

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI de TIZI-OUZOU



Faculté du Génie de la Construction
Département de Génie Mécanique



Mémoire de Fin d'Etudes

**En vue de l'obtention du diplôme de Master académique en Génie
Mécanique**

Spécialité : Construction Mécanique

Thème

**ETUDE ET CONCEPTION D'UN MOTEUR
ELECTRIQUE A BRIDE B5**

Dirigé par:

Mr. SLIMANI M
Mr. BENACER M

Réalisé par :

AIT RAHMANE Yasmina
GHERSI Tassadit

Promotion 2018/2019

Remerciements

Nous remercions et nous rendons grâce tout d'abord à "DIEU" de nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme la réalisation de notre mémoire de fin d'étude

Nous remercions vivement le président et les membres de jury pour nous avoir honorés et acceptés d'examiner notre mémoire.

Comme nous tenons à adresser toutes autres reconnaissances et notre gratitude à :

**Mr. SLIMANI Mohand notre promoteur, de nous avoir encadré, suivi et orienté tout au long de notre travail.*

**Mr. BEN NASER Mohand notre Co-promoteur pour son aide, sa tolérance et ses conseils au cours de notre projet.*

**Mr. LARBI Arezki pour son aide et ses conseils tout au long de notre projet. Ainsi que tout le personnel de l'Electro-Industrie.*

DEDICACES ZAZIE

*Pour que ma réussite soit complète je la
partage avec toutes les personnes que j'aime
et qui m'aiment*

*Je dédie ce modeste travail à mes chers
parents pour leur amour et leurs soutiens*

À ma chère sœur ainsi qu'à mes frères.

À tout mes amis (es)

À mon amie et collègue de travail jasmine.

À tout mes camarades de la promotion TM

DEDICACES JASMINE

Pour que ma réussite soit complète je la partage avec toutes les personnes que j'aime et qui m'aiment

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents pour leur amour, à mon fiancé riad pour son soutien, à mes frères, sœurs et leurs maris.

À tout mes amis (es)

À mon amie et collègue de travail Lazie

À tout mes camarades de la promotion TM

SOMMAIRE

Introduction Générale	1
 Chapitre I : Présentation de l'entreprise	
I 1.Historique	2
I 1.1 Entrée en production	3
I 2.Objectifs.....	3
I 3.Organisation générale	3
I 4.Organigramme service de maintenance au sein d'EI	4
I 5.Direction Générale.....	5
I 6.Les unités	5
I 6.1 Unité fabrication des moteurs électrique et prestations techniques	5
I 6.2 Unité fabrication des transformateurs de distribution MT/BT (UTR).....	6
I 7.Description et organisation des ateliers par fonction principale	7
I 7.1 Atelier de découpage, encochage, emboutissage	7
I 7.2 Atelier d'emballage	8
I 7.2.1 Emballage du paquet statoriques	8
I 7.2.2 Emballage du paquet rotorique	8
I 7.3 Atelier de moulage sous pression.....	9
I 7.4 Atelier d'usinage	9
I 7.4.1 Usinage de l'arbre.....	10
I 7.4.2 Usinage du rotor	10
I 7.4.3 Usinage de la carcasse	10
I 7.5 Atelier de bobinage	11
I 7.5.1 Section de préparation des bobines	11

I 7.5.2	Section de préparation des éléments d'isolation	11
I 7.5.3	Section de bobinage.....	12
I 8.	Gamme de fabrication	13
I 9.	Caractéristique Générale.....	14
I 9.1	Economie d'énergie.....	15
I 10.	Option sur les moteurs.....	15
I 10.1	Option mécanique	15
I 10.2	Option électrique	16
I 11.	Norme de construction	16

Chapitre II : Les moteurs électriques

II.1	.Introduction	17
II.2	.But du projet.....	18
II.3	.Problématique.....	18
II.4	.Cahier de charge.....	18
II.5	.Historique :	19
II.6	.Présentation des moteurs électriques	21
II.6.1	.définition des moteurs électriques	21
II.7	.Schémas Energétique	21
II.8	.Principe de fonctionnement.....	22
II.9	.Composition d'un moteur électrique	23
II.9.1	.Les principaux éléments d'un moteur électrique	23
II.9.a	. La carcasse	24
II.9.b	. L'Arbre	25
II.9.c	. Le stator.....	26
II.9.d	. Le rotor.....	27

II.9.e. L'enroulement.....	28
II.9.f. La bride (flasque)	29
II.10.Les différents types de moteurs.....	29
II.10.a. Les moteurs a courant alternatif.....	29
II .10.b. Les moteurs a courant continu	30
II .11. Domaines d'application des moteurs électriques.....	31
II.12.Avantages et inconvénients des moteurs électriques :.....	31
Conclusion	32

Chapitre III : Etude et conception avec SolidWorks

III 1Introduction.....	33
III 2Cahier des charges fonctionnel	33
III 2.1 Analyse fonctionnelle	33
III 3Fiche technique du moteur 186-4	34
III 4PARTIE A : Etude des contraintes (cisaillement, flexion et torsion).....	36
III 4.1 Contrainte de cisaillement pour les vis de la bride et les clavettes.....	36
III 4.1.1Calcul du cisaillement pour les vis	36
III 4.1.1.1 Verification de la contrainte.....	36
III 4.1.2Contrainte de cisaillement pour les clavettes.....	38
III 4.2 Contrainte de flexion appliquée sur l'arbre :	41
III 4.3 Calcul de la torsion	44
III 5PARTIE B : Conception avec solidworks	46
III 5.1 Les pièces réalisées avec solidworks	46
III 5.2 Le Paquet statorique.....	46
III 5.3 Le Paquet rotorique.....	46
III 5.4 L'Arbre.....	47

III 5.5	La Carcasse	47
III 5.5.1	La Bride.....	48
III 5.6	Résultats de l'étude	49
III 5.6.1	La bride	49
III 5.6.2	L'arbre	51
III 5.6	Ajustements utilisé dans la conception SolidWorks	54
III.7	Conclusion	56
Conclusion Générale	57

LISTE DES FIGURES

Figure I.1: L'électro-industrie AZAZGA.....	2
Figure I.2 : Organigramme de maintenance a E-I	4
Figure I.3 : Organigramme de l'entreprise l'électro-industriel AZAZGA	5
Figure I.4 : Moteur électrique	6
Figure I.5 : Transformateur électro-industrie	7
Figure I.6 : Empaquetage des tôles rotoriques.....	9
Figure I.7 : Atelier de bobinage	13
Figure II.8 : Les moteurs électriques	17
Figure II.9 : Le schéma de la roue de barlow	19
Figure II.10 : Moteur électrique à bride.....	21
Figure II.11 : Schéma Energétique	22
Figure II.12 : Principe de fonctionnement d'un moteur électrique	23
Figure II.13 : Les différents composants d'un moteur électrique.....	24
Figure II.14 : Carcasse d'un moteur électrique.....	25
Figure II.15 : Arbre d'un moteur électrique	26
Figure II.16 : Stator d'un moteur électrique	27
Figure II.17 : Rotor d'un moteur électrique.....	28
Figure II.18 : Enroulement d'un moteur électrique	28
Figure II.19 : Bride d'un moteur électrique	29
Figure II.20 : Les différents types de moteurs électriques.....	30
Figure III.21 : Cahier de charge fonctionnel d'un moteur électrique	33
Figure III.22 : Schéma des forces appliquées sur l'arbre	41
Figure III.23 : Le Stator	46
Figure III.24 : Le Rotor.....	47
Figure III.25 : L'Arbre.....	47
Figure III.26 : La Carcasse.....	48
Figure III.27 : La Bride	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Représente un moteur triphasé à une seule vitesse.....	14
Tableau I.2 : Représente un moteur triphasé à deux vitesses	14
Tableau I.3 : Représente un moteur monophasé à condensateur	14
Tableau II.4 : Cahier de charge d'un moteur électrique	18
Tableau II.5 : Avantage et inconvénients d'un moteur électrique.....	31
Tableau III.6 : Fiche technique du moteur électrique 22kw	34
Tableau III.7 : Les propriétés de la bride	49
Tableau III.8 : bride -SimulationXpress etude –Contraintes	49
Tableau III.9 : Bride -SimulationXpress étude-Déplacements.....	50
Tableau III.10 : Bride -SimulationXpress étude-Déplacements-Déformation	50
Tableau III.11 :Les propriétés de l'arbre	51
Tableau III.12 : Les déplacements appliqués sur l'arbre.....	51
Tableau III.13 : Les charges appliquées sur l'arbre	52
Tableau III.14 : Arbre-SimulationXpress étude-Contraintes.....	52
Tableau III.15 : Arbre-SimulationXpress étude-Déplacements	53
Tableau III.16 : Arbre-SimulationXpress étude-Déplacements-Déformation.....	53
Tableau III.17 : Ajustements des alésages.....	54
Tableau III.18 : Ajustements des arbres	55

SYMBOLES ET ABREVIATIONS

SYMBOLES :

τ : Contrainte de cisaillement

σ_e = La limite d'élasticité du matériau utilisé

Reg= La résistance élastique

s = Coefficient de sécurité

P_{ds} = Le poids du moteur

g = La gravité

Q = La force du rotor appliquée sur l'arbre

F_v = La force du ventilateur appliquée sur l'arbre

R_A : La réaction de l'arbre au point A

R_B : La réaction au point B

P_N : Puissance maximale

N_N : Vitesse de rotation

U_N : Tension d'alimentation

F : Fréquence

I_N : Courant absorbé

η : Rendement

Cos φ : Facteur de puissance

T_{amb} : Température ambiante

KVA: Kilo Volt Amper

KW: Puissance

L: La longueur entre les roulements

d : Diamètre des vis de la bride

ABREVIATION:

ENEL: Entreprise national des industries électrotechnique

EI : Electro-Industrie

SI : Service

ISO : Nom de l'organisation international de normalisation

SPA : société par action

DIN : Un organisme de normalisation et de standardisation allemand

IP54 et IP55 : Degrés de protection

IE1 : Rendement standard

IE2 : Haut rendement

IE3 : Rendement premium

B5 : Forme de construction

CAO : Conception assistée par ordinateur

DAO : Dessin assisté par ordinateur

INTRODUCTION GENERALE

Les moteurs électriques sont de nos jours, à l'exception des dispositifs d'éclairage, les récepteurs les plus nombreux dans l'industrie et les installations tertiaires.

Leur fonction, de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique, leur donne une importance économique toute particulière qui fait qu'aucun concepteur d'installation ou de machine, aucun installateur et aucun exploitant ne peut les ignorer. Parmi tous les types de moteurs qui existe on trouve les moteurs asynchrones triphasés notamment les moteurs à bride à trous lisse qui sont les plus utilisés dans l'industrie et au-delà d'une certaine puissance dans les applications bâtiment tertiaire. De plus, bien que leur commande par des équipements à contacteurs soit parfaitement adaptée pour un grand nombre d'application, l'emploi de matériels électroniques en constante progressions élargit leurs champs d'application.

Ils sont aujourd'hui présents dans toutes les branches de l'industrie et des transports. Ces moteurs consomment environ la moitié de l'énergie électrique générée dans le monde. La puissance des moteurs électriques peut aller de quelques fractions de Watts à quelques centaines de Mégawatts.

Nos bases théoriques de connaissance acquise au cours des années précédente nous ont permis de mieux comprendre la problématique représentée par le pilotage et la protection des moteurs électriques (moteurs asynchrone) et ainsi d'effectuer un stage pratique au sein de l'entreprise national des industries de l'électrotechnique d'AZAZGA qui est spécialisée dans la fabrication et la commercialisation des transformateurs de distribution et des moteur électriques.

Notre travail porte sur l'étude et la conception d'un moteur électrique à bride. La première partie, consiste à étudier et calculer la résistance de quelques organes de ce moteur. La deuxième partie présente la conception par le logiciel SolidWorks toutes les parties du moteur à bride B5.

Pour mieux présenter notre travail, nous avons scindé notre travail en trois chapitres :

- Le premier chapitre présente l'entreprise et ses différentes unités.
- Le deuxième chapitre présente un aperçu général sur les moteurs.
- Le troisième chapitre présente les calculs et la conception sur le logiciel SolidWorks de notre sujet.

I 1. Historique

L'Electro-industrie AZAZGA est une entreprise publique de production de matériels électrique industriels, l'Electro-industries est issue de la réorganisation du secteur industriel opéré en Algérie entre 1980 et 2000 qui a conduit en 1999 à la restructuration de l'ancienne ENEL (entreprise Nationale des Industries Electrotechniques) en un certain nombre d'EPE/SPA, parmi lesquelles figure l'ELECTRO-INDUSTRIES.



Figure 1: L'électro-industrie AZAZGA

L'usine a été réalisée dans le cadre d'un contrat produit en main avec des partenaires allemands, en l'occurrence, SIEMENS pour le produit et FRITZ WERNER pour l'engineering et la construction, l'infrastructure est réalisée par les entreprises algériennes ECOTEC, COSIDER et BATIMETAL.

La production prévue initialement porte sur :

*5000 Transformateurs de 50 à 2000 KVA.

*50.000 Moteurs asynchrones triphasés de 0,18 à 400 kW.

I 1.1 Entrée en production

1. Secteur transformateur : 1985
2. Secteur moteur alternatif : 1986.
3. Ces produits sont fabriqués sous licence SIEMENS jusqu'en 1992.
4. Evolution en 1998

Extension des capacités de production de transformateurs de 1500 à 5000 unités / ans (1991). Développement de la gamme de moteurs monophasés Développement de moteurs destinés à la climatisation Extension verticale de la gamme de transformateurs (2000Kva), Extension horizontale de la gamme du moteur en types et variantes [4].

I 2. Objectifs

L'électro industrie est composée de deux unités, toute située sur un même site :

-Unité de fabrication de transformateur de distribution MT/MB

-Unité de fabrication des moteurs électriques et prestation technique

Les produits fabriqués par EI sont conformés aux recommandations CEI et aux normes allemandes DIN /VDE

La production actuelle d'EI est écoulee sur le marché Algérien et génère un chiffre d'affaire de 1.8 millions de dinars algérien.

La capacité de production de transformateur d'EI couvre les besoins du marché algérien à 70% environ.

Ces ventes de moteurs représentent environ 30% de sa capacité de production [4].

I 3. Organisation générale

L'organisation de l'ELECTRO-INDUSTRIES comprend des structures fonctionnelles et opérationnelles.

Les ressources humaines de l'ELECTRO-INDUSTRIES constituent un facteur de réussite déterminant.

L'entreprise organisée en structures fonctionnelles et opérationnelles garde une flexibilité importante pour répondre au mieux à la fluctuation de l'environnement [4].

I 4. Organigramme service de maintenance au sein d'EI

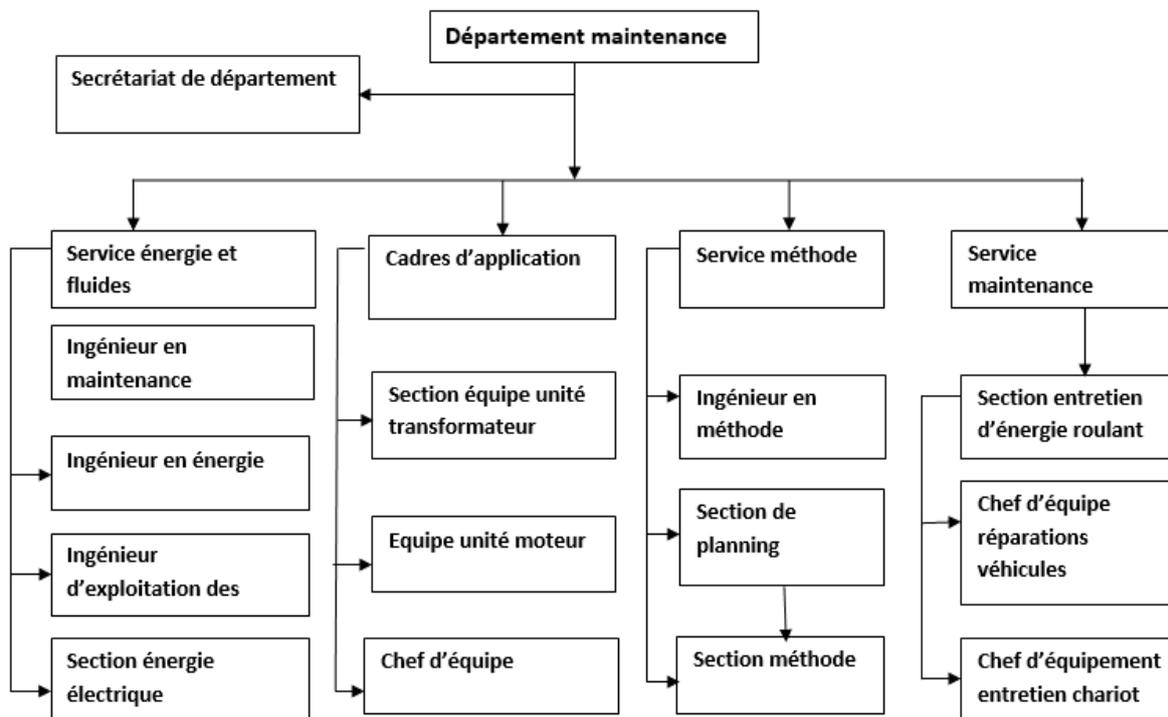


Figure 2 : Organigramme de maintenance à E-I

I 5. Direction Générale [4]

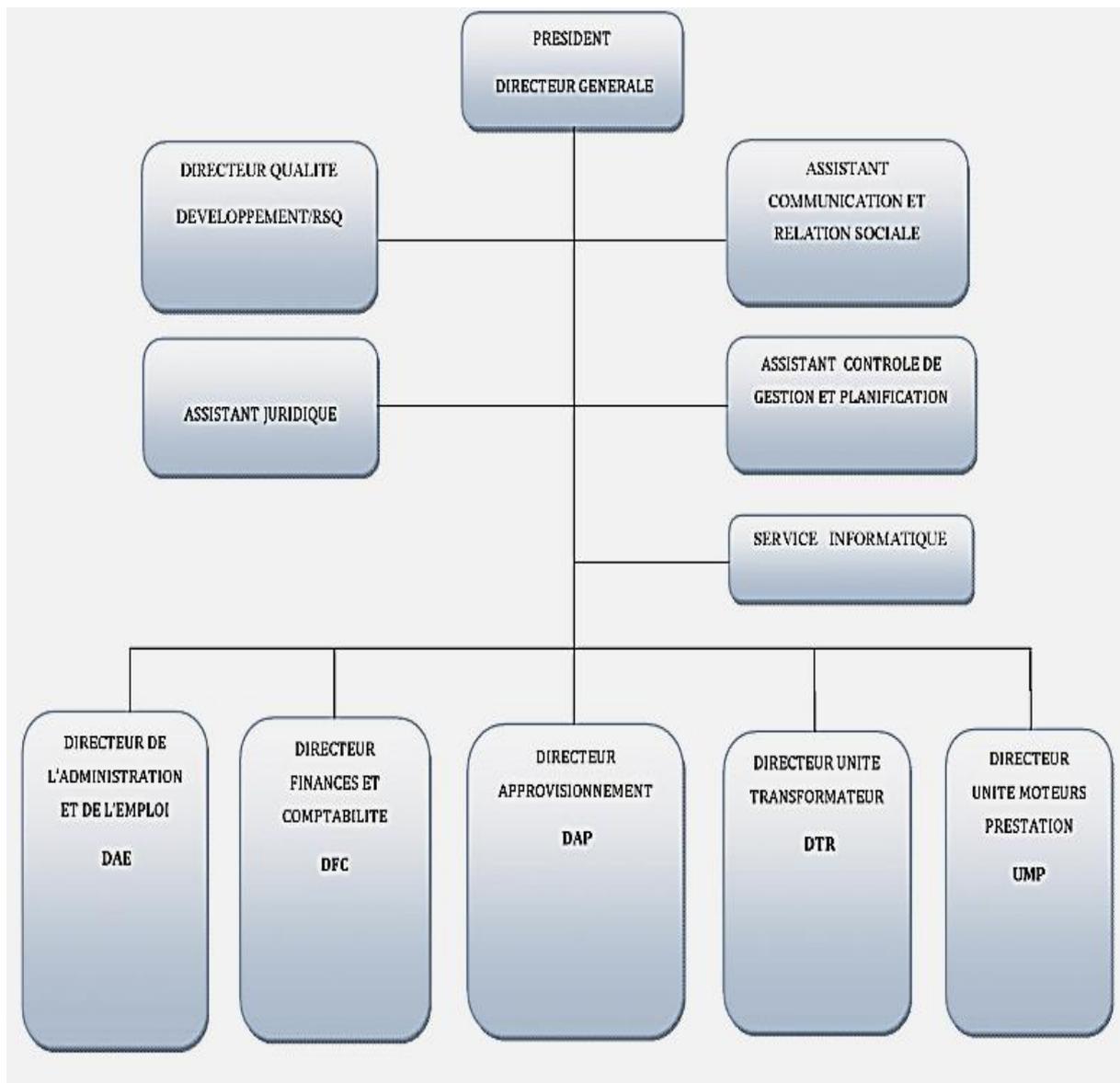


Figure 3 : Organigramme de l'entreprise l'électro-industriel AZAZGA

I 6. Les unités

L'électro-industrie est composée de deux unités :

I 6.1 Unité fabrication des moteurs électrique et prestations techniques

L'unité moteur asynchrone s'occupe de la fabrication des moteurs asynchrone de différentes puissances et de différentes hauteurs d'axe.

Parmi les moteurs électriques fabriqués par l'ELECTRO-INDUSTRIE d'AZAZGA, on a le moteur asynchrone triphasé à bride B5.

Pour assurer leurs réalisations, l'unité moteur dispose de cinq ateliers de fabrication mécanique dans lesquels sont incorporés des postes de contrôle mécanique et électrique pour valider la conformité de chaque pièce fabriquée rentrant dans la réalisation de chaque type de moteur.



Figure 4 : Moteur électrique

I 6.2 Unité fabrication des transformateurs de distribution MT/BT (UTR)

Les transformateurs d'EI sont conformes en tout point aux recommandations de CEI 60076, ainsi qu'à celle de VDE0532 ; 85% des ventes de transformateurs sont réalisés avec SONALGAZ et KAHRIF.

Ils sont triphasés de types extérieurs et intérieurs, respirant ou étanche a remplissage total avec bornes embrochage ou en porcelaine

Les transformateurs d'EI sont de types immergés dans un diélectrique caloporteur minéral régi par la norme CEI60296 à refroidissement de type ONAN.

La partie active est composée de deux enroulements MT et MB de forme cylindrique en cuivre, l'électrolyte disposé concentriques et montés sur un circuit magnétique de tôle à grains orientés et conçus pour un service continu à une fréquence de 50 Hz.



Figure 5 : Transformateur électro-industrie

I 7. Description et organisation des ateliers par fonction principale

- Atelier de découpage, encochage, emboutissage ;
- Atelier d'emballage ;
- Atelier de moulage sous pression ;
- Atelier d'usinage ;
- Atelier de bobinage ;
- Atelier de montage.

I 7.1 Atelier de découpage, encochage, emboutissage

Dans cet atelier, sont découpés et encocher les deux types de tôles utilisées pour la conception de deux catégories de moteur de hauteur d'axe : de 71 à 160 mm et de 180 à 400 mm.

Le découpage s'effectue sur presse rapide mécanique pour aboutir aux formes voulues après plusieurs opération successives ; La tôle avance et arrive entre l'outil et la matrice de la machine, c'est ainsi que le découpage commence.

L'emboutissage des capots de ventilation et aussi effectue dans cet atelier.

- **Le contrôle**

Une fois le découpage des tôles statoriques et rotoriques fini, un échantillon subi un contrôle des cotes fonctionnelles :

- Le diamètre intérieur
- Le diamètre extérieur
- La Co axialités
- Le contrôle de circularité
- Le contrôle des bavures
- Le contrôle de l'épaisseur de la tôle

I 7.2 Atelier d'empaquetage

La réalisation des paquets statoriques et rotorique, s'effectue sur une presse à empaqueter, en plusieurs étapes :

I 7.2.1 Empaquetage du paquet statoriques

Après l'emplacement des tôles en nombres définis, dans un outil monté sur une presse à empaqueter, on place les agrafes dans les rainures.

- **Contrôle du paquet :**

Après sa réalisation le paquet statorique passe au contrôle visuel et dimensionnel

-Visuel : on contrôle le décalage des tôles, les bavures, ...

-Dimensionnel : les cotes fonctionnelles, cylindricité, diamètres intérieurs et extérieurs.

I 7.2.2 Empaquetage du paquet rotorique

Ici on empile les tôles sur un calibre triage, pour obtenir la hauteur du paquet rotorique qui est contrôlé à l'aide d'un pied à coulisse.

L'arbre est placé sur la partie supérieure de la presse via un piston, il est emmanché de force dans le paquet rotorique.



Figure 6 : Empaquetage des tôles rotoriques

I 7.3 Atelier de moulage sous pression

Dans cet atelier sont fabriquées toutes les pièces constitutives des moteurs en version aluminium, à savoir :

- ✓ Réalisation des pièces en alliage d'aluminium (Silicium, Manganèse, Cuivre)
- ✓ Injection du rotor en aluminium pur à 99,5%.

- **Contrôle :**

On achemine cinq (05) échantillons du paquet rotorique vers le service contrôle pour subir les vérifications suivantes :

- ✓ La conductivité de l'aluminium.
- ✓ La longueur du paquet.
- ✓ Visuel.

I 7.4 Atelier d'usinage

Dans cet atelier s'exécute la fabrication des arbres du rotor et aussi l'usinage des pièces comme : flasque, carcasse, etc.

Les principaux types d'usinages :

I 7.4.1 Usinage de l'arbre

L'atelier reçoit les ronds d'acier qui subissent le contrôle de diamètre, concentricité,... Une fois l'acier contrôlé les arbres sont découpés à l'aide d'une scie mécanique. L'arbre est ensuite acheminé au centre d'usinage pour être centré.

Cette opération consiste à percer deux trous qui servent de référence pour pouvoir tourner le rotor dans un axe bien défini.

I 7.4.2 Usinage du rotor

On effectue les opérations suivantes sur le rotor :

- ✓ **Tournage du paquet**

C'est à l'aide d'un tour parallèle (dressage, chariotage, gorge,...).

- ✓ **Rectification**

A l'aide d'une rectifieuse on modifie l'état de surface où les roulements seront montés et les sorties d'arbre.

- ✓ **Fraisage**

A l'aide d'une fraiseuse on réalise les rainures de clavette.

I 7.4.3 Usinage de la carcasse

Alésage des carcasses à l'aide des tours verticaux ;

Perçage et taraudage des trous de fixation où seront fixés les flasques et la boîte à bornes.

- ✓ **Flasque (As et Bs)**

Tournage des bords de centrage et cage des roulements.

- ✓ **Boîte à bornes**

Perçage et taraudage des trous de fixation recevant le couvercle.

- ✓ **Lavage des pièces**

Les pièces usinées sont lavées afin d'éliminer les encrassements.

- ❖ **Remarque** : les techniciens qui travaillent dans cet atelier doivent suivre ce qu'on appelle *la gamme d'usinage*

Exemple : gamme de fabrication de l'arbre

1. Scier la longueur ;
2. Centrer à la longueur ;
3. Tournage complet ;
4. Rectification ;
5. Fraisage des rainures ;
6. Huiler ;
7. Stockage au magasin.

I 7.5 Atelier de bobinage

L'atelier de bobinage est divisé en trois sections principales qui travaillent en parallèle :

- Section de préparation des bobines,
- Section de préparation des éléments d'isolation des bobines,
- La section de bobinage.

I 7.5.1 Section de préparation des bobines

L'ouvrier chargé de préparer les bobines suit une feuille de calcul sur laquelle les caractéristiques suivantes sont notées :

- Type de moteur à bobiner (choix du gabarit)
- Nombre des bobines
- Diamètre de fil

Les bobines sont réalisées à l'aide d'une bobineuse équipée d'un gabarit, et réglable pour un nombre de spires définit.

Une fois le fil est bobiné, le paquet est attaché pour garder sa forme jusqu'à l'étape de bobinage dans le stator.

I 7.5.2 Section de préparation des éléments d'isolation

A l'aide des opérations de découpage et pliage les éléments suivants sont fabriqués :

- Caniveaux d'encoches

- Cales de fermeture
- Gaines isolantes
- Séparateurs de phases
- Lames intermédiaires
- Câbles de raccordement

I 7.5.3 Section de bobinage

Dans cette section se déroule le processus final dans la fabrication de stator allant de l'insertion des caniveaux d'encoches jusqu'à l'imprégnation.

- **Insertion des caniveaux d'encoches** : Cette opération se fait grâce à une machine qui découpe le papier isolant et le pénètre automatiquement dans les encoches du stator.
- **Insertion des bobines dans le stator** : Le bobineur suit une feuille de calcul qui lui est fourni avec chaque série de stators à bobine, cette feuille comporte :
 - Type de moteur
 - Diamètre de file
 - Nombre de pôles
 - Nombre de spires par encoche de stator
 - Schéma de bobinage
 - Type de connexions
 - Nombre de bobines en série par phase
 - Nombre de bobines en parallèle par phase
 - Type d'enroulement
 - Nombre de conducteurs par encoche
 - Câbles de raccordement (nombre, section)
 - Caractéristiques mécaniques du stator : nombre d'encoches, longueur du paquet
 - Angle d'inclinaison du paquet rotorique.

L'insertion se fait soit :

- ▮ Automatiquement pour les moteurs d'hauteur d'axe 70 mm → 130 mm.
- ▮ Manuellement pour les moteurs d'hauteur d'axe 132 mm → 400 mm.

❖ **Remarque :**

C'est pendant cette opération que l'on intègre aussi les lames intermédiaires pour le bobinage à double couche ainsi que les cales de fermeture.

Une fois les bobines introduites, on place les séparateurs de phases pour éviter les courts-circuits entre phase pour une altitude et une température ambiante ne dépassent pas 1000m et 40 degrés Celsius [2].



Figure 7 : Atelier de bobinage

I 8. Gamme de fabrication

Les moteurs électriques, à basses tensions, fabriqués par électro- industrie d'AZAZGA sont de types asynchrones triphasé à une ou deux vitesses, et monophasés à condensateur démarrage et permanent. De construction fermée, à carcasse ventilée, en alliage d'aluminium et en fonte. Les rotors sont en court-circuit à simple et double cages d'écureuil, en aluminium pur (99,95%) pour les petites et moyennes puissances et en barres de cuivre et alliage de cuivre pour les grandes puissances.

La gamme de moteurs fabriquée est celle brevetée du constructeur, enrichie par des produits spécifiques adaptés par l'entreprise pour les besoins des sociétés algériennes POVAL et ENIEM

Tableau 1 : Représente un moteur triphasé à une seule vitesse

Gamme	Aluminium	Fonte	
Hauteur d'axe (mm)	71 à 132	160 à 250	280 à 400
Puissance (kw)	0.25 à 9	11 à 55	75 à 400
Vitesse (Tr/mn)	1000 1500	3000	

Tableau 2 : Représente un moteur triphasé à deux vitesses

Puissance (kw)	0.35/0.65 à 3/4,5	0.48/0.68 à 5,7/7.8	0.48/0.6 à 3,7 /4,4
Vitesse (tr /mn)	750 1000	1000 1500	1500 3000

Tableau 3 : Représente un moteur monophasé à condensateur

Hauteur d'axe (mm)	71 à 100
Puissance (kw)	0.25 à 2.2
Vitesse (Tr/mn)	1500 à 3000

I 9. Caractéristique Générale

- Tensions d'alimentation à 50 Hz : 220/230 V, 380/400 V, 660/690 V (Tolérances : $\pm 10\%$).
- Tensions d'alimentation à 60 Hz : 660 V.
- Type de service : S1 (40 °C et 1000 m).
- Formes de construction :

- **B3 : A pattes.**
 - **B5 : A brides à tous lisses.**
 - **B35 : Combinée.**
- Classe d'isolation : F 155 °C tropicalisée.
 - Degré de protection : IP54 et IP55.
 - Ventilateur extérieur monté sur l'arbre et protégé par un capot.
 - Rotors équilibrés dynamiquement.
 - Paliers graissés à vie pour HA 71 à 250 mm
 - Paliers équipés d'un dispositif de graissage pour HA 280 à 400 mm
 - Peinture standard RAL 7030.

I 9.1 Economie d'énergie

ELECTRO-INDUSTRIES développent des moteurs triphasés, mono-vitesses à Economie d'énergie conformément aux classes de rendement :

- **IE1** : Rendement standard.
- **IE2** : Haut rendement.
- **IE3** : Rendement premium de la norme **CEI 60034-30**.

Ces niveaux de rendement son contrôlés et mesurés avec des bancs d'essai définies par norme **CEI 60034-2-1** (2014).

I 10. Option sur les moteurs

Sur demande, ELECTRO-INDUSTRIES fourni des moteurs électriques avec les options suivantes :

I 10.1 Option mécanique

- Bout d'arbre spécial (long, conique, avec filtrage,...).
- Deux bouts d'arbres standards ou spéciaux.
- Brides spéciaux (bord de centrage, trous de fixation,...).
- Graisseurs pour paliers d'un côté ou des deux côtés.
- Roulements spéciaux pour les autres positions de montage (V5, V6, V1 et V3).
- Sans ventilation.
- Capot de protection pour la marche verticale (bout d'arbre vers le bas).

- Degrés de protection d'IP55 et IP66.
- Adaptation de freins électromagnétique.
- Adaptation d'une ventilation forcée pour les basses vitesses.

I 10.2 Option électrique

- Tensions spéciale jusqu'à 690 V.
- Isolation classe H (180 °C).
- Protection thermique incorporée avec sondes CTP, PTO et autres.
- Résistance de préchauffage anti-condensation.

I 11. Norme de construction

Les moteurs ELECTRO-INDUSTRIES répondent aux recommandations des publications de la norme Allemande suivante :

- CEI 60034 : relative aux machines électriques tournantes.
- CEI 34-1 : Machines électriques tournantes - Caractéristiques assignées et de fonctionnement.
- CEI 34-2 : Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement.
- CEI 34-5 : Classification des degrés de protection IP.
- CEI 34-6 : Modes de refroidissement (code IC).
- CEI 34-7 : Classification des formes de construction et des dispositions de montage (code IM).
- CEI 34-8 : Marques d'extrémité et sens de rotation.
- CEI 34-9 : Limites de bruit.
- CEI 34-11 : Protections thermique incorporée.
- CEI 34-12 : Caractéristiques de démarrage des moteurs à induction à cage, à une seule vitesse, pour des tensions d'alimentation intérieure ou égales à 660 V - 50 Hz.
- CEI 34-14 : Vibrations mécaniques des machines à partir de la hauteur d'axe 56 mm
- CEI 72 : Dimensions et séries de puissance des machines électriques tournantes [4].

II.1. Introduction

Les moteurs asynchrones jouent un rôle très important dans les industries, dans ce chapitre nous allons présenter d'une manière générale la constitution d'une machine asynchrone, son principe de fonctionnement et en fin les schémas équivalents.

Les machines électriques produisant de l'énergie électrique à partir d'une énergie mécanique sont communément appelées : des génératrices, dynamo ou alternateur suivant la technologie utilisée, or que celles produisant de l'énergie mécanique à partir d'une énergie électrique sont communément appelées des moteurs.

Cependant, toutes ces machines électriques étant réversibles et susceptibles de se comporter soit en « moteur » soit en « générateur » dans les quatre quadrants du plan couple-vitesse, la distinction moteur/générateur se fait « communément » par rapport à l'usage final de la machine.

Les moteurs rotatifs produisent une énergie correspondant au produit d'un couple par un déplacement angulaire (rotation) tandis que les moteurs linéaires produisent une énergie correspondant au produit d'une force par un déplacement linéaire.

En dehors des machines électriques fonctionnant grâce à l'électromagnétisme il existe aussi des machines électrostatiques et d'autres utilisant l'effet piézoélectrique.



Figure 8 : Les moteurs électriques

II.2. But du projet

L'étude avait comme objectif principal, de répondre à une consultation client pour un type de moteur, qui n'est pas dans la gamme de fabrication de l'entreprise, qui consiste à réaliser un moteur électrique triphasé à bride d'une puissance de 22 KW, à une vitesse de rotation de 1500tr/min, avec une forme de construction B5, et une hauteur d'axe de 180mm.

II.3. Problématique

La fabrication d'un moteur électrique nécessite un assemblage de plusieurs pièces mécanique (stator, rotor, flasques, couvercles...) qu'il faut réaliser pour fonctionner en continu, dans des conditions difficiles, à moindre coût et surtout répondre aux exigences du cahier de charges.

II.4. Cahier de charge

Tableau 4 : Cahier de charge du moteur électrique 22kw

	Symboles	Valeur	Unités
Type du moteur (référence)		186-4	
Puissance maximale	P_N	22 (30)	kw
Vitesse de rotation	N_N	1460	Tr/min
Nombre de pole	4p		
Tension d'alimentation	U_N	380	V
Mode de démarrage	Direct ou Y/ Δ (660/380V)		
Fréquence	F	50	Hz

Courant absorbé	I_N	45	A
Rendement	η	84	%
Facteur de puissance	$\cos \varphi$	0,85	
Température ambiante	T_{amb}	40	°C
Service	SI (continu)	(S2 et S3 sur commande)	

II.5. Historique :

En 1821, après la découverte du phénomène du lien entre électricité et magnétisme, l'électromagnétisme, par le chimiste danois rsted, le théorème d'Ampère et la loi de Biot et Savart, le physicien anglais Michael Faraday construit deux appareils pour produire ce qu'il appela une « rotation électromagnétique » : le mouvement circulaire continu d'une force magnétique autour d'un fil, en fait la démonstration du premier moteur électrique.

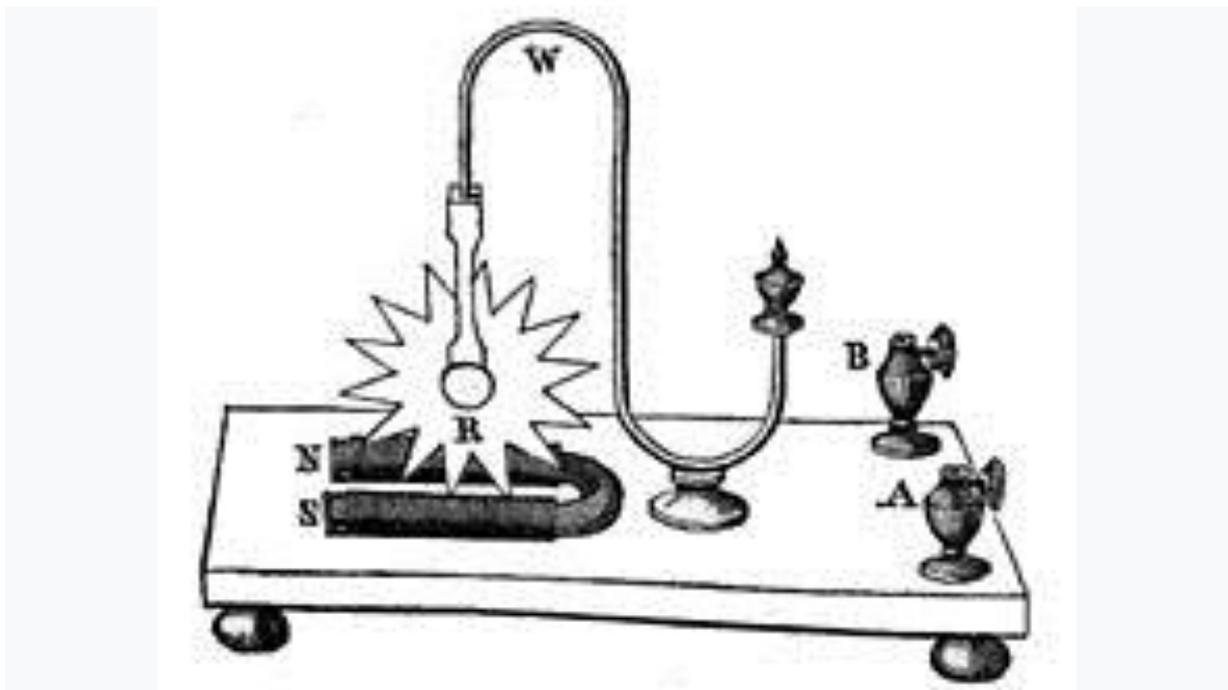


Figure 9 :Le schéma de la roue de Barlow.

En 1822, Peter Barlow[5], construit ce qui peut être considéré comme le premier moteur électrique de l'histoire : la « roue de Barlow » qui est un simple disque métallique découpé en étoile et dont les extrémités plongent dans un godet contenant du mercure qui assure le passage du courant. Elle ne produit cependant qu'une force juste capable de la faire tourner, ne lui permettant pas d'application pratique.

Le premier commutateur utilisable expérimentalement a été inventé en 1832 par William Sturgeon. Le premier moteur à courant continu fabriqué avec l'intention d'être commercialisé a été inventé par Thomas Davenport en 1834[6], puis breveté en 1837. Ces moteurs n'ont pas connu de développement industriel à cause du coût des batteries à l'époque.

On doit la vérification pratique de la réversibilité des machines électriques au physicien italien Antonio Pacinotti en 1864 [7].

En 1869, l'inventeur belge Zénobe Gramme rend possible la réalisation des génératrices à courant continu en imaginant le collecteur. Il améliore les premières versions archaïques d'alternateurs (1867) et devient célèbre en retrouvant le principe de l'induit en anneau de Pacinotti. En 1871, il présentera à l'Académie des sciences de Paris la première génératrice industrielle de courant continu, que l'on appela machine de Gramme.

En 1873, Hippolyte Fontaine, partenaire de Zénobe Gramme, réalise la première application industrielle de la transmission électrique des forces. Tout en démontrant à l'occasion de l'exposition de Vienne, la réversibilité de la machine de Gramme, il présente une expérience associant dynamo et moteur à courant continu, séparés par 2 km de fils électriques. Avant cette expérience décisive, l'énergie mécanique des cours d'eau devait être utilisée sur place, car intransportable sur de longues distances.

Le physicien Nikola Tesla dépose un brevet de « machine électrique-dynamo » en 1886 (publié en 1887) [8].

La paternité de la machine asynchrone est controversée entre trois inventeurs : en 1887, le physicien Nikola Tesla dépose un brevet sur la machine asynchrone (publié en 1888) [9], puis en mai de l'année suivante cinq autres brevets. Pendant la même période Galileo Ferraris publie des traités sur les machines tournantes, avec une expérimentation en 1885, puis une théorie sur le moteur asynchrone en avril 1888 [10], En 1889, Michail OssipowitschDoliwo-Dobrowolski, électricien allemand d'origine russe, invente le premier moteur asynchrone à courant triphasé à cage d'écureuil qui sera construit industriellement à partir de 1891[11].

II.6. Présentation des moteurs électriques

II.6.1. Définition des moteurs électriques

Une machine électrique est un dispositif électromécanique fondé sur l'électromagnétisme permettant la conversion d'énergie électrique par exemple en travail ou énergie mécanique. Ce processus est réversible et peut servir à produire de l'électricité.

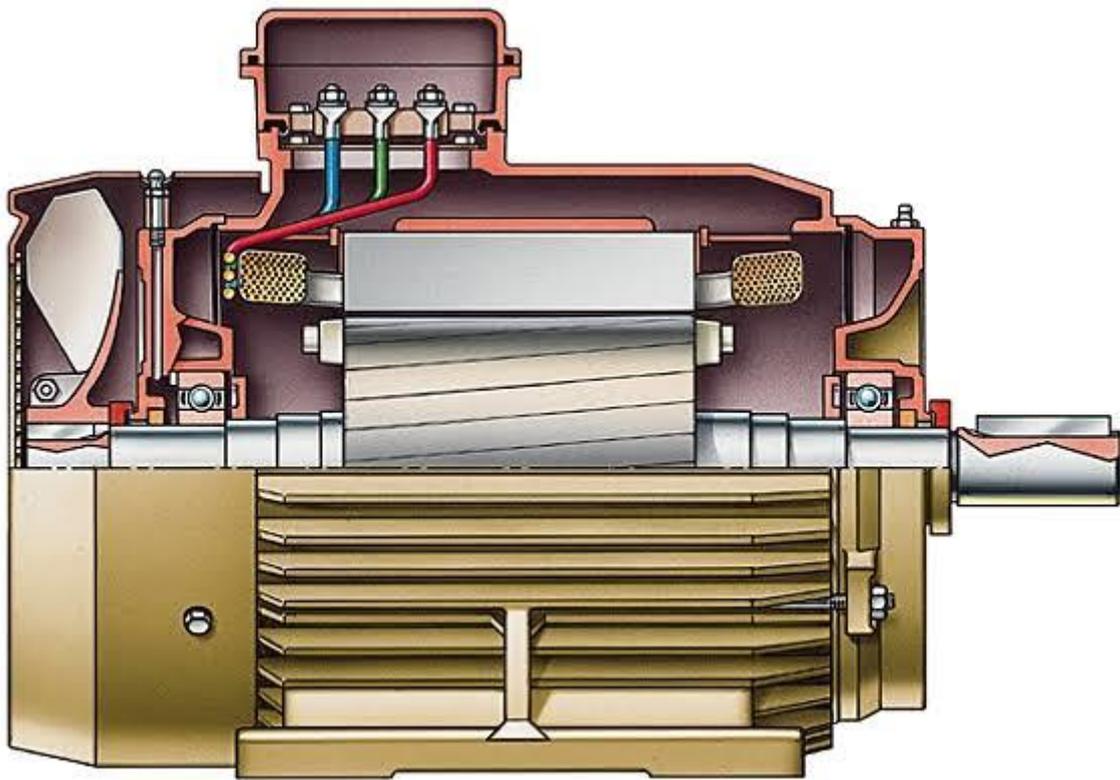


Figure 10 : Moteur électrique à bride

II.7. Schémas Energétique

Les moteurs électriques assurent la fonction convertir de la chaîne d'énergie. Ils convertissent l'énergie électrique en énergie mécanique, à ce titre, un moteur électrique doit être abordé selon deux points de vue énergétiques :

- L'énergie mécanique fournie.
- L'énergie électrique consommée.

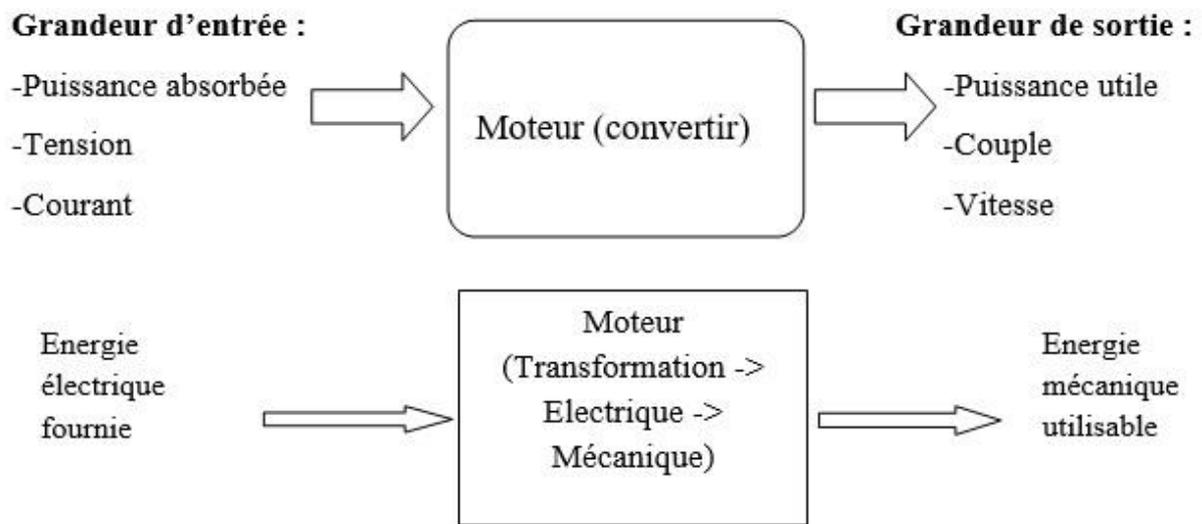


Figure 11 : Schéma Energétique

II.8. Principe de fonctionnement

Les moteurs électriques sont une espèce très variée : rotatifs, linéaires, synchrones, asynchrones... On les trouve dans toutes sortes de machines, dans de très vastes gammes de puissance. Pourtant, tous fonctionnent sur le même principe.

Un moteur électrique est constitué d'un stator, la partie fixe, et d'un rotor, la partie mobile. Celle-ci comporte un bobinage qui, alimenté par un courant électrique, induit un champ magnétique. Les pôles du rotor, pouvant tourner librement, s'alignent avec ceux du stator : les pôles positifs attirent les négatifs, et inversement.

Ainsi, le rotor continue de tourner entraînant avec lui l'axe du moteur, qui entraîne alors une machine. Pour obtenir un moteur à vitesse variable, il faut l'alimenter avec un variateur. En changeant la fréquence du courant, il change la vitesse de rotation.

L'apparition du champ magnétique n'est pas immédiate. Elle peut prendre de quelques microsecondes à quelques millisecondes. Cela peut être gênant pour certaines applications, où la vitesse doit varier de façon très dynamique. On utilise dans ces cas-là un moteur synchrone, dont le rotor est constitué non plus de bobinages mais d'aimants, qui fournissent un champ magnétique permanent. Ces moteurs sont aussi appelés "*brushless*", car il n'y a pas de collecteur pour distribuer le courant dans les bobinages.

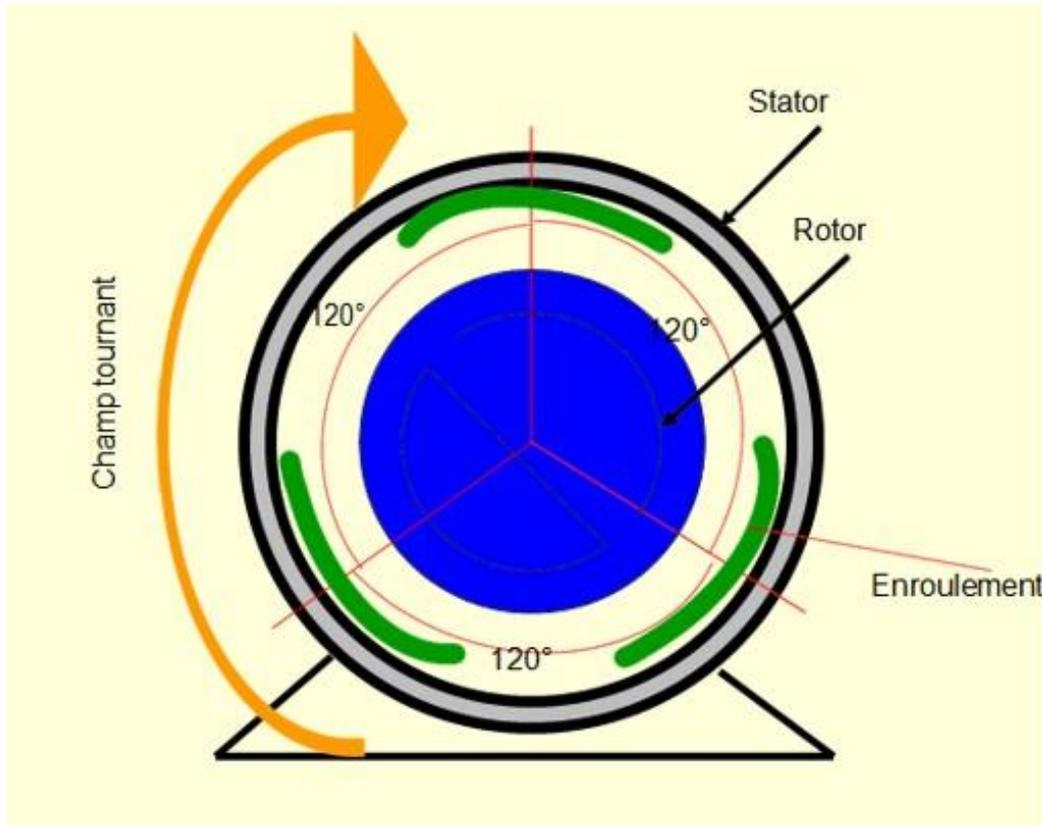


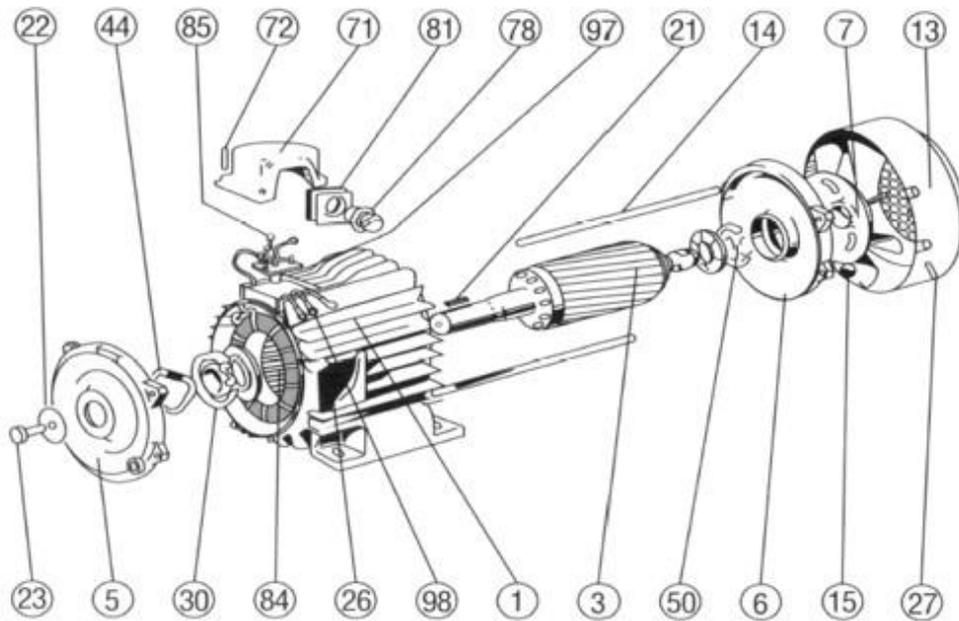
Figure 12: Principe de fonctionnement d'un moteur électrique

II.9. Composition d'un moteur électrique

Sur le plan mécanique, un moteur est constitué d'une partie fixe, le stator et d'une partie mobile, le rotor, entre lesquelles se trouve un petit intervalle d'air, l'entrefer. Dans pratiquement tous les moteurs, le rotor est à l'intérieur du stator, bien que la configuration inverse existe pour des applications particulières.

II.9.1. Les principaux éléments d'un moteur électrique

Ils permettent le maintien des différents sous-ensembles.



1	Stator	7	Ventilateur	50	Roulement
3	Rotor	13	Capot ventilateur	71	Boite à bornes
5	Flasque côté accouplement	21	Clavette de bout d'arbre	78	Presse étoupe
6	Flasque côté ventilateur	44	Rondelle élastique	85	Vis de fixation planchette à bornes

Figure 13: Les différents composants d'un moteur électrique

II.9.a. La carcasse

La carcasse sert de support, joue le rôle d'enveloppe, assure la protection contre les agents extérieurs et guide l'air de ventilation ; elle agit aussi parfois comme échangeur thermique, c'est le cas des carcasses coulées des moteurs à ailettes ou des moteurs fermés à tubes.

Les carcasses peuvent être réalisées en métal coulé (fonte, acier ou aluminium), c'est le cas des petites machines, par exemple le moteur asynchrone à ailettes de refroidissement. Pour des puissances plus importantes, supérieures à quelques centaines de kilowatts, la construction mécano-soudée s'impose, elle est réalisée en tôles d'acier découpées, cintrées et soudées.



Figure 14: Carcasse d'un moteur électrique

II.9.b.L'Arbre

L'arbre de la machine électrique est un organe de transmission du mouvement de rotation. Il comprend :

- Une partie centrale qui sert de support au corps du rotor, au circuit magnétique et aux enroulements tournants.
- Dans les paliers flasques, le corps de palier est généralement fixé sur la carcasse.

Le rotor est alors centré dans le stator au moment de la construction de la machine.

L'arbre est lui-même supporté par un ou plusieurs paliers suivant la configuration de l'ensemble de la ligne d'arbre.



Figure 15: Arbres d'un moteur électrique

II.9.c.Le stator

Il s'agit de la partie fixe de la machine, il est constitué d'un empilage de disques en tôle magnétique portant les enroulements chargés de magnétiser l'entrefer, elle est formée d'aimants ou de bobines. Il sert à créer un champ d'induction magnétique qui agit sur l'induit.

Dans ces tôles, ont été aménagées des encoches destinées à recevoir l'enroulement statorique. Cette disposition du circuit magnétique statorique est rendue nécessaire pour éviter les courants de Foucault. L'enroulement, composé de bobines mises en série ou en parallèle est ensuite relié à la source d'alimentation, généralement une source de tension.



Figure 16: Stator d'un moteur électrique

II.9.d.Le rotor

Il s'agit de la partie mobile ou tournante de la machine, il est constitué d'une pile de tôle formant un cylindre plein ; ces tôles comportent à leur périphérie extérieure des encoches destinés à recevoir les conducteurs en enroulement bobiné ou injecté. Un mince entrefer sépare le stator du rotor.

On distingue deux types de rotor, celui des moteurs synchrones et celui des moteurs asynchrones.

- La première comporte des pôles créés par des moyens électromagnétiques : Des aimants, des encoches vides ou des enroulements parcourus par un courant continu.
- Le second type de rotor comporte un enroulement polyphasé en court-circuit.



Figure 17: Rotor d'un moteur électrique

II.9.e.L'enroulement

Les enroulements servent à véhiculer les courants électriques à l'intérieur de la machine. On distingue principalement :

- Les enroulements inducteurs
- Les enroulements d'induits

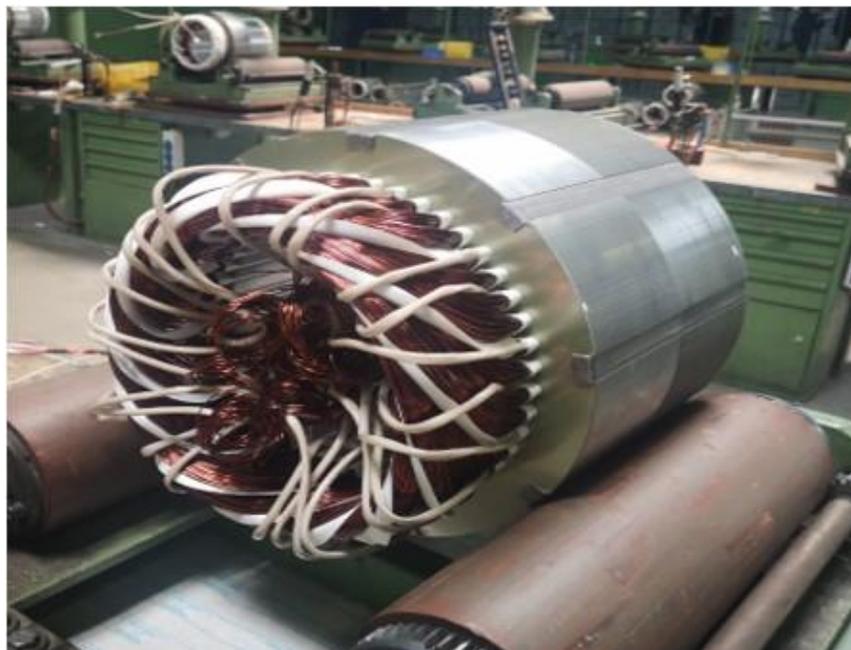


Figure 18: Enroulement d'un moteur électrique

II.9.f. La bride (flasque)

Pour améliorer la dissipation thermique et assurer des températures de fonctionnement inférieures sur le palier, la bride (flasque) est fournie avec des ailettes réparties uniformément.

Les brides sont fabriquées en fonte et fixées avec 8 boulons pour assurer une rigidité maximale.

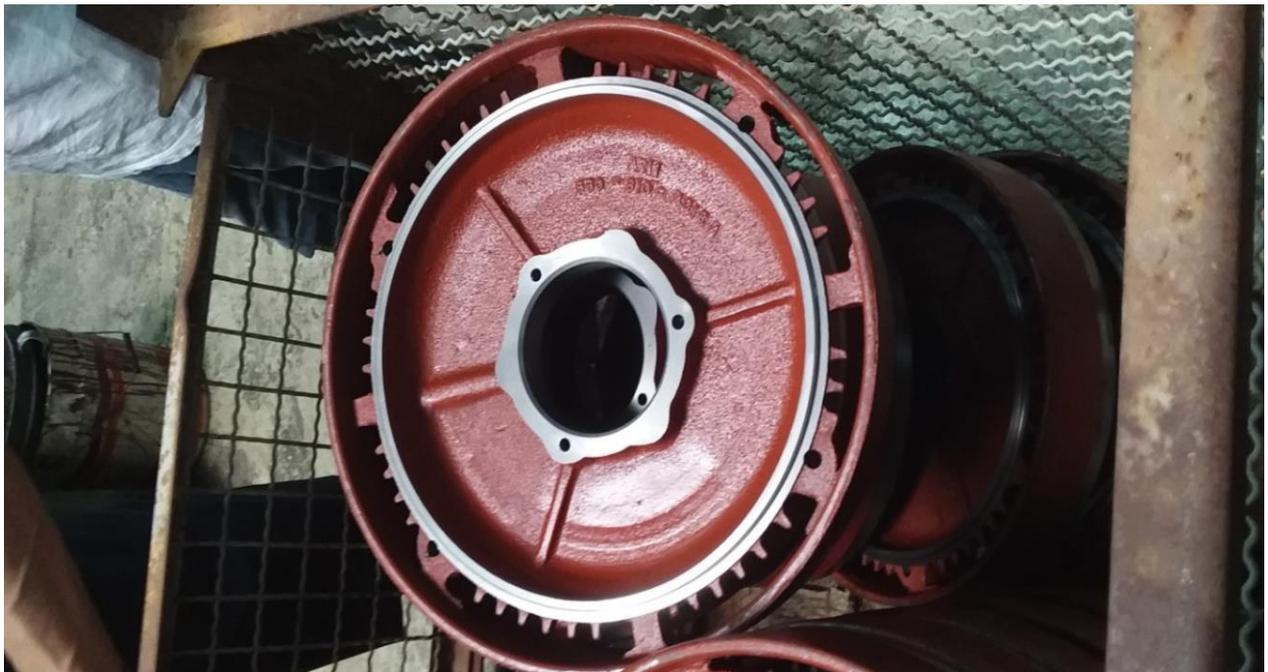


Figure 19: Bride d'un moteur électrique

II.10. Les différents types de moteurs

À l'achat d'un moteur, on se demande souvent quelle technologie, est la meilleur courant alternatif ou courant continu. Mais cela dépend en fait de l'application et du budget.

II.10.a. Moteurs à courant alternatif

Les moteurs à courant alternatif font preuve d'une grande souplesse en termes de fonctionnalités, comme notamment le contrôle de vitesse. Sont largement employés dans l'industrie, comparé aux moteurs DC [12].

➤ Les types de moteur à courant alternatif :

- Moteur à induction (asynchrone)
- Les moteurs synchrones

II.10.b.Moteurs à courant continu

Les moteurs à courant continu représentent le premier type de moteur largement utilisé et les coûts initiaux des systèmes (moteur et variateur) ont tendance à être moins élevés que les systèmes c.a. pour des appareils de faible consommation, mais avec des appareils de plus grande consommation, les frais d'entretien généraux augmentent et devraient être pris en compte. La vitesse des moteurs c.c peut être contrôlée en variant la tension d'alimentation et ces moteurs sont disponibles dans une large gamme de tensions. Cependant, les tensions les plus utilisées sont 12 et 24 V [12].

Les deux types les plus courants :

- Les moteurs à balais
- Les moteurs Brushless (sans balais)

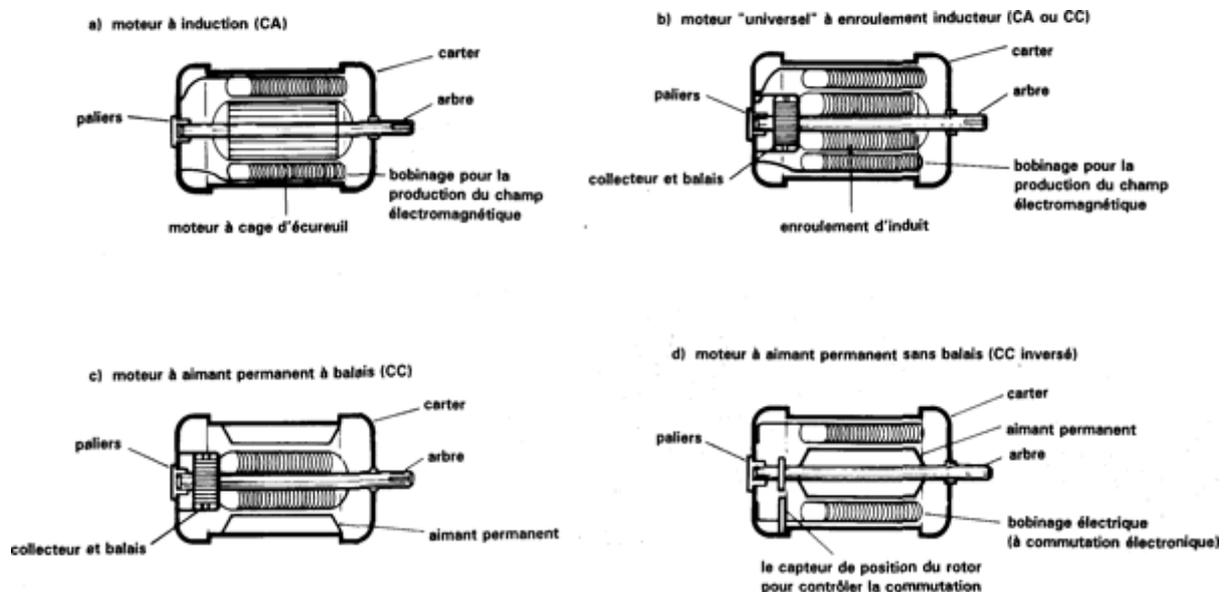


Figure 10: Les différents types de moteurs électriques

II .11. Domaines d’application des moteurs électriques

Nos moteurs électriques standards répondent aux applications suivantes :

1- Charges mécaniques à couple variable : Pompes, Ventilateurs, Compresseurs, Broyeurs, Extrudeuses et Cintreuses.

2- Charges mécaniques à couple constant :

-Mécanique de manutention : Treuils, Elévateurs et Convoyeurs.

-Machines-outils à force de coupe constante : Rectifieuses, Raboteuses et cisaille.

-Laminoirs ou Broyeurs à rouleaux.

Et peuvent, aussi être alimentés et pilotés par des variateurs électroniques de puissance permettant :

-La variation de la vitesse de rotation.

-Le démarrage progressif.

-Le freinage mécanique.

II.12. Avantages et inconvénients des moteurs électriques :

Les avantages et inconvénients du moteur asynchrone sont assez nombreux mais les principaux sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Avantages et inconvénients d’un moteur électrique

Avantages	Inconvénients
La robustesse La simplicité de construction Leur bas coût Un rendement excellent	Non découplage naturel Non linéarités

Remarque

La robustesse : est que le moteur ne nécessite pas de bagues ni de balais et peut fonctionner sans capteur de position.

La non linéarité : le moteur fonctionne avec un courant alternatif non linéaire.

II.13. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait l'étude générale des différents composants d'un moteur électrique en les définissant et expliquant leurs principes de fonctionnement, ensuite nous avons procédé à la présentation des éléments principaux de ce dernier, tout en tenant compte des exigences de l'entreprise et veillant à satisfaire les besoins des clients.

Enfin le moteur électrique est généralement choisi en fonction de l'utilisation mécanique et de l'alimentation électrique dont on dispose.

III 1 Introduction

L'objectif de ce chapitre est l'étude de la résistance et la conception des pièces, et toutes les modifications qu'ont été apportées sur les différents éléments du moteur 186-4, principalement l'arbre et la bride.

III 2 Cahier des charges fonctionnel

III 2.1 Analyse fonctionnelle

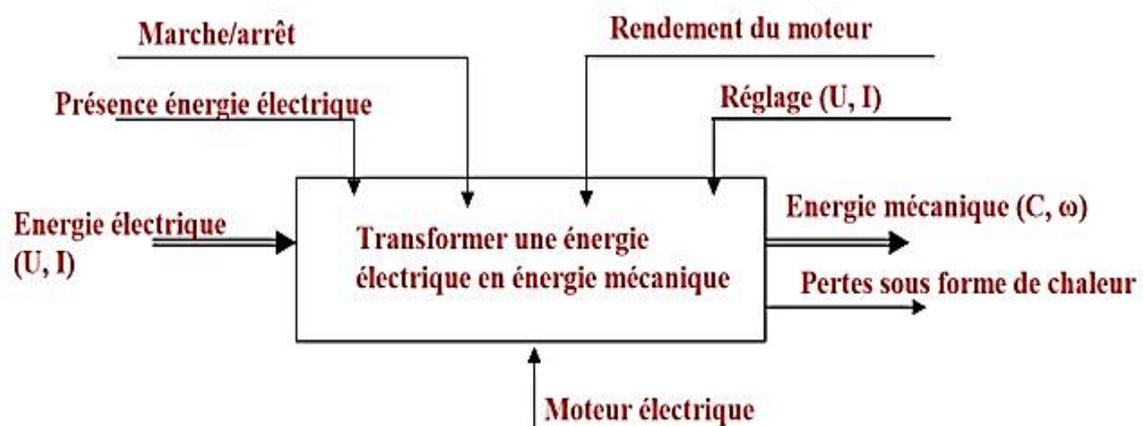


Figure 21: Cahier de charge fonctionnel d'un moteur électrique

La fonction principale (**FP**) du moteur électrique est de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique.

III 3 Fiche technique du moteur 186-4

Tableau 6 : Fiche technique du moteur électrique 22kw

	Symboles	valeurs	Unités	CARACTERISTIQUES DU COUPLE
Type	-	186-4	-	<p><i>Classe16</i> Glissement Vitesse de synchronisme</p>
Puissance nominale	P_N	22 (30)	KW CV	
Vitesse de rotation	N_N	1460	Tr/mi	
Nombre de pôles	2 p	4	-	
Tensions d'alimentation	U_N	380	V	
Couplages électriques	-	Δ	-	
Mode de démarrage	Y/Δ			
Fréquence	F	50	Hz	
Courant absorbé	I_N	45	A	
Rendement	η	84	%	
Facteur de puissance	Cos φ	0,85	-	
Couple nominal	C_N	49	Nm	
Courant au démarrage/ Courant nominal	I_d/I_n	7,9	-	
Couple au démarrage/ Couple nominal	C_d/C_n	2,4	-	
Couple maximal / Couple nominal	C_{max}/C_n	3,3	-	
Classe de couple	Cl	16	-	

Température ambiante	Tamb	40	°C	
Attitude	-	1000	M	
Classe d'isolation	F (155°C)			
Services	S1 (continu)			
<i>CARACTERISTIQUES MECANQUES (CONSTRUCTION)</i>				
Formes de construction	de B3, B5. B35 (sur commande)			
Degrés de protection	de IP 55			
Refroidissement et Ventilation	Ventilateur extérieur centrifuge, pour les deux sens de rotation.			
Equilibrage mécanique	Rotor équilibré dynamiquement avec clavettes.			
Paliers côtés D et N	Roulement à bille 6210 Z J C3 sur les deux côtés.			
D: Côté bout d'arbre et N: Côté ventilation	Palier libre (coté N), graissé à vie (palier avec graisseur sur commande)			
Boite à bornes	Degré de protection IP 55.			
	Position à droite (vu du côté D), orientable 04 directions (90 °). (les positions à gauche et en haut sur commande)			
	02 isolateurs support à trois bornes (en laiton), filetage des trous M8			
	Deux entrées de câbles.			
	Borne de masse à l'intérieur de la boite.			
	Section des conducteurs pour câble d'alimentation 16 mm ²			
Moment d'inertie J	0,13 Kg .m ²			

Poids net ~	190 Kg
Peinture de finition	Gris pierre, RAL 7030.

III 4 PARTIE A : Etude des contraintes (cisaillement, flexion et torsion)

III 4.1 Contrainte de cisaillement pour les vis de la bride et les clavettes

III 4.1.1 Calcul du cisaillement pour les vis

On suppose que l'on est dans les conditions de cisaillement pur pour la vis M8 et que les contraintes sont uniformément réparties dans la section S.

Soient :

F=intensité de l'effort de cisaillement en N

S= la surface d'une section droite parallèle à la direction de l'effort F en mm²

La contrainte tangentielle τ dans la section considérée est égale :

$$\tau = F / S$$

III 4.1.1.1 Vérification de contrainte

Vérification d'une section soumise à la contrainte de cisaillement

Soit la condition de résistance: $\tau = F/S \leq [\tau]_{adm}$

Avec $[\tau]_{adm} = Reg / s$

$[\tau]_{adm}$ = limite d'élasticité du matériau utilisé

Reg= résistance élastique

s = coefficient de sécurité

➤ Application numérique :

Le poids du moteur : $P = 190 \text{ kg}$

La gravité : $g = 10 \text{ m/s}^2$

❖ Calcul de la force et la surface de la vis :

- La force :

$$F = p * g \quad \text{N}$$

➤ AN: $F = 190 * 10$

D'où:

$$F = 1900 \text{ N}$$

- La surface:

$$S = \pi d^2 / 4 \text{ mm}^2$$

➤ AN: $S = 3.14 * 82 / 4$

$$S = 50.24 \text{ mm}^2$$

$$\tau = 1900 / 50.24$$

Donc:

$$\tau = 37.82 \approx 38 \text{ N/mm}^2$$

Après avoir calculé la contrainte de cisaillement pour une seule vis, on calculera maintenant cette contrainte pour 8 vis (car la bride contient 8 vis).

La contrainte tangentielle sera donc :

$$\tau = F / 8S$$

La force sera donc :

$$T = F / 8$$

➤ AN: $T = 1900 / 8$

$$T = 237.5 \text{ N}$$

$$\triangleright \text{AN : } \tau = 237.5 / 50.24$$

$$\tau = 4.72 \approx 5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{On a : } [\tau]_{adm} = Reg / s$$

$$\text{Avec : } s = 3 \text{ et } Reg = 206,807 \text{ N/mm}^2$$

$$\triangleright \text{AN : } [\tau]_{adm} = 70 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 5 \leq [\tau]_{adm} = 70 \text{ N/mm}^2 \implies \text{Condition vérifiée}$$

De là on déduit que les vis utilisés résistent au cisaillement.

III 4.1.2 Contrainte de cisaillement pour les clavettes

Le rotor transmet à l'arbre de diamètre 65 mm un mouvement rotatif, l'assemblage est réalisé par clavetage longitudinale.

On commence tout d'abord par la clavette qui relie le rotor et le stator (clavette centrale)

Les dimensions de cette clavette sont :

$$a = 18 \text{ mm} \quad a : \text{Largueur de la clavette}$$

$$b = 11 \text{ mm} \quad b : \text{Hauteur de la clavette}$$

$$l = 142 \text{ mm} \quad l : \text{Longueur de la clavette}$$

Pour vérifier, si la clavette résiste, nous devons en premier lieu, déterminer la contrainte de cisaillement.

Données :

$$P_u = 22 \text{ KW} \quad P_u : \text{Puissance du moteur en Kilowatts}$$

$$N = 1460 \text{ Tr/min} \quad N : \text{Nombre de tours par minute de l'arbre}$$

On a la puissance du moteur (P) :

$$P_u = C \times \omega \quad (*)$$

C : Couple du moteur en (N.m)

ω : Vitesse angulaire en (rad/s)

D'après la formule (*) on obtient :

$$C = \frac{Pu}{\omega}$$

$$C = 143,97 \text{ (N.m)}$$

Avec $\omega = \frac{2\pi N}{60} = 152,81 \text{ (rad/s)}$

Le couple moteur (C) :

$$C = Ft \times \frac{D}{2} \quad (**)$$

Ft : L'effort de cisaillement en (N)

D : Diamètre de l'arbre en (mm)

D'après la formule (**) on obtient :

$$Ft = \frac{2C}{D} = 2 \times \frac{143,97}{65}$$

$$Ft = 4429 \text{ (N)}$$

Contrainte de cisaillement s'écrit :

$$\tau = \frac{Ft}{S}$$

τ : Contrainte de cisaillement en (N/mm²) ou (MPa)

S : Surface de la section droite en (mm²)

Condition de résistance

Pour des raisons de sécurité, la contrainte de cisaillement doit rester inférieure à une valeur appelée résistance pratique au glissement.

Résistance pratique au glissement : $R_{pg} = \frac{R_g}{k}$

L' limite élastique au glissement : $R_g = 0,5R_e$

La condition de résistance s'écrit :

$$\tau \leq R_{pg} \quad \text{ou} \quad \frac{F_t}{S} \leq \frac{0,5Re}{k}$$

Avec :

Re : Limite élastique en (N/mm²) ou (MPa)

K : Coefficient de s'sécurité

S : Surface de la clavette (largeur * longueur)

D'après la formule (*) on obtient :

$$\tau = \frac{4429}{18 \times 142} = (\text{N/mm}^2)$$

$$\tau = 1,732 (\text{N/mm}^2)$$

$$R_{pg} = 0,5 \times \frac{580}{5} = 58 (\text{N/mm}^2)$$

$$R_{pg} = 58 (\text{N/mm}^2)$$

Donc :

$$\tau < R_{pg}$$

On conclue d'après les résultats trouvé la condition de résistance est vérifié pour la clavette1.

- Pour la clavette 2 (celle du côté AS qui relie le moteur à un autre organe) on procède de la même manière que pour la clavette 1

Les dimensions de cette clavette sont :

$$a = 14 \text{ mm}$$

a : Largueur de la clavette

$$b = 11 \text{ mm}$$

b : Hauteur de la clavette

$$l = 66 \text{ mm}$$

l : Longueur de la clavette

La condition de résistance s'écrit :

$$\tau \leq R_{pg} \quad \text{ou} \quad \frac{F_t}{S} \leq \frac{0,5Re}{k}$$

Avec Ft qui a été calculé précédemment

$$F_t = 4429 \text{ N}$$

Donc

$$\tau = \frac{4429}{14 \times 66} = \text{N/mm}^2$$

$$\tau = 4,793 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$R_{pg} = 0,5 \times \frac{580}{5} = 58 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$R_{pg} = 58 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

D'où :

$$\tau < R_{pg}$$

On conclue aussi ici que la condition de résistance est vérifiée pour la clavette2.

III 4.2 Contrainte de flexion appliquée sur l'arbre :

Soit la condition de résistance

$$\sigma \leq [\sigma]_{adm}$$

Avec $\sigma = Mf / (I / y)$ et $I = \pi D^4 / 64$

$$y = D / 2$$

❖ Calcul des réactions d'appuis :

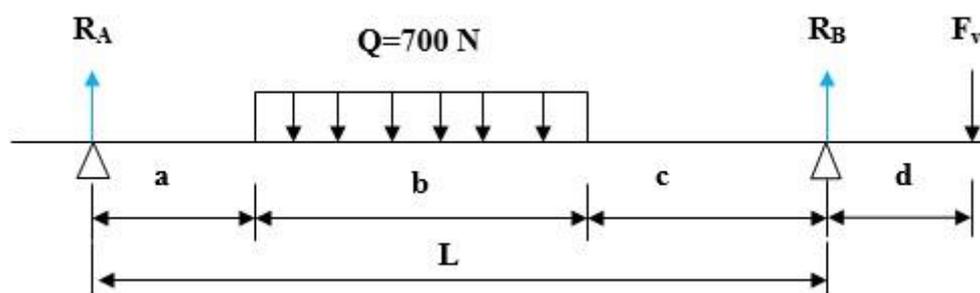


Figure 22: Schéma des forces appliquées sur l'arbre

Données :

Q : la force du rotor appliquée sur l'arbre

F_v : La force du ventilateur appliquée sur l'arbre

$R_A : R_B$: les réactions de l'arbre.

$L = 460 \text{ mm}$; $a = 117,5 \text{ mm}$; $b = 185 \text{ mm}$; $c = 157,5 \text{ mm}$; $d = 76,15 \text{ mm}$

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{R}_A + \vec{R}_B + \vec{F}_v + \vec{Q} = 0 ;$$

$$\Sigma F_{\text{ext}/x} = 0 \implies R_{Ax} + R_{Bx} = 0 \implies R_{Ax} = R_{Bx} = 0$$

$$\Sigma F_{\text{ext}/y} = 0 \implies R_{Ay} + R_{By} - F_v - Q = 0$$

$$R_{Ay} + R_{By} = F_v + Q \dots\dots\dots (1)$$

$$\Sigma M_{\text{ext}/B} = 0 \implies R_{Ay} * (460) + F_v * (76,15) - Q * (185/2 + 157,5)$$

$$R_{Ay} * (460) = 700 * (250) - 43 * (76,15)$$

$$\implies R_{Ay} = \frac{700 * (250) - 43 * (76,15)}{460}$$

$$\implies \boxed{R_{Ay} = 373,3 \text{ N}}$$

Pour R_{By} on remplace la valeur de R_{Ay} dans la 1ère équation et on obtient :

$$R_{Ay} + R_{By} = F_v + Q$$

$$\implies R_{By} = F_v + Q - R_{Ay}$$

$$\implies R_{By} = 43 + 700 - 373,3$$

$$\implies \boxed{R_{By} = 369,7 \text{ N}}$$

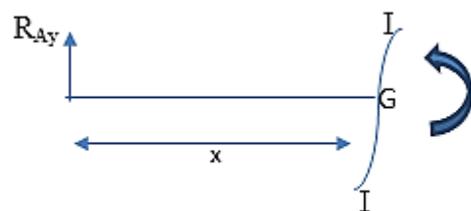
❖ **Calcul du moment de flexion**

Coupe I I: $0 \leq x \leq a$

$$\Sigma M/G = 0$$

$$M_f = R_A x$$

Pour $x = 0 \implies M_f = 0 \text{ N.m}$



Pour $x = a = 0,1175\text{m}$ \longrightarrow $M_f = R_A * a$

$$M_f = 373,3 * 0,1175$$

$$M_f = 43,86 \text{ N.m}$$

Coupe II II : $a \leq x \leq (a + b)$

$$\sum M/G = 0$$

$$M_f = R_{Ax} - Q(x-a)(x-a)/2 +$$

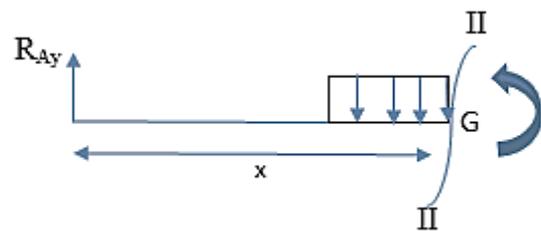
$$M_f = R_{Ax} - Q[(x-a)^2/2] + (x*a - a^2)$$

Après simplification on obtient:

$$M_f = R_{Ax} - Q(x^2 - a^2) / 2$$

Pour $x = a = 0,1175\text{m}$ \longrightarrow

$$M_f = 43,86 \text{ N.m}$$



Pour $x = a+b = 0,3025\text{m}$ \longrightarrow

$$M_f = -59,77 \text{ N.m}$$

Avec $Q = 700/b$

Calcul du moment max :

$$M_f = R_{Ax} - Q(x^2 - a^2) / 2$$

$$M_f' = R_A - Qx \longrightarrow x = R_A / Q$$

On remplace x dans M_f , on obtient

$$M_f = R_A * (R_A / Q) - Q [(R_A / Q)^2 - a^2] / 2$$

$$\text{AN } 373,3 * (373,3 / 4444,44) - 4444,44 \left[\frac{(373,3 / 4444,44)^2 - (0,1175)^2}{2} \right]$$



$$M_{f_{max}} = 16,35 \text{ N.m}$$

Vérification de la condition de résistance :

$$\sigma \leq [\sigma]_{adm}$$

$$\sigma = Mf / (I / y)$$

Avec $I/y = (\pi D^4 / 64) / (D/2)$

$$I/y = \pi D^3 / 32$$

$$I/y = [3,14 * (0,065)^3] / 32$$

$$\frac{I}{y} = 2,7 * 10^{-5} m$$

$D=0,065m$ est le diamètre de l'arbre

Donc $\sigma = 16,35 / 2,7 * 10^{-5}$

$$\sigma = 60,5 * 10^4 N/m^2$$

Avec $\sigma_{adm} = Re / s$ et $Re = 27,5 * 10^7 N/m^2$ et $s = 3$

Re est la limite élastique de cet acier (S355J0)

Donc

$$[\sigma]_{adm} = 9,16 * 10^7 N/m^2$$

D'où $\sigma \leq [\sigma]_{adm}$ la condition est vérifiée et que cet arbre résiste à la flexion.

III 4.3 Calcul de la torsion

Soit la condition de résistance :

$$\tau \leq [\tau]_{adm}$$

On a $[\tau]_{adm} = 0,5 Re$ (caractéristique d'un acier doux)

➤ AN $[\tau]_{adm} = 0,5 * 27,5 * 10^7$

$$[\tau]_{adm} = 13,75 * 10^7 \text{ N/m}^2$$

❖ Calcul du τ_{max} :

$$\tau_{max} = C_{max} / (I_0 / y)$$

Avec $I_0 = \pi D^4 / 64$ et $y = D / 2$

$$D = 0,065 \text{ m}$$

$$\text{➤ AN } I_0 / y = 3,14 * (0,065)^3 / 32$$

$$I_0 / y = 2,7 * 10^{-5} \text{ m}$$

On a aussi $C_{max} / C_{nom} = 3,3 \dots \dots \dots$ (I)

$$\text{Et } C_{nom} = 49 \text{ N.m}$$

C : est le couple de cet arbre.

- Calcul de C_{max} :

De la relation (I) on a :

$$C_{max} = C_{nom} * 3,3$$

$$\text{➤ AN } C_{max} = 49 * 3,3$$

$$C_{max} = 161,7 \text{ N.m}$$

Alors $\tau_{max} = C_{max} / (I_0 / y)$

$$\text{➤ AN } \tau_{max} = 161,7 / 2,7 * 10^{-5}$$

$$\tau_{max} = 5,9 * 10^6 \text{ N/m}^2$$

On remarque que : $\tau_{max} = 5,9 * 10^6 \text{ N/m}^2 \leq [\tau]_{adm} = 13,75 * 10^7 \text{ N/m}^2$

Donc notre arbre résiste à la torsion.

III 5 PARTIE B : Conception avec solidworks

La conception assistée par ordinateur (CAO) permet, grâce à des logiciels spécialisés, la conception des pièces qui ont des formes très complexes. Dans le domaine des moteurs électriques, par exemple, l'utilisation de cette technique facilite la conception de l'enveloppe qui va résister au circuit magnétique et leurs mises en plan.

La technique utilisée permet à l'homme et à la machine d'être liés pour résoudre un problème en utilisant au mieux les compétences de chacun. L'historique de la CAO nous permet d'affirmer que ses débuts remontent aux années 70. Il a été, dès lors, possible de mettre en place des logiciels spécifiques destinés à résoudre le problème des surfaces complexes pour l'industrie aéronautique et automobile.

III 5.1 Les pièces réalisées avec solidworks

III 5.1.1 Le Paquet statorique

Plan et model 3D avec SolidWorks

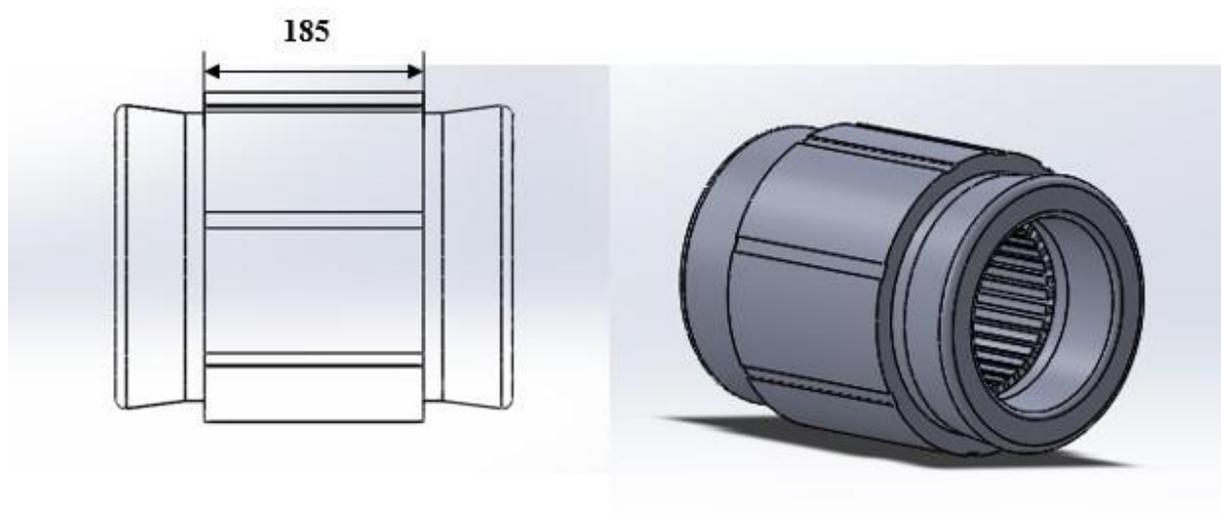


Figure 23: Le stator

III 5.1.2 Le Paquet rotorique

Plan et model 3D avec SolidWorks

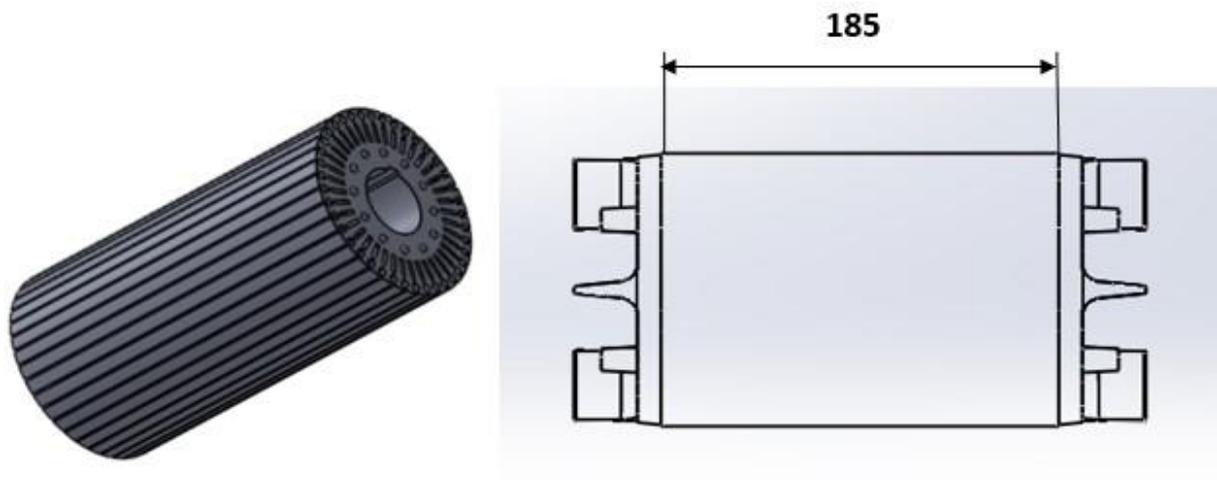


Figure 24: Le Rotor

III 5.1.3 L'Arbre

Plan et model 3D avec SolidWorks.



Figure 25:L'arbre

III 5.1.4 LaCarcasse

Plan et model 3D avec SolidWorks.

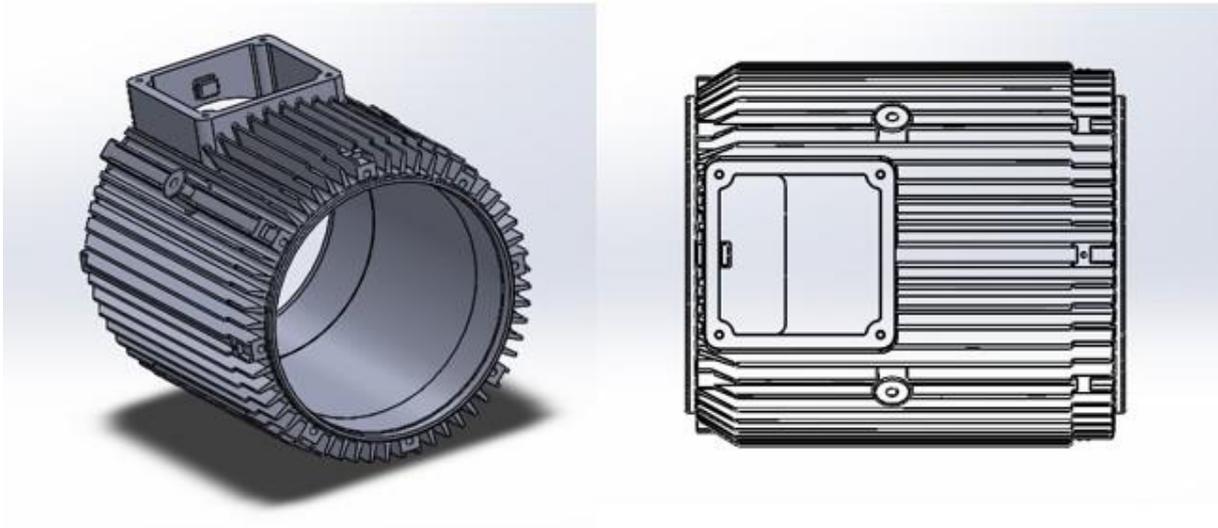


Figure 26: La carcasse

III 5.1.5 La Bride

Plan et model 3D avec SolidWorks.

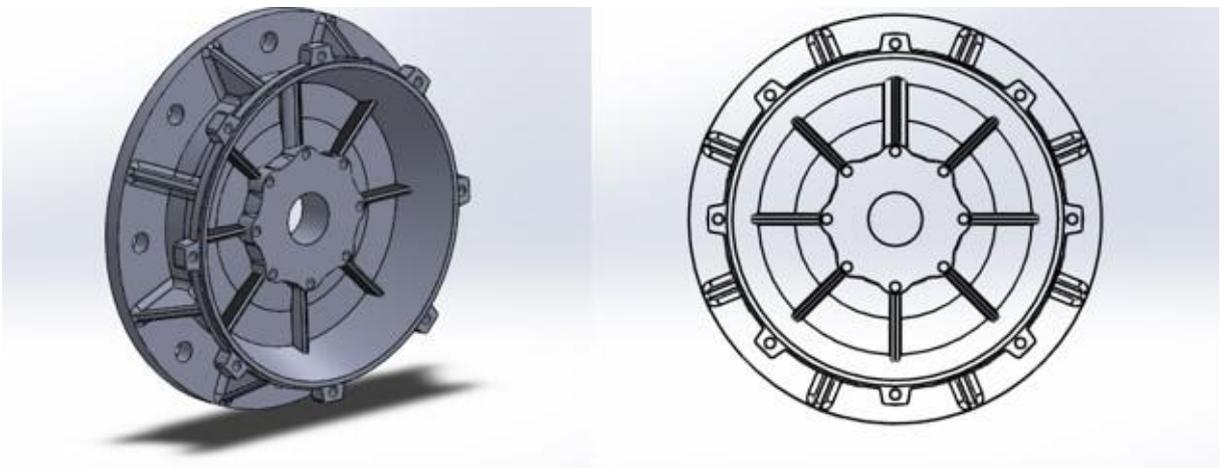


Figure 27: La bride

III 5.2 Résultats de l'étude

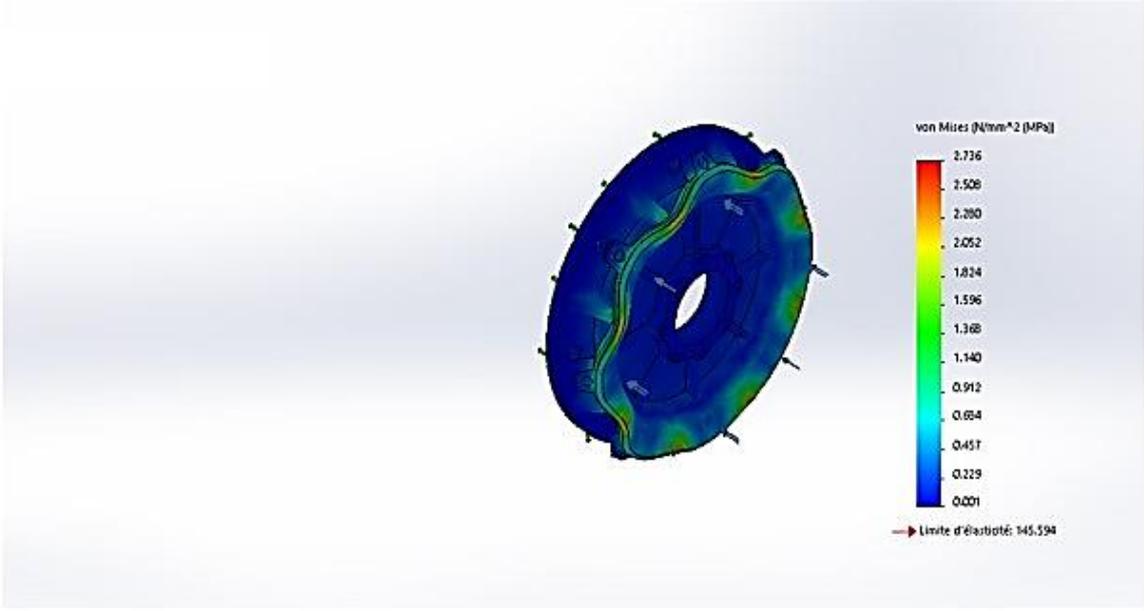
III 5.2.1 La bride

Tableau 7 :Les propriétés de la bride

La bride	Propriétés volumétriques	
	<ul style="list-style-type: none"> • Masse:13.637 kg • Volume:0.00188097 m³ • Masse volumique:7250 kg/m³ • Poids:133.643 N 	<p>Type de la matière : 0.6020 (EN-GJL-200) Limite d'élasticité : 145.594 N/mm² Limite de traction : 200.826 N/mm²</p>

Tableau 8 : bride -SimulationXpress etude –Contraintes

Nom	Type	Min	max
Contraintes	VON : contrainte de Von Mises	0.001 N/mm ²	2.736 N/mm ²



von Mises (N/mm² (MPa))

→ Limite d'élasticité: 145.594

Tableau 9: Bride -SimulationXpress étude-Déplacements

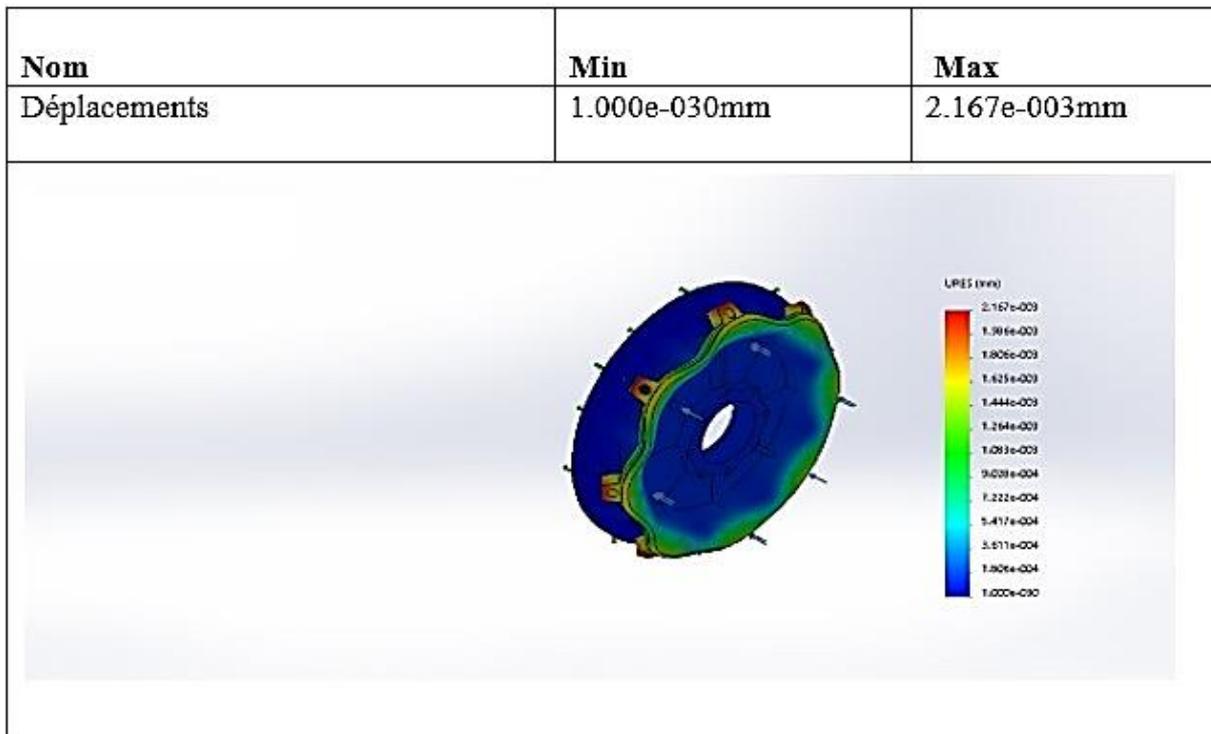
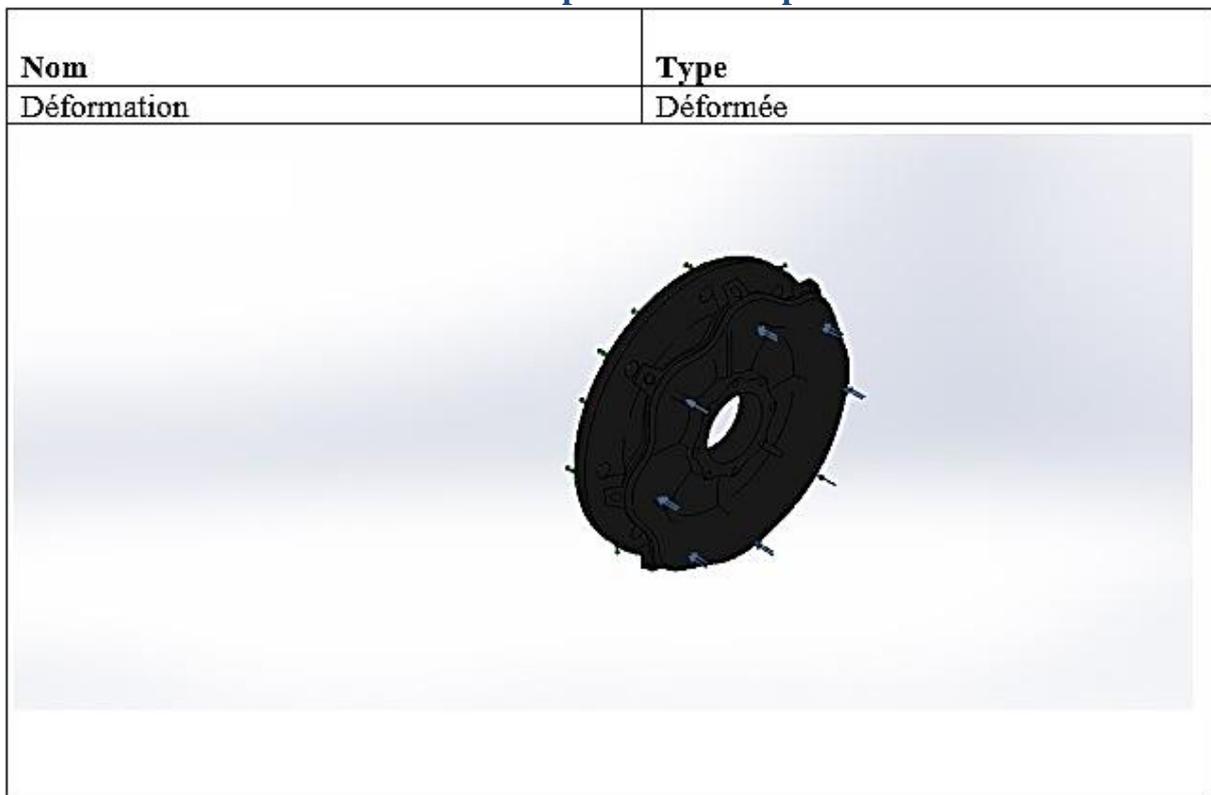


Tableau 10 : Bride -SimulationXpress étude-Déplacements-Déformation



❖ Interprétations des résultats

La simulation révèle quatre principaux critères

- La contrainte max de Von Mises: $2,736 \text{ N/mm}^2$
- Déplacement résultant : $2,167 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$
- La limite élastique : $145,594 \text{ N/mm}^2$
- Coefficient de sécurité: $CS=3 > 1$ donc la bride va résister

III 5.2.2 L'arbre

Tableau 11 : Les propriétés de l'arbre

Référence du modèle	Propriétés	
	Nom:	1.0553 (S355J0)
	Type de modèle:	Linéaire élastique isotropique
	Critère de ruine par défaut:	Contrainte de Von Mises max.
	Limite d'élasticité:	$2.75e+008 \text{ N/m}^2$
	Limite de traction:	$4.5e+008 \text{ N/m}^2$

III 5.2.2.1 Actions extérieures sur l'arbre

Tableau 12 : Les déplacements appliqués sur l'arbre

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		Entités: 2 face(s) Type: Géométrie fixe

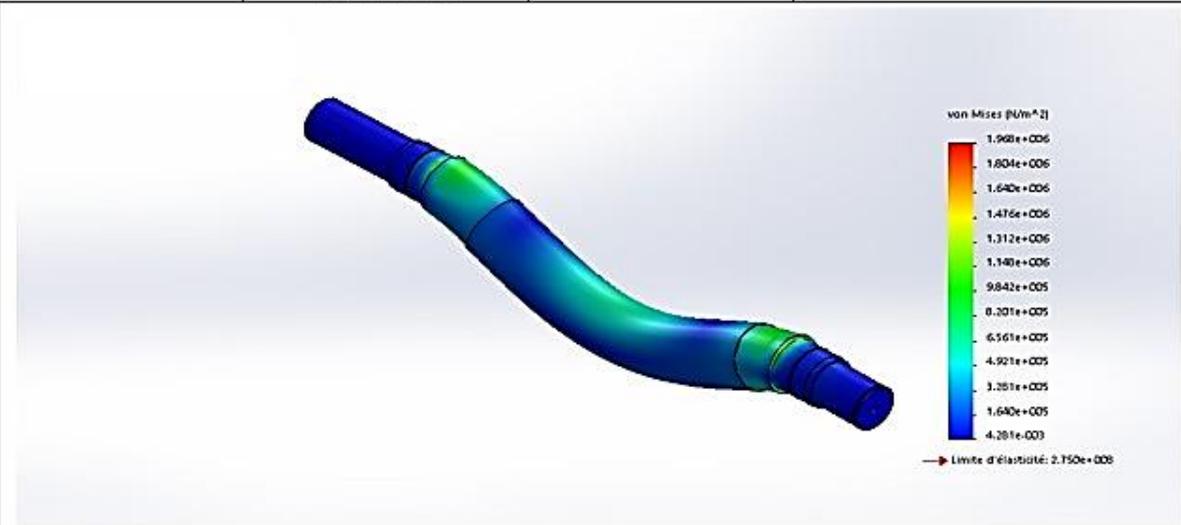
Tableau 13 : Les charges appliquées sur l'arbre

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement	
Force-1		Entités:	1 face(s), 1 plan(s)
		Référence:	Plan de dessus
		Type:	Force
		Valeurs:	700 N
Force-2		Entités:	1 face(s), 1 plan(s)
		Référence:	Plan de dessus
		Type:	Force
		Valeurs:	43 N
Force-3		Entités:	1 face(s), 1 plan(s)
		Référence:	Plan de dessus
		Type:	Force
		Valeurs:	140 N

III 5.2.2.2 Résultats de l'étude

Tableau 14 : Arbre-SimulationXpress étude-Contraintes

Nom	Type	Min	Max
Contraintes	VON: contrainte de Von Mises	4.281e-003N/m ²	1.968e+006N/m ²



von Mises (N/m²)
 1.968e+006
 1.804e+006
 1.640e+006
 1.476e+006
 1.312e+006
 1.148e+006
 9842e+005
 8.201e+005
 6.561e+005
 4.921e+005
 3.281e+005
 1.640e+005
 4.281e-003
 → Limite d'élasticité: 2.750e+005

Tableau 15 : Arbre-SimulationXpress étude-Déplacements

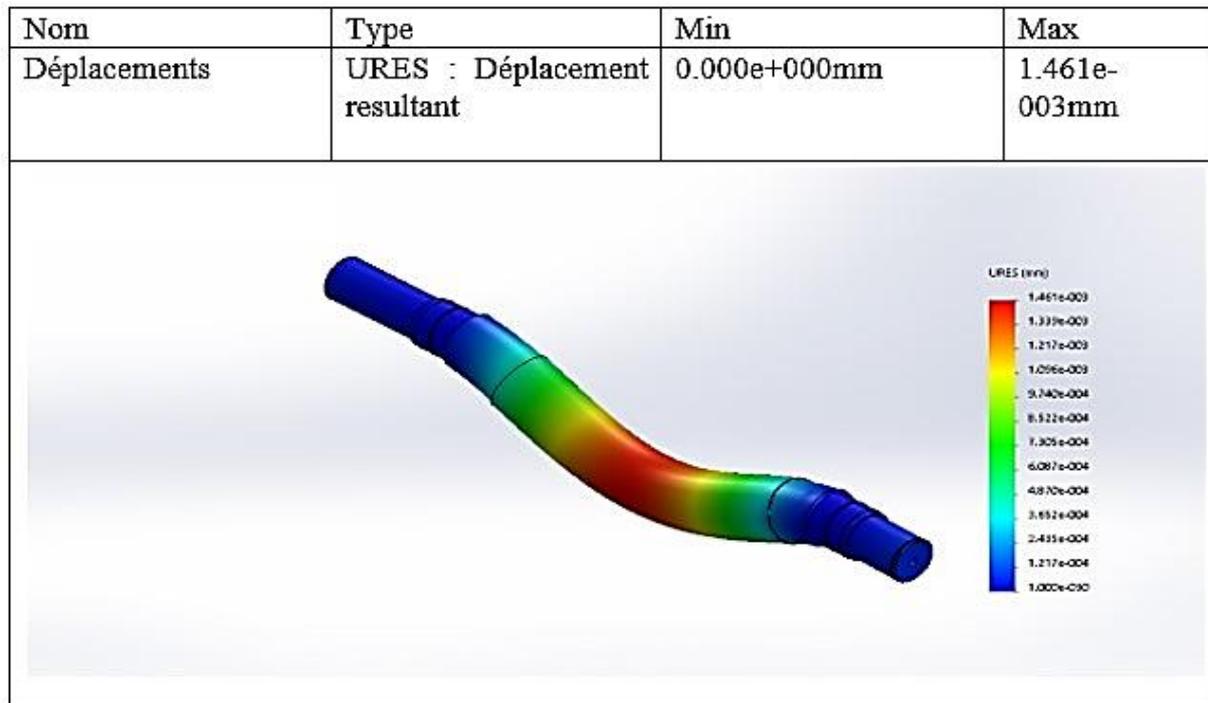
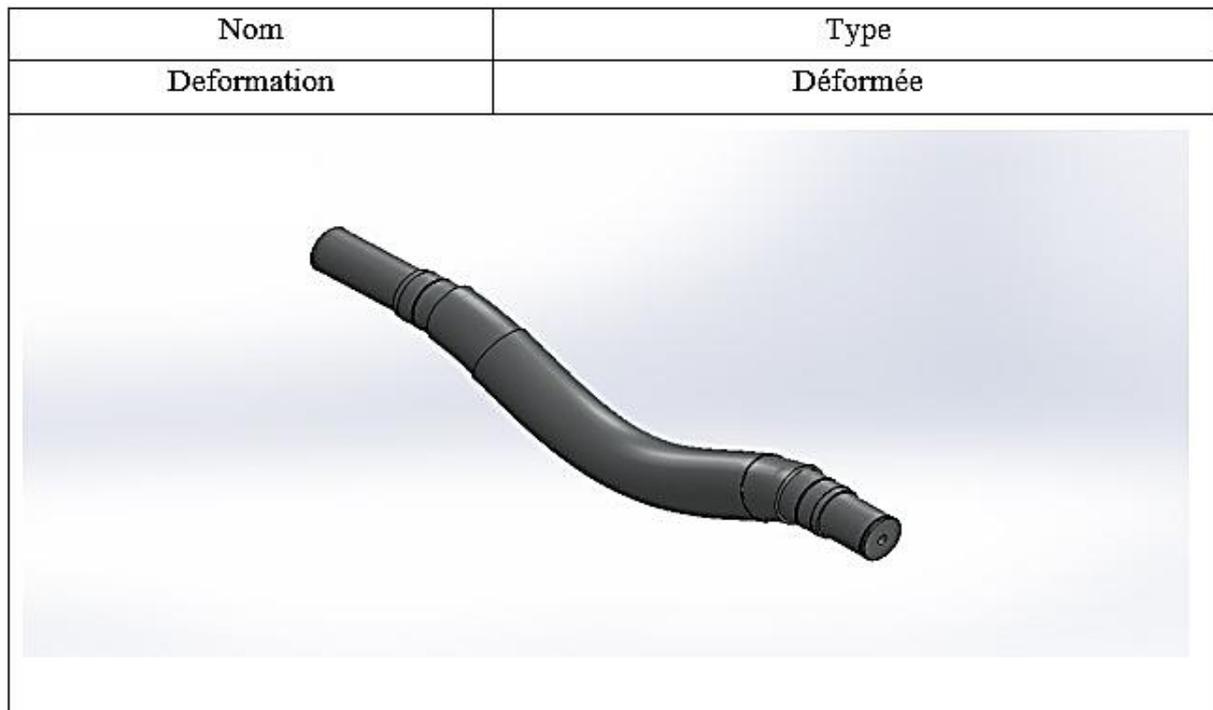


Tableau 16 : Arbre-SimulationXpress étude-Déplacements-Déformation



❖ Interprétations des résultats

La simulation révèle quatre principaux critères

- La contrainte max de Von Mises: 1,968 N/mm²
- Déplacement résultant : 1,461*10⁻³mm
- La limite élastique : 275*10³N/mm²
- Coefficient de sécurité: CS=3 > 1 donc l'arbre va résister

III 6 Ajustements utilisé dans la conception SolidWorks

Tableau 17 : Ajustements des alésages

14 ■ 26	PRINCIPAUX ÉCARTS EN MICROMETRES								Température de référence : 20 °C				
ALESAGES	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
D 10	+ 60 + 20	+ 78 + 30	+ 98 + 40	+ 120 + 50	+ 149 + 65	+ 180 + 80	+ 220 + 100	+ 260 + 120	+ 305 + 145	+ 355 + 170	+ 400 + 190	+ 440 + 210	+ 480 + 230
F 7	+ 16 + 6	+ 22 + 10	+ 28 + 13	+ 34 + 16	+ 41 + 20	+ 50 + 25	+ 60 + 30	+ 71 + 36	+ 83 + 43	+ 96 + 50	+ 108 + 56	+ 119 + 62	+ 131 + 88
G 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 14 + 5	+ 17 + 6	+ 20 + 7	+ 25 + 9	+ 29 + 10	+ 34 + 12	+ 39 + 14	+ 44 + 15	+ 49 + 17	+ 54 + 18	+ 60 + 20
H 6	+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0	+ 13 0	+ 16 0	+ 19 0	+ 22 0	+ 25 0	+ 29 0	+ 32 0	+ 36 0	+ 40 0
H 7	+ 10 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0	+ 21 0	+ 25 0	+ 30 0	+ 35 0	+ 40 0	+ 46 0	+ 52 0	+ 57 0	+ 63 0
H 8	+ 14 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0	+ 33 0	+ 39 0	+ 46 0	+ 54 0	+ 63 0	+ 72 0	+ 81 0	+ 89 0	+ 97 0
H 9	+ 25 0	+ 30 0	+ 36 0	+ 43 0	+ 52 0	+ 62 0	+ 74 0	+ 87 0	+ 100 0	+ 115 0	+ 130 0	+ 140 0	+ 155 0
H 10	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0	+ 84 0	+ 100 0	+ 120 0	+ 140 0	+ 160 0	+ 185 0	+ 210 0	+ 230 0	+ 250 0
H 11	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0	+ 130 0	+ 160 0	+ 190 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 290 0	+ 320 0	+ 360 0	+ 400 0
H 12	+ 100 0	+ 120 0	+ 150 0	+ 180 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 300 0	+ 350 0	+ 400 0	+ 460 0	+ 520 0	+ 570 0	+ 630 0
H 13	+ 140 0	+ 180 0	+ 220 0	+ 270 0	+ 330 0	+ 390 0	+ 460 0	+ 540 0	+ 630 0	+ 720 0	+ 810 0	+ 890 0	+ 970 0
J 7	+ 4 - 6	+ 6 - 6	+ 8 - 7	+ 10 - 8	+ 12 - 9	+ 14 - 11	+ 18 - 12	+ 22 - 13	+ 26 - 14	+ 30 - 16	+ 36 - 16	+ 39 - 18	+ 43 - 20
K 6	0 - 6	+ 2 - 6	+ 2 - 7	+ 2 - 9	+ 2 - 11	+ 3 - 13	+ 4 - 15	+ 4 - 18	+ 4 - 21	+ 5 - 24	+ 5 - 27	+ 7 - 29	+ 8 - 32
K 7	0 - 10	+ 3 - 9	+ 5 - 10	+ 6 - 12	+ 6 - 15	+ 7 - 18	+ 9 - 21	+ 10 - 25	+ 12 - 28	+ 13 - 33	+ 16 - 36	+ 17 - 40	+ 18 - 45
M 7	- 2 - 12	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63
N 7	- 4 - 14	- 4 - 16	- 4 - 19	- 5 - 23	- 7 - 28	- 8 - 33	- 9 - 39	- 10 - 45	- 12 - 52	- 14 - 60	- 14 - 66	- 16 - 73	- 17 - 80
N 9	- 4 - 29	0 - 30	0 - 36	0 - 43	0 - 52	0 - 62	0 - 74	0 - 87	0 - 100	0 - 115	0 - 130	0 - 140	0 - 155
P 8	- 6 - 12	- 9 - 17	- 12 - 21	- 15 - 26	- 18 - 31	- 21 - 37	- 26 - 45	- 30 - 52	- 36 - 61	- 41 - 70	- 47 - 79	- 51 - 87	- 55 - 95
P 7	- 6 - 16	- 8 - 20	- 9 - 24	- 11 - 29	- 14 - 35	- 17 - 42	- 21 - 51	- 24 - 59	- 28 - 68	- 33 - 79	- 36 - 88	- 41 - 98	- 45 - 108
P 9	- 9 - 31	- 12 - 42	- 15 - 51	- 18 - 61	- 22 - 74	- 26 - 88	- 32 - 106	- 37 - 124	- 43 - 143	- 50 - 165	- 56 - 186	- 62 - 202	- 68 - 223

JS = ± IT/2 (voir tableau 14.24).

* Utiliser de préférence les qualités teintées.

Tableau 18 : Ajustements des arbres

ARBRES	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
a 11	-270 -330	-270 -345	-280 -370	-290 -400	-300 -430	-320 -470	-350 -600	-410 -600	-590 -710	-620 -950	-1050 -1240	-1350 -1560	-1650 -1900
c 11	-60 -120	-70 -145	-80 -170	-95 -205	-110 -240	-130 -280	-150 -330	-180 -390	-230 -450	-280 -530	-330 -620	-400 -720	-480 -840
d 9	-20 -45	-30 -60	-40 -75	-50 -93	-65 -117	-80 -142	-100 -174	-120 -207	-145 -245	-170 -285	-190 -320	-210 -350	-230 -385
d 10	-20 -60	-30 -78	-40 -98	-50 -120	-65 -149	-80 -180	-100 -220	-120 -250	-145 -305	-170 -355	-190 -400	-210 -440	-230 -480
d 11	-20 -80	-30 -105	-40 -130	-50 -160	-65 -195	-80 -240	-100 -290	-120 -340	-145 -395	-170 -460	-190 -510	-210 -570	-230 -630
e 7	-14 -24	-20 -32	-25 -40	-32 -50	-40 -61	-50 -75	-60 -90	-72 -107	-85 -125	-100 -146	-110 -162	-125 -182	-135 -198
e 8	-14 -28	-20 -47	-25 -65	-32 -53	-40 -53	-50 -64	-60 -75	-72 -90	-85 -106	-100 -126	-110 -148	-125 -172	-135 -214
e 9	-14 -39	-20 -50	-25 -61	-32 -72	-40 -92	-50 -112	-60 -134	-72 -159	-85 -185	-100 -215	-110 -240	-125 -265	-135 -290
f 6	-6 -12	-10 -18	-13 -22	-16 -27	-20 -33	-25 -41	-30 -49	-36 -58	-43 -68	-50 -79	-56 -88	-62 -98	-68 -108
f 7	-6 -16	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-36 -71	-43 -83	-50 -96	-56 -106	-62 -119	-68 -131
f 8	-6 -20	-10 -28	-13 -35	-16 -43	-20 -53	-25 -64	-30 -75	-36 -90	-43 -106	-50 -122	-56 -137	-62 -151	-68 -165
g 5	-2 -6	-4 -9	-5 -11	-6 -14	-7 -16	-9 -20	-10 -23	-12 -27	-14 -32	-15 -35	-17 -40	-18 -43	-20 -47
g 6	-2 -8	-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25	-10 -29	-12 -34	-14 -39	-15 -44	-17 -49	-18 -54	-20 -60
h 5	0 -4	0 -5	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -20	0 -23	0 -25	0 -27
h 6	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22	0 -25	0 -29	0 -32	0 -36	0 -40
h 7	0 -10	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -46	0 -52	0 -57	0 -63
h 8	0 -14	0 -18	0 -22	0 -27	0 -33	0 -39	0 -46	0 -54	0 -63	0 -72	0 -81	0 -89	0 -97
h 9	0 -25	0 -30	0 -36	0 -43	0 -52	0 -62	0 -74	0 -87	0 -100	0 -115	0 -130	0 -140	0 -155
h 10	0 -40	0 -48	0 -58	0 -70	0 -84	0 -100	0 -120	0 -140	0 -160	0 -185	0 -210	0 -230	0 -250
h 11	0 -60	0 -75	0 -90	0 -110	0 -130	0 -160	0 -190	0 -220	0 -250	0 -290	0 -320	0 -360	0 -400
h 13	0 -140	0 -160	0 -220	0 -270	0 -330	0 -390	0 -460	0 -540	0 -630	0 -720	0 -810	0 -890	0 -970
j 6	+ 4 - 2	+ 6 - 2	+ 7 - 2	+ 8 - 3	+ 9 - 4	+ 11 - 5	+ 12 - 7	+ 13 - 9	+ 14 - 11	+ 16 - 13	+ 18 - 16	+ 20 - 18	+ 22 - 20
js 5	± 2	± 2,5	± 3	± 4	± 4,5	± 5,5	± 6,5	± 7,5	± 9	± 10	± 11,5	± 12,5	± 13,5
js 6	± 3	± 4	± 4,5	± 5,5	± 6,5	± 8	± 9,5	± 11	± 12,5	± 14,5	± 16	± 18	± 20
js 8	± 12	± 15	± 18	± 21	± 26	± 31	± 37	± 43	± 50	± 57	± 65	± 70	± 77
js 11	± 30	± 37	± 45	± 55	± 65	± 80	± 95	± 110	± 125	± 145	± 160	± 180	± 200
k 5	+ 4 0	+ 6 + 1	+ 7 + 1	+ 9 + 1	+ 11 + 2	+ 13 + 2	+ 15 + 2	+ 18 + 3	+ 21 + 3	+ 24 + 4	+ 27 + 4	+ 29 + 4	+ 32 + 5
k 6	+ 6 0	+ 9 + 1	+ 10 + 1	+ 12 + 1	+ 15 + 2	+ 18 + 2	+ 21 + 2	+ 25 + 3	+ 28 + 3	+ 33 + 4	+ 36 + 4	+ 40 + 4	+ 45 + 5
m 5	+ 6 + 2	+ 9 + 4	+ 12 + 6	+ 15 + 7	+ 17 + 8	+ 20 + 9	+ 24 + 11	+ 28 + 13	+ 33 + 15	+ 37 + 17	+ 43 + 20	+ 46 + 21	+ 50 + 23
m 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 15 + 6	+ 18 + 7	+ 21 + 8	+ 25 + 9	+ 30 + 11	+ 35 + 13	+ 40 + 15	+ 46 + 17	+ 52 + 20	+ 57 + 21	+ 63 + 23
n 6	+ 10 + 4	+ 15 + 8	+ 19 + 10	+ 23 + 12	+ 28 + 15	+ 33 + 17	+ 39 + 20	+ 45 + 23	+ 52 + 27	+ 60 + 31	+ 66 + 34	+ 73 + 37	+ 80 + 40
p 6	+ 12 + 6	+ 20 + 12	+ 24 + 15	+ 29 + 18	+ 35 + 22	+ 42 + 26	+ 51 + 32	+ 59 + 37	+ 68 + 43	+ 79 + 50	+ 88 + 56	+ 98 + 62	+ 108 + 68

in = ± IT/2 (voir tableau 14.24)

III 7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons conçu un moteur électrique à bride B5 à l'aide du logiciel SolidWorks et avons calculé la résistance de ses pièces principales (celles qui supportent pratiquement toutes les charges appliquées sur ce dernier) qui sont l'arbre et la bride. Après cette étude on a déduit que ces dernières résistent et sont conforme à ce type de moteur.

CONCLUSION GENERALE

Le travail effectué dans le cadre de ce mémoire, a permis de mesurer l'importance de la conception numérique, en particulier, dans le domaine pratique de formation des pièces, tout en veillant à minimiser les dommages et les pertes économiques, pendant la conception de notre moteur.

Dans le but de concevoir un moteur électrique à bride B5, on a d'abord conçu ses différentes parties (carcasse, bride...) et amélioré d'autre (l'arbre) et assemblé ses derniers à l'aide du logiciel de conception solidworks, puis on a étudié la résistance aux différentes contraintes de certaines pièces (l'arbre et la bride), afin que notre moteur soit fonctionnel tout en respectant les attentes du client.

Après cette étude on conclut que ces différentes pièces résistent et sont conforme à ce type de moteur.

Enfin, la présente étude effectuée dans ce projet, nous a donné l'opportunité d'élargir nos connaissances dans le domaine de la conception, et nous a aussi permis de nous initier aux logiciels de CAO tel que SolidWorks. Il nous reste beaucoup à apprendre sur le plan technique et fonctionnel et c'est dans cette optique que notre avenir est promis au sein de cette même entreprise l'Electro-industrie AZAZGA dans l'unité moteur électrique.

Références bibliographiques

Livre :

-Chevalier

Documentations :

[1]-ENEL Azazga Tizi-Ouzou ; base de documentation E.N.E.L.Route Nationale N12 AZAZGA BP 17

[2]-ABBAS.H et GRABI.M-redimensionnement d'une carcasse pour un nouveau moteur électrique- promotion 2014/2015

[3] - Communication technique: LEMOTEURASYNCHRONETRIPHASE - BEP METIERSDE L'ELECTROTECHNIQUELP DESCARTES 76400FECAMP

Sites internet :

[4]-www.Electro-industrie.com

[5]- « Das Barlowsche Rad » [archive], sur *uni-flensburg.de*, Europa-Universität Flensburg – Institut für mathematische, naturwissenschaftliche und technische Bildung – Abteilung für Physik und ihre Didaktik und Geschichte, 9 juillet 2015 (consulté le 13 août 2017).

[6]- (en) Brevet U.S. 132 [archive]

[7]- Alfred Picard, *Exposition universelle internationale de 1889 à Paris. Rapport général*, vol. 7 : L'outillage et les procédés des industries mécaniques. L'électricité (suite) (groupe VI de l'Exposition universelle de 1889), page 300

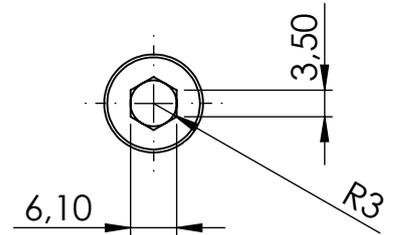
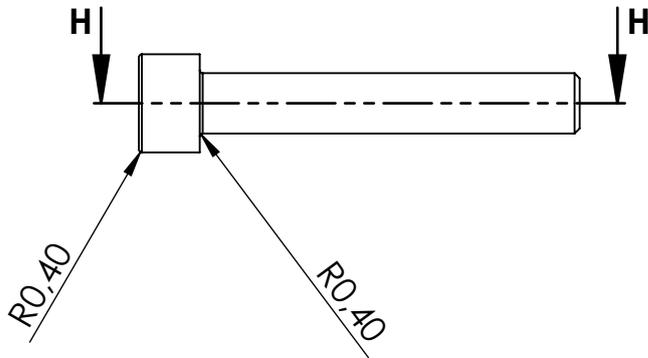
[8]- « Dynamo-electric machine – US 359748 A », 22 mars 1887 [archive].

[9]- (en) « Nikola tesla – US 382279 A », 1^{er} mai 1888 [archive].

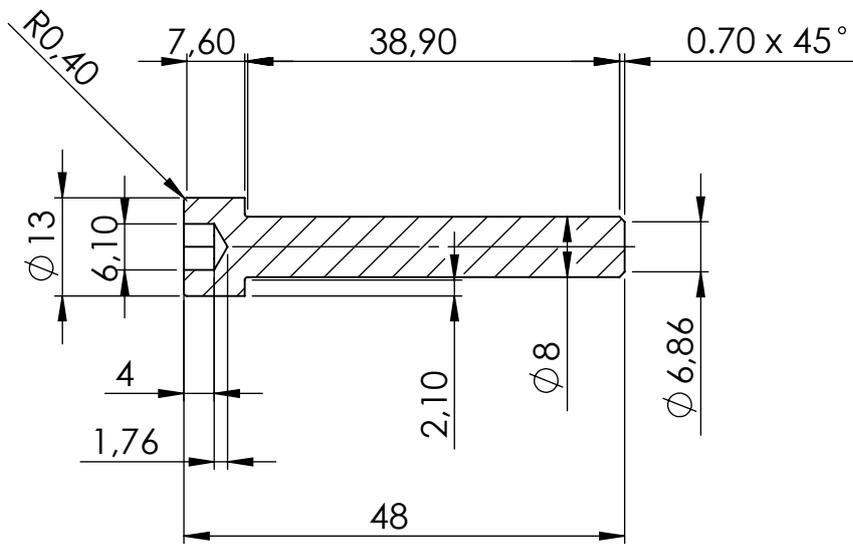
[10]- (it) Museo Elettrico - Galileo Ferraris [archive].

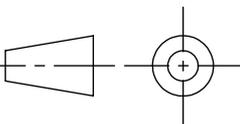
[11]- « Histoire de l'électricité 1880-1889 » [archive], Association faîtière des entreprises électriques suisses.

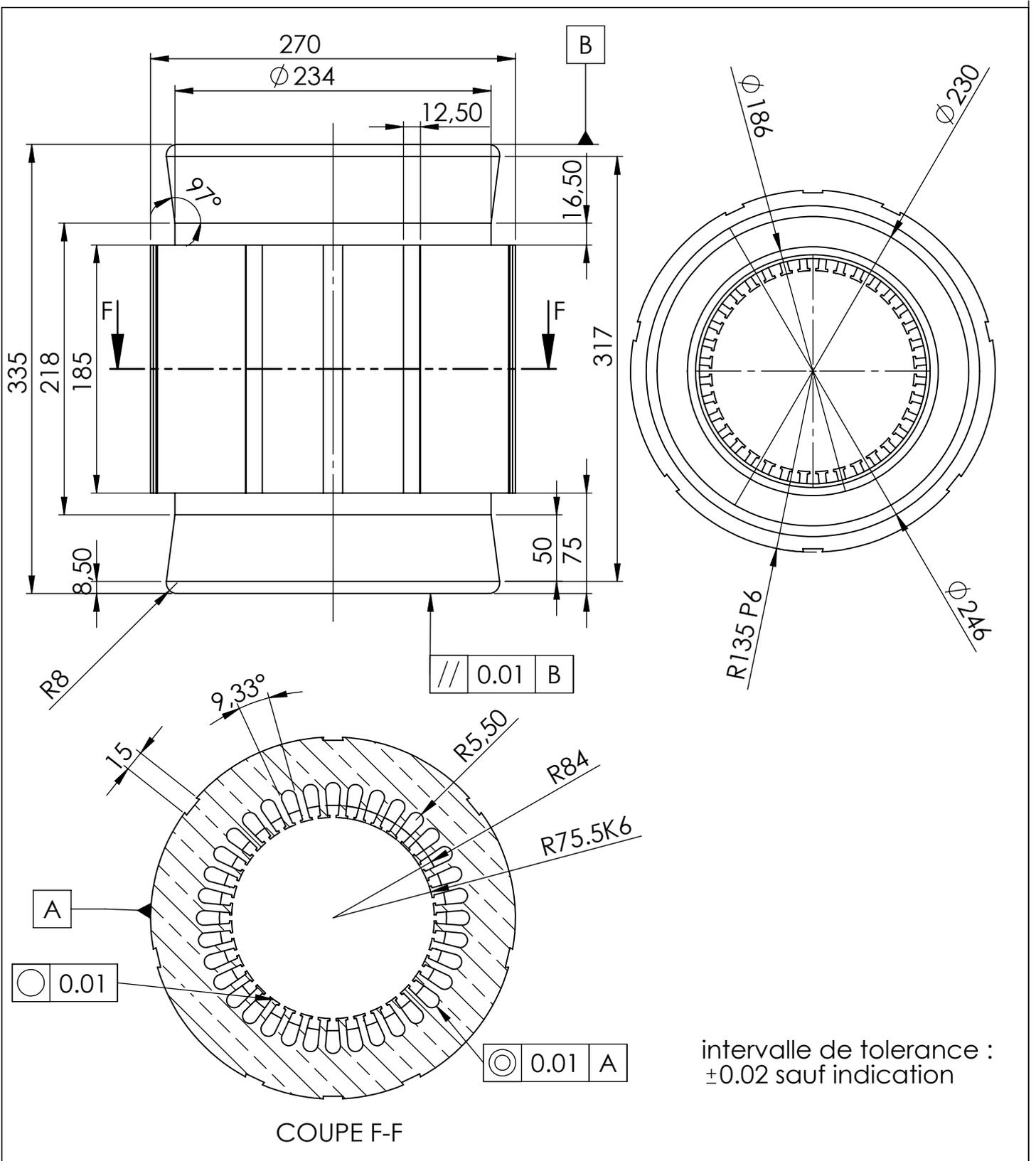
[12]- <https://www.rs-online.com/designspark/different-types-of-motors-and-their-use-fr> (billd700).



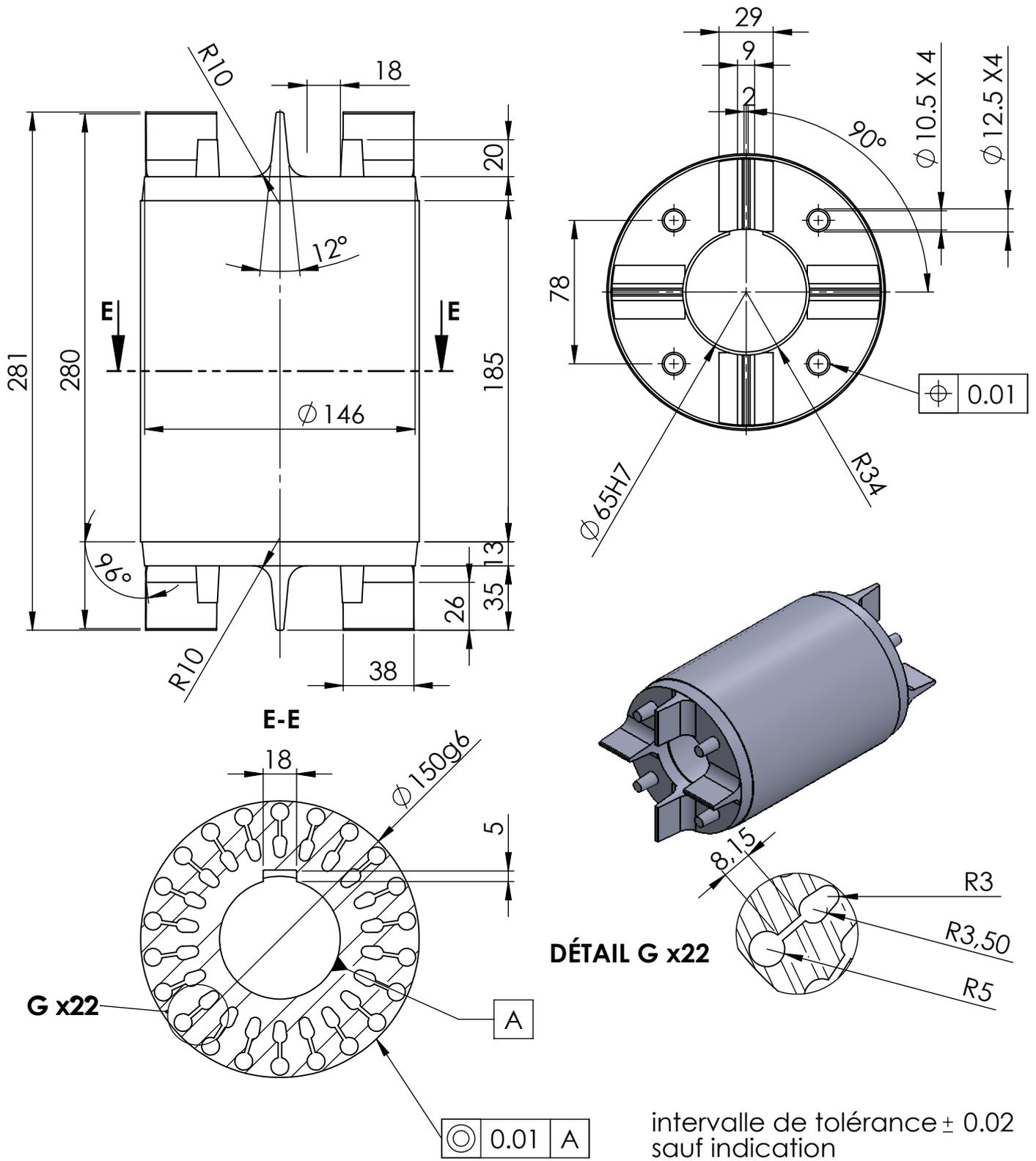
COUPE H-H

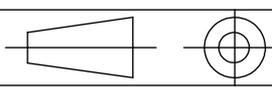


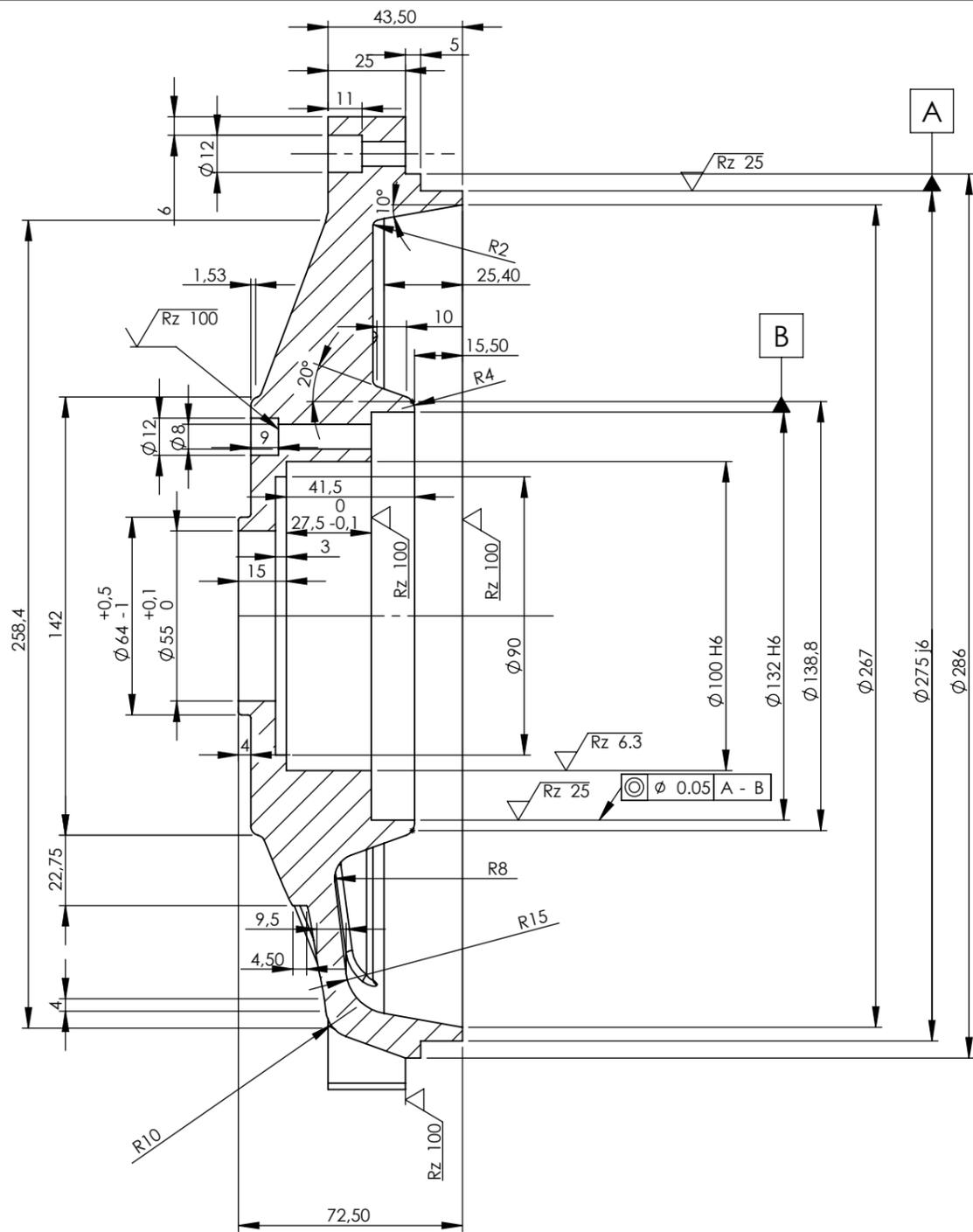
ECHELLE 1:1	Acier Inoxidable	UMMTO	-AIT RAHMANE YASMINA -GHERSI TASSADIT
	VIS ISO 4762 M8 X50		promo:18/19
A4			Genie Mecanique



04	01	STATOR	CUIVRE	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE : 1:4		Moteur Électrique		AIT RAHMANE .Y
				GHERSI .T
A4		FGC -GM -UMMTO		Promo 18/19
				M2 CM

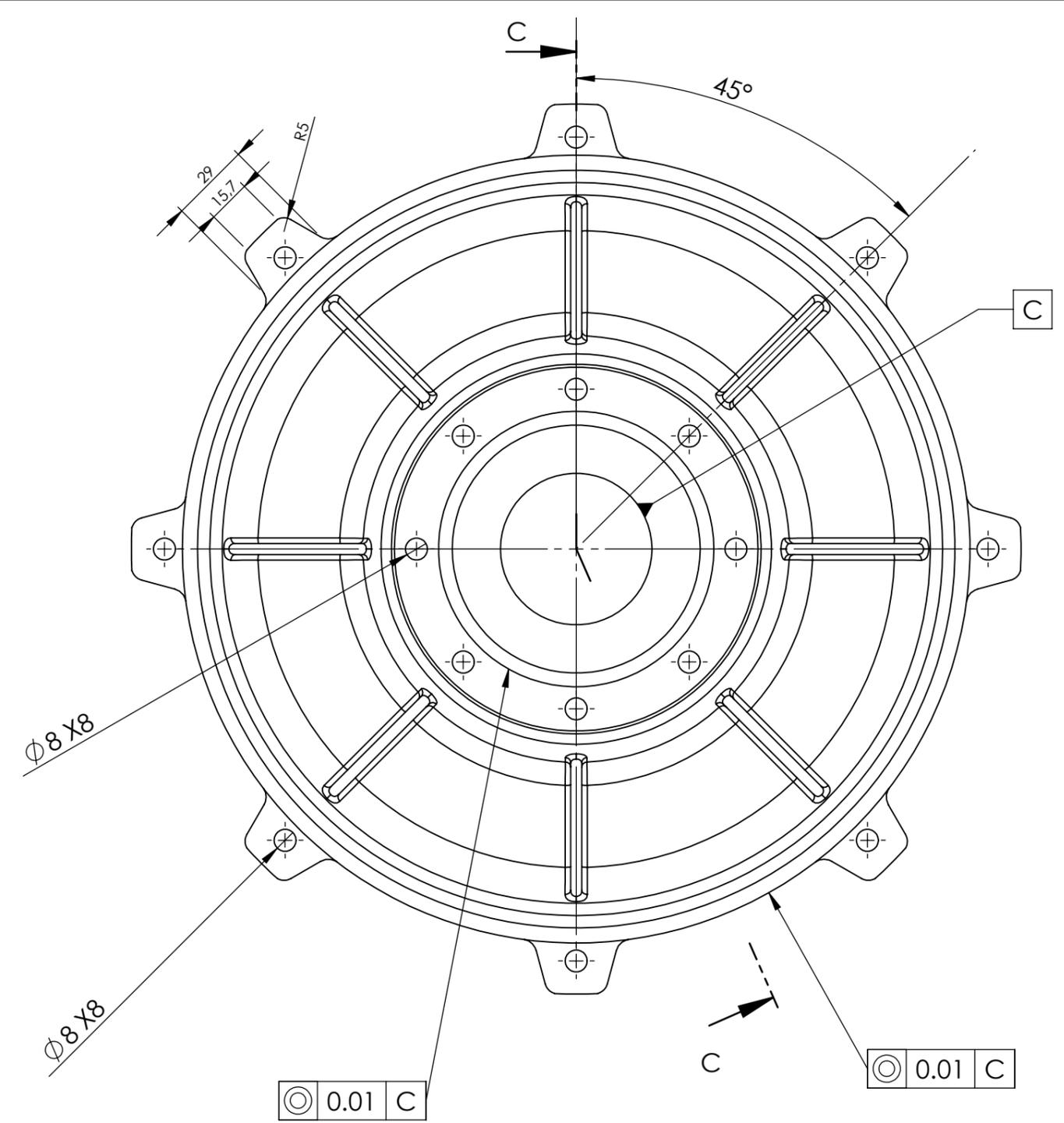


Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
02	01	Rotor	Alluminium	
Moteur Electrique				-AIT RAHMANE . Y -GHERSI . T
ECHELLE: 1:3 				PROMO:18/19
A4 FGC-GM - UMMTO				M2 CM

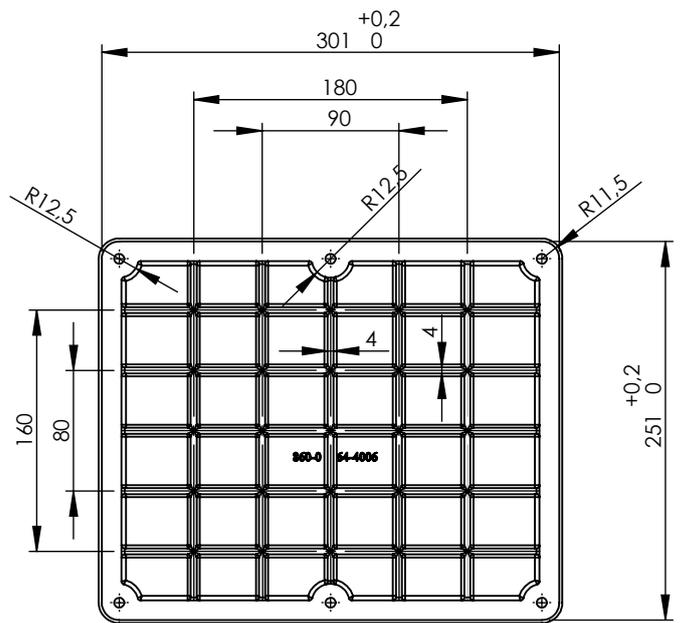
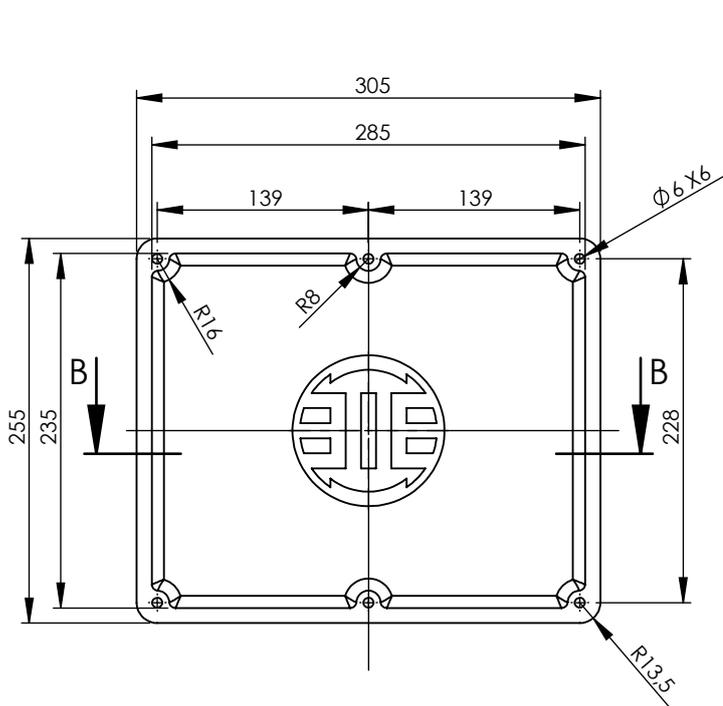


COUPE C-C
ECHELLE 1 : 2

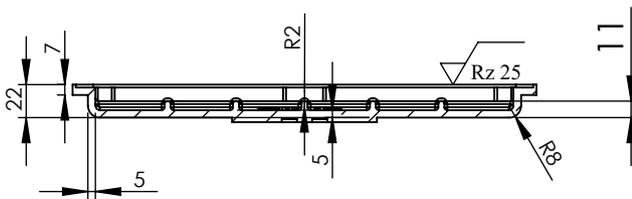
✓ RZ= 100 SAUF INDICATION
Rayons non indiqués = 2



Echelle 1:3	FONTE GG20	UMMTO	AIT RAHMANE .Y
	FLASQUE BS		GHERSI .T
			promo : 18/19
A3			Genie Mécanique

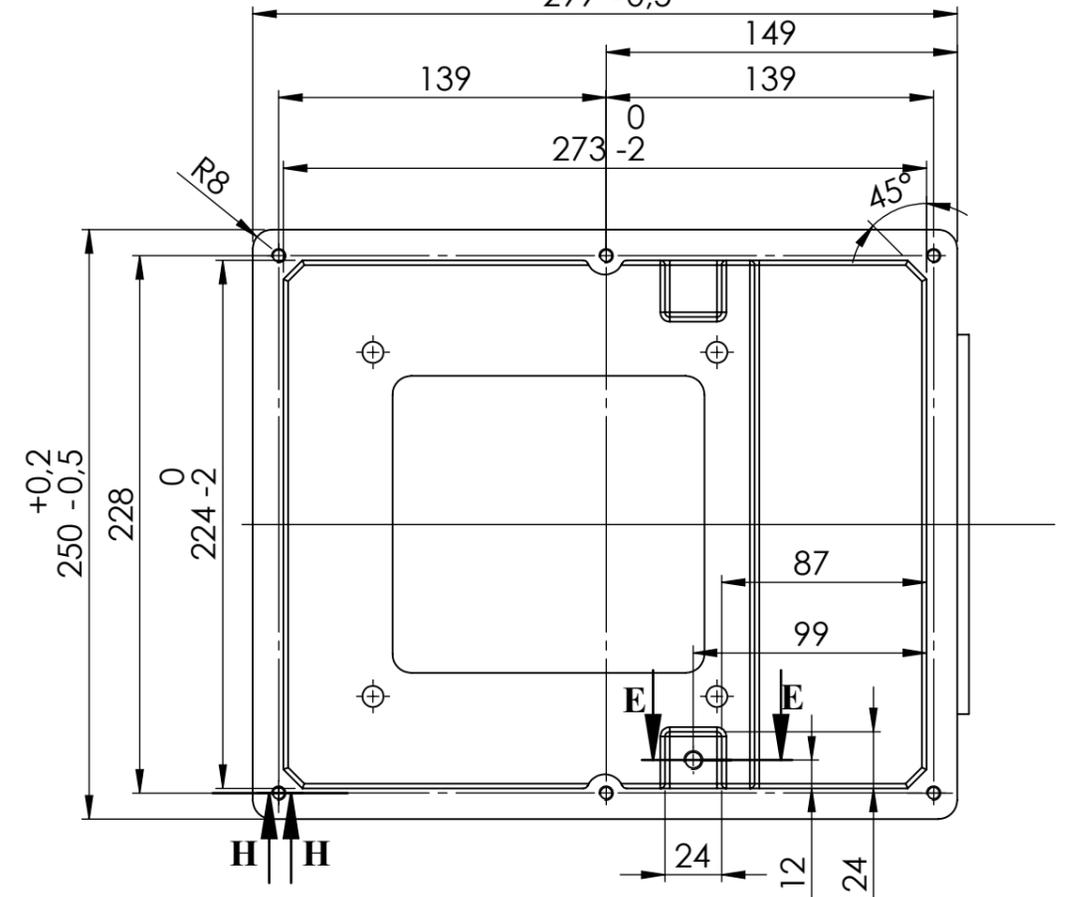
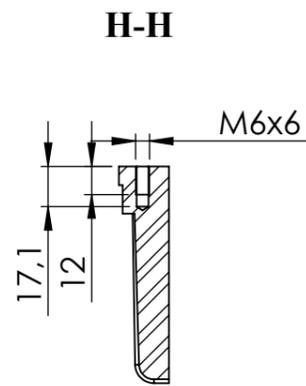
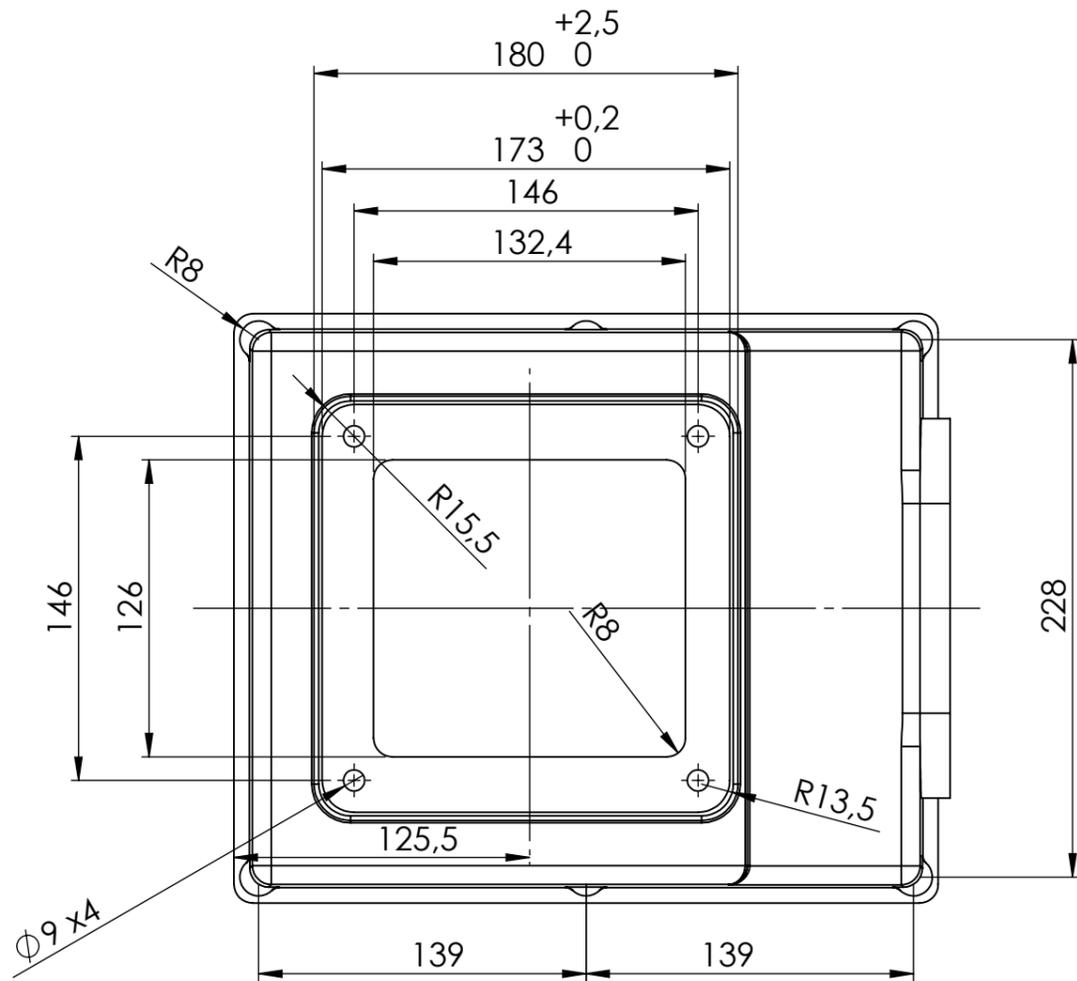
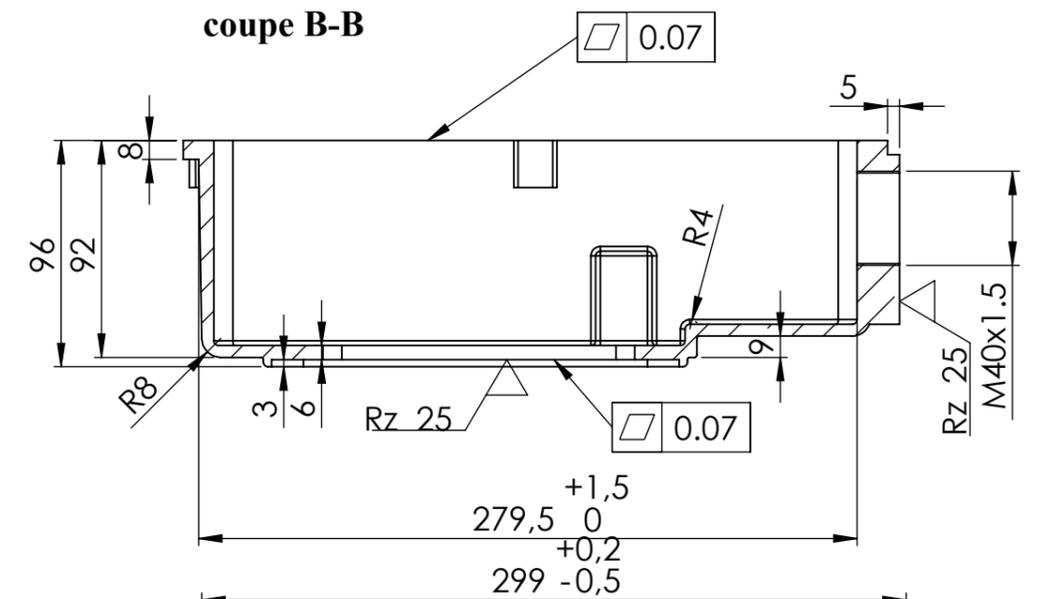
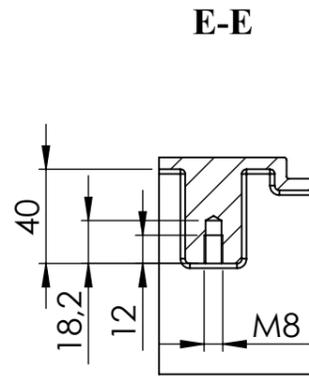
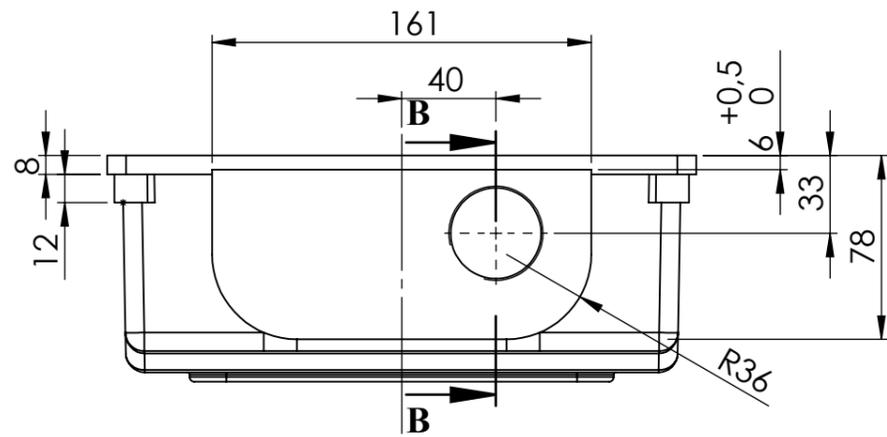


COUPE B-B



intervalle de tolérance ± 0.02
sauf indication

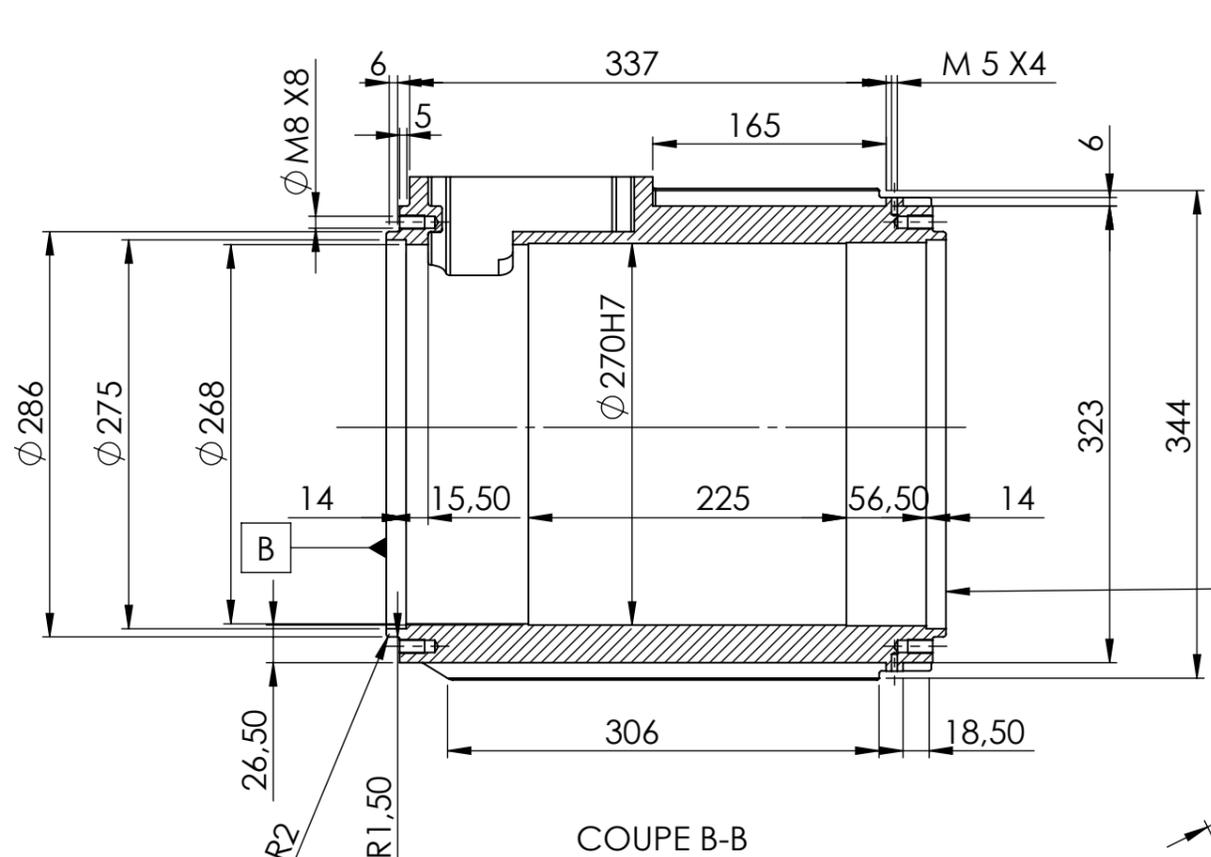
05	01	Cache boite a borne EXT	/ /	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE 1:4		Moteur Eléctrique		AIT RAHMANE .Y
				GHERSI .T
A4		FGC -GM -UMMTO		promo : 18/19
				M2 CM



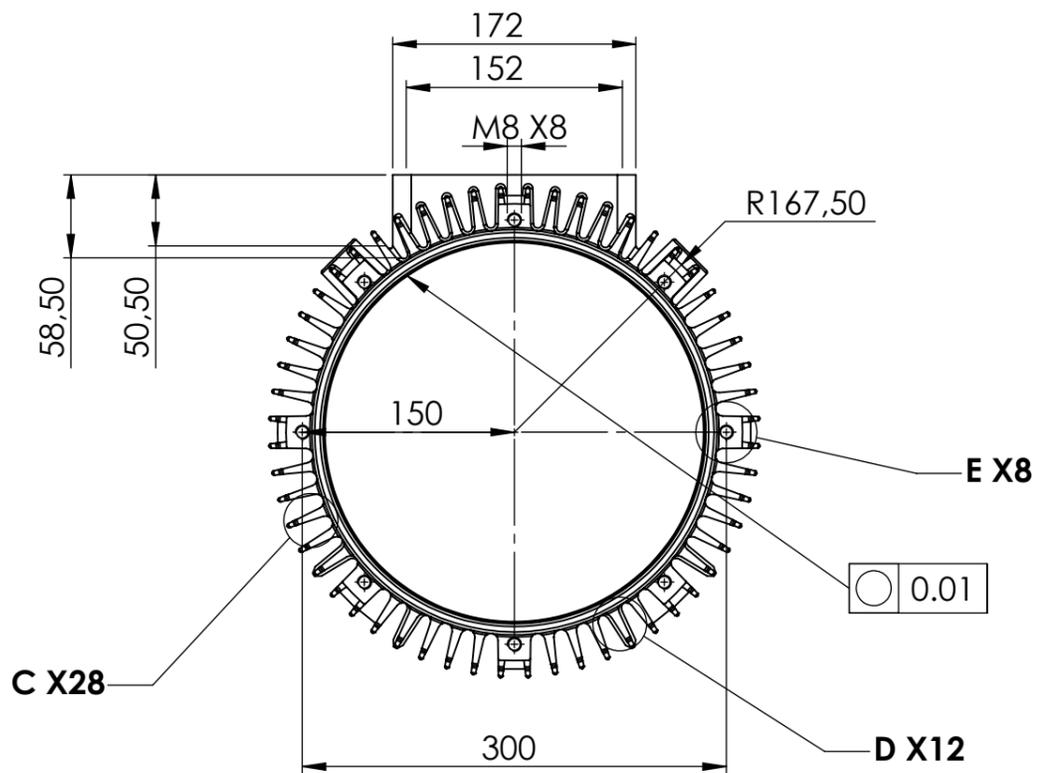
Tous les rayons non dimensionnés: R3
 Épaisseur de paroi: 5 ± 1.5
 Tirant d'eau : DIN 1511
 intervalle de tolérance ± 0.02 sauf indication



07	01	boite a borne	Acier silicium	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle 1:3		Moteur Électrique		AIT RAHMANE .Y
				GHERSI .T
A3				promo : 18/19
		FGC -GM - UMMTO		M2 CM



COUPE B-B

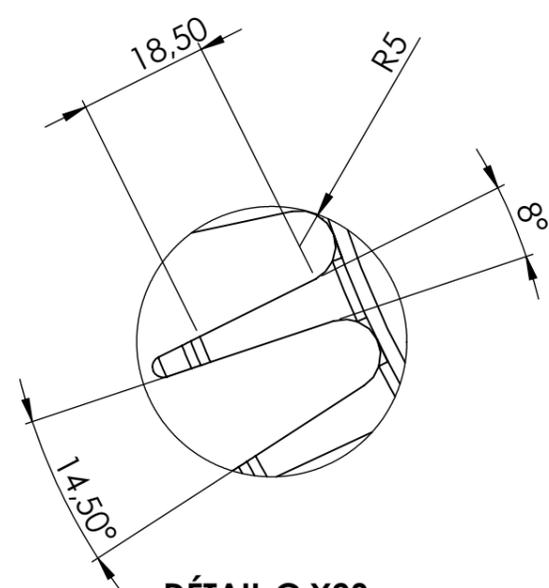


C X 28

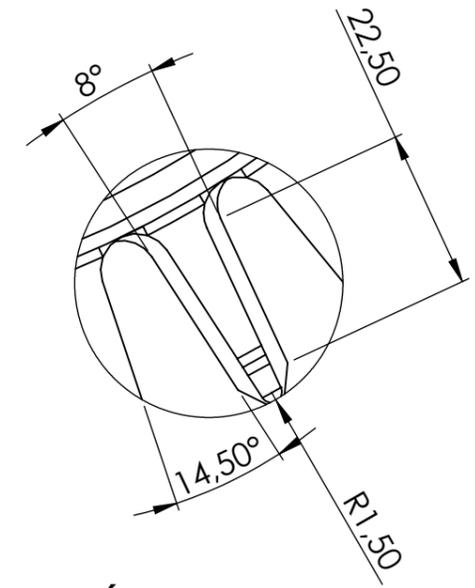
E X 8

0.01

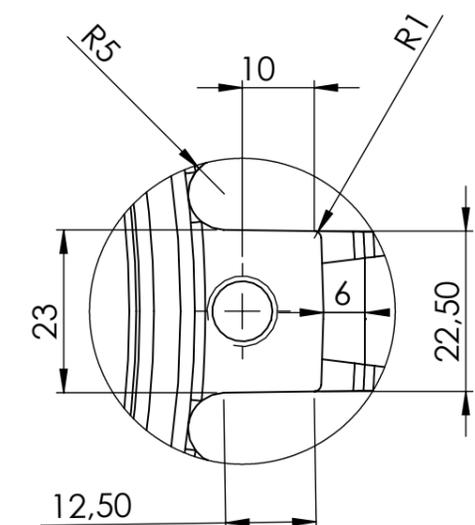
D X 12



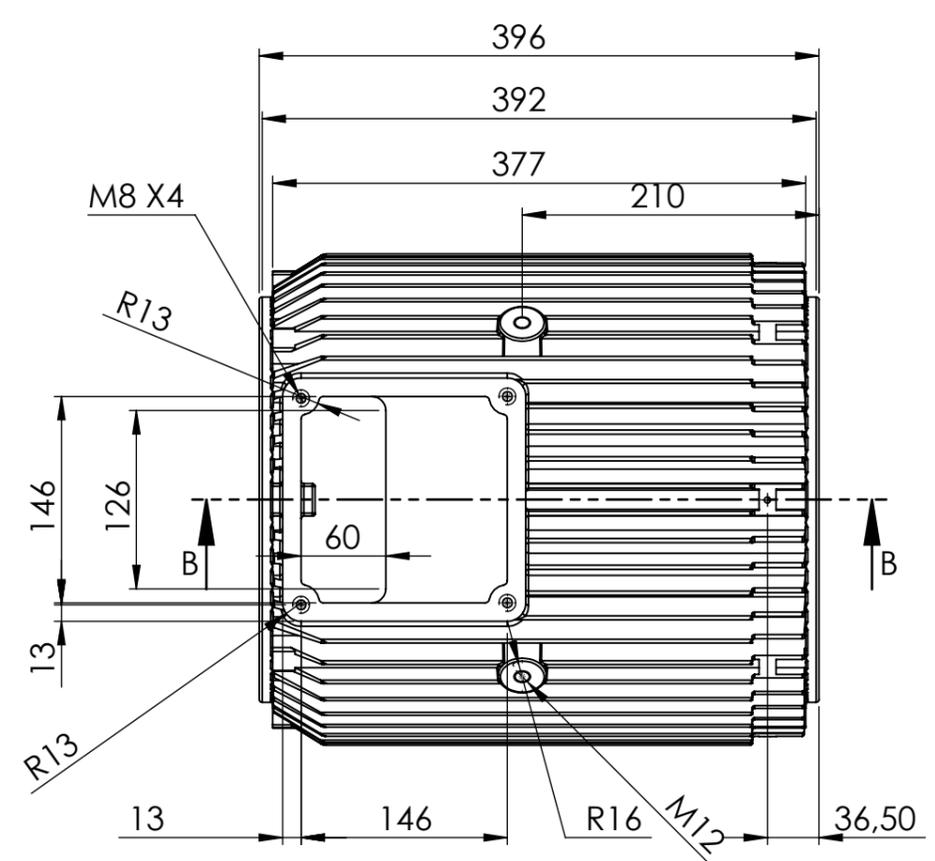
DÉTAIL C X 28



DÉTAIL D X 12

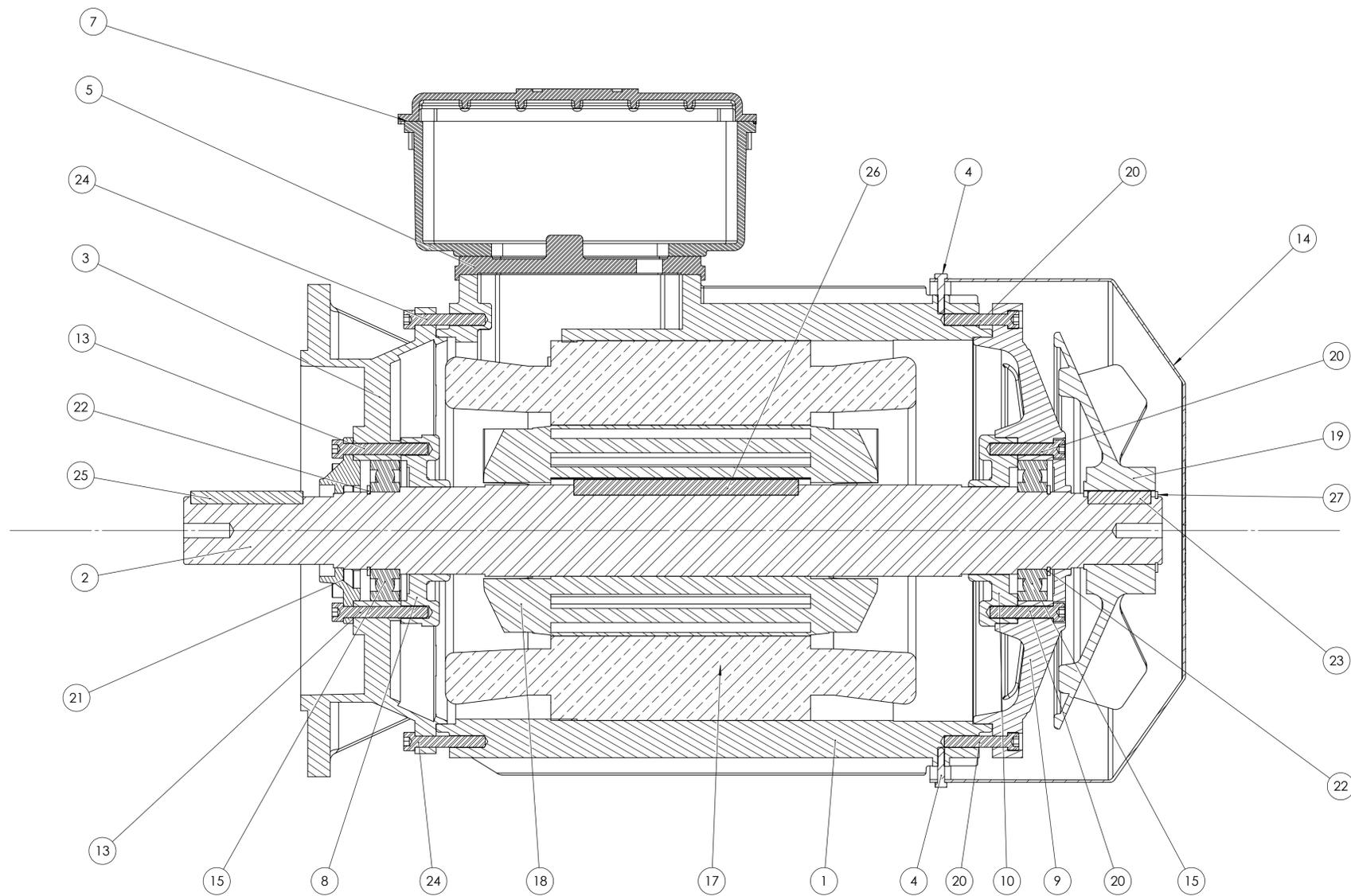


DÉTAIL E X 8



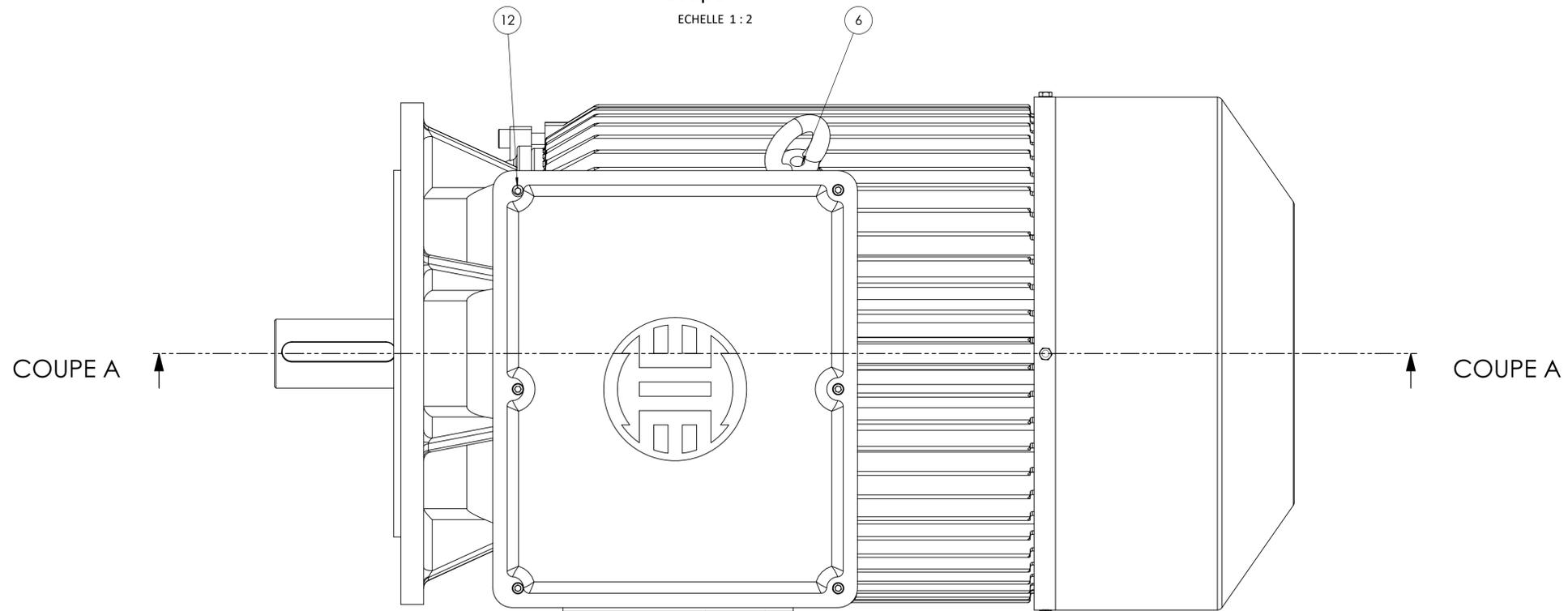
intervalle de tolérance ± 0.01
sauf indication

Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
01	01	CARCASSE	Fonte GG20	
ECHELLE: 1:3		Moteur Electrique		-AIT RAHMANE . Y -GHERSI . T
A3				PROMO:18/19
				M2 CM



coupe A-A

ECHELLE 1 : 2



COUPE A

COUPE A

27	Circlip DIN 471 - 48 x 1.75	/	1
26	clavette Parallel key A18 x 11 x 160 DIN 6885	Acier C45	1
25	clavette parallel_din	Acier C45	1
24	vis ISO 4762 M8 x 50 - 28N	Acier Inoxidable	8
23	clavette parallel_din	Acier C45	1
22	circlips	/	2
21	couvercle palier ext	Fonte GG20	1
20	VIS ISO 4762 M8 x 45 - 28N	Acier Inoxidable	16
19	Ventilateur	Plastique	1
18	ROTOR	Alluminium	1
17	STATOR	Cuivre	1
15	Roulement DIN 625 - 6211-55-100	/	2
14	capot de ventilateur	Acier LAF	1
13	VIS ISO 4762 M8 x 60 - 60C	Acier Inoxidable	8
12	VIS ISO 4762 M6 x 16 - 16N	Acier Inoxidable	6
10	couvercle palier int BS	Fonte GG20	1
9	FLASQUE BS	Fonte GG20	1
8	couvercle palier int AS	Fonte GG20	1
7	Assemblage boîte a borne	/	1
6	Eyebolt DIN 358-M12-S	/	2
5	cache boîte a borne int	Acier silicium	1
4	VIS ISO 4014 - M5 x 25 x 16-N	Acier inoxidable	4
3	bride	Fonte grise	1
2	arbre	Acier s355 j0	1
1	carcasse	Fonte GG20	1
NUMERO	NOM DES PIECES	MATIERE	QTE

Echelle 1:2



A1

Moteur Electrique

-AIT RAHMANE
-YASMINA
-GHRSI TASSADIT

UMMTO- FGC - DGM

plan : 01

promo:18/19

