenergy.ca/fr/SiteMap.html - 28k

Planches de dessin

Planche 01 : ensemble de la boite de vitesse

Planche 02 : corps de la boite de vitesse

Planche 03 : arbre motrice

Planche 04 : arbre de sortie

Planche 05 : roue de sortie

Planche 06 : roue de moteur

Planche 07 : arbre intermédiaire

Planche 08 : roue R_3

Planche 09 : vis V_1

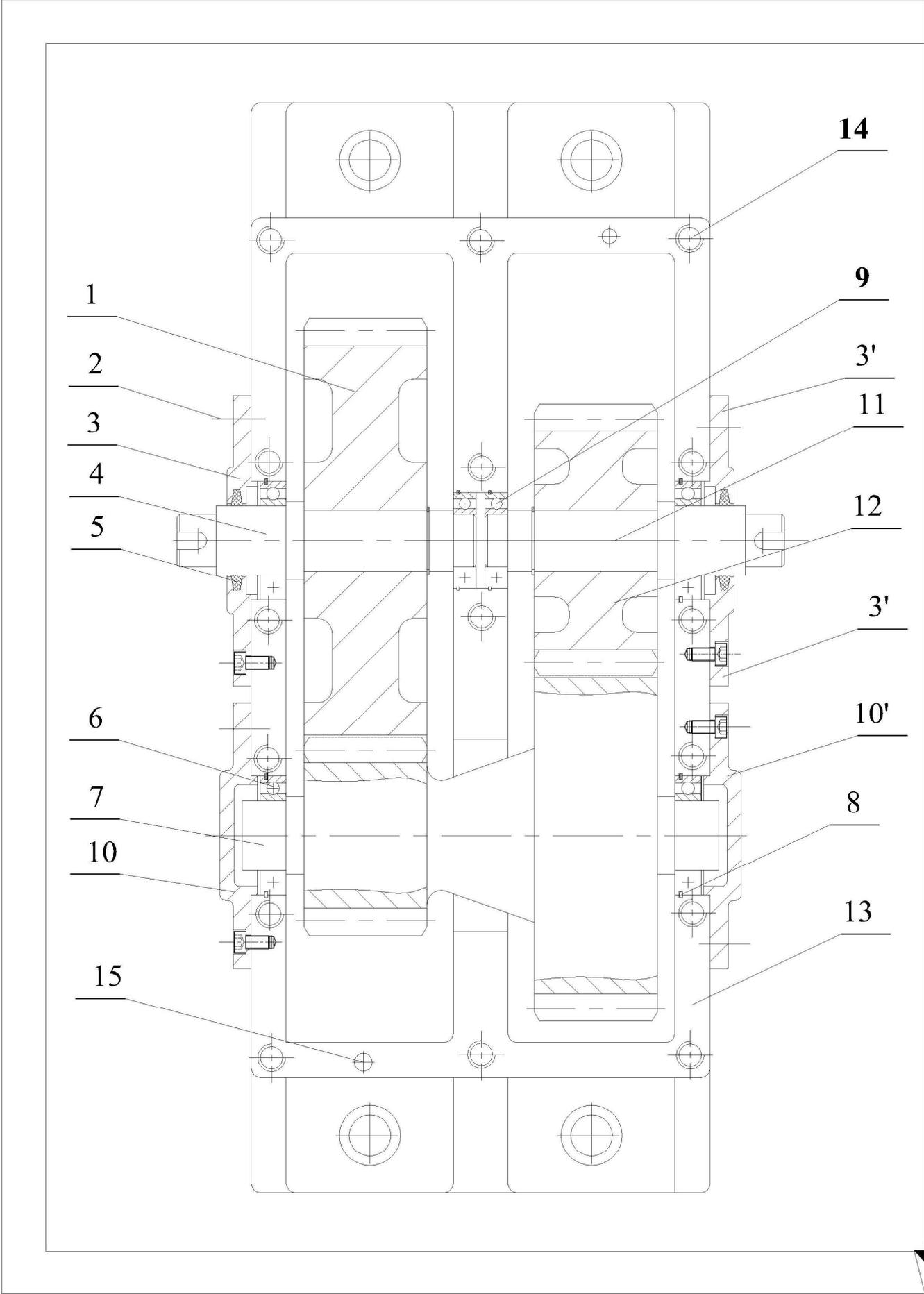
Planche 10 : dessin d'ensemble liaison tubes

Planche 11 : disque inférieur

Planche 12 : disque supérieur

Planche 13 : flasque

Planches à dessin



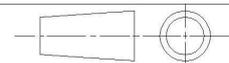
15	02	pions de centrage		E 40
14	16	Vis CHC M6-15	NF E 25-125	Spécifié par constructeur
13	01	corps	NF E 21-351	AS 13
12	02	roue R7	EN 10027-2	C 38
11	04	arbre sortie	EN 10027-2	A 33
10-10'	04	flasques		S 275
9	02	Roulement 6006	ISO 281/492	Spécifié par constructeur
8	02	Circlips	NF E 22-163	C 75
7	02	arbre intermediaire	EN 10027-2	A 33
6	04	Roulement 6008	ISO 281/492	Spécifié par constructeur
5	01	Joint à lèvres	NF E 21-351	Caoutchouc
4	01	arbre moteur	EN 10027-2	A 33
3	02	flasques		E 20
2	15	Vis CHC M6-15	NF E 25-125	Spécifié par constructeur
1	01	roue R4	EN 10027-2	C 38
N°	Nbr	Désignation	Norme	Matière

**DESSIN D'ENSEMBLE
BOITE DE VITESSE**

Echelle:1:2.5

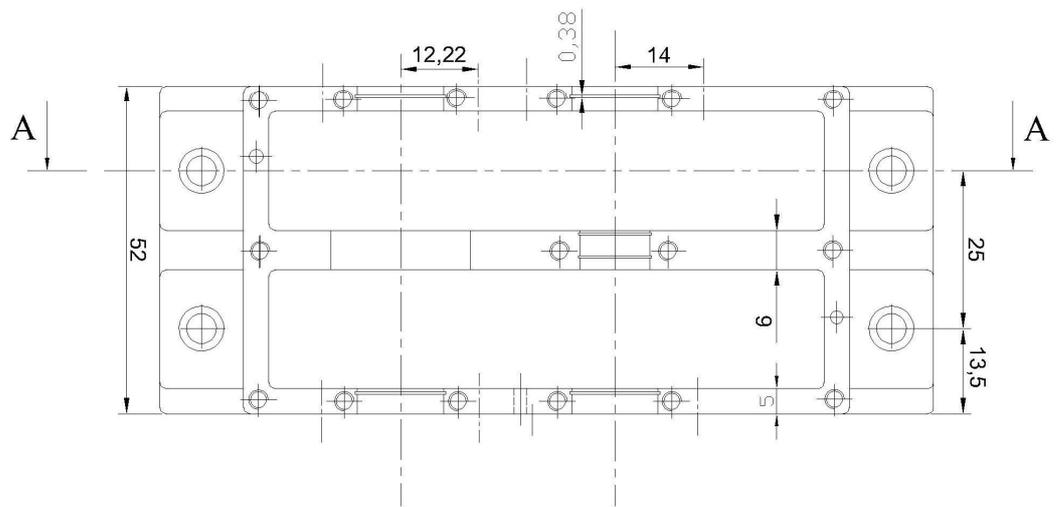
ESPA

OLIVAHARILALA

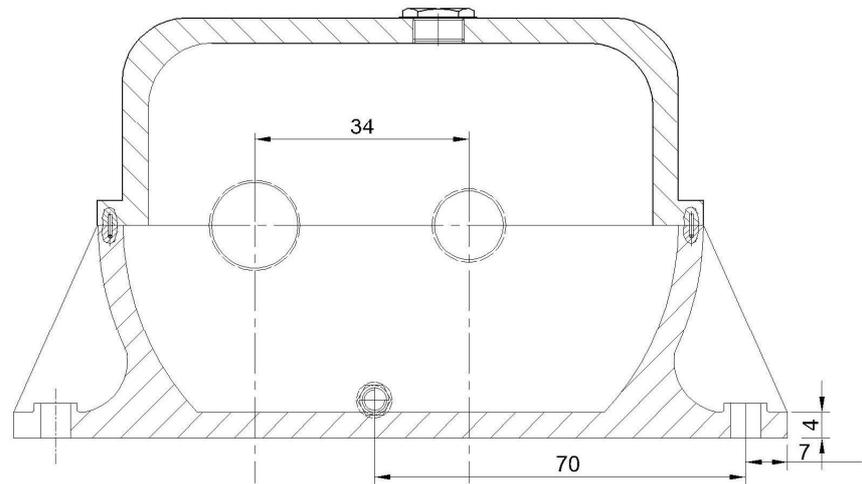


30/11/06

P 01



A - A



Tolerance générale: +1
Etat de surface: brute

**CORPS
DE LA
BOITE DE VITESSE**

Echelle:1:2.5

OLIVAHARILALA

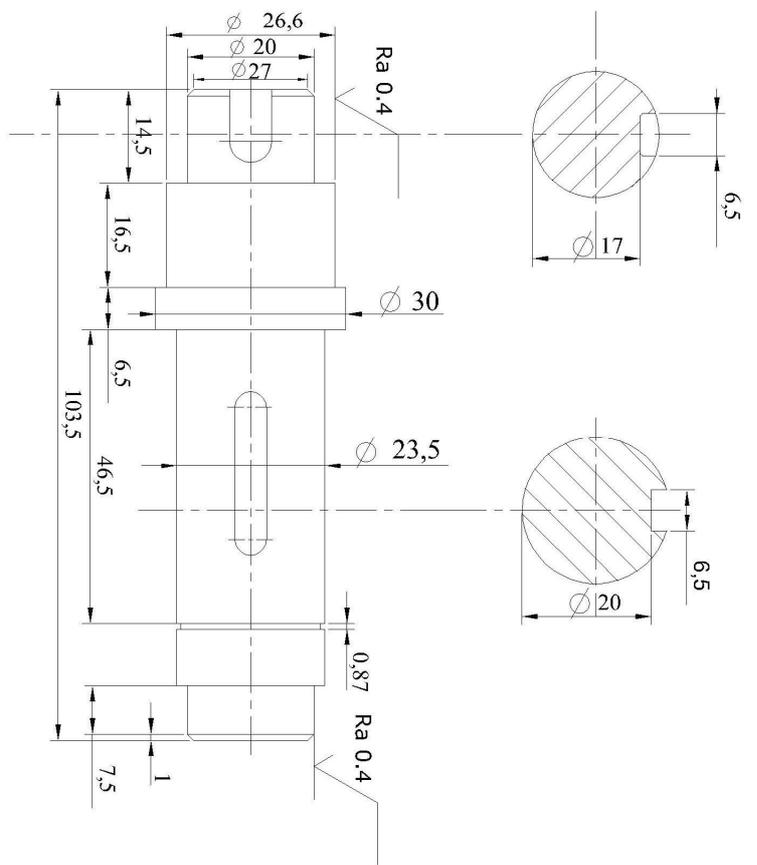
30/11/06

ESPA



P 02





Etat de surface général: Ra 3.2

sauf indication

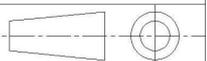
ARBRE MOTEUR

Echelle: 2 : 3

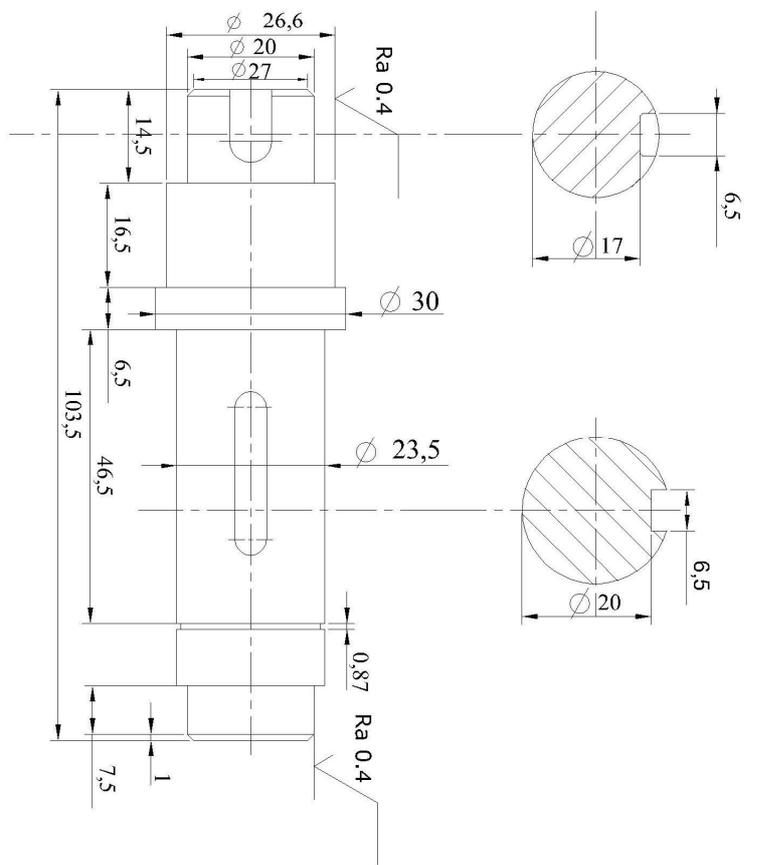
OLIVAHARILALA

30/11/06

ESPA



P 03



Etat de surface général: Ra 3.2

sauf indication

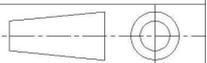
ARBRE DE SORTIE

Echelle: 2 : 3

OLIVAHARILALA

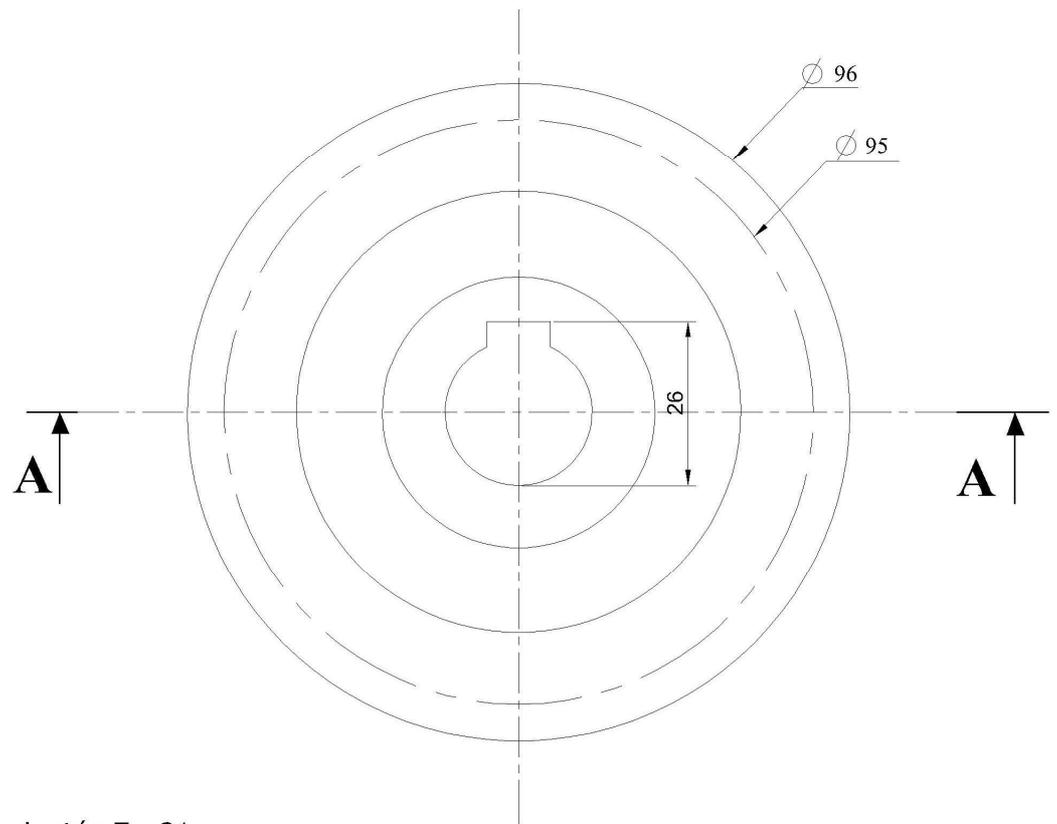
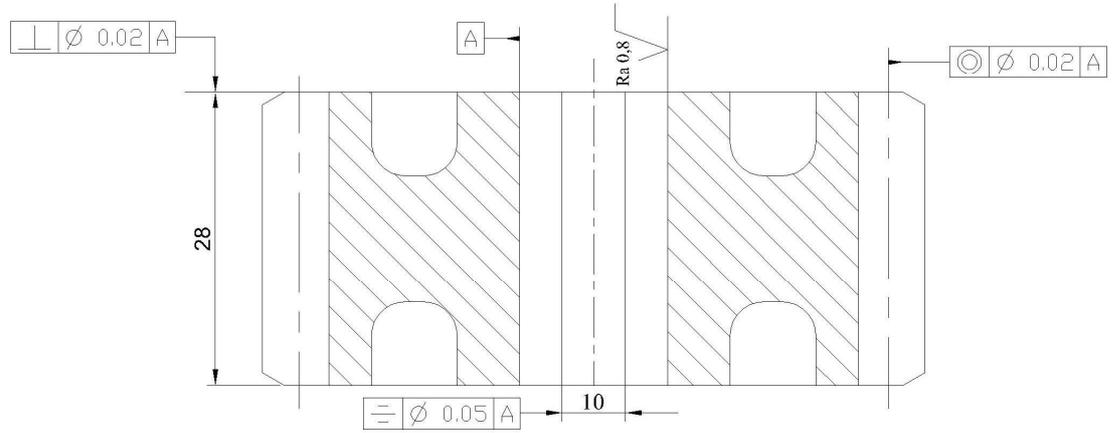
30/11/06

ESPA



P 04

A - A



Roue dentée Z= 21

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

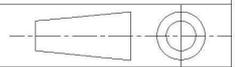
ROUE DE SORTIE

Echelle:1:2.5

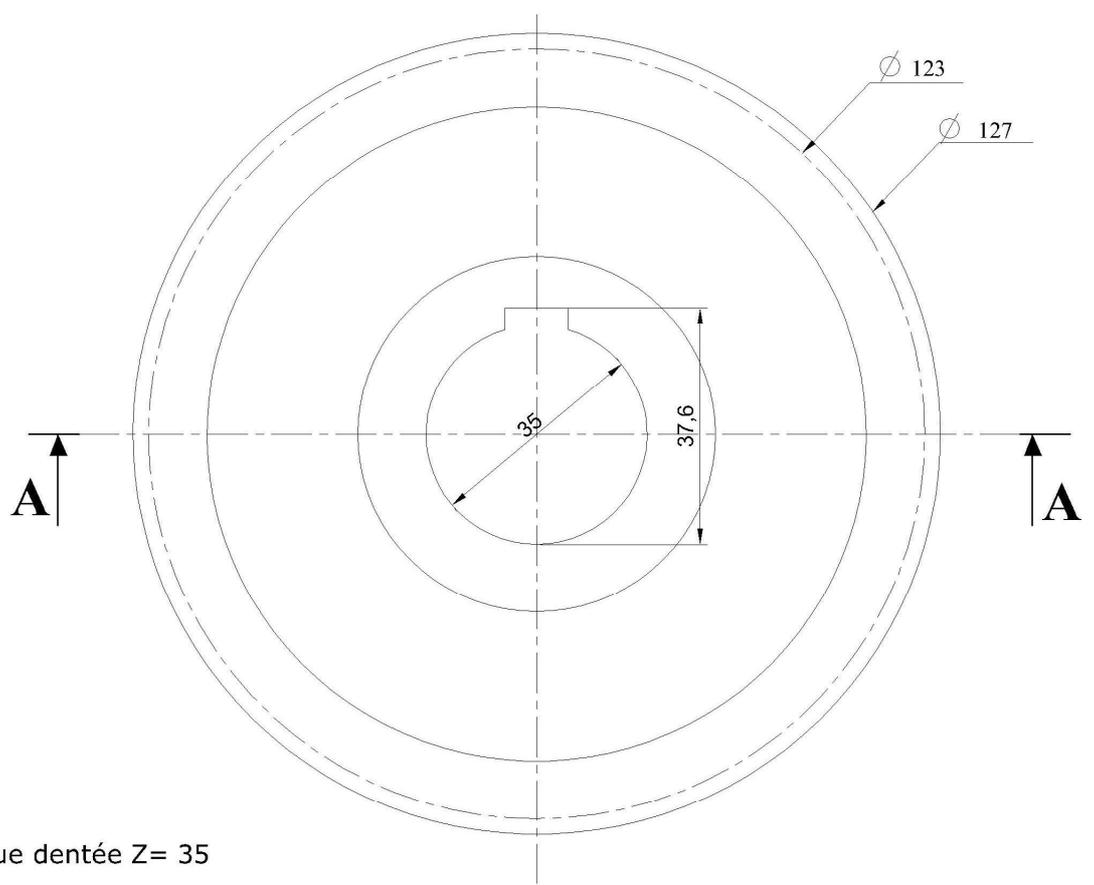
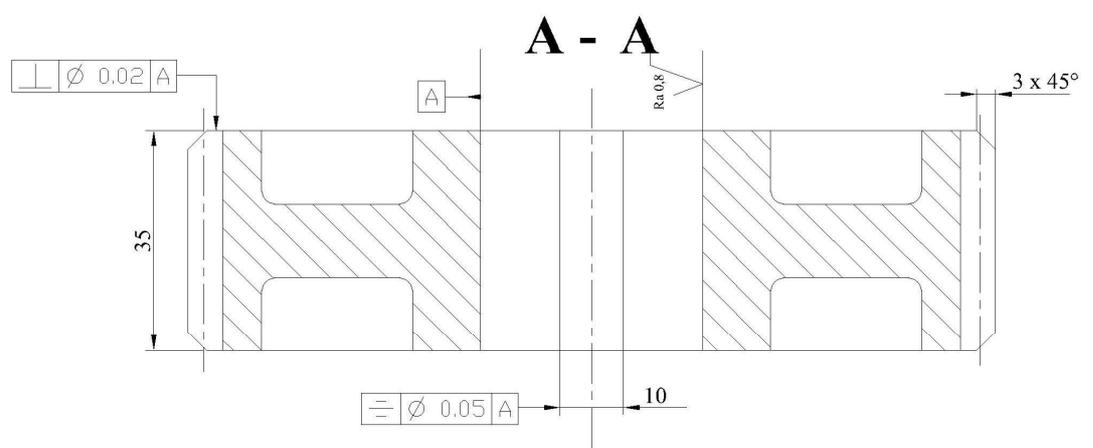
OLIVAHARILALA

30/11/06

ESPA



P 05



Roue dentée Z= 35

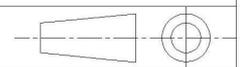
Etat de surface général: Ra 3.2  sauf indication

ROUE MOTRICE

Echelle: 1:2

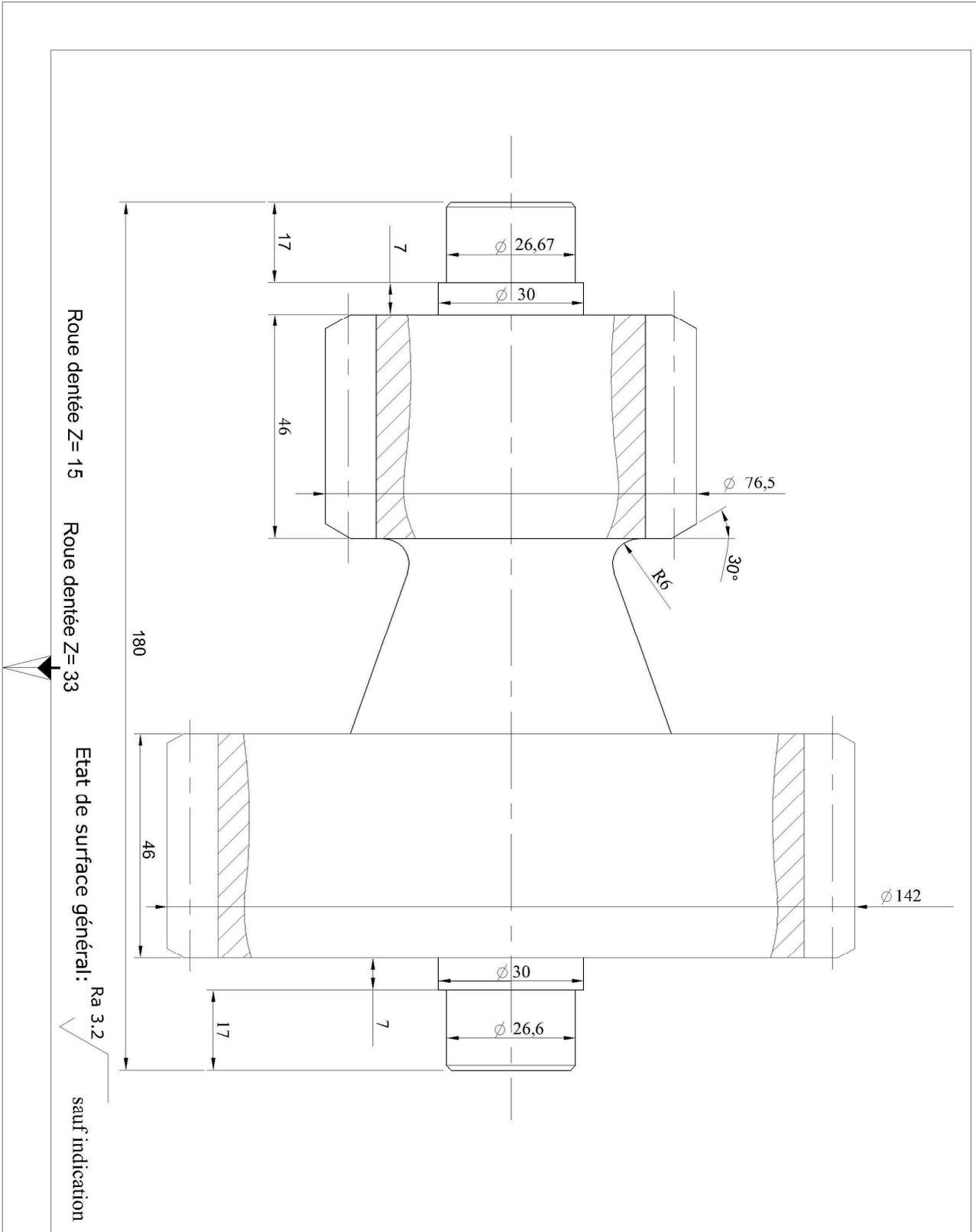
ESPA

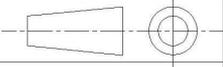
OLIVAHARILALA



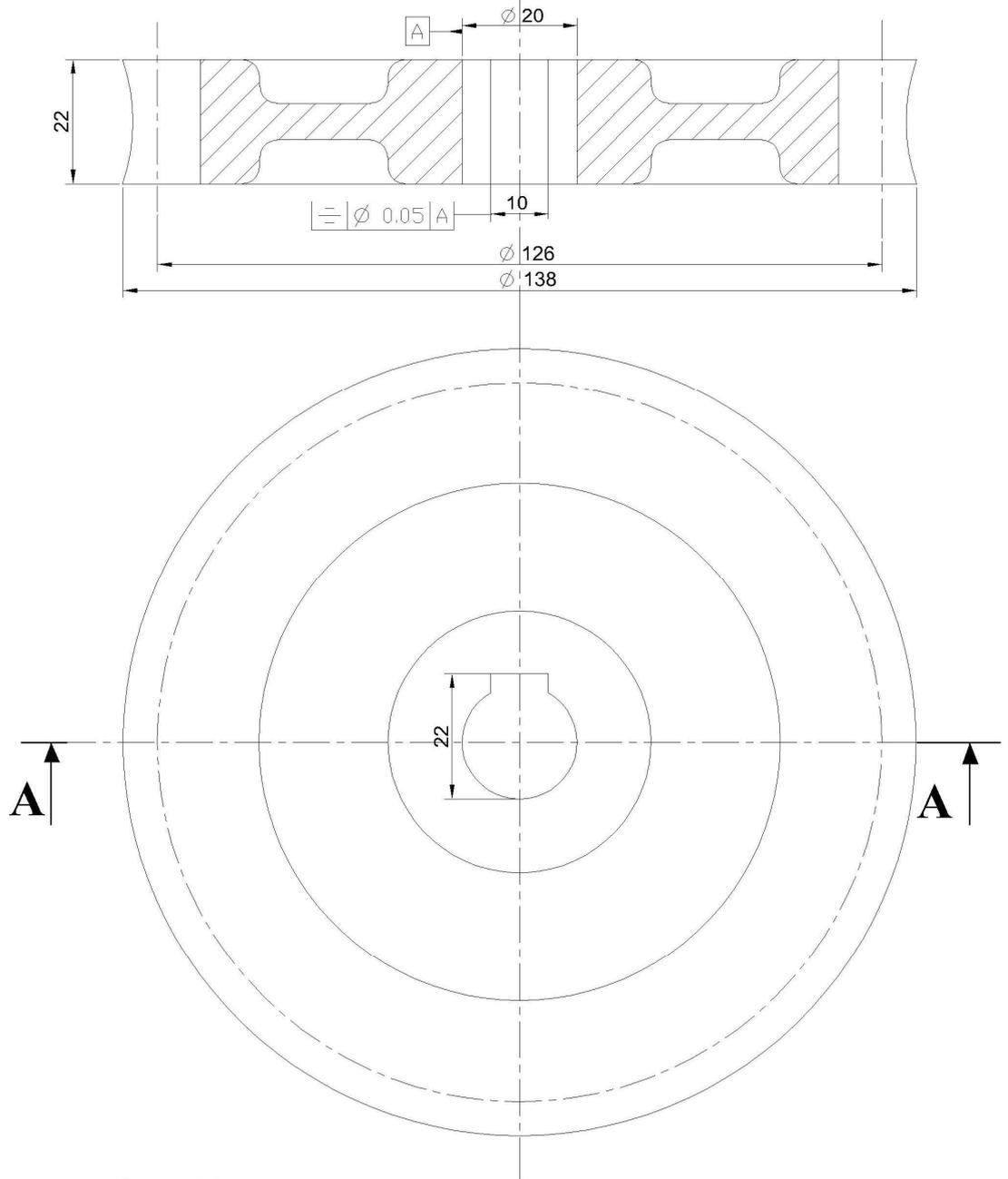
30/11/06

P 06

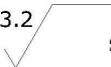


ARBRE INTERMEDIAIRE	Echelle: 2:3	ESPA
	OLIVAHARILALA	
	30/11/06	P 07

A - A



Roue dentée Z= 21

Etat de surface général: Ra 3.2  sauf indication

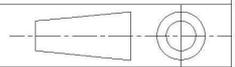
ROUE D'ENTREE

Echelle: 1:2

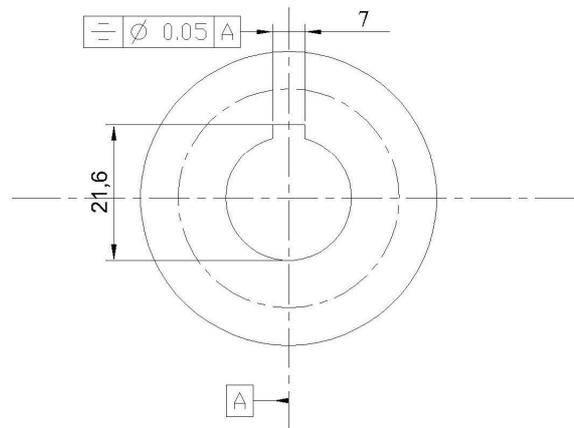
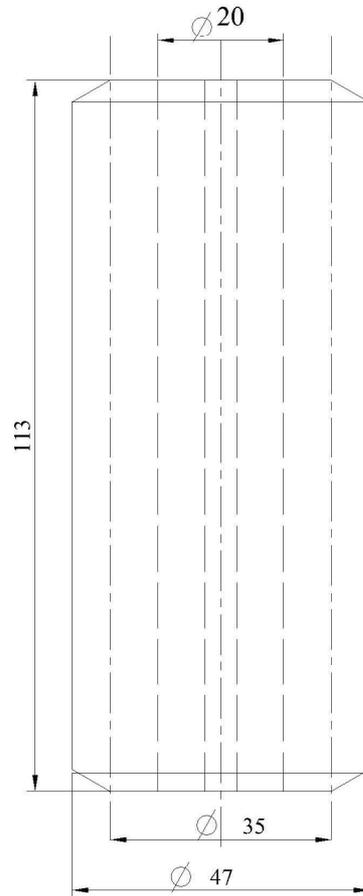
OLIVAHARILALA

30/11/06

ESPA



P 08



Roue dentée Z= 5

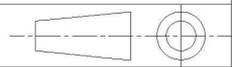
Etat de surface général: Ra 3.2
sauf indication

vis V1

Echelle: 1:1

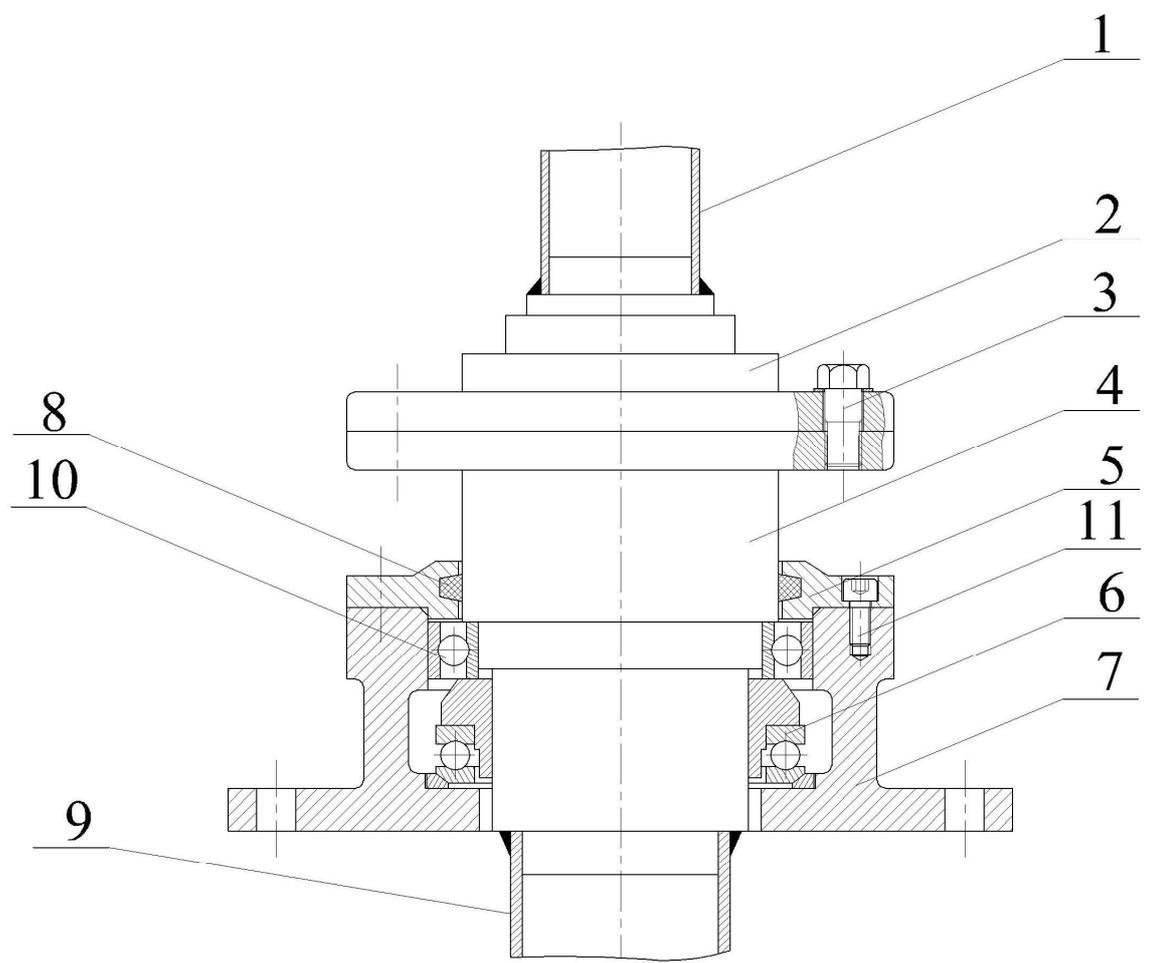
ESPA

OLIVAHARILALA



30/11/06

P 09



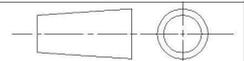
11	04	Vis CHC M4-15	NF E 25-125	Spécifié par constructeur
10	04	Roulement 6006	ISO 281/492	Spécifié par constructeur
9	02	tube	NF A 49-310	A 50
8	02	Joint à lèvres	NF E 21-351	Caoutchouc
7	02	support	EN 10027-2	A 33
6	04	butée	ISO 281/492	Spécifié par constructeur
5	01	flasque		E 20
4	01	disque inferieur		S 275
3	02	Vis H M6-15	NF E 25-125	Spécifié par constructeur
2	15	disque superieur		S 275
1	01	tube	NF A 49-310	A 50
N°	Nbr	Désignation	Norme	Matière

**DESSIN D'ENSEMBLE
LIAISON TUBES**

Echelle:1:3

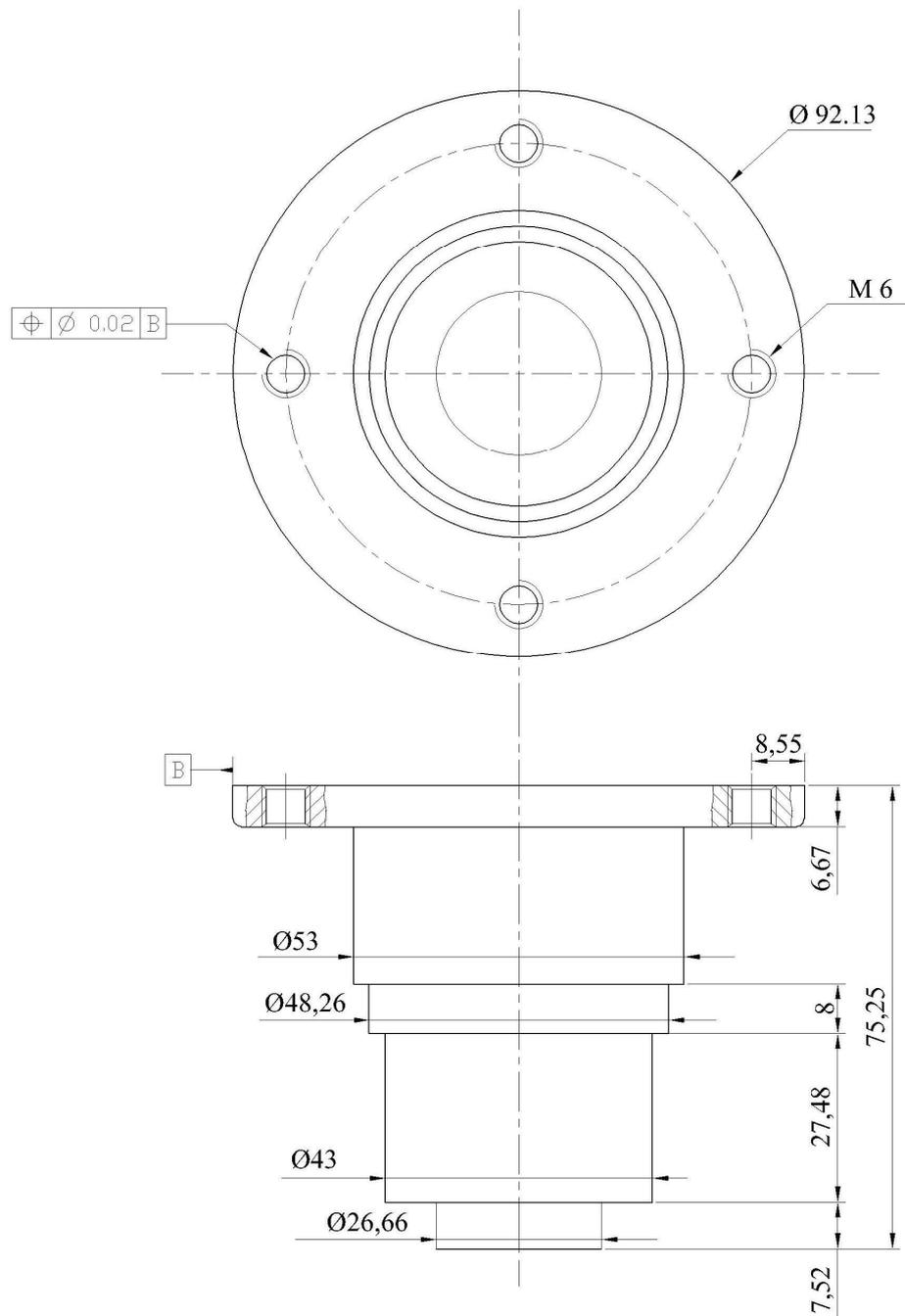
ESPA

OLIVAHARILALA



30/11/06

P 10

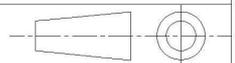


DISQUE INFERIEUR

Echelle: 1:2

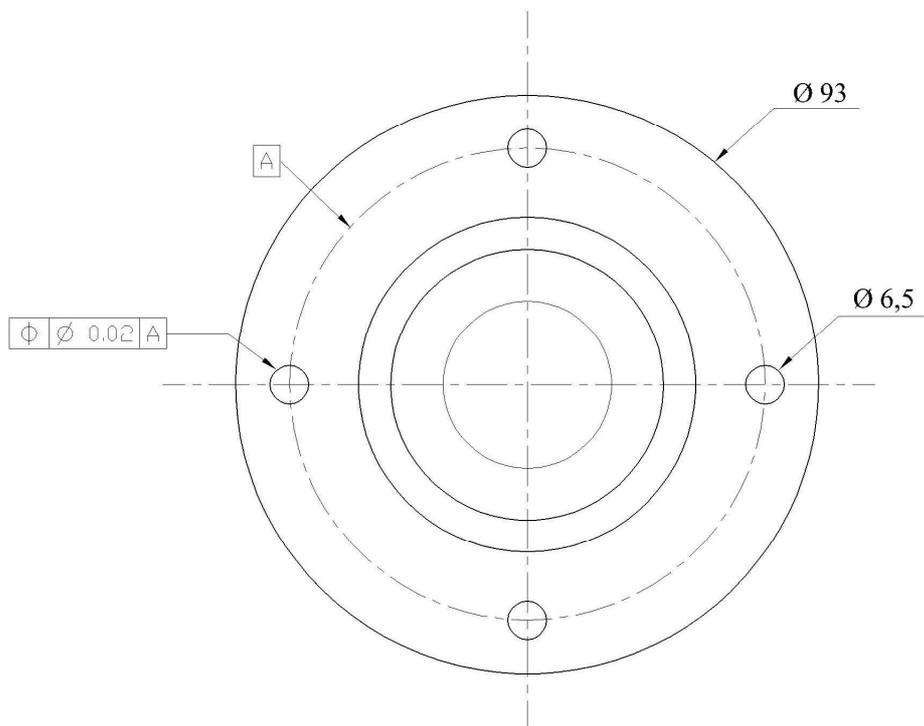
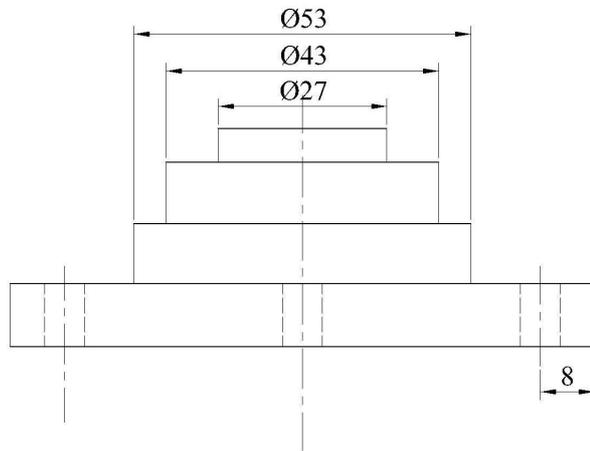
ESPA

OLIVAHARILALA



30/11/06

P 11

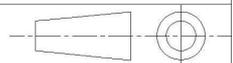


DISQUE SUPERIEUR

Echelle: 1:2

ESPA

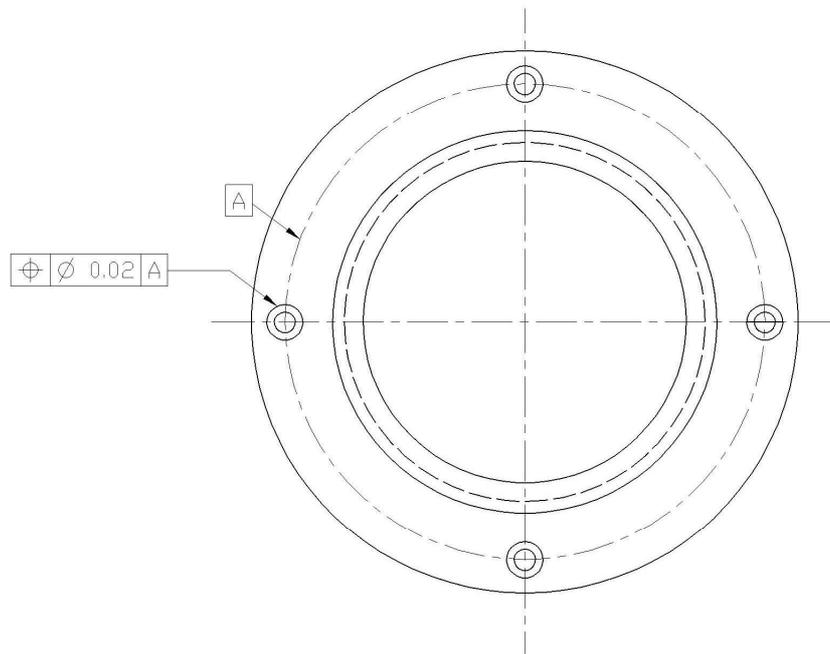
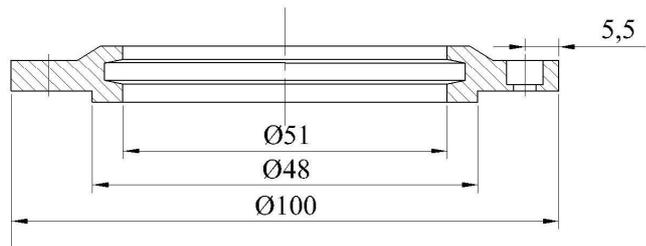
OLIVAHARILALA



30/11/06

P 12





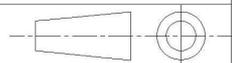
Etat de surface général: $Ra \ 3.2$ sauf indication

FLASQUE

Echelle: 1:2

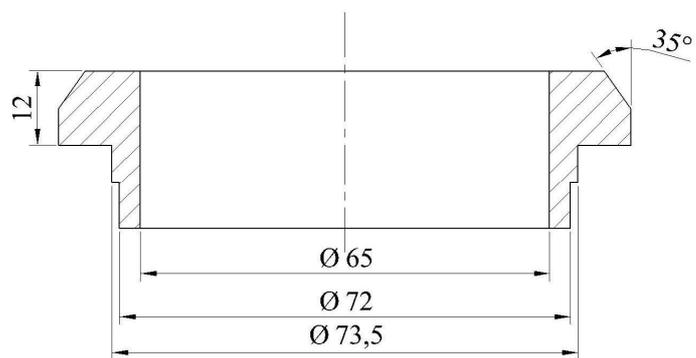
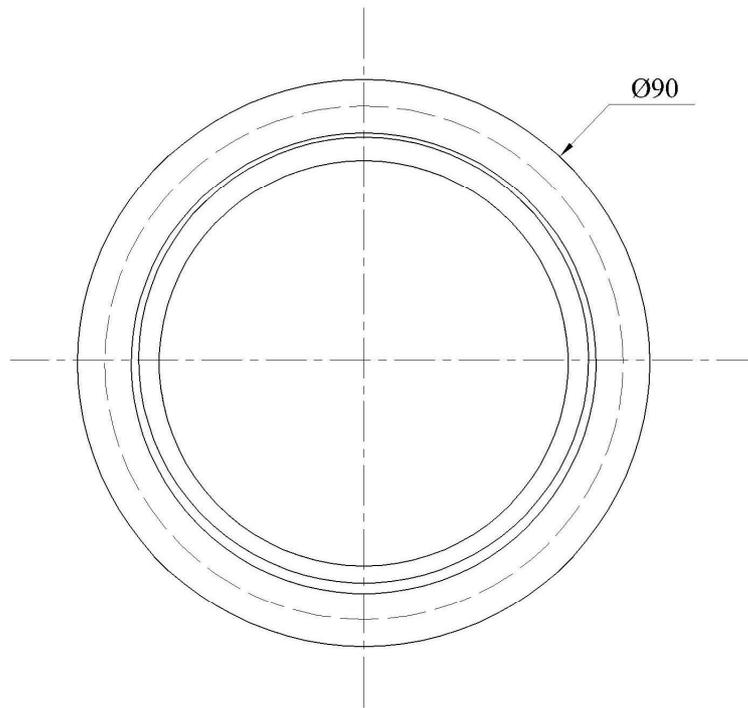
ESPA

OLIVAHARILALA



30/11/06

P 13



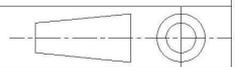
Etat de surface général: Ra 3.2  sauf indication

SUPPORT DES ROULEMENTS

Echelle: 1:1

ESPA

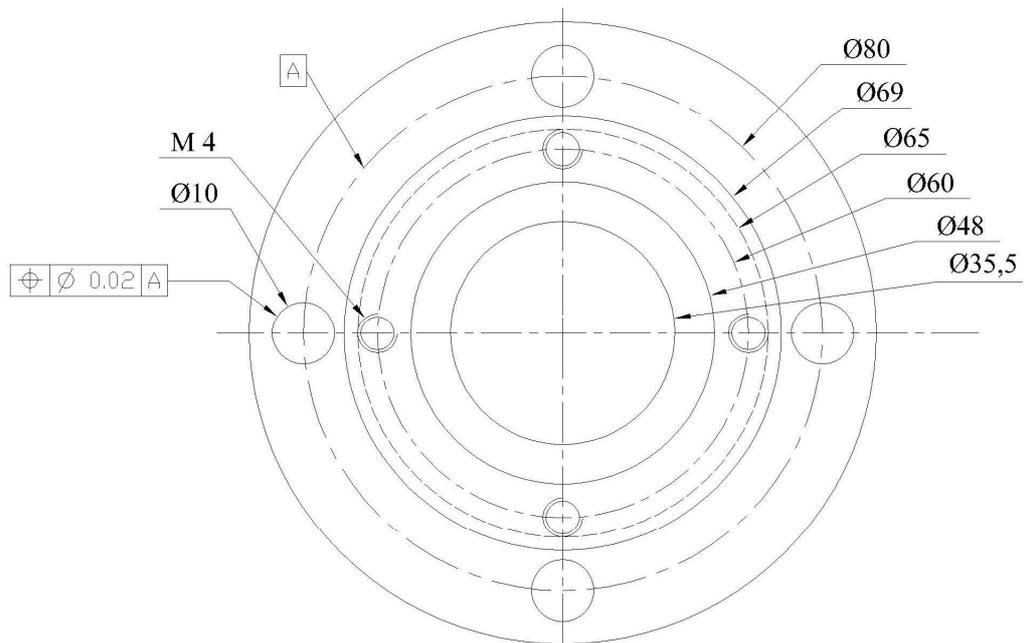
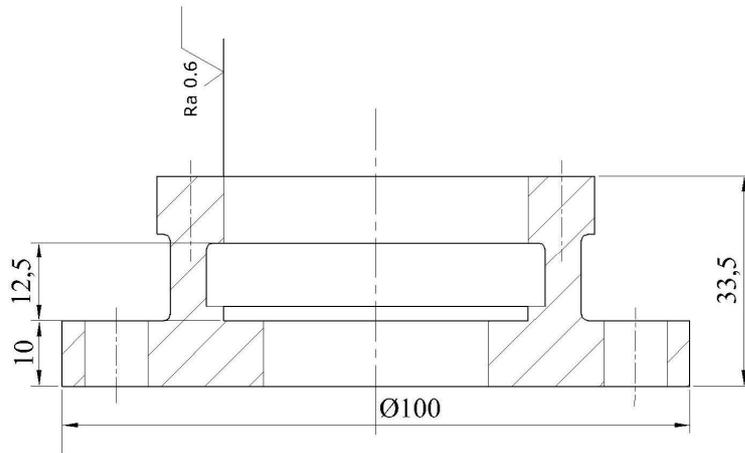
OLIVAHARILALA



30/11/06

P 14





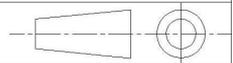
Etat de surface général: Ra 3.2  sauf indication

SUPPORT

Echelle: 1:2

ESPA

OLIVAHARILALA



30/11/06

P 15

Nom :RANDRIMAHAZOSOA
Prénoms : Olivaharilala Gabriela
Adresse : IVK 63 Antanjombe Ambony Ambohimanarina
Téléphone : 033 11 711 61
Mail :olivaharilalag@yahoo.fr

THEME DU MEMOIRE

CONCEPTION D'UNE BOITE DE VITESSE POUR LA TRANSFORMATION DE L'ENERGIE EOLIENNE EN ENERGIE MECANIQUE

Nombre de page : 78
Nombre des tableaux: 12
Nombre des figures : 15

RESUME

Grâce à la technologie qui ne cesse d'avancer, Madagascar se plonge et profite à l'exploitation ses ressources d'énergie pour donner naissance à l'énergie renouvelable.

A la demande de la société ARTICOM, on a conçu une boîte de vitesse pour produire de l'électricité.

Au cours de cette mémoire, on a pu déterminer, dimensionner les divers éléments constituant la transmission du mouvement jusqu'à la sortie de la boîte de vitesse.

Certes, plusieurs communes, régions de Madagascar ne sont pas encore alimentées en électricité, mais grâce à la naissance de l'énergie renouvelable, les éoliennes et les panneaux solaires vont pouvoir les alimenter infiniment.

ABSTRACT

To contribute the protection of environment and in the present context, it is necessary to think about the durability for not to put in the future generation development, the the renewable energies are the liveliness to take place that is them since their discovery.

The wind permit to transform the energy of infinitely renewable source, wind, in electric energy or in mechanical energy allowing a pump to function.

That's why the ARTICOM society proposed this topic whose goal is to make the survey of gear box of a wind feasible to leave means found easily to Madagascar with an affordable enough cost.

Mots clé: énergie, vent

Rapporteur: RANDRIAMORASATA Josoa Albert