

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



Département de Génie Mécanique

Mémoire de Fin d'Etudes d'Ingénieur d'Etat en Génie Mécanique

***Mise en marche de la
grande soufflerie à basses
vitesses***

Réalisé par:

AZZOUG Takfarinas

TOUNSI Sohib

Proposé par :

Mr.SMAILI Arezki

Mr.STIHI Omar

Mr.BOUBAKEUR Mohamed

Promotion: 2013

ENP, 10 Avenue Hassen Badi – El Harrach, Alger

www.enp.edu.dz

REMERCIEMENT

Remerciement

On remercie Dieu le Tout puissant de nous avoir donné patience, santé et volonté tout au long de nos études.

On tient à remercier d'abord nos promoteurs M.SMAILI Arezki, M.STIHI Omar et M.BOUBAKEUR Mohammed d'avoir accepté de nous encadrer et de nous soutenir durant les moments difficiles de ce parcours. Merci pour vos encouragements.

Nous remercions également tous les membres du jury d'avoir accepté de juger notre travail : M.GUERGUEB Brahim et M.LATRACH Mohamed respectivement président de jury et examinateur de ce travail. C'est vraiment un grand honneur pour nous. Merci

Nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont collaboré à la réalisation de ce travail. En particulier : - Le soudeur de l'atelier de soudage du département génie mécanique -
-Nos amis en particulier : Walid, Hamza, Hocine, Malik, Hamid, Achour, Taib, Oussama, Wassim, Djihad, Riad, Samir, Juba, Ahmed (midou), Hcen, abdeljabar. Merci pour votre aide.

Nous exprimons nos reconnaissances à tous les enseignants qui ont contribué de près ou de loin à notre travail, Mm.AIGURCHA en particulier nous remercions M.LATRACH. Merci monsieur pour votre collaboration, présence et pour votre soutien tout au long de notre parcours.

DÉDICACE

*D*édicace :

TOUNSI Sohib.

Je dédie ce travail :

Au meilleur père au monde mon cher père et mes tendres mères.

A mes frères BILAL, HOUSSEM et à mes beaux-frères SID ALI et BOUALEM.

A mes sœurs SOUHILA, ZOHRA, MARIEME, ASMA.

A mes tantes et mes cousins.

A mes petits NABILA, SERINE, RAYANE, NAZIH et RAZANE.

A toute ma famille.

A tous mes amis.

AZZOUG Takfarinas.

A mes chers parents que j'aime le plus au monde

A mes chers frères et sœurs

A ma chère femme

A mes chers tentes et oncles

A mes chers cousins et cousines

A mes chers amis

Je vous aime tous

ينطوي هذا العمل على اعادة تشغيل نفق الرياح دون سرعة الصوت ودمج نظام ادخال البيانات التلقائي ، بدءا بالتشخيص، الأمر الذي سمح لنا بتحديد الأجزاء التالفة من النفق من أجل اصلاحها أجرينا سلسلة من خطوات التفكيك، التصميم والانتاج، في النهاية قمنا بتجميع مختلف مكونات نفق الرياح، كما نجحنا في تشغيل الجهاز ودمج مغير سرعات أوتوماتيكي، بعد الانتهاء من إجراء التثبيت أجرينا عدة اختبارات من أجل تقييم حالة الجهاز، من النتائج التي تم الحصول عليها فقد قررنا أن المروحة يمكن استغلالها مرة أخرى في الدراسات الهوائية في المستقبل.

كلمات البحث نفق الرياح الدراسات الهوائية المروحة التفكيك دون سرعة الصوت

Résumé :

Ce travail consiste à rénover la grande soufflerie subsonique ainsi qu'à l'intégration d'un système d'acquisition des données automatique, commençant par un diagnostic qui nous a permis de bien localiser les parties défectueuses de la soufflerie, afin de pouvoir les réparer nous avons effectué une série d'étapes de démontage, des travaux de conception et réalisation et en fin le remontage des différents composants de la soufflerie ,se limitant par le temps nous avons réussi à mettre en marche la machine ainsi que l'intégration d'un variateur de vitesse automatique ,après avoir fini la procédure de montage nous avons effectué plusieurs tests afin de pouvoir évaluer l'état de fonctionnement du dispositif et d'après les résultats obtenus nous avons pu juger que la soufflerie peut être exploiter de nouveau pour faire des études aérodynamique dans le futur.

Mots clefs: soufflerie, subsonique, fonctionnement, variateur de vitesse.

Abstract:

This work involves renovating the large subsonic wind tunnel and the integration of an automatic data acquisition system, starting with a diagnosis that has allowed us to locate the defective parts of the tunnel in order to fix them we conducted a series of steps for disassembly, design work and realization at last we have reassembled the various components of the wind tunnel, limited by time we have succeed to turn on the machine and to integrate the automatic speed variator, after finishing the installation procedure we conducted several

RÉSUMÉ

tests in order to assess the state of the device, from the results obtained we have determined that the fan can be exploited again in aerodynamic studies in the future.

Keywords: wind tunnel , subsonic , disassembly , variator , design.

Liste des figures :

Chapitre I :

Figure.I.1 : Schéma de principe de fonctionnement de la soufflerie	4
Figure.I.2 : Schéma d'une soufflerie à retour.....	5
Figure.I.3 : la grande chambre d'essais	12
Figure.I.4 : le grand divergent	13
Figure.I.5 : le grand convergent.....	14
Figure.I.6 : la partie cylindrique contenant le moteur.....	14
Figure.I.7 : la canalisation qui relie les deux parties de la soufflerie.....	15
Figure.I.8 : le petit convergent.....	16
Figure.I.9 : le petit divergent.....	17

Chapitre II :

Figure.II.1 : moteur asynchrone.....	29
Figure.II.2 : Schéma énergétique	30
Figure.II.3 : Bilan des puissances	30
Figure.II.4 : constitution d'un moteur asynchrone	31

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure.II.5 : principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone	32
Figure.II.6 : plaque signalétique d'un moteur asynchrone.....	32
Figure. II. 7: plaques à bornes d'un moteur asynchrone	33
Figure.II.8: différents modes de couplage	34
Figure.II.9 : Couplage triangle, couplage étoile.....	34
Figure II.10 : schéma électrique d'un variateur de vitesse.....	36
Figure II.11 : schéma expliquant les mesures de sécurité.....	37
Figure II.12 : le sectionneur d'isolement.....	37
Figure.II.13 : le contacteur.....	38
Figure.II.14 : le relie thermique.....	38
Chapitre III :	
Figure.III.1 : schéma de l'installation électrique de la soufflerie.....	27
Figure.III.2 : L'armoire électrique.....	28
Figure.III.3 : L'ancien variateur de vitesse.....	29
Figure.III.4 : transformateur.....	30
Figure.III.5 : moteur asynchrone.....	30
Figure.III.6 : schéma du réseau.....	31
Figure.III.7 : fils rotorique et statorique sortant de la boite à borne du moteur.....	32
Figure.III.8 : l'ouverture qui donne accès aux charbons et aux bagues du moteur.....	33
Figure.III.9 : Une image montrant le bobinage grillé.....	33
Figure.III.10 :démontage de l' ancien variateur de vitesse (rhéostat).....	47
Figure.III.11 : démontage du transformateur.....	47

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Chapitre VI :

Figure.IV.1 : une image montrant la position de la partie cylindrique.....	36
Figure.IV.2 : table métallique.....	43
Figure.IV.3 : nouveau support.....	43
Figure.IV.4 : l'ajustement des deux niveaux par une tôle et des cales.....	44
Figure.IV.5 :une image montrant les barreaux qui empêchent la chute du cylindre vers l'autre côté.....	44
Figure.IV.6 : le cylindre contenant le moteur.....	45
Figure.IV.7 : une image montrant les différents constituants de la partie cylindrique (grille fixe-ventilateur-moteur).....	46
Figure.IV.8 : le démontage du redresseur.....	48
Figure.IV.9 : la fixation du ventilateur.....	48
Figure.IV.10 : démontage du ventilateur.....	49
Figure.IV.11 : utilisation de l'élingue comme moyen d'accrochage.....	50
Figure.IV.12 :l'enlèvement du moteur.....	51

Chapitre V :

Figure.V.1 : mesure des côtes du moteur dans le laboratoire de métrologie.....	54
Figure.V.2 : dessin de définition de la clavette et de la bague.....	57
Figure.V.3 : dessin de définition du nouveau support.....	59
Figure.V.4 : la bague.....	60
Figure.V.5 : La clavette.....	60
Figure.V.6 : Les fers plats (cales).....	61
Figure.V.7 : Fixation des fers plats avec usage de boulons à laine.....	63

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure.V.8 : Fixation du moteur.....	64
Figure.V.9 : Montage de la bague et l'entretoise sur l'arbre du moteur.....	64
Figure.V.10 : mise au point d'une petite bague pour compenser la longueur de plus sur la bague.....	65
Figure.V.11: Fixation du ventilateur.....	65
Figure.V.12 : Montage du redresseur.....	66
Figure.V.13 : Mise en place d'un pont.....	67
Figure.V.14 : Mise en place du cylindre.....	67
Figure.V.15 : Le nouveau support du variateur de vitesse.....	68

Chapitre I :

Tableau I.1 : récapitulatif des caractéristiques des souffleries aérodynamiques.....	10
--	----

Chapitre V :

Tableau.V.1 : les différentes cotes mesurées sur les deux moteurs.....	54
--	----

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Introduction générale:	1
I. Généralités	
I.1. Historique :	2
I.2. Principe de la soufflerie :	2
I.2.1. Définition :	2
I.2.2. Schéma de principe de fonctionnement d'une soufflerie :	3
I.3. Eléments du circuit :	3
I.4. Classification des souffleries :	5
I.4.1. Critère de vitesse :	5
I.4.1.1. Soufflerie à basse vitesse : $M < 0.5$	5
I.4.1.2. Souffleries à grande vitesse :	5
I.4.2. Critère de fonctionnement :	5
I.4.2.1. Souffleries continues :	6
I.4.2.2. Souffleries à rafales :	6
I.4.3. Critère d'utilisation :	6
I.4.3.1. Souffleries à grands nombres de Reynolds :	6
I.4.3.2. Souffleries spécialisées :	6
I.4.3.3. Type Eiffel :	6
I.4.3.4. Soufflerie type Prandtl (à retour) :	8
I.5. Description du dispositif :	10
I.5.1.1. La grande chambre d'essai :	10
I.5.1.2. Le grand divergent :	10
I.5.1.3. Le grand convergent :	11
I.5.1.4. La partie qui contient le moteur :	12
I.2.5. La canalisation qui relie la partie supérieure à la partie inférieure de la soufflerie	13
I.5.2. La partie inférieure :	13
I.5.2.1. La petite chambre d'essai :	14
I.5.2.2. Le petit convergent :	14
I.5.2.3. Le petit divergent :	14
II. Considérations électriques:	
II.1. Généralités :	16
II.1.1. Le stator :	16

SOMMAIRE

II.1.2.Le rotor :	16
II.1.3.Schéma de principe :	17
II.1.4.Bilan des puissances :	17
II.1.5.Constitution :	18
II.2.Principe de fonctionnement :	18
II.2.1 Plaque signalétique :	19
II.2.2.Plaques à bornes :	20
II.3.Couplage :	20
II.3.1.Méthode :	20
II.3.2.Couplages :	21
II.5.réglage de la vitesse d'un moteur asynchrone triphasé :	22
II.6.mesures de sécurité :	23
III .diagnostic du moteur asynchrone triphasée:	
III.1.Introduction :	25
III.2.Description du réseau électrique :	25
III.2.1.L'armoire électrique :	26
III.2.2.Le variateur de vitesse (rhéostat circulaire) :	27
III.2.3. Transformateur :	27
III.2.4.Le moteur asynchrone triphasé :	28
III.3. Diagnostic du moteur asynchrone et des fils électrique :	29
III.3.1. Vérification de la continuité des bobinages du rotor et du stator :	29
III.3.2. Mode d'emplois du multimètre :	30
III.3.3. Résultats obtenus :	30
III.3.4. Vérification du câblage :	32
III.3.5.analyse des résultats :	32
III.3.6.solutions proposées :	32
III.4. démontages de l'ancienne installation :	32
III.4.1. démontage des différents composants du circuit :	32
III.4.2. test de fonctionnalité des différents composants :	33
III.5. Conclusion :	33
IV. Travaux préliminaires effectués:	
IV.1. Problématique :	34
IV.1.1. Estimation de la masse du dispositif :	35
IV.2. Approches proposées :	36

SOMMAIRE

IV.2.4. Quatrième approche :(Le transpalette)	39
IV.2.5. Moyens nécessaires pour l'approche optée:	39
IV.3. Démontage de la partie cylindrique de la grande soufflerie :	40
IV.3.1. Les étapes suivies :	40
➤ Première étape :	40
➤ Deuxième étape :	41
➤ Troisième étape :	42
IV.4. démontage de l'ancien moteur :	44
IV.4.1. Description du dispositif :	44
IV.4.2 Le montage :	44
IV.4.3. Démontage de la grille fixe (redresseur).	45
IV.4.5. Démontage et enlèvement du moteur	47
IV.5. Conclusion :	49
V. Rénovation de la grande soufflerie subsonique:	
V.1. Introduction :	50
V.2. problématique :	50
V.3. Conception et dimensionnement de l'adaptation :	51
V.3.1. Mesures de cotes sur le nouveau et l'ancien moteur.	51
V.3.2. conception et dimensionnement de la bague :	53
V.3.2.1. Conception de la bague et la clavette à l'aide de solid works :	54
V.3.3. Approche proposées pour la conception du nouveau support :	56
V.3.3.1. conception et dimensionnement du support :	56
V.4. réalisation de l'adaptation :	58
V.4.1 Erreurs commises :	59
V.4.1.1. Erreur commise sur la bague :	59
V.4.1.2. Erreur commise sur le support.....	59
V.5. Montage du nouveau moteur et l'intégration du variateur de vitesse :	60
V.5.1. essais à vide sur le moteur :	60
V.5.1.1. Description de l'installation réalisée :	60
V.5.2. Installation du nouveau support (cales) :	61
V.5.3. Montage du moteur sur le nouveau support :	61
V.5.4. Montage de la bague et du ventilateur :	62
V.5.5. Montage du redresseur :	64
V.6. montage de la partie cylindrique :	64

SOMMAIRE

V.7. Mise au point d'un support mobile pour le variateur de vitesse	66
Références bibliographiques :	69

Introduction générale:

L'utilisation des souffleries dans le monde industriel et de la recherche est très vaste, plus précisément elle s'illustre dans les essais aérodynamiques. C'est grâce à ces dispositifs que nous pouvons expérimenter les écoulements d'air sur des model (profils) à dimension réduite, afin d'étudier ses effets, mesurer ses efforts et effectuer des visualisations d'écoulement le plus souvent impossibles à faire dans les conditions réelles.

L'objet de notre travail consiste en la rénovation d'une soufflerie défectueuse depuis les années 80, et l'intégration d'un système d'acquisition de données pour cela nous devons diagnostiquer chaque composants du système et évaluer son état de fonctionnement, afin de pouvoir localiser les anomalies pour pouvoir les réparées par la suite. En particulier le moteur asynchrone se trouvant dans la soufflerie

Le travail que nous avons effectué se répartit sur plusieurs étapes qui seront présentées dans le contenu de ce mémoire.

Dans le premier chapitre, nous nous sommes étalés sur les généralités traitant les différents types de souffleries, ainsi que chacun de ses composants. Celles-ci pouvant être classées selon les différents critères (la vitesse, l'utilisation et le fonctionnement), par la suite, nous avons donné une description générale de la soufflerie (dont on a fait l'étude) en citant ses différents composants (les chambres d'essai, les divergents, les convergents ainsi que les différentes conduites qui les relient),

Bien entendu, l'installation de notre soufflerie présente plusieurs parties la composant. Nous nous sommes intéressés plus précisément a la partie électrique que nous avons traité dans le deuxième chapitre.

Dans le troisième chapitre, nous avons abordé les travaux de démontage de l'ancienne installation, ainsi que, le diagnostic effectué aux différents équipements où nous avons pu proposer quelques approches convenables pour les problèmes rencontrés, spécifiquement le changement du moteur défectueux. Après cela, nous avons consacré dans le quatrième chapitre le démontage de la partie cylindrique de la soufflerie contenant le moteur. Et finir par présenter les travaux de rénovation faits sur cette soufflerie qui se résument dans le montage du nouveau moteur et l'intégration du variateur de vitesse le dernier chapitre dans .

Chapitre I : Généralités

I.1. Historique :

Les premières expériences visant à tester l'écoulement de l'air sur des corps ont été faites avec des manèges, notamment par George Cayley vers 1800; le corps étant supporté par un bras tournant. Cette méthode ayant l'inconvénient d'introduire des effets centrifuges et de faire évoluer le corps dans son sillage aérodynamique, l'idée est venue de créer un mouvement d'air sur un corps immobile. La première soufflerie a été inventée et réalisée en Angleterre par Francis Herbert Wenham en 1871. Constantin Tsiolkovsky construit et expérimente la première soufflerie russe en 1897. Les Frères Wright, cherchant à analyser et améliorer les performances de leurs planeurs, ont également fabriqué une petite soufflerie en 1901. Après celle de Charles Renard, les premières souffleries françaises sont celles de Gustave Eiffel en 1909 et 1912. La première soufflerie à circuit fermé est celle de Ludwig Prandtl au Centre de Recherche Aérodynamique de Göttingen en 1909. Avec le développement de l'aéronautique militaire à partir de 1910, et suivant la première guerre mondiale, les grandes nations ont construit des souffleries de plus en plus grandes; celle de Chalais-Meudon était la plus grande en 1929.

I.2. Principe de la soufflerie :

I.2.1. Définition :

Une soufflerie est une installation d'essais utilisée en aérodynamique pour étudier les effets d'un écoulement d'air sur un corps, généralement sur un modèle de dimension réduite.

On peut effectuer dans une soufflerie des mesures d'efforts et des visualisations d'écoulement le plus souvent impossibles à faire dans les conditions réelles. Il existe plusieurs centaines de souffleries dans le monde, dont le plus grand nombre est aux USA.

I.2.2. Schéma de principe de fonctionnement d'une soufflerie :

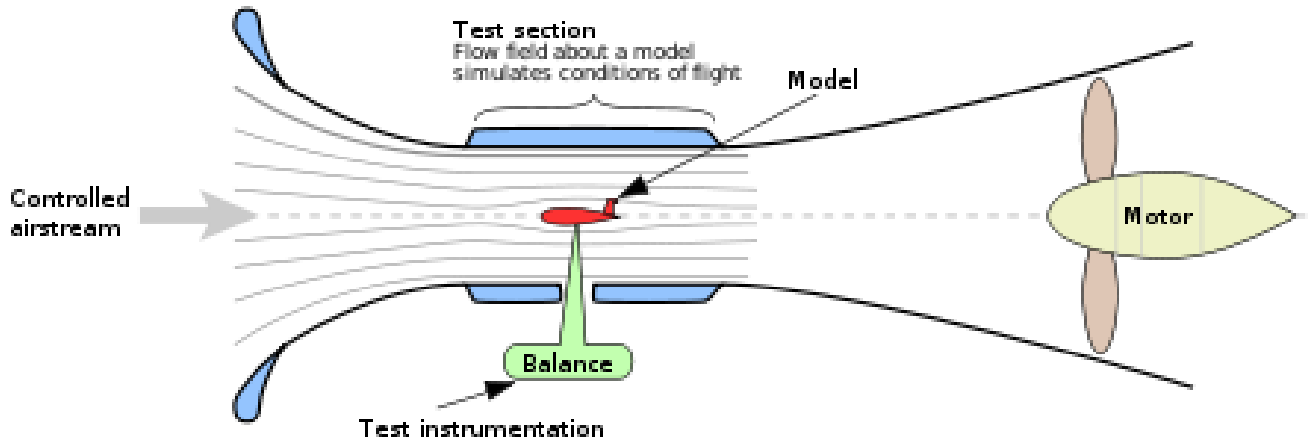


Figure.I.1 : Schéma de principe de fonctionnement de la soufflerie

Une soufflerie se compose d'un circuit aérodynamique comportant une veine d'essais, le circuit d'air peut être ouvert ou fermé :

- Soufflerie à circuit ouvert (par exemple la soufflerie de Gustave Eiffel construite en 1912, qui est toujours en exploitation).
- Soufflerie à retour (en circuit fermé, exemple : S1MA de l'ONERA).

La veine d'essais peut être ouverte ou "libre" comme dans les souffleries Eiffel, guidée (par exemple par un plancher pour tester des automobiles) ou fermée. Dans la plupart des souffleries à retour, la veine d'essais est fermée, ce qui permet de contrôler (et de modifier) la température et la pression de l'air.

Le flux d'air est généralement aspiré et non soufflé sur le modèle, le ventilateur (ou compresseur) étant disposés en aval de la veine d'essais.

I.3. Eléments du circuit :

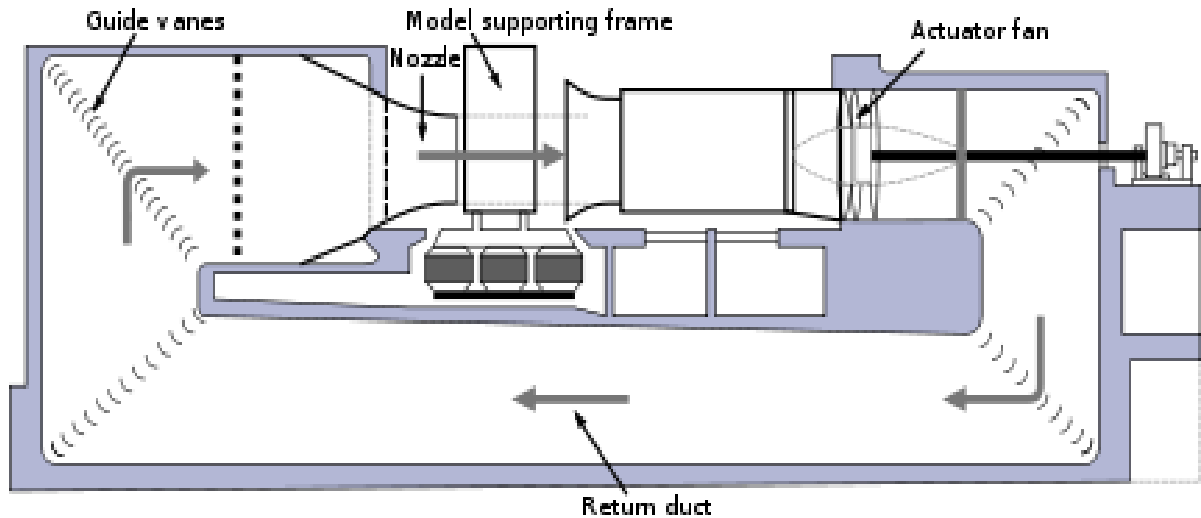


Figure.I.2 : schéma d'une soufflerie à retour

1. Arrivée d'air ou collecteur :

Prenant l'air soit à l'extérieur, soit dans un bâtiment, ou bien l'air revenant de la veine d'essais (circuit à retour).

2. Chambre de tranquillisation :

Comprenant un filtre à alvéoles de type nid d'abeille pour redresser les filets d'air et des grillages très fins pour réduire la turbulence.

3. Convergent :

Servant à accélérer l'air vers la veine d'essais. Le taux de contraction peut dépasser 10.

4. veine d'essais :

Avec les équipements de mesure. La section de la veine est le plus souvent rectangulaire ou polygonale (rectangulaire avec des panneaux à 45° dans les angles), quelquefois circulaire ou elliptique.

5. Diffuseur ou divergent :

CHAPITRE I

L'air y est progressivement ralenti en élargissant la section avec une conicité faible (environ 2° pour chaque paroi).

6. Ventilateur ou compresseur :

La section de la veine est circulaire au niveau des pales. Les plus grandes souffleries de type ouvert (Chalais-Meudon et Moffet Field) présentent plusieurs rangées de ventilateurs disposés dans une veine rectangulaire ou elliptique.

7. Sortie d'air (soit à l'extérieur :

Soit dans un local) ou bien continuité du circuit (circuit à retour). Dans ce cas le circuit présente généralement 4 coudes à 90° équipés de déflecteurs (guide vannes). Les souffleries dites ouvertes placées dans un bâtiment fermé sont en fait des souffleries à retour, le retour se faisant à l'intérieur du bâtiment.[1]

I.4. Classification des souffleries :

I.4.1. Critère de vitesse :

I.4.1.1. Soufflerie à basse vitesse : $M < 0.5$

Elle est conçue dans le domaine subsonique compressible et bas compressible, les souffleries subsoniques les plus connues en France sont celles de l'ONERA, SAINT SYR, CEAT à Toulouse.

I.4.1.2. Souffleries à grande vitesse :

- Transsonique : $M < 1.4$ comme celle de l'ONERA, CERT, ENSAE
- Supersonique : jusqu'à $M = 5$ comme celle de l'ENSAE
- Hypersonique : $M > 5$

I.4.2. Critère de fonctionnement :

I.4.2.1. Souffleries continues :

Le mouvement du fluide est entretenu par un exhausteur qui est un ventilateur ou un compresseur.

I.4.2.2. Souffleries à rafales :

Détente du fluide entre deux réservoirs haute et basse pression l'un des deux réservoirs peut être l'atmosphère. Souvent utilisé dans les souffleries à grandes vitesses, ce système permet d'établir l'accumulation d'énergie dans le temps de manière à diminuer la puissance installée.

I.4.3. Critère d'utilisation :

I.4.3.1. Souffleries à grands nombres de Reynolds :

Augmentation du nombre de Reynolds par ρ . Elles permettent de dissocier les effets du nombre de Reynolds et de Mach exemples : CERT, transsonique d'ENSAE. Souffleries cryogéniques(en général pressurisées) : augmentation de Re par ρ et T_i , elles permettent de faire varier Re , M et la pression dynamique. A titre d'exemples T2 cert, Langley (USA), projet européen ETW.

I.4.3.2. Souffleries spécialisées :

- souffleries de profils.
- souffleries de vrille pour maquettes en vol libre (IMF Lille).
- souffleries pour automobiles, camion, pour trains (St Cyr).
- souffleries climatiques.
- Souffleries à très basse densité(CERT) les souffleries basse vitesse subsoniques.

I.4.3.3. Type Eiffel :

Ces souffleries sont constituées d'une buse qui aspire et refoule l'air. La buse est constituée de trois éléments : un convergent, une veine d'essai et un divergent.

- **le convergent ou le collecteur :**

CHAPITRE I

À simple ou double courbure, dans lequel l'écoulement est accéléré. Le rapport de concentration (section entrée/ section sortie) est compris entre 8 à 15 pour une bonne soufflerie. Les rôles du collecteur sont :

- accélération de l'écoulement
- amortissement de la turbulence : la fluctuation turbulente se conserve à peu près en valeur absolue, l'intensité de turbulence est donc diminuée dans le même rapport de la section.

L'entrée du collecteur est équipée de :

- d'un filtre en nid d'abeilles qui détruit les gros tourbillons d'entrée.
- D'un ou plusieurs grillages à mailles serrées dont les sillages, en se rejoignant, contribuent à l'homogénéisation de l'écoulement et au remplacement de la turbulence à grande échelle par une turbulence fine, plus rapidement amortie [2].

- **la veine d'essai :**

C'est un cylindre à section de passage constante.

- circulaire : la plus facile à traiter sur le plan constructif et aérodynamique.
- carré : éventuellement à pans coupés, plus pratique à l'utilisation, permet des montages à la paroi ou entre parois.
- rectangulaire ou elliptique : optimisation de la section donc de la puissance, pour des maquettes d'aéronefs d'allongement classique

La veine peut être libre, c'est à dire sans aucune paroi, autorisant un accès aisé pour des sondes, des faisceaux lumineux, des visualisations, etc...cela au détriment du rendement et de la connaissance précise des frontières de la veine fluide. Cela pose des problèmes pour les corrections de parois et le contrôle du gradient de vitesse longitudinal.

Dans les veines guidées, la continuité de la buse améliore le rendement et les corrections de vitesse sont déterminées avec plus de certitude. L'épaississement des couches limites, plus particulièrement de leur épaisseur de déplacement est compensé par une légère divergence des parois, on réussit ainsi à annuler les gradients longitudinaux de vitesse et de pression qui en résulteraient. La veine peut être enfermée dans une chambre d'expérience l'isolant de la pression du hall. Pour une veine guidée, cette disposition n'est pas obligatoire, mais simplifie tous les problèmes d'étanchéité à la traversée des sondes et supports de maquettes.

- **Le diffuseur :**

CHAPITRE I

De forme conique, il ralentit l'écoulement de manière à récupérer une partie de l'énergie cinétique sous forme de pression et limiter le taux de compression.

Dans le cas d'une veine non circulaire, on confie au diffuseur le passage progressif à une section de révolution.

Economiser l'énergie, par vocation, le diffuseur apporte les plus grosses contributions aux pertes de charge et parfois à la médiocrité de l'écoulement dans la veine d'essais.

Dans le diffuseur, les pressions et les vitesses ne suivent pas les évolutions quantitatives que l'on pourrait attendre de la loi des sections, cela pour plusieurs raisons :

- l'épaississement des couches limites diminue la section, donc la pression statique.
- Le gradient de pression statique recherché dans le diffuseur est un facteur favorable au décollement des couches limites. Le décollement provoque une perte de pression d'arrêt (perte de charge) et engendre des pulsations. Dans un écoulement subsonique, ces perturbations sont perçues dans la veine d'essai. Le ventilateur est placé dans le diffuseur, généralement à l'extrémité, afin d'atténuer son effet perturbateur. Il crée l'échelon de pression qui compense les pertes de pression d'arrêt dues à la viscosité et l'énergie cinétique résiduelle à la sortie.

I.4.3.4. Soufflerie type Prandtl (à retour) :

Ces souffleries conservent l'ajutage convergent-divergent, mais l'incorporent dans un circuit fermé qui assure le retour du fluide à faible vitesse [3].

1. Avantage :

- Pas de pertes d'énergie cinétiques.
- diffuseur plus long ceci engendre un angle plus faible et une puissance nécessaire diminuée.
- possibilités du conditionnement du fluide :
 - pression : réglage de la pression génératrice.
 - choix du fluide.

2. Inconvénients :

CHAPITRE I

- échauffement du fluide : l'énergie fournie par le ventilateur est transformée en chaleur, dans les souffleries de type Eiffel, le hall de retour constitue un réservoir tampon appréciable.
- turbulence supérieure : car entretenue, on doit éviter les décollements et les instabilités d'écoulement et augmenter le rapport de contraction.
- pertes de frottements supérieures : dues à la longueur du circuit, les coudes et les aubages.

Malgré cela les souffleries à retour ont un meilleur rendement énergétique et constructif.

Type de soufflerie	Caractéristiques
De travail courant	S=3 à 4 m ² V=30 à 50m/s Re=5.10 ⁵
A densité variable	Re=3.10 ⁶ Petites maquettes
A veine elliptique	V= 60à 100m/s
A grande vitesse	Diamètre de 2 à3 m Vitesse supersonique
Supersonique de petites dimensions	1<M<2
Transsonique	0.75<M<1.2
Hypersonique	5<M<10 Fonctionnement en rafales pour atteindre M=20
A plasma	Convient aux études de matériaux d'ablation
Tubes à choc	Températures d'arrêt très élevées jusqu'à 8000°C
Cryogénique	Fonctionnement en transsonique

Tableau .I.2 : récapitulatif des caractéristiques des souffleries aérodynamiques

I.5. Description du dispositif :

Notre dispositif est une soufflerie à système fermé, elle est constituée de plusieurs composants qu'on peut la diviser en deux parties principales: une partie supérieure et une autre partie inférieure.

I.5.1. La partie supérieure :

I.5.1.1. La grande chambre d'essai :

Elle a une forme parallélépipédique de dimensions (longueur : 1900 mm, largeur : 700 mm, hauteur : 900 mm), elle est limitée par deux redresseurs d'écoulement, et elle est comprise entre le grand divergent et la partie qui contient le moteur.

C'est dans cette dernière, qu'on expérimente les écoulements autour des formes aérodynamiques.

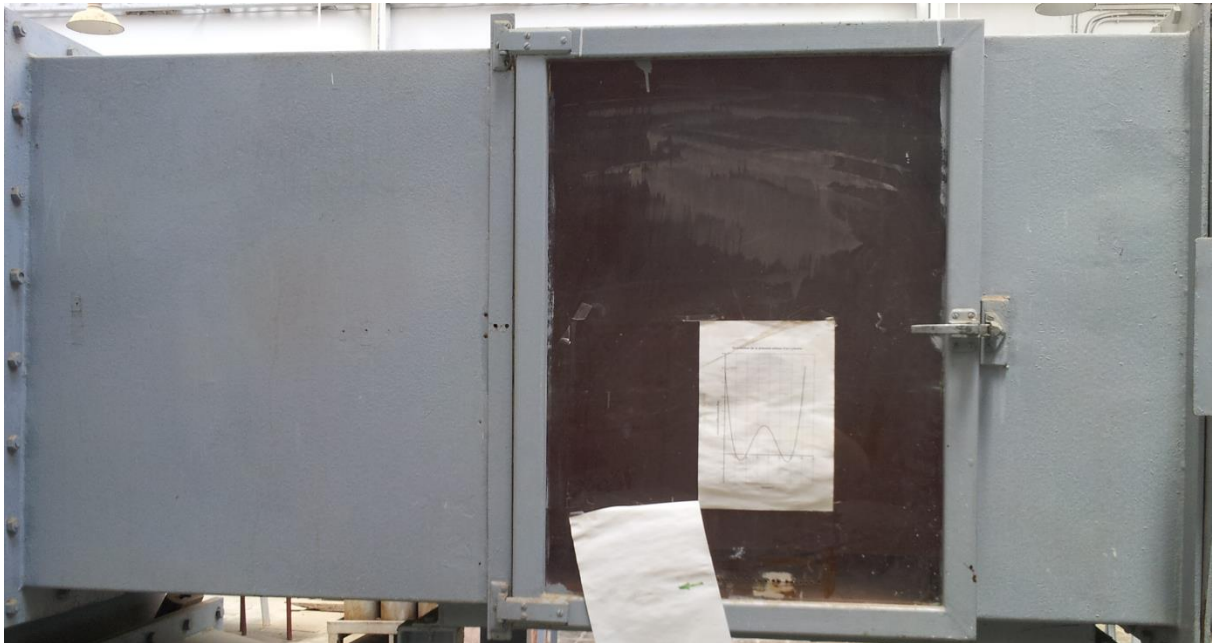


Figure.I.3 : la grande chambre d'essais

I.5.1.2. Le grand divergent :

Il est de forme conique de dimensions (longueur : 750 mm, largeur 11 : 700 mm, largeur 12 : 1180 mm, petit diamètre d_1 : 900 mm et son grand diamètre d_2 : 1180 mm), il est compris

CHAPITRE I

entre la grande chambre d'essai et la partie qui relie les deux parties principales : la partie supérieure et la partie inférieure.

Son rôle est de ralentir la vitesse de l'écoulement d'air avant l'arrivée à la chambre d'essai.



Figure.I.4 : le grand divergent

I.5.1.3 Le grand convergent :

Il a aussi une forme conique de dimensions identiques à celles du grand divergent, il se trouve entre la partie cylindrique qui contient le moteur et celle qui relie la partie supérieure de la soufflerie à la partie inférieure.

Il a comme rôle d'accélérer l'écoulement d'air qui se dirige vers la partie inférieure de la soufflerie.



Figure.I.5 : le grand convergent

I.5.1.4. La partie qui contient le moteur :

C'est une partie cylindrique creuse de diamètre de 1180 mm, de longueur de 1262 mm et d'épaisseur de 4 mm, Elle se situe entre la grande chambre d'essai et le grand convergent, c'est elle qui contient le moteur qui alimente la veine d'essai.



Figure.I.6: la partie cylindrique contenant le moteur

I.2.5 La canalisation qui relie la partie supérieure à la partie inférieure de la soufflerie

En effet il y a deux canalisation sous forme de coude reliant la partie supérieure à la partie inférieure, de même dimensions (longueur : 1000 mm, largeur : 700 mm, hauteur : 2000m).



Figure.I.7 : la canalisation qui relie les deux parties de la soufflerie

I.5.2 La partie inférieure :

Cette partie est aussi constituée de plusieurs composants qui sont :

I.5.2.1 La petite chambre d'essai :

Elle est de même forme que la grande chambre d'essai mais elle est de dimensions réduite (longueur : 455mm, largeur : 400 mm, hauteur : 250 mm).

Elle est conçue dont le but des faire des études sur des profils à des vitesses d'écoulements plus importantes.

I.5.2.2 Le petit convergent :

Il est de forme conique de dimensions (longueur : 1040 mm, largeur l1 : 500 mm, largeur l2 : 700 mm, grand diamètre d1 :900 mm, petit diamètre : 700 mm),



Figure.I.9 : le petit convergent

I.5.2.3 Le petit divergent :

Il a une forme conique et des dimensions identiques à celles du petit convergent sauf pour la longueur qui est de 600 mm ,



Figure.I.10 : le petit divergent

Chapitre II :

Considérations électriques

II.1.Généralités :

Les moteurs asynchrones triphasés sont constitués d'un stator (inducteur) et d'un rotor (induit), ils représentent plus de 80% du parc moteur électrique.

Ils sont utilisés pour transformer l'énergie électrique en énergie mécanique grâce à des phénomènes électromagnétiques.

Le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie, sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien. [4]



Figure.II.1 : moteur asynchrone

II.1.1. Le stator :

Le stator est composé de 3 bobines alimentées par un système de tension triphasées de fréquence f . Ces 3 bobines créent un champ magnétique tournant à la pulsation de synchronisme qui se répartit sinusoidalement dans l'entrefer (espace entre le rotor et le stator) de la machine.

II.1.2.Le rotor :

Le rotor du moteur asynchrone triphasé peut-être « à cage d'écureuil » ou bobiné. Le rotor ne possède aucune liaison électrique avec le stator. Le rotor constitue un circuit électrique fermé où se crée des courants induits qui entraînent la mise en rotation du rotor. Le rotor tourne à la vitesse de rotation N qui est inférieure à la vitesse synchrone. On dit que le

CHAPITRE II

rotor glisse par rapport au champ magnétique tournant; on parle alors de glissement qui dépend de la charge. [5]

II.1.3.Schéma de principe :

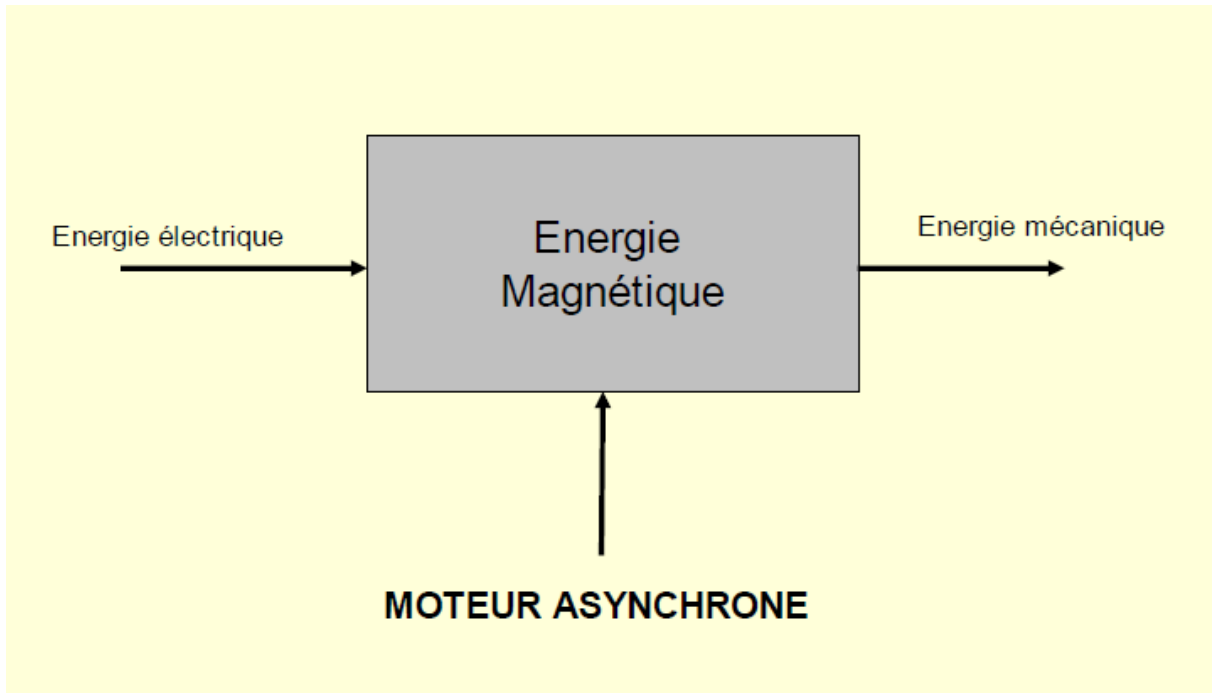


Figure II.2 : Schéma énergétique

II.1.4.Bilan des puissances : [6]

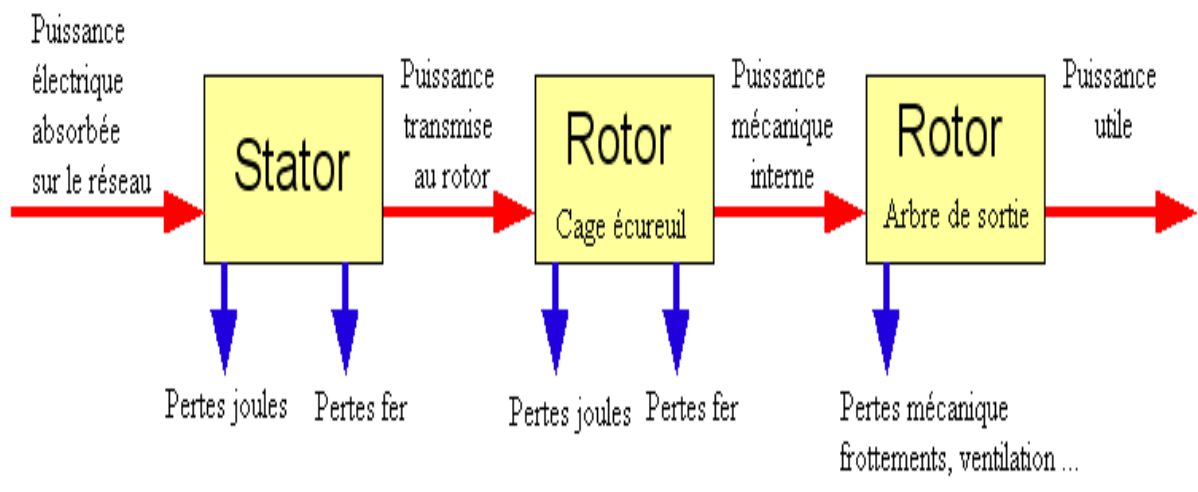


Figure II.3 : Bilan des puissances

II.1.5.Constitution :

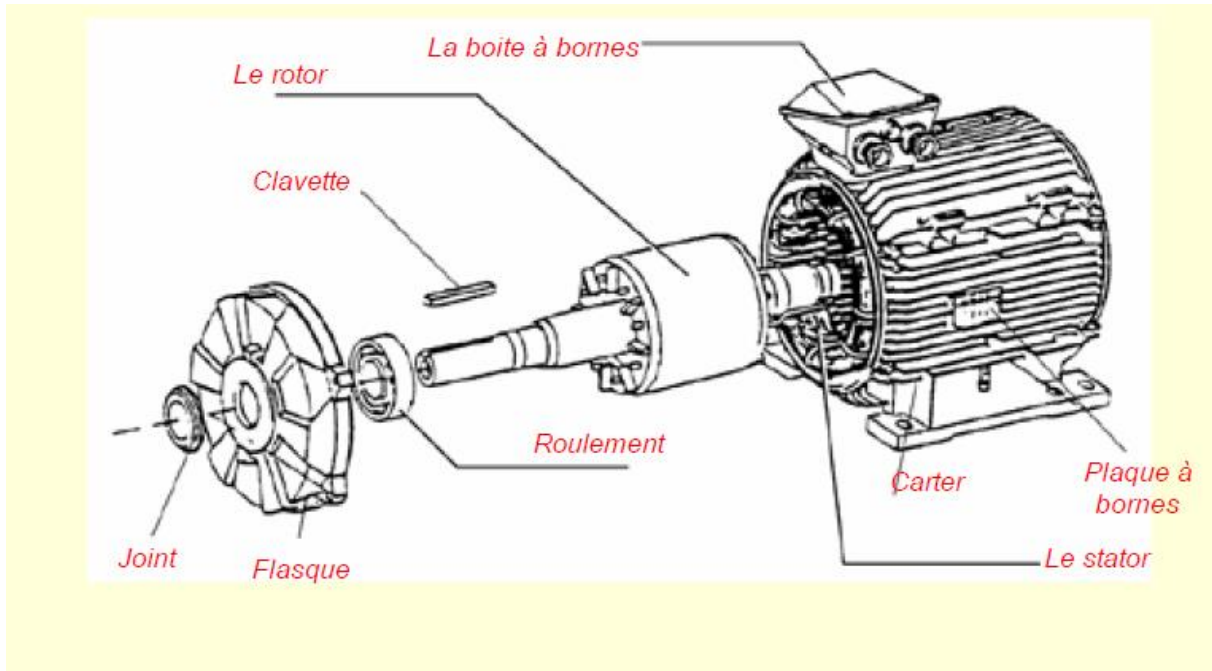


Figure II.4 : constitution d'un moteur asynchrone

II.2.Principe de fonctionnement :

Le stator supporte trois enroulements, décalés de 120° , alimenté par une tension alternative triphasée.

Ces trois bobines produisent un champ magnétique variable qui a la particularité de tourner autour de l'axe du stator suivant la fréquence de la tension d'alimentation, ce champ magnétique est appelé champ tournant.

Le champ tournant vient induire des courants dans le rotor, leur interaction entraîne la rotation du rotor à une fréquence légèrement inférieure à celle du champ tournant.

CHAPITRE II

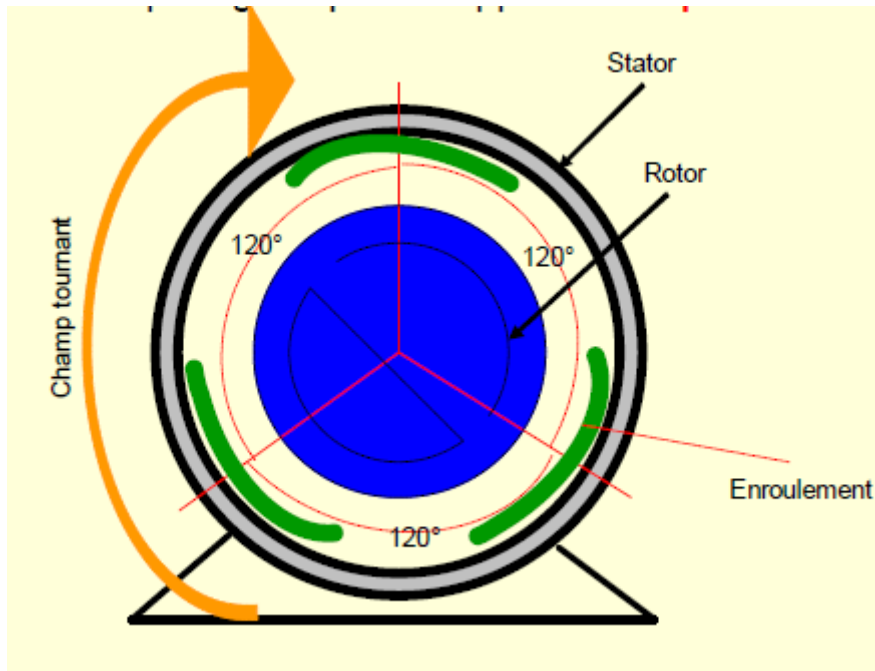


Figure II.5 : principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone

II.2.1 Plaque signalétique :

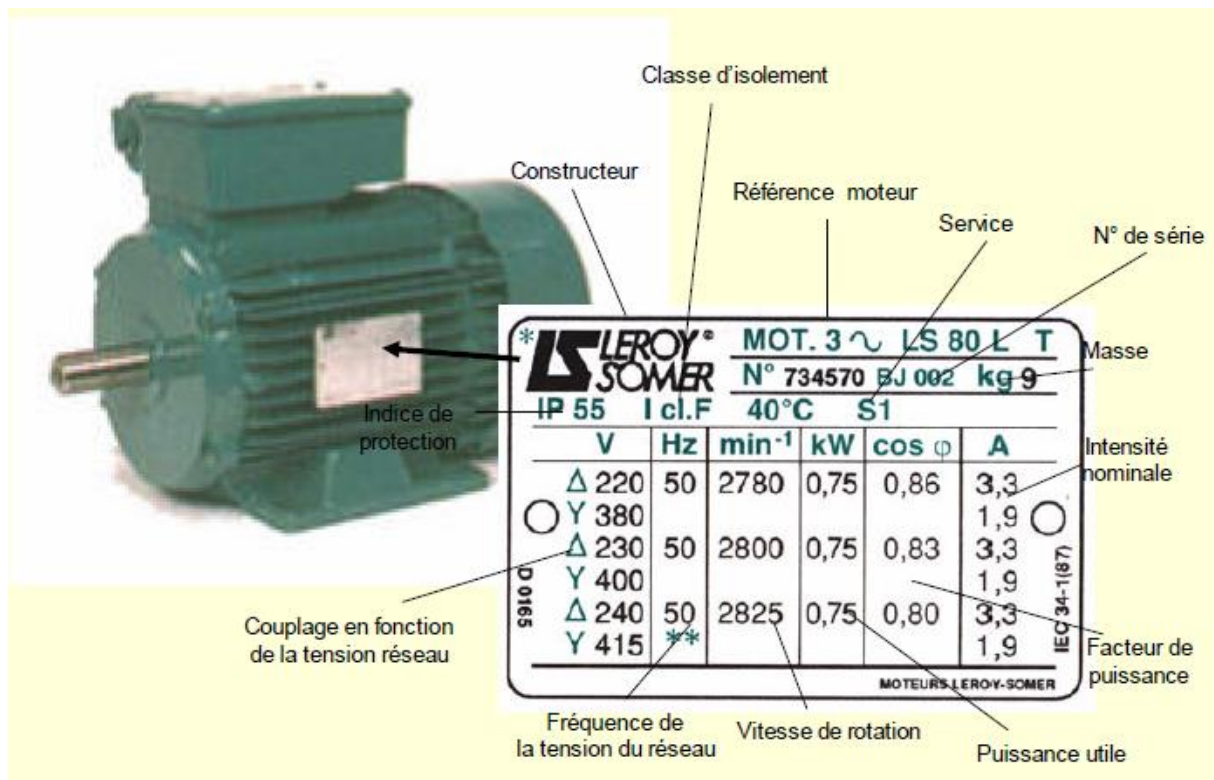


Figure II.6 : plaque signalétique d'un moteur asynchrone

II.2.2. Plaques à bornes :

C'est sur la plaque à bornes située dans la boîte à bornes que sont raccordés les enroulements du moteur, c'est également sur cette plaque que vient de raccorder l'alimentation du moteur.

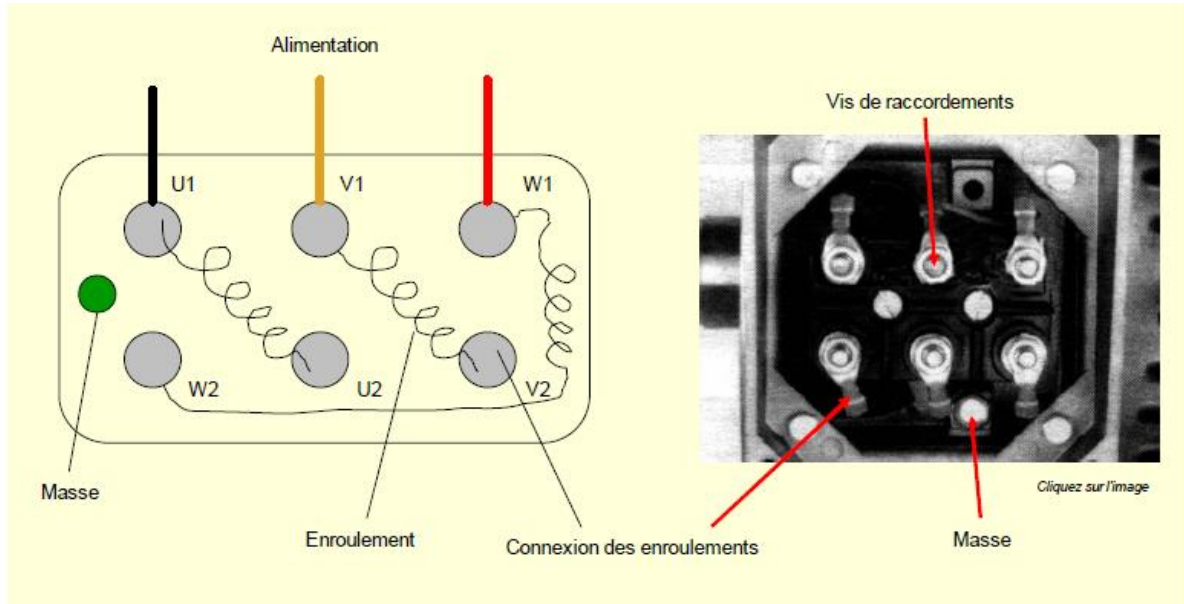


Figure II.7 : plaques à bornes d'un moteur asynchrone

II.3. Couplage :

Le couplage des enroulements statoriques permet de faire fonctionner les moteurs asynchrones sous deux tensions, il est fonction de la tension du réseau et de la tension que peuvent supporter les enroulements.

II.3.1. Méthode :

Repérer la plaque signalétique sur laquelle le constructeur a indiqué les caractéristiques du moteur, extraire les indications se reportant à la tension admissible par le moteur asynchrone ainsi que les couplages possibles.

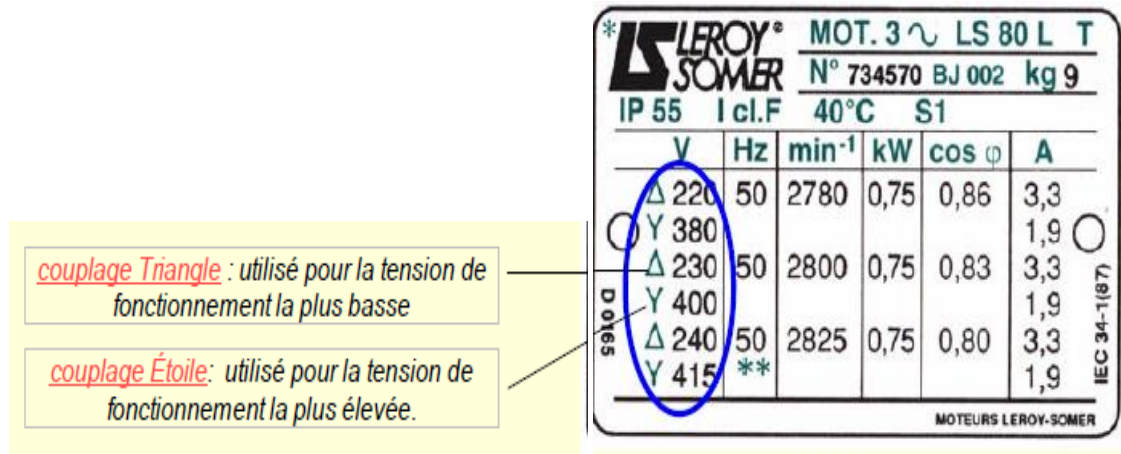


Figure .II.8 : différents modes de couplage

Pour déterminer le couplage des enroulements il faut connaitre la tension sur laquelle il sera alimenté, retrouver sur la plaque signalétique cette tension, et lire le couplage qui lui est associé.

II.3.2. Couplages :

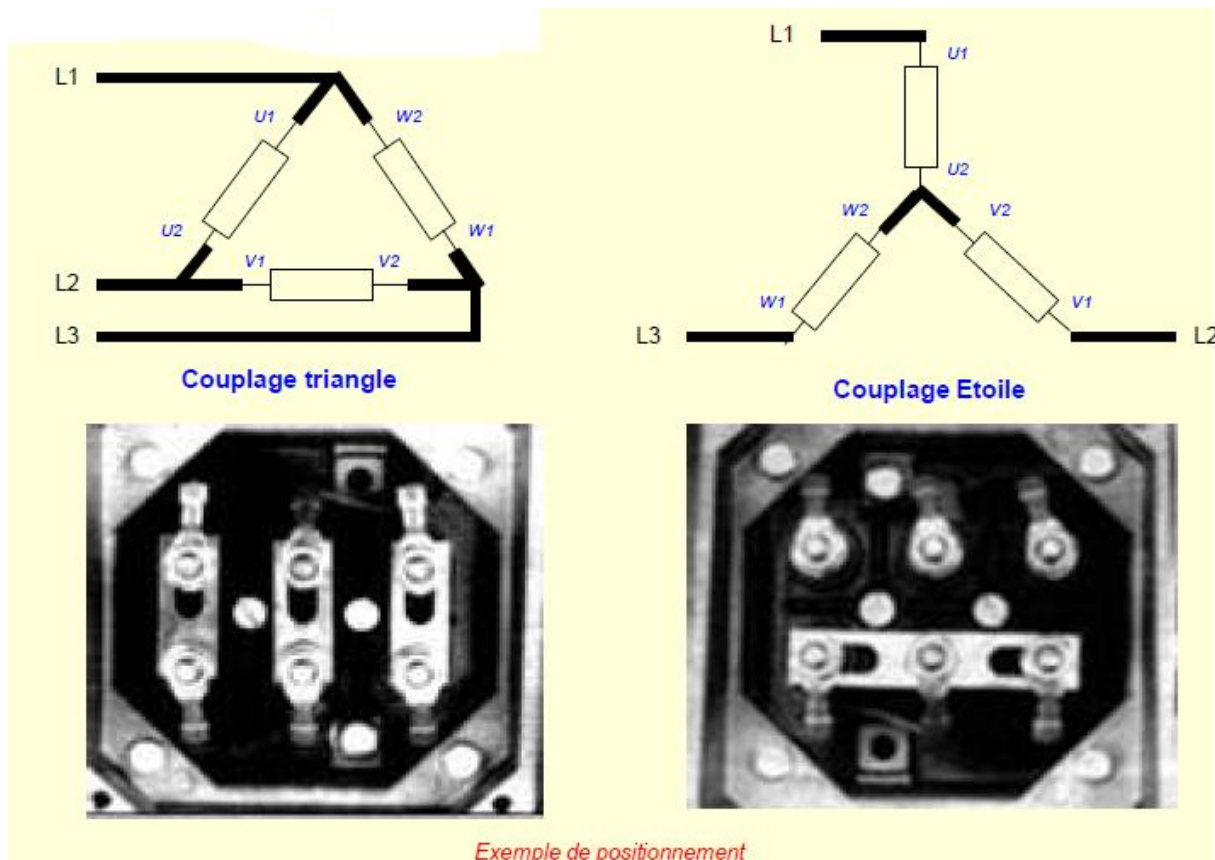


Figure .II.9. : Couplage triangle, couplage étoile

II.5. réglage de la vitesse d'un moteur asynchrone triphasé :

La vitesse de synchronisme dépend de la fréquence des courants statoriques. Pour faire varier la vitesse du moteur, il faut faire varier la fréquence des courants statoriques.

On arrive à modifier la fréquence des courants statoriques en utilisant un onduleur triphasé ou un gradateur triphasé.

Souvent, on fait varier la vitesse en maintenant le rapport (v/f) constant de manière à garder le moment du couple utile constant (v : tension aux bornes d'un enroulement du stator, f: fréquence de la tension d'alimentation). [7]

Schéma interne d'un variateur

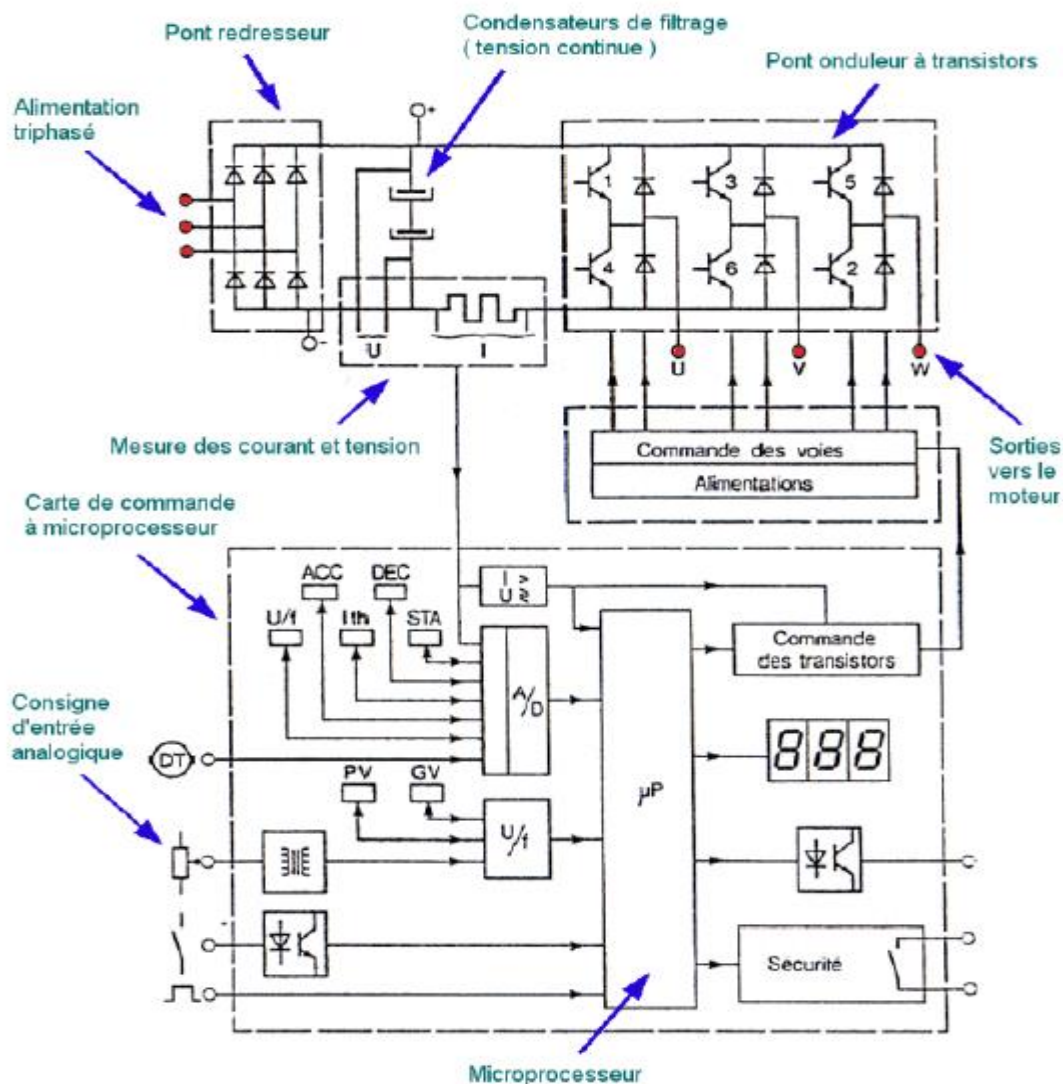


Figure II.10 : schéma électrique d'un variateur de vitesse

II.6.mesures de sécurité :

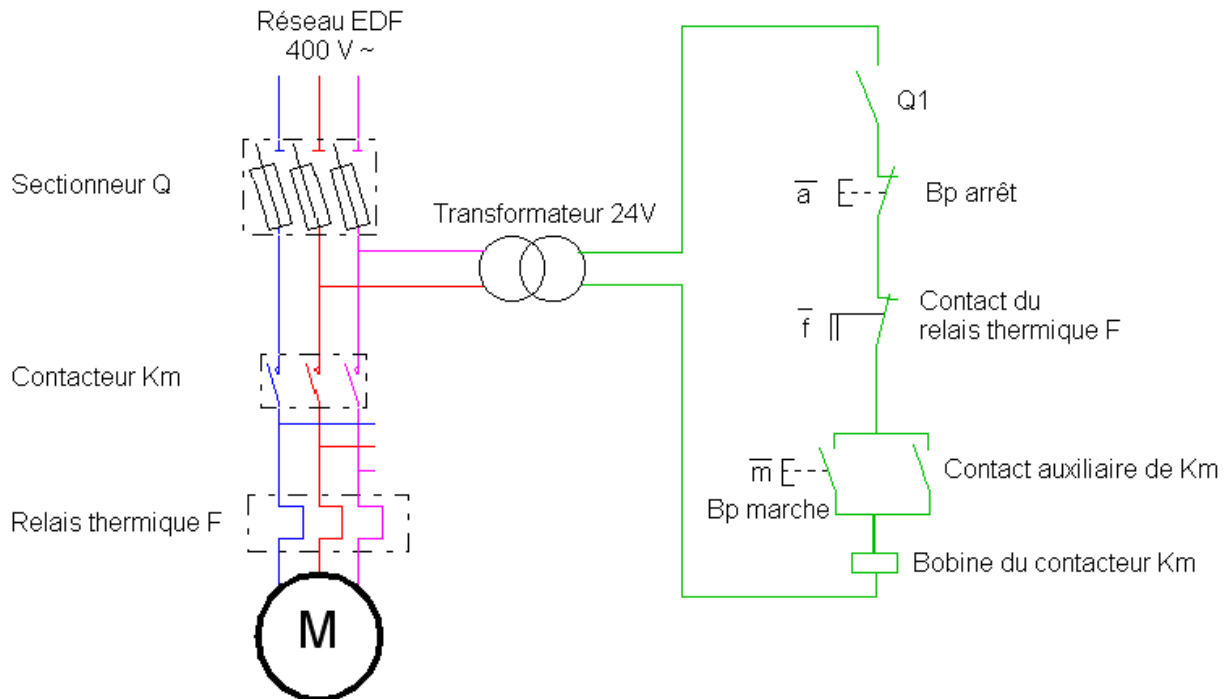


Figure II.11 : schéma expliquant les mesures de sécurité

- le sectionneur d'isolement avec fusibles permet de déconnecter le moteur du réseau pour des opérations de maintenance par exemple.il protège également le dispositif en aval contre les risques de court-circuit grâce au fusibles.



Figure II.12 : le sectionneur d'isolement

CHAPITRE II

- Le contacteur permet d'alimenter le moteur avec une commande manuelle ou automatique avec un automate programmable.



Figure.II.13 : le contacteur

- Le relais thermique protège le moteur contre les surcharges de courant, l'intensité maximale admissible est réglable, son action différentielle permet de détecter une différence de courants entre les phases en cas de coupure d'une liaison par exemple.



Figure. II.14 : le relais thermique

- Le transformateur abaisse la tension secteur a une valeur de 24V pour garantir la sécurité des utilisateurs sur la partie commande. [6]

Chapitre III :
Diagnostic du moteur
asynchrone triphasé

III.1.Introduction :

Pour faire démarrer la grande soufflerie et effectuer nos travaux de rénovation qui visait à moderniser cette soufflerie, la remise en marche du moteur présentait un grand défi à surmonter.

III.2.Description du réseau électrique :

L'installation contient plusieurs composants :

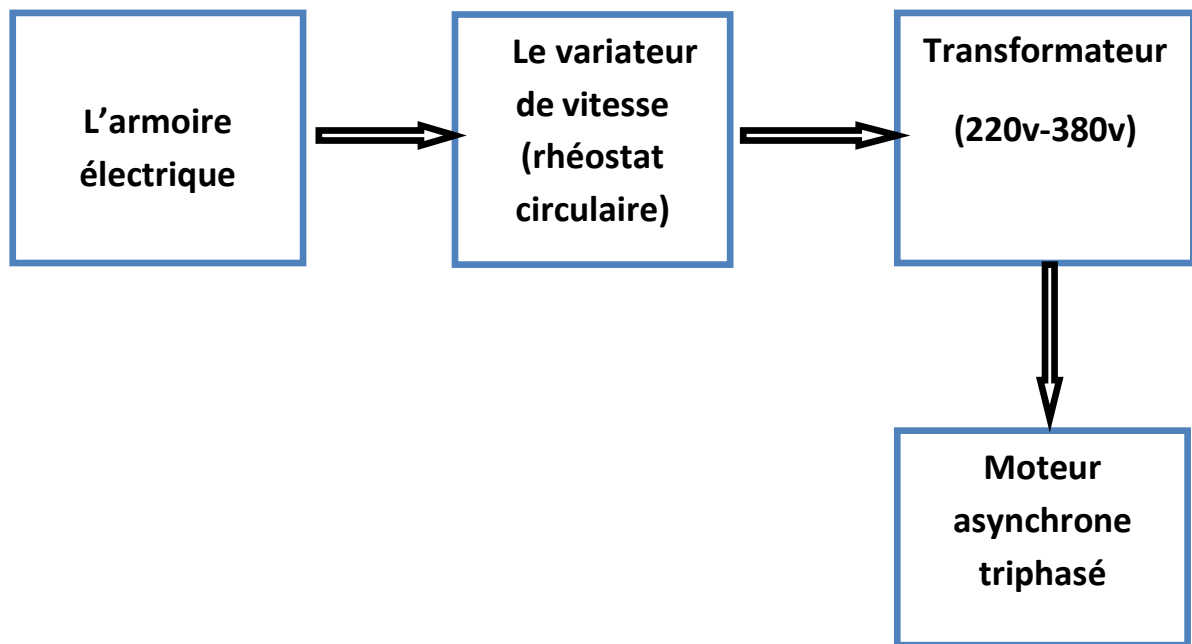


Figure. III.1: schéma de l'installation électrique de la soufflerie

III.2.1.L'armoire électrique :

Elle est composée d'un contacteur, d'une Protection thermique, des fusibles et d'un disjoncteur à bobine. Son rôle est d'assurer l'alimentation du moteur et sa protection en cas de sur-chauffage ou bien des courts-circuits.



Figure. III.2 :L'ancienne armoire électrique

III.2.2. Le variateur de vitesse (rhéostat circulaire) :

Il est composé de plusieurs résistances liées en parallèle. Il est primordial lors du démarrage du moteur, une fois le moteur atteint sa vitesse maximum de rotation, ce variateur pourra être disjoncté.



Figure.III.2: L'ancien variateur de vitesse

III.2.3. Transformateur :

Il sert à alimenter le stator en transformant la tension du réseau du 220V au 380V.



Figure.III.3: L'ancien transformateur

III.2.4. Le moteur asynchrone triphasé :

C'est un moteur asynchrone à bagues (à rotor bobiné) dont le rotor étant monté en étoile et le stator en triangle. Il transmet une puissance de 18.5 KW, entraînant un ventilateur axial.



Figure.III.4: L'ancien moteur asynchrone

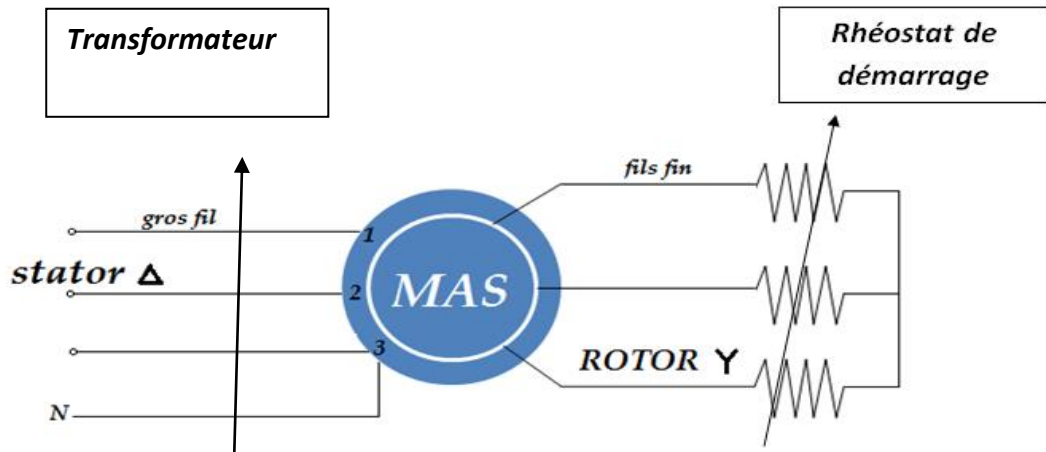


Figure.III.5: schéma du réseau

Plaque signalétique

Rotor Y (étoile)	415V	27A
Stator Δ (triangle)	220V	62.5A
Facteur de puissance	Cosφ=0.85	
Vitesse de rotation	N=1465 tr/mn	

III.3. Diagnostic du moteur asynchrone et des fils électrique :

III.3.1. Vérification de la continuité des bobinages du rotor et du stator :

Après avoir défait les fils électriques liant le moteur au réseau, nous avons constaté que six fils sortaient de la boîte à borne. Les trois gros fils pour le stator et les trois fins restants pour le rotor.

A l'aide d'un multimètre nous avons pu vérifier la continuité des bobinages rotorique et statoriques à travers les fils sortants de la boîte à borne du moteur.



Figure.III.6 : fils rotoriques et statoriques sortant de la boite à borne du moteur

III.3.2. Mode d'emplois du multimètre :

L'objectif de cette opération est de s'assurer de la continuité des bobinages (pas de coupure). En liant les deux bornes du multimètre aux extrémités des fils (deux à deux).

Si nous obtenions un signal sonore venant du multimètre cela veut dire que la continuité est bonne.

III.3.3. Résultats obtenus :

Le multimètre indique que les bobinages du stator sont en parfait état, mais à première vue un des bobinages du rotor n'indique pas la continuité, ce qui a suscité l'ouverture de la partie qui donne accès aux charbons et aux bagues par supposition de la défektivité des fils rotoriques. Une fois l'opération achevée, nous avons constaté le même résultat, sachant que les charbons étaient bons. Après cela nous avons dû vérifier la soudure qui assurait le contact de la bague avec la bobine, elle était en bonne état. Du fait il nous restait une seule possibilité que le bobinage était grillé.



Figure.III.7: l'ouverture qui donne accès aux charbons et aux bagues du moteur

A l'aide d'une torche et d'un appareil à photo nous avons pu détecter le bobinage grillé, Comme la figure l'indique ci-dessous :



Figure.III.8: Une image montrant le bobinage grillé.

III.3.4. Vérification du câblage :

L'état de l'isolant est admissible sauf aux extrémités donc nous étions obligé de les supprimer. Ainsi nous avons vérifié la continuité des fils, elle était en bon état.

III.3.5. analyse des résultats :

Partant du fait que nous avons un bobinage grillé, cela nous a un peu déstabilisé, parce que l'espace où se loge le moteur était encombré, du coup les travaux de maintenance ne pourront y aboutir.

Donc l'enlèvement du moteur sera indispensable.

III.3.6. solutions proposées :

Deux solutions ont été proposées :

- ✓ La première était de changer le bobinage défectueux mais cette dernière a été délaissée parce que notre objectif était de rénover la soufflerie et assurer sa bonne marche pour le plus longtemps possible, et comme la réparation de ce moteur sera coûteuse, longue et aussi un moteur de ce type a une durée de vie de 30 à 40 ans on a pensé à le changer carrément.

En se mettant d'accord avec nos promoteurs sur cette dernière solution nous avons lancé le processus d'achat.

III.4. démontages de l'ancienne installation :

Comme notre objectif était de rénover l'installation, nous avons jugé que c'était nécessaire de démonter l'ancienne installation et de récupérer le matériel fonctionnel.

III.4.1. démontage des différents composants du circuit :

L'installation présentait deux câbles différents d'environ 8 m de longueur, le gros fil alimentait le stator passant par le transformateur et le fil fin été lié en série avec le rhéostat de démarrage.

A priori nous avons débranché du côté du moteur et puis ensuite nous avons démonté le rhéostat et le transformateur, après cela nous avons pu isoler chaque composant de l'installation comme les figures ci dessous le montrent.

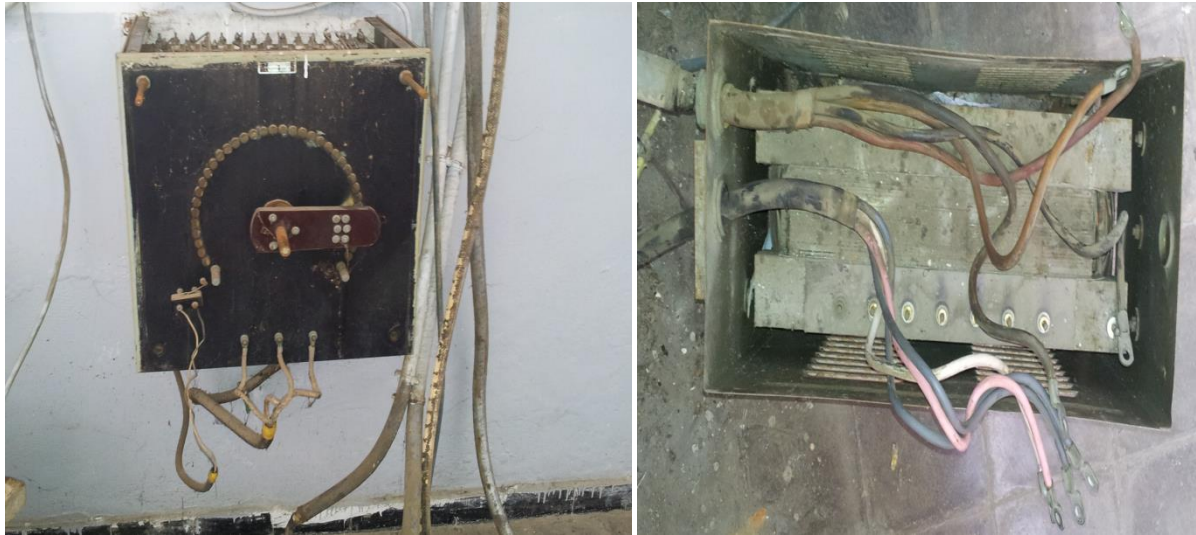


Figure.III.9 et.III.10 : Démontage des différents composants (rhéostat, transformateur)

III.4.2. test de fonctionnalité des différents composants :

Le but de cette opération été de redémarrer l'ancienne installation et voir si les différents composants sont toujours opérationnels :

- Pour tester le transformateur nous avons dû le transporter au laboratoire de l'électrotechnique, en effectuant l'opération indiquée, le bobinage du transformateur n'était pas défectueux.
- Pour le rhéostat le test s'est fait à l'aide du multimètre, le résultat été positif.
- De même pour l'armoire électrique le contacteur été fonctionnel.

III.5. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons pu déduire que la remise en marche du moteur s'est avérée un peu délicate vue les circonstances et les difficultés qui se présentaient, la plus pertinente été bien sûr la question du comment soulever la partie cylindrique ou se trouve le moteur. Sa complexité se située sur le poids et la hauteur du dispositif, ce qui a fait ouvrir une large discussion entre nous les étudiants et les enseignants responsables du projet.

Chapitre IV :
Travaux préliminaire
effectués

IV.1. Problématique :

Ayant un moteur de 300 Kg de masse placé sur assise métallique qui se trouve dans une partie cylindrique creuse suspendue à une hauteur d'1.20m, fixée elle aussi sur un support métallique au-dessus de la canalisation de la soufflerie. Cette dernière fait 1.189m de diamètre, 1.262 m de long et 4mm d'épaisseur sans oublier le ventilateur axial et la grille fixe installés en aval du moteur. Ce qui a conduit notre première estimation de la masse du dispositif d'environ 1 tonne.

Comme l'espace délimité par le cylindre était très encombrant et la seule ouverture qui donnait accès au moteur était assez petite pour faire dégager le moteur, du coup il n'y avait aucun autre moyen à notre disposition que de soulever le dispositif .cette approche a suscité un grand débat vu la hauteur et le poids du dispositif. Spécifiquement, comment réaliser cette procédure dans les conditions les plus sécurisées.



Figure.IV.1: une image montrant la position de la partie cylindrique

IV.1.1. Estimation de la masse du dispositif :

Sachant que le cylindre creux contient le moteur, le ventilateur et la grille fixe (redresseur).et par supposition que ces composants sont fabriqués en acier doux.

Nous avons comme données la masse du moteur et le ventilateur qui sont respectivement 300Kg et 50Kg.

$$M = V * \rho \dots\dots\dots(VI.1)$$

Ou :

M : la masse du dispositif.

V : le volume du dispositif.

ρ : la masse volumique de l'acier doux avec :

$$\rho_{acier} = 7850Kg / m^3 .$$

- **Calcule de la masse du cylindre creux :**

$$M = V * \rho$$

Ou :

$$V = V_2 - V_1 \dots\dots\dots(VI.2)$$

V1 : Le volume de la partie cylindrique avec un diamètre d1.

V2 : Le volume de la partie cylindrique avec un diamètre d2.

Ayant un diamètre intérieur de 1.185m et un diamètre extérieur de 1.189 et une longueur de 1.262 m.

$$V_1 = (\pi.d_1^2 / 4).L = (\pi.1.181^2 / 4).1.262 = 1.382m^3 \dots\dots\dots(VI.3)$$

$$V_2 = (\pi.d_2^2 / 4).L = (\pi.1.189^2 / 4).1.262 = 1.402m^3 \dots\dots\dots(VI.4)$$

En remplaçons les relations (VI.2) et (VI.3) dans (VI.1) on aura :

$$V = 1.402 - 1.382 = 0.02 m^3 \text{ d'où la masse du cylindre est :}$$

CHAPITRE IV

$$M = V * \rho = .02 * 7850 = 157Kg$$

En ajoutant la masse des deux couronnes soudées aux deux extrémités du cylindre que nous avons estimé à 20Kg donc nous aurons au totale une masse de 177Kg

- **Estimation de la masse de la grille fixe :**

Puisque nous n'avions pas les dimensions de ce dernier composant faute d'encombrement dans l'espace du cylindre. Nous avons estimé sa masse à un quart de la masse du cylindre, ce qui donne une masse de 20Kg, sans oublier les fixations du cylindre que nous avons évalué à 10kg. En additionnant le tous, nous aurons une masse totale $M=300+177+50+20+10=557kG$.

IV.2. Approches proposées :

L'opération de soulèvement de la partie cylindrique nécessiterait un savoir faire conséquent, et comme nous avons peu de moyens au sein de notre école, le problème a été discuté en groupe en présence de nos collègues étudiants et les enseignants promoteurs du projet, afin de trouver une solution la plus adéquate.

Les approches préconisées sont énumérées comme suit :

IV.2.1. Première approche : (la girafe)

Par le biais d'un de nos enseignants qui nous a orientés sur la présence d'une girafe au parc de l'école. Une fois que la girafe a été ramenée sur les lieux, on a constaté qu'elle était très courte et qu'elle ne pouvait pas soulever le dispositif. De ce fait, une autre alternative a été proposée, elle consistait de se servir de la girafe comme appui et de faire basculer la partie cylindrique à l'aide de madriers, mais cette solution a été rejetée parce qu'elle était très risqué.

IV.2.2. Deuxième approche: (le chariot élévateur)

Notre première réflexion était de ramener un chariot élévateur. Nous avons pensé que c'était la solution idéale à notre problème puisque il répondait à toutes les exigences de notre difficulté (la hauteur et le poids du dispositif).

Après avoir attendu pendant environ trois semaines l'arrivée du chariot élévateur. nous avons pris conscience que la réalisation de cette approche a été beaucoup plus complexe qu'on le croyait. Des contraintes d'ordre financier et logistique ainsi que d'autres considérations ont survenus sur le bon déroulement des choses, causant ainsi un retard des échéances puis l'incapacité à gérer l'approche proposée, ce qui nous a poussés à la mettre en attente.

IV.2.3. Troisième approche :(le palan)

Le principe de cette approche consiste à élever la partie cylindrique avec l'usage d'un palan, ayant confirmé la disponibilité de cet outil élévateur et le matériel nécessaire (la chaîne, les élingues) cependant, nous devrions faire face à un autre obstacle qui est :

- Où accrocher le palan pour faire monter notre dispositif ?

L'architecture de la bâtisse où se situait Notre objet d'étude (la grande soufflerie), avait une toiture qui couvrait presque tout le laboratoire. Cette toiture était suspendue grâce à des poutres qui la traversaient de part et d'autre. Tandis que la soufflerie se trouvait exactement en bas d'une poutre. la suspension du palan s'est avérée envisageable. En revanche un calcul de la résistance des matériaux qui nous donnera une idée sur le moment de flexion, et savoir si la poutre pourrait résister au poids du dispositif est primordial.

Après avoir fait appel à un de nos enseignants de l'école, Il nous a révélé que la structure était très ancienne et que nos calculs ne seront pas fiables. Le risque était très grand, on était amené à délaisser cette approche.

Après cela un de nos collègues nous a suggéré de ramener une grue à deux pieds et d'accrocher le palan au milieu. Ayant pris les mesures nécessaires pour confirmer les dimensions de la grue puis on a découvert que même si elle était suffisante en terme de hauteur et de largeur afin de faire entrer la grue de part en part, les manœuvres seront très

restreintes pour orienter la partie cylindrique, faute d'encombrement. Cette issue a été abandonnée elle aussi.

IV.2.4. Quatrième approche :(Le transpalette)

Ayant compris que l'arrivée du chariot élévateur ne sera pas possible, donc il fallait bien prendre les choses en main et travailler avec le matériel dont nous disposons. L'idée de soulever la partie cylindrique avec un transpalette nous paraissait plausible. Effectivement le magasin de l'atelier de mécanique dispose d'un transpalette équipé d'un vérin qui peut supporter une charge de 2500Kg et qui élève jusqu'à 20cm de hauteur. Par conséquent le problème du poids du dispositif est réglé, toutefois la hauteur de la partie cylindrique posait une difficulté. De ce fait il faudrait avoir la hauteur requise pour permettre au transpalette de soulever le dispositif. Partant de ces données cette approche était la mieux adaptée pour notre cas.

IV.2.5. Moyen nécessaires pour l'approche optée:

Pour la mettre au point, nous avons besoin :

- D'un transpalette pour soulever la partie cylindrique.
- De tables pour poser le transpalette au même niveau que la partie cylindrique
- Des élingues pour attacher le dispositif afin d'empêcher sa chute.
- Des cales pour poser la partie cylindrique et pour ajuster le niveau des tables en cas de besoin.
- Et d'une main d'œuvre en nombre suffisant, pour assister l'opération et veiller au bon déroulement de toutes les étapes

IV.3. Démontage de la partie cylindrique de la grande soufflerie :

Dans la présente partie, nous parlerons de l'opération du démontage de la partie cylindrique, de la soufflerie qui contient le moteur. Cette opération s'est effectuée en suivant certaines étapes que nous allons citer et expliquer l'une après l'autre.

La réalisation de ce travail a comme objectif de soulever et poser la partie cylindrique sur le nouveau support.

IV.3.1. Les étapes suivies :

➤ Première étape :

L'objectif de cette première étape était d'avoir le niveau requis qui correspondait à la hauteur de la partie cylindrique. Pour régler ce problème nous avons utilisé deux tables métalliques de dimensions identiques (1.20*2.30m) que nous avons transporté du département de génie mécanique vers le laboratoire thermique et énergétique, tout en utilisant un transpalette, en mettant les deux tables sur place, nous avons constaté par la suite qu'il nous restait encore presque 0.25 m de hauteur à ajuster afin d'obtenir le niveau voulu.



Figure.IV.4: table métallique

➤ **Deuxième étape :**

Afin d'ajuster le niveau déterminé, nous avons opté pour la mise en place des cales sous les tables métalliques, on a utilisé comme cale, un madrier disponible au niveau du département de génie mécanique, et un support métallique disponible au laboratoire. Cependant, la hauteur obtenue était supérieure à celle voulue, ce qui nous a un peu intrigués et c'était tout ce que nous pouvions faire.



Figure.IV.5: nouveau support

CHAPITRE IV

➤ Troisième étape :

Cette étape consistait à positionner le transpalette exactement au-dessus de la table et de le faire glisser suffisamment sous la partie cylindrique, de sorte que les roues avant du transpalette s'appuient sur la canalisation qui supporte le cylindre et l'autre appui sera assuré par la table, ce qui permettrait d'actionner le vérin du transpalette afin de soulever le cylindre, pour ensuite le glisser, et finir par le stabiliser sur là le nouveau support. Partant du fait que le niveau de la table était supérieur à celui de la canalisation ou se pose une partie du transpalette, cela nous a créé une légère pente qui pourrait être un énorme problème vu le poids du dispositif. Notre démarche pour ce dernier consistait à mettre une tôle épaisse, placée entre les deux niveaux, alors que, le niveau inférieur sera ajusté par des cales. Ce qui nous permettrait de réduire la pente sans l'éliminer.



Figure.IV.6:l'ajustement des deux niveaux par une tôle et des cales

Après cela nous avons prévu des barreaux qui traverseront les orifices qui se trouvent sur les contours du cylindre et qui servent comme fixation de celui-ci avec le divergent et la tuyère de la soufflerie, et qui empêcheront la chute du cylindre vers l'autre côté vue la pente et le poids du dispositif. Comme le montre la figure ci-dessous.



Figure.IV.7: une image montrant les barreaux qui empêchent la chute du cylindre vers l'autre côté.

CHAPITRE IV

Une fois que tout a été mis en place, l'opération de soulèvement du cylindre s'est faite en deux tentatives.

- Dans la première tentative, tout s'est déroulé comme prévu, tandis qu'au moment du glissement du cylindre vers la table, l'un des pieds de celui-ci s'est bloqué sur la bordure de la table. Par conséquent, on a dû le remettre à sa place mais, cette fois-ci des cales ont été mises sur le support du cylindre afin d'ajuster encore la pente par d'autres cales que nous avons placées sous la tôle.
- Dans la deuxième tentative nous avons réussi enfin à faire glisser le transpalette qui portait le cylindre jusqu'à la table et le poser après avoir mis des cales sur la table pour le stabiliser.



Figure.IV.8: cylindre contenant le moteur

IV.4. démontage de l'ancien moteur :

Une fois l'opération précédente achevée, le démontage de l'ancien moteur sera possible vu que l'intérieur de la partie cylindrique devient accessible, seulement avant de démonter le moteur il a fallu d'abord enlever le redresseur qui était fixé dans le cylindre et de désassembler le ventilateur.

IV.4.1. Description du dispositif :

Le dispositif se compose d'un cylindre creux et d'un montage qui se constitue d'un moteur, ventilateur et d'un redresseur.

IV.4.2 Le montage :



Figure.IV.9: une image montrant les différents constituants de la partie cylindrique (grille fixe-ventilateur-moteur)

Comme la figure le montre on distingue trois éléments essentiels :

- **La grille fixe (le redresseur) :** elle est composée de plusieurs aubes soudées à deux couronnes concentriques, elle est fixée en aval du ventilateur. Dans le cas, où 'il est nécessaire de réduire la perte de pression, nous pouvons utiliser un redresseur ou un conditionneur d'écoulement.
- **Le ventilateur :** c'est un ventilateur de type axial, il est monté directement sur l'arbre du moteur. Etant entraîné par ce dernier, sa rotation crée l'écoulement d'air dans la soufflerie.
- **Le moteur :** il est fixé sur une assise métallique de telle sorte que l'axe de l'arbre du moteur coïncide avec le centre de la partie cylindrique.

IV.4.3. Démontage de la grille fixe (redresseur).

Le redresseur était fixé à la partie cylindrique grâce à un système vice écrou qui s'étalait sur tout le contour du cylindre et qui est monté avec jeu dans celui-ci. Et comme c'est une ancienne installation qui date des années 70, l'équipement était vraiment rouillé donc il était difficile à le faire bouger.

En mettant de l'huile de graissage à travers le jeu qui séparait le redresseur avec le cylindre et à l'aide d'une longue barre en métal, on a pu le faire sortir progressivement en lui donnant des coups de l'intérieur en alternance, comme le montre la figure ci-dessous.



Figure.IV.10: le démontage du redresseur.

IV.4.4. Désassemblage du ventilateur axial.

Le ventilateur a été monté directement sur l'arbre du moteur. La transmission de la rotation de l'arbre vers le ventilateur était assurée par une clavette (montage clavette).

Commençant par dévisser le boulon et la rondelle qui empêcher le ventilateur de se glisser sur l'arbre, après cela nous avons entamé le démontage du ventilateur tout en ayant à l'esprit que le montage de ce dernier s'est effectué avec glissement (montage clavette), mais il s'est avéré que la rouille et la poussière gênait énormément l'opération. Par conséquent, nous avons dû lubrifier l'arbre avec de l'huile de graissage et donner des coups sur la partie intérieure du ventilateur pour l'enlever.



Figure.IV.11: la fixation du ventilateur



Figure IV.12 : démontage du ventilateur.

IV.4.5. Démontage et enlèvement du moteur

L'idéal était d'avoir la partie cylindrique posée par terre, toutefois notre approche avait comme objectif de la poser sur une table qui a une hauteur de 1.20m. Le moteur qui pesait 300Kg était fixé à l'intérieur sur un support métallique grâce à des boulons. Pour le faire descendre c'était compliqué.

Le seul moyen que nous avons à notre disposition, était la girafe mais, ça ne réglait toujours pas le problème. Ayant un moteur d'un poids de 300Kg suspendu à une telle hauteur ; Notre souci face à cette difficulté était d'empêcher le moteur de se balancer lors de son soulèvement avec la girafe vers l'autre côté.



Figure.IV.13: utilisation de l'élingue comme moyen d'accrochage

Notre approche à ce problème était l'élingue ; cette procédure avait comme principe de défaire le nœud qui était à l'extrémité de l'élingue et ensuite de faire passer le câble dans les deux crochets du moteur et finir par reconstituer le nœud qui va être utilisé comme outil d'accrochage pour la girafe. L'autre partie du câble servait comme moyen de tirage du moteur et qui était assimilé à un contre poids lors de son élévation par la girafe dans le sens opposé, bien sûr afin de s'opposer à son balancement.

En enlevant les fixations du moteur et en réalisant l'approche voulue, l'enlèvement du moteur s'est fait avec succès.



Figure.IV.14: l'enlèvement du moteur

IV.5. Conclusion :

Malgré les contraintes rencontrées, le manque de moyens et les conditions de travail très difficiles, nous avons pu atteindre notre objectif dans ce chapitre qui était l'enlèvement du moteur défectueux en passant par toutes les phases citées. Ceci nous a permis par la suite, d'effectuer les travaux de rénovation, qui se sont résumés en le montage du nouveau moteur et l'intégration du variateur de vitesse.

Chapitre V :
**Rénovation de la grande
soufflerie subsonique**

V.1. Introduction :

Dans ce chapitre, on va présenter l'ensemble des travaux de rénovation qui comportent dans un premier temps, les étapes de montage du nouveau moteur asynchrone (à cage d'écurie) dans la soufflerie, en second temps, l'intégration du variateur de vitesse (à fréquence) à l'installation, et ceci dans le but de mettre en marche le banc d'essais (la grande soufflerie subsonique).

V.2. problématique :

Afin de faciliter le montage du nouveau moteur et d'assurer le bon fonctionnement de la soufflerie, nous avons pensé à acheter un moteur équivalent à l'ancien moteur en terme de puissance et de dimension, pour nous permettre la coïncidence de l'axe de l'arbre du moteur avec le centre de la partie cylindrique, de manière à entraîner en rotation le ventilateur. Pour cela, nous avons pris les dimensions du moteur défectueux qui se présentaient en diamètre de l'arbre et la distance entre l'axe de l'arbre et sa base (entre-axe) qu'on devait communiquer au fournisseur. Et qui étaient respectivement 55mm et 226.9mm.

Après avoir reçu les fiches techniques des moteurs dont disposait le fournisseur, nous avons constaté que les dimensions voulues ne figuraient pas. Ainsi nous avons compris que les nouvelles conceptions des moteurs électriques sont plus compactes que les anciennes et de ce fait, nous avons opté pour l'achat du moteur le plus proche en termes de dimension à celui qu'on avait (dimensions inférieures à celle du moteur défectueux). Cependant deux problèmes se posaient ; le centrage de l'axe de l'arbre du moteur dans le cylindre et le diamètre de ce dernier qui devrait être semblable au diamètre de la perforation faite au centre du ventilateur. Par conséquent, une adaptation sur le moteur serait inévitable.

-Que veut dire l'adaptation qu'on doit apporter au nouveau moteur ?

À partir des données qu'on avait sur notre nouveau moteur qui avait un diamètre sur l'arbre de 48mm et un entre-axe de 145 mm, Ce qui fait une différence de diamètre de 7mm sur l'arbre et 81.9mm sur l'entre-axe Et pour passer d'un diamètre à un autre d'un arbre quelconque, une mise au point d'une bague; qui comporte deux diamètres (intérieur et extérieur) réglerait cette difficulté. Ce qui est le cas pour nous. En revanche, pour compenser la différence de hauteur sur l'entre axe, la réalisation d'un nouveau support serait la solution adéquate. Ce qui définirait l'adaptation prévue pour le moteur.

V.3. Conception et dimensionnement de l'adaptation :

Dans cette partie nous allons se focaliser sur le centrage du moteur spécifiquement l'arbre du moteur dans la partie cylindrique et le problème de bague posé sur l'arbre, une simple erreur de mesure pourrait faire échouer l'opération de montage du ventilateur puisque, ce dernier doit tourner librement dans le cylindre avec un jeu de 7mm.

V.3.1. Mesures de cotes sur le nouveau et l'ancien moteur.

Comme nos mesures doivent être précises surtout les entre axes, les cotes mesurées sur l'ancien moteur sont pas d'une grande précision parce que, nous étions contraints par les instruments et les techniques de mesure utilisés sur place et qu'il fallait transporter le moteur dans le laboratoire de métrologie ce qui n'était pas possible. Par conséquent nous les avons vérifiées par plusieurs méthodes. En revanche les diamètres sont mesurés avec précision grâce au micromètre.

- la première était de mesurer directement les entre axes sur le moteur une fois que ce dernier était posé par terre à l'aide du pieds-à-coulisse.
- La deuxième était de mesurer les entre-axes à travers la partie cylindrique puisque le moteur a déjà été centré dans le cylindre, en ayant le diamètre du cylindre et la hauteur de l'assise métallique qui supportait le moteur ce qui donne le premier entre-axe (distance entre l'axe de l'arbre du moteur et sa base) ainsi que les perçages faits sur cette assise pour les fixations donnent aussi les entre-axes (distance entre les trous faits sur les pieds du moteur sur les deux longueurs).

Comme nous avions la fiche technique du nouveau moteur, ça nous a rassuré puisque toutes les cotes devait être mesurées correctement par le fabricant lui-même et, mais en vérifiant ces cotes heureusement, il s'est avéré que quelque cotes étaient erronées surtout celle dont nous avions le plus besoin pour notre problème. De ce fait on a du transporté le moteur au laboratoire de métrologie où nous avons effectué toutes les mesures nécessaires.

CHAPITRE V



Figure V.1 : mesure des côtes du moteur dans le laboratoire de métrologie

Toutes les mesures prises sont présentées dans le tableau ci dessous :

Les différentes cotes	Ancien moteur	Nouveau moteur
Diamètre de l'arbre (mm)	55	48
Longueur de la partie utile de l'arbre (mm)	109	109
Entre-axe 1 (distance entre l'axe de l'arbre du moteur et sa base) mm	226.9	179.6
Entre-axe 2 (distance entre deux trous du moteur se trouvant dans un même pied) mm	310	238.4
Entre-axe 3 (distance entre deux trous du moteur se trouvant dans deux différents pieds) mm	355	279
Longueur *largeur*épaisseur (clavette) mm	100*16*10	100*14*10

Tableau.V.1: les différentes cotes mesurées sur les deux moteurs

Ce qui fait une différence sur l'entre-axe 1 de 47.3mm au lieu de 81.9 et 7mm de diamètre sur l'arbre et nous avons constaté que l'arbre de l'ancien moteur contient une partie de sa longueur réservée à l'entretoise ce qui ne se trouve pas dans le nouveau.

Ajoutant à cela les mesures faites sur le ventilateur :

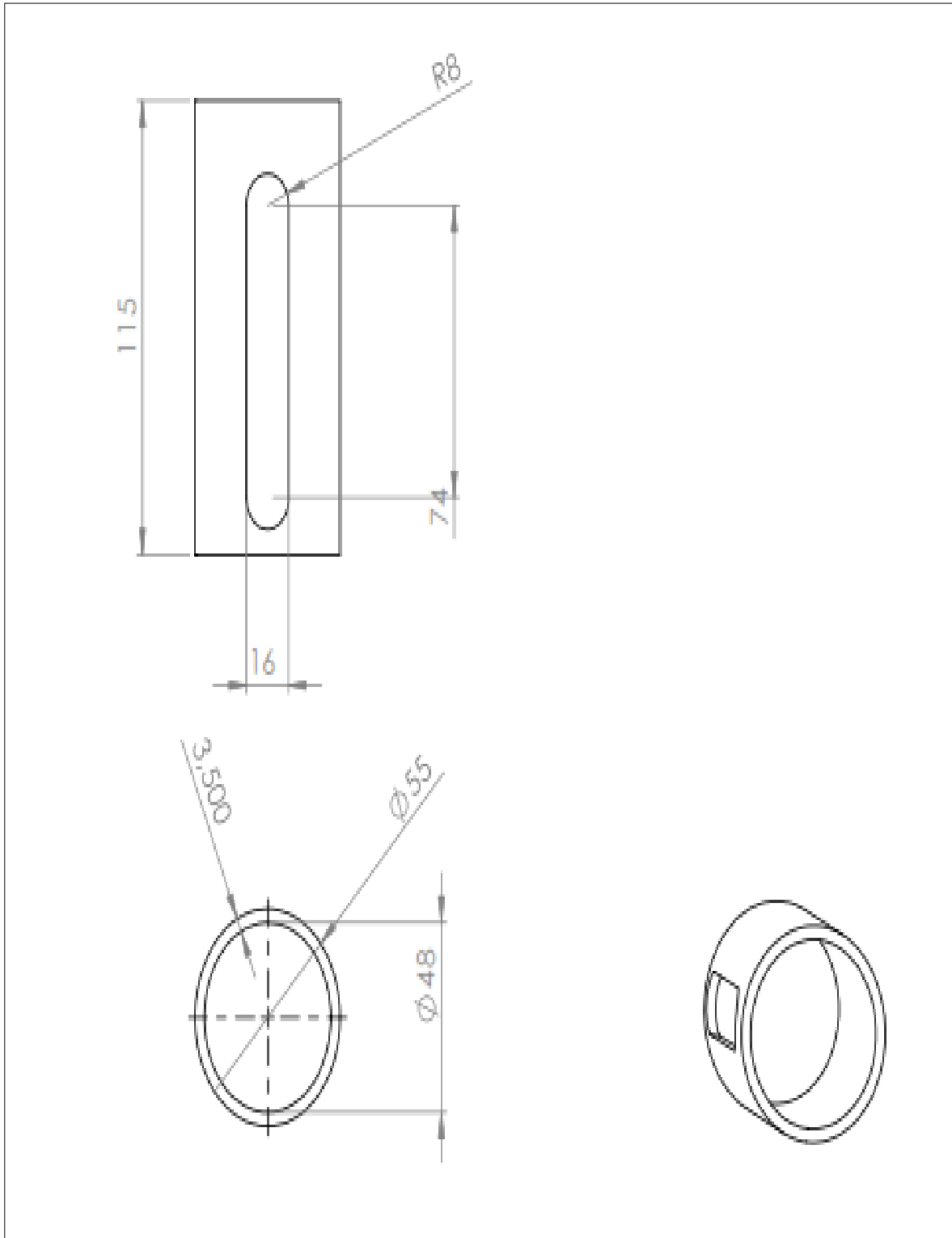
V.3.2. conception et dimensionnement de la bague :

Sachant qu'une bague doit comporter une rainure intérieure pour que la clavette du moteur entre dedans et extérieure afin que celle-ci jouerait le rôle d'une clavette pour qu'elle aussi s'imbrique dans la rainure se trouvant dans la perforation du ventilateur, tout cela bien sûr pour assurer la transmission de la rotation et comme, nous avons une différence de 7mm de diamètre sur l'arbre ce qui fait une différence de 3.5mm sur le rayon à compenser avec la bague de manière à permettre à ce dernier de s'enfoncer dans le ventilateur. Par conséquent, un grand problème se pose ; c'est impossible de réaliser une rainure intérieure et extérieure sur une épaisseur de 3.5mm.

Notre approche à ce problème était de concevoir une bague qui contient une ouverture au milieu ; la bague doit pas être ouverte aux extrémités et une clavette un peu spécial ; ça veut dire que celle-ci va démarrer de l'arbre du moteur jusqu'à s'enfoncer dans la rainure du ventilateur passant par l'ouverture se situant dans la bague cependant, la clavette du moteur fait 14mm de largeur et la rainure du ventilateur fait 16mm de largeur. De ce fait la clavette va comporter un épaulement (deux largeurs), une partie de 4mm de hauteur et de 14mm de largeur pour que celle-ci s'enfonce dans l'arbre du moteur et le reste avec une largeur de 16mm.

Ainsi que nous avons prévu de concevoir l'entretoise qui aura un diamètre supérieur à la bague de manière à permettre au ventilateur de se butter contre elle afin qu'il ne touche pas le moteur ayant une largeur de 3mm puisque la clavette du moteur commence à 4.5mm de l'arbre.

V.3.2.1. Conception de la bague et la clavette à l'aide de solid works :



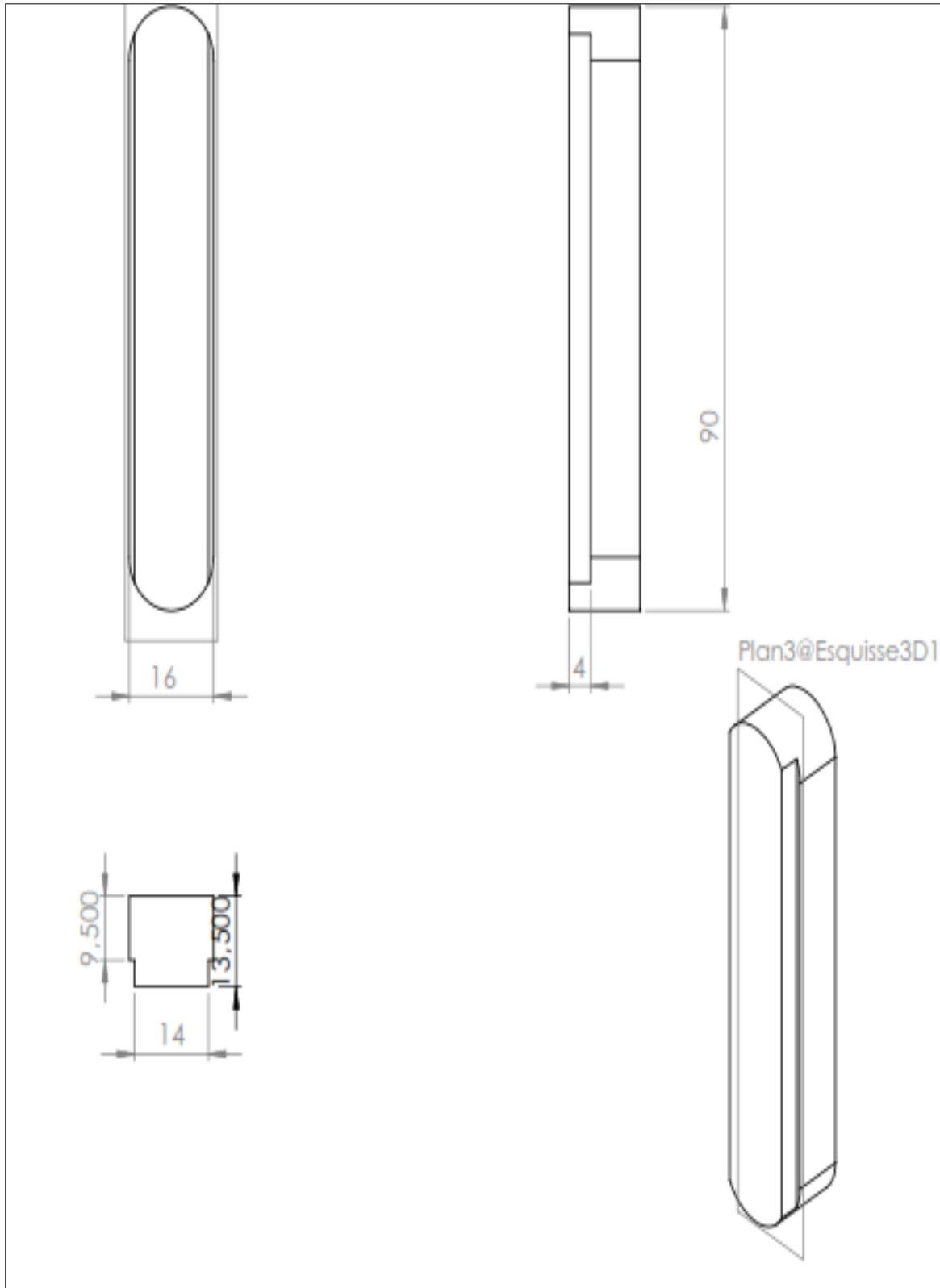


Figure.V.2 : dessin de définition de la clavette et de la bague

V.3.3. Approche proposées pour la conception du nouveau support :

✓ Première approche :

Cette approche comportait de superposer deux tôles suffisamment large en mettant quatre cales entre elle, cela ajusterait la hauteur manquante et chacune aura quatre perçages de sorte qu'ils coïncideront avec les trous se trouvant dans l'assise métallique. La tôle supérieure comportera quatre autres perçages qui serviront de fixation pour le moteur.

Cette solution a dû être délaissée faute de vibration et de sa faible rigidité

✓ Deuxième approche :

Cette approche consistait d'ajuster la hauteur manquante par deux fers plats d'épaisseur de 47.3mm, de largeur de 100mm et de longueur de 350mm, en réalisant huit perçages sur ces deux cales de sorte que quatre perçages vont coïncider avec ceux de l'ancienne assise et qui vont servir comme fixation de ces derniers sur le support et les autres quatre perçages seront taraudés et vont être utilisés pour la fixation du moteur. Ayant les entre axes respectivement aux anciens perçages et au nouveau moteur tout en centrant les entre axes du nouveaux moteur avec les trous. De cette manière notre moteur sera centré horizontalement et verticalement. Cependant les perçages correspondant aux entre axes de l'ancien moteur seront allésés de profondeur de 25mm pour faire encastré les boulons de fixation de manière que le moteur se fixe sur les cales sans que ces derniers le gênent pour cette opération.

V.3.3.1. conception et dimensionnement du support :

Sachant que la hauteur à ajuster est de 47.3mm pour que l'axe de l'arbre du nouveau moteur coïncide avec le centre de la partie cylindrique, notre support doit centrer le moteur verticalement et horizontalement.

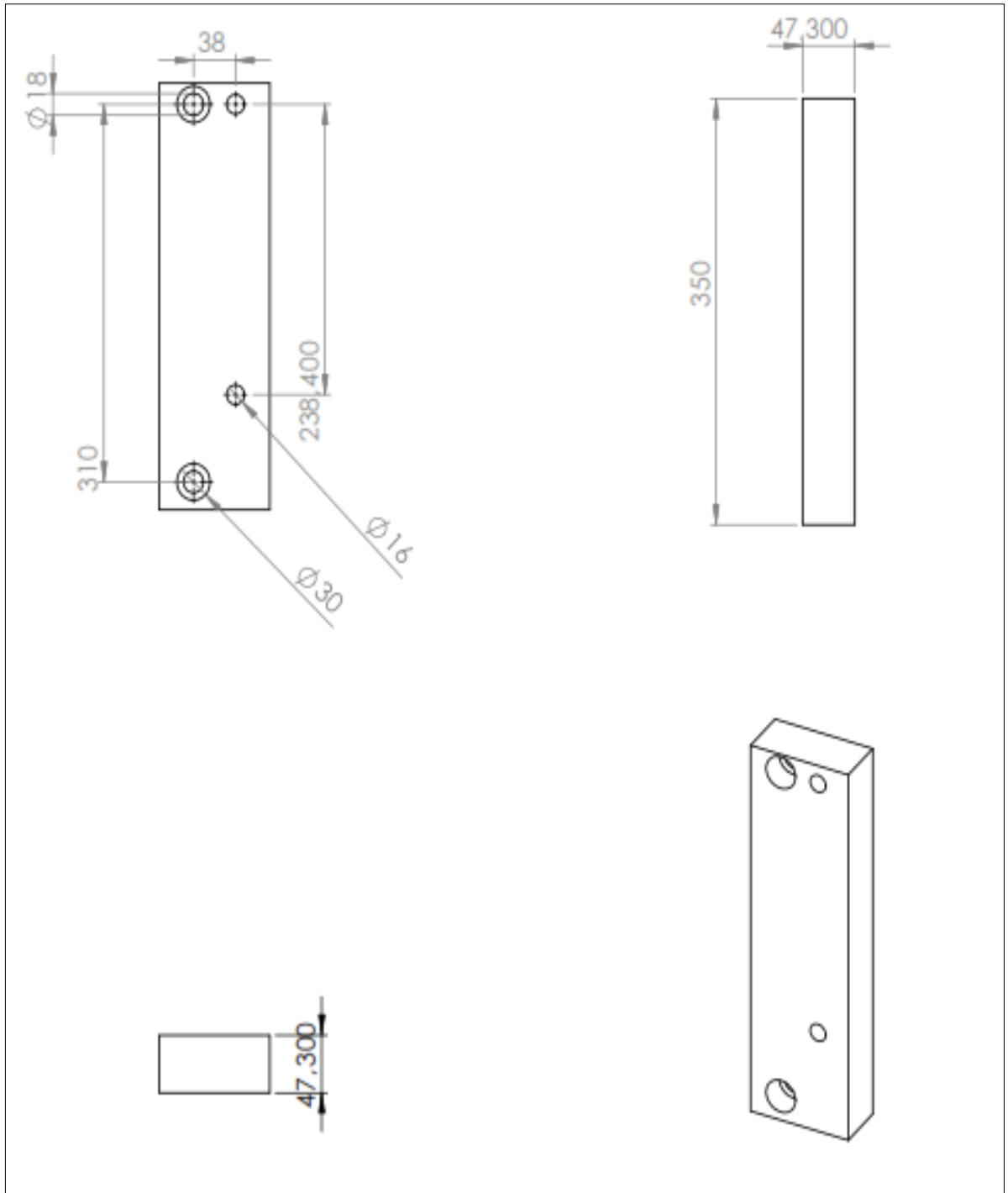


Figure.V.3 : dessin de définition du nouveau support

V.4. réalisation de l'adaptation :

Comme l'assemblage devait avoir une précision importante, on a préféré sous traité le travail d'usinage avec un atelier privé spécialisé garantissant le produit commandé.

Ayant apporté tous les dessins de définition des pièces à réaliser, aider et assister toutes les opérations sur place. Après une semaine de travail nous avons finis par usiner toutes les pièces. Elles sont présentées dans les figures ci-dessous :



Figure V. 4: la bague



Figure V.5 : La clavette



Figure V.6 : les cales

V.4.1 Erreurs commises :

V.4.1.1. Erreur commise sur la bague :

Ayant usiné la bague à une longueur de 115 mm et sachant que la longueur de la perforation présente sur le ventilateur était de 114 mm. Par conséquent, lors du montage de ce dernier dans l'arbre qui contient la bague, nous aurions 1mm de plus qui sortirait de l'autre côté. Ainsi, la rondelle qui permettrait la fixation du ventilateur va se butter contre la bague alors qu'elle devait être sur le ventilateur. Pour cela nous avons usiné une autre bague récupérée de l'ancienne entretoise, celle-ci avait un diamètre supérieur à la bague et avait 4 mm de largeur et que nous allions placés juste avant la rondelle de sorte que la petite bague se butte contre le ventilateur et la rondelle contre cette dernière. Comme ça le ventilateur ne risquerait plus de se glisser sur l'arbre.

V.4.1.2. Erreur commise sur le support

Comme nous avons usiné les cales à une longueur de 350mm puisque, au début nous avons pensé que ça va être suffisant pour le grand entre-axe (310mm) mais, pendant la réalisation des perçages, nous avons voulu que les extrémités des cales et les pieds du moteur se placeraient à fleur avec l'assise métallique pour cela, les deux premiers perçages ont été fait à 31mm de la limite du fers plats ce qui ferait que les deux autres perçages seront a

341mm ainsi, cela serait pas possible vu que le grand perçage aurait 18mm de diamètre. Pour cela on a dû modifier l'entre axe à 270mm (les perçages aussi). Ce qui engendrait aussi d'autres perçages que nous devons effectuer sur l'assise métallique.

V.5. Montage du nouveau moteur et l'intégration du variateur de vitesse :

Une fois, que nous avons élaboré l'adaptation prévue pour le moteur. Le montage de ce dernier pourrait se faire mais avant cela, nous effectuerons des tests sur le nouveau moteur et le variateur de vitesse.

V.5.1. essais à vide sur le moteur :

Avant l'opération de montage du moteur, nous avons jugé que c'était nécessaire d'effectuer des essais à vide sur le moteur en intégrant le nouveau variateur de vitesse (a fréquence) au réseau, afin d'évaluer la fonctionnalité de ces récents éléments.

Ayant rétablie l'alimentation en électricité au réseau et ayant récupéré les anciens câbles utilisés dans l'ancienne installation, de ce fait il nous restait qu'à brancher le variateur et le moteur au réseau.

V.5.1.1. Description de l'installation réalisée :

Notre installation comportait :

- **L'ancienne armoire électrique** : puisque le câble d'alimentation se dérivait de cette armoire, nous avons opté de garder cette configuration.
- **Le nouveau variateur de vitesse** : Les variateurs de vitesse sont constitués principalement d'un convertisseur statique et d'une électronique de commande. Les variateurs récents contiennent aussi un étage de correction du facteur de puissance afin de respecter les normes d'électromagnétique. En général, le convertisseur statique est un hacheur ou un onduleur. L'électronique de commande réalise la régulation et l'asservissement de la machine à travers le convertisseur statique de sorte que l'utilisateur puisse commander directement une vitesse. Étant lié en série avec l'armoire électrique, il sert à varier la vitesse de rotation du moteur en agissant sur la fréquence du réseau à partir d'une télécommande se trouvant à l'extérieur de son armoire.
- **Le nouveau moteur asynchrone** : c'est un moteur a cage d'écureuil ; le stator est court-circuité avec le rotor. Dans ce cas de figure, le stator serait seulement alimenté,

CHAPITRE V

contrairement à l'ancien moteur, étant donné que le réseau est alimenté par du 380V et comme s'est indiqué sur la plaque signalétique du moteur que le stator se monte en triangle ainsi que sa tension d'alimentation est de 410V et sachant que la tension d'une phase du réseau est 220V, ce qui nous donnerait une tension de 410V d'une phase sur le moteur (montage triangle : $phase = \sqrt{3} \cdot 230 = 410V$). Il est monté en série avec le variateur.

Ayant effectué les essais, nous avons constaté que le moteur tourne bien et à différentes fréquences.

V.5.2. Installation du nouveau support (cales) :

Après avoir percé et alésé les perçages que nous avons effectués sur l'assise métallique à l'aide de l'alésoir et la perceuse, nous avons fixé les fers sur cette dernière avec usage de boulons à laine (pour faciliter les serrages des boulons puisque une clé ordinaire n'aurait pas accès à l'alésage). Ajoutant à cela des rondelles freins ainsi de l'acolyte que nous avons mis aux filets des boulons pour empêcher qu'ils se desserrent pendant les vibrations créées par la rotation du moteur. (Voire Figure V.7 : Fixation des fers plats avec usage de boulons à laine.)



Figure V.7: Fixation des fers plats avec usage des Vis CHC m18.

V.5.3. Montage du moteur sur le nouveau support :

Après avoir positionné la girafe exactement en face de la partie cylindrique et ayant accroché le moteur à celle-ci à l'aide de l'élingue, nous avons pu soulever le moteur et le poser sur les fers plats. Puis nous avons orienté le moteur de manière que les trous se trouvant

sur les pieds du moteur coïncident avec les perçages faits sur les cales et à l'aide des boulons nous avons fixé le moteur sur ces derniers. Cependant nous étions obligés de desserrer les cales fixés précédemment parce qu'un des boulons qui servait de fixation du moteur n'entrait pas précisément dans son trou, après un ajustement des cales nous avons fini par fixer tous l'ensemble. (Voire Figure VII. 8: Fixation du moteur).



Figure V.8 : Fixation du moteur

V.5.4. Montage de la bague et du ventilateur :

Comme la vérification du centrage de l'arbre du moteur ne peut se faire qu'une fois que le ventilateur est en place (monté sur l'arbre du moteur), du coup nous avons compris que c'était le moment décisif de s'assurer de l'exactitude de notre adaptation.

Après avoir enlever la clavette se trouvant sur l'arbre du moteur du moteur, nous avons fait glisser l'entretoise et la bague sur l'arbre puis nous avons monté la nouvelle clavette.



Figure V.9 : Montage de la bague et l'entretoise sur l'arbre du moteur

CHAPITRE V

Ayant placé le ventilateur sur l'extrémité de l'arbre, nous avons constaté après avoir fait passer une cale de 7mm dans le jeu (le jeu entre le ventilateur et le cylindre) que le ventilateur était bien centré, ce qui a confirmé la précision de nos mesures. Après cela nous avons enfoncé le ventilateur avec des coups de maillet dans l'arbre comportant la bague. Bien que nous avons expliqué que nous aurions un problème de longueur de la bague une fois que le ventilateur se monte sur l'arbre cité précédemment (dans VII.4.1.1. Erreur commise sur la bague), ayant placé la petite bague, la rondelle et le boulon de fixation, nous avons finis par fixé le ventilateur.



Figure V.10 : mise au point d'une petite bague pour compenser la longueur de plus sur la bague.



Figure V.11 : Fixation du ventilateur

V.5.5. Montage du redresseur :

Ayant pris un repaire sur le redresseur et la partie cylindrique pour faciliter le montage, ce dernier c'est fait avec succès après avoir donné des coups de marteau sur le redresseur



Figure V.12 : Montage du redresseur.

Après cela, nous avons effectué d'autres tests en mettant en marche le moteur, qui indiquaient que tout était bien, de ce fait il nous restait qu'à remettre la partie cylindrique à sa place.

V.6. montage de la partie cylindrique :

Comme nous avons déjà effectué le démontage de la partie cylindrique, cela nous a fait acquérir une certaine expérience afin de remettre en place le cylindre

Ayant mis en place un pont qui va de la table jusqu'à la canalisation (même niveau que la table) de la soufflerie qui est constitué de tôles et des cales, ayant placé le transpalette sous le cylindre et après plusieurs manœuvre qui avaient comme objectif d'orienter le cylindre exactement de manière qu'il se pose sur son support. Nous avons fait glisser le transpalette à travers le pont.



Figure V.13 : Mise en place d'un pont

Toutefois la longueur du pont n'était pas suffisante pour permettre au transpalette d'avancer suffisamment afin d'installer le cylindre sur son support, donc nous l'avons posé à mi-chemin après avoir mis des cales dans le but de dégager le transpalette et utiliser une table du support que nous allons placer sur l'autre côté. Une fois que la table était installée à l'aide du transpalette, nous avons pu remettre le cylindre sur son support.



Figure V.14 : Mise en place du cylindre

V.7. Mise au point d'un support mobile pour le variateur de vitesse

Ayant repéré une table roulante au sein de notre département, nous avons opté à la modifier pour faire d'elle le nouveau support. Après avoir pris les mesures du variateur, nous avons ajouté des extensions (des cornières) que nous avons soudé à la table.



Figure V.15 : Le nouveau support du variateur de vitesse.

V.7. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons pu atteindre notre principal objectif qui était la mise en marche du banc d'essais (la grande soufflerie subsonique) en passant par toutes phases citées. En revanche, elle n'est toujours pas opérationnelle faute d'absence d'instruments de mesures.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale :

Notre objectif principal était de rénover la grande soufflerie subsonique se trouvant au sein de l'école nationale polytechnique, ainsi que l'intégration d'un variateur de vitesse automatique et d'un système d'acquisition de données automatique. Cependant, après avoir effectué un diagnostic de tout le système, il s'est avéré que le moteur asynchrone de la soufflerie était défectueux. De ce fait nous étions amenés à le démonter, ce qui n'a pas été aisé vu la complexité de cette opération, se manifestant dans le soulèvement de la partie cylindrique contenant le moteur en panne qui était suspendue à une hauteur 1.20m et qui pesait environ 500KG, le manque de moyens et les techniques utilisées, causant ainsi un retard dans échéances fixées, à ce moment-là, notre objectif s'est réduit à remettre en marche la soufflerie. Le changement du moteur s'est accompli après l'élaboration d'une adaptation apporter au nouveau moteur (conception et réalisation d'une bague, une clavette et d'un support) primordial pour la résolution du problème de centrage de l'arbre de ce dernier dans le cylindre, puisque le moteur enlevé ne figurait plus sur le marché (ancienne technologie). Ajoutant à cela l'intégration d'un variateur de vitesse au réseau d'installation, ce qui nous a permis par la suite de faire démarrer le banc d'essais et d'effectuer certains tests dont le but était de vérifier la fiabilité de notre travail et la fonctionnalité des éléments intégrés.

Les principaux résultats que nous avons constatés sont :

- Pendant le montage du moteur et du ventilateur, nous avons pu nous assurer de l'exactitude de l'adaptation (bague et support) puisque ce dernier tourne librement dans le cylindre.
- Absence de vibrations qui peuvent endommager le dispositif pendant le fonctionnement du moteur (en charge) en vitesse maximale, matérialisé à travers l'absence d'un bruit consistant.
- L'intégration du variateur de vitesse s'est réalisée avec succès permettant d'assurer un changement de vitesse en agissant sur la fréquence.

À partir de ces résultats, nous déduisons que la mise en marche de la soufflerie peut se faire en toute sécurité, cependant cette dernière demeure toujours non opérationnelle sans une instrumentation de mesure de la vitesse et de la pression.

Nous préconisons aussi que ce travail doit être poursuivi par une intégration d'un système d'acquisition des données qui se feront automatiquement à l'aide d'une carte

CONCLUSION GÉNÉRALE

d'acquisition et des capteurs qui seront interfacés à un ordinateur. ce qui permettrait de moderniser encore plus l'utilisation de ce dispositif de manière à avoir des résultats plus précis consentant d'améliorer toutes les études qui vont se faire sur ce banc d'essais.

Références bibliographiques :

[1] wikipedia

[4]; Leroy Somer

to the 2 –D separated wake modeling problem and

its use to predict CL max of

[5] Y. Morel

[6]: Académie Caen sciences de l'ingénieur en S

[7]:Y. Morel, Académie Caen sciences de l'ingénieur en S