

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Fabrication mécanique et productique

Par :

Dendoun Kamilia

Benhadj Nadir

Ouali Hakim

Thème

Etude de conception d'un malaxeur (mélangeur) industriel.

Application : Bétonnière B420DE

Soutenu le 13/07/2022 devant le jury composé de :

Mr. BENSALD NASREDDIN Président

Mr. HADJOU MADJID Rapporteur

Mr. IDIR ABDELHEK Examineur

Année Universitaire 2021-2022

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier DIEU le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience de réaliser ce travail.

En second lieu, c'est avec beaucoup de respect et d'appréciation qu'on remercie notre encadrant Msr.HADJOU MADJID, qui a toujours été présent pour nous accueillir et nous aider, et de nous avoir fait profiter de ses connaissances, ses précieux conseils, son encouragement durant toute la période du travail. Merci d'avoir accepté de nous encadrer.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils nous ont porté en acceptant d'examiner ce travail et de le développer par leurs propositions.

Nous tenons à formuler notre gratitude et nos profondes reconnaissances à l'égard de nos parents pour leurs soutiens durant nos études. Et à tous les amis (es) qui n'ont pas hésité à nos donner leurs aides.

Dédicaces

C'est avec un grand plaisir et une grande fierté que je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents, pour leurs amours, toute l'énergie qu'ils ont dépensés et tous les sacrifices qu'ils ont faits pour moi. Merci de m'avoir encouragé à réaliser mes rêves. J'espère que vous serez fier de votre fille, c'est mon objectif numéro un dans la vie. Que dieu vous garde en bonne santé.

A mes sœurs chéries : Nabila, Djamila, Lina.

A mes chers ami(e)s : Thilleli, Néлиза, Micha, Selma, Amine, Ighmou, Nassim et Fouad.

Ainsi à mes chers binômes : Nadir et Hakim, je vous remercie pour votre sérieux.

DENDOUN Kamilia

Je dédie ce modeste travail

A mes parents qui ont été toujours là à me soutenir et à m'encourager.

A mes chers frères et sœurs.

A mes ami(e)s et à tous mes collègues et enseignants.

Et à mes binômes qui ont été patients et ambitieux.

BENHADJ Nadir

Avec une grande fierté que je dédie ce mémoire

A mes chers parents, je vous remercie de m'aider à arriver à cette hauteur et de croire en moi.

A mes frères et sœurs

Ainsi pour tous mes ami(e)

Et sans oublier mes binômes qui ont été sérieux, merci pour les bons moments partagés.

OUALI Hakim

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

NOMENCLATURE

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Généralité sur les malaxeurs industriels

<i>I.1.Introduction.....</i>	<i>3</i>
<i>I.2.Définition d'un malaxeur.....</i>	<i>3</i>
<i>I.3.Les différentes applications du malaxeur.....</i>	<i>4</i>
<i>I.4. Les différents types de mélangeurs.....</i>	<i>4</i>
I.4.1. Les mélangeurs convectifs.....	4
I.4.1.1. Quelques exemples de malaxeurs convectifs.....	5
a. Le malaxeur à ruban.....	5
b. Mélangeur à socs.....	9
c. Mélangeur à vis conique.....	10
d. Mélangeur à turbine cuve biconique.....	12
I.4.2. Mélangeur à cuve tournante.....	13
I.4.2.1. Quelques exemples de mélangeurs à cuve tournante.....	16
a. Mélangeur cubique.....	16
b. Mélangeur en V.....	17
I.4.3. Les mélangeurs à impactions.....	18
I.4.4. Les mélangeurs à lits fluidisés.....	19
I.4.5. Mélangeur à haut cisaillement.....	21
I.4.6. Les mélangeurs statiques.....	22
I.4.7. Mélangeur horizontal.....	24
I.4.8. Bétonnière.....	26
I.4.8.1. Bétonnière portée sur camion.....	26
I.4.8.2. Bétonnière à action continue.....	26
I.4.8.3. Bétonnière brouette.....	27
I.4.8.4. Bétonnière à tambour basculant.....	27
<i>I.5. Les combinaisons de mélangeurs.....</i>	<i>28</i>
<i>I.6. Conclusion.....</i>	<i>28</i>

Chapitre II : Caractéristiques et dimensionnement des organes de la cuve

II.1. Introduction	29
II.2. Fabrication du béton	29
II.3. Fiche technique de la bétonnière B420DE	29
II.4. Principe de fonctionnement :	30
II.5. Les principaux composants de la bétonnière : (voir la figure 2.2)	31
II.6. La cuve	32
II.7. Le système de rotation de la cuve	33
II.8. Le système de basculement de la cuve	34
II.9. Le choix de la cuve	34
II.10. Dimensionnement des organes de la cuve	35
II.10.1. Calcul de la masse du mélange dans la cuve	35
II.10.2. Calcul du diamètre de l'axe qui tient la cuve	36
II.10.3. Masse totale que l'axe doit supporter	36
II.10.4. Calcul du diamètre de l'axe qui est soumis à la flexion	38
II.10.5. Calcul de la force appliquée sur les pales	39
II.10.6. Calcul de l'épaisseur du fer-plat de fixation en S235	40
II.10.7. Calcul de l'épaisseur du fer-plat de pale	43
II.10.8. Calcul du diamètre des vis de fixation de pale sur la cuve	47
II.10.9. Calcul du diamètre de la vis	48
II.10.10. Vérification de la soudure	49
II.10.11. Calcul de la charge équivalente exercée sur les roulements	51
II.10.12. Calcul la durée de vie des roulements	53

Chapitre III : Modélisation et simulation numérique

III.1. Introduction	54
III.2. Présentation de solidworks	54
III.3. Solidworks simulation	54
III.4. Simulation de l'épaisseur de la cuve	55
III.4.1. Interprétation des résultats	59
III.4.2. Conclusion de la simulation	59
III.5. Simulation de la résistance de fer-plat de fixation	59
III.5.1. Interprétation des résultats	63
III.5.2. Conclusion de la simulation	63

III.6. Simulation de la résistance des pales	64
III.6.1. Interprétation des résultats de simulation	69
III.6.2. Conclusion de la simulation	69

Chapitre IV : Gamme d'usinage

IV.1. Introduction	70
IV.2. Moulage en sable	70
IV.3. Soudage à l'arc électrode enrobé	70
IV.4. Le cintrage de tôle : fonctionnement des rouleuses en chaudronnerie.....	71
IV.4.1. Les différents types de rouleuses.....	73
a- La rouleuse pyramidale	73
b- La rouleuse planeuse à 3 rouleaux.....	73
c- La rouleuse planeuse à 4 rouleaux.....	74
IV.5. Pliage.....	74
IV.6. Perçage	75
IV. 7. Découpage.....	76
IV.8. Gamme d'usinage	78
IV.8.1. Fer - plat de fixation	79
IV.8.2. Fer- plat de pale	80
IV.8.3. Bande cône fond de cuve.....	81
IV.8.4. Cône de fond de cuve	82
IV.8.5. Fond de cuve	82
IV.8.6. Assemblage des pièces	84
Conclusion générale	94

Références bibliographiques

Mises en plan

Résumé/Abstract

Liste des figures

Chapitre I : Généralité sur les malaxeurs industriels

Figure I.1 : Mélangeur à ruban	6
Figure I.2 : Dessin du mélangeur à ruban	6
Figure I.3: Mélangeur à socs	9
Figure I.4 : Mélangeur à socs d'après Le Lan (1983)	10
Figure I.5 : Mélangeur à vis conique (mode opératoire)	11
Figure I.6 : Mélangeur orbital à vis d'après Le Lan (1983).....	11
Figure I.7 : Mélangeur à turbine à cuve biconique d'après Le Lan (1983)	12
Figure I.8 : Mélangeur à cuve tournante.....	14
Figure I.9 : Mélangeur cubique.....	16
Figure I.10 : Quelques exemples de mélangeurs à cuve tournante en « V » ; (a) axe de rotation dans le plan des cuves ; (b) axe de rotation perpendiculaire au plan des cuves	17
Figure I.11 : Les composantes du mélangeur « V »	17
Figure I.12 : Installation de mélange en lit fluidisé, d'après HARNBY et al. (1985)	20
Figure I.13 : Broyeur à marteaux d'après FRAISSE (1983),	21
Figure I.14 : Mélangeurs à haut cisaillement d'après HARNBY et al	22
Figure I.15 : Silo-mélangeur d'après FAN et al. (1990) : (a) plusieurs trémies internes, (b) une seule trémie interne.....	24
Figure I.16 : Mélangeur à élément Waeschle : (a) Zone d'écoulement central dans un silo de matières en vrac, (b) Zones d'écoulement dans un silo équipé d'un Combiflow	24
Figure I.17 : Mélangeur horizontal.....	25
Figure I.18 : Bétonnière portée sur camion (ou camion toupie).....	26
Figure I.19 : Bétonnière à action continue	27
Figure I.20 : Mini bétonnière	27
Figure I.21 : Bétonnière à tambour basculant.....	28

Chapitre II : Caractéristiques et dimensionnement des organes de la cuve

Figure II.1 : Bétonnière B420DE.....	30
Figure II.2 : A et B représentent les principaux éléments de la bétonnière B420DE	31
Figure II.3 : Dessin d'une cuve de malaxage	32
Figure II.4 : Vue de la cuve	33
Figure II.5 : Un schéma qui représente le système (mécanisme) de rotation	33

Figure II.6 : les différentes positions de la cuve de malaxage.....	34
Figure II.7 : Dessin SolidWorks de la cuve.	35
Figure II.8 : Dessin solidworks (axe).....	36
Figure II.9 : Dessin SolidWorks (palles)	40
Figure II.10 : Caractéristiques mécaniques de S235 jr	41
Figure II.11 : Dessin SolidWorks de fer plat de pale.....	43
Figure II.12: Fixation des pales sur la cuve.	42
Figure II.13 : Assemblage des deux parties de la cuve avec soudage bout à bout.....	49
Figure II.14 : Dessin solidworks (soudure des fer-plats).	50
Figure II.15 : Un diagramme qui représente le pré dimensionnement de la gorge d'une soudure d'angle	50
Figure II.16 : Emplacement des roulements.	52
Figure II.17 : diagramme des valeurs (x, y, e) des roulements rigides à une rangée de billes.....	53

Chapitre III : Modélisation et simulation numérique

Figure III.1 : Information sur le modèle de la cuve.....	55
Figure III.2 : Information sur le maillage.....	57
Figure III.3 : Contrainte de Von mises.....	58
Figure III.4 : Déplacements.....	58
Figure III.5 : Déformations.	58
Figure III.6 : Dessin solidworks de fer-plat	59
Figure III.7 : Information sur la modele.....	60
Figure III.8 : Informations sur le maillage.	61
Figure III.9 : Contrainte von mises.	62
Figure III.10 : Déplacements.....	62
Figure III.11 : Déformations.	63
Figure III.12 : Dessin solidworks des pales.	64
Figure III.13 : Information sur le modèle.....	65
Figure III.14 : Informations sur le maillage.	67
Figure III.15 : Contrainte van mises.....	67
Figure III.16 : Déplacements.....	68

Chapitre IV : Gamme d'usinage

Figure IV.1 : Principe de soudage à l'arc avec électrode enrobée. [29].....	71
Figure IV.2 : Principe de la rouleuse. [30]	71

Figure IV.3 : Description de la machine. [31].....	72
Figure IV.4 : Principe d'une rouleuse pyramidale. [31]	73
Figure IV.5 : Principe d'une rouleuse planeuse à 3 rouleaux. [31].....	73
Figure IV.6 : Principe d'une rouleuse planeuse à 4 rouleaux. [31].....	74
Figure IV.7 : pliage par la rotation d'un outil pivotant. [32]	74
Figure IV.8 : pliage réalisé sur presse plieuse. [32]	75
Figure IV.9 : mode d'action de l'opération de perçage. [32]	76
Figure IV.10 : Schématisation d'un outil de découpage de tôles minces. [33].....	77
Figure IV.11: Courbe effort-pénétration lors d'une opération de découpage. [33]	77

Liste des tableaux

Chapitre I : Généralité sur les malaxeurs industriels

Tableau 1.1: problèmes courants avec les mélangeurs à ruban.....	8
--	---

Chapitre II : Caractéristiques et dimensionnement des organes de la cuve

Tableau II.1: Dimension forfaitaire de la gorge de chaque cordon Assemblages double-cordon en T transmettant seulement un effort de cisaillement	51
--	----

Chapitre III : Modélisation et simulation numérique

Tableau III.1 : Propriétés du matériau.....	55
Tableau III.2 : (A), (B) actions extérieures	56
Tableau III.3 : Propriétés du matériau.....	60
Tableau III.4 : Actions extérieures	61
Tableau III.5 : propriétés du matériau.....	66
Tableau III.6 : actions extérieures	66

NOMENCLATURE

Symboles	Définition	Unité (SI)
m	: Masse	Kg
v	: Volume	m ³
F	: Force	N
g	: Gravité	m / s ²
Q	: Charge	N/m
M _f	: Moment fléchissant	N.m
T	: Effort tranchant	N
R _e	: Résistance élastique	Mpa
I _{GZ}	: Moment d'inertie	mm ⁴
s	: Coefficient de sécurité	-
d	: Diamètre	mm
a	: Accélération	m/s ²
a _x	: Accélération normal	m/s ²
a _c	: Accélération centripète	m/s ²
N	: Vitesse de rotation	tr/min
W	: Vitesse angulaire	Rad/s
r	: Rayon	m
h	: Hauteur	mm
R	: Réaction	N
S	: Surface	mm ²
L ₁₀	: Durée de vie du roulement en million de tours	-
L _{10h}	: Durée de vie du roulement	Heurs
C	: Charge dynamique de base	Kn
C ₀	: Charge statique de base	Kn
P	: La charge équivalente exercée sur les roulements	Kn

Symboles grecs

δ_i	: Contrainte idéal	N/m ²
τ	: Contrainte cisaillement	N/m ²
δ	: Contrainte	Mpa
ρ	: Masse volumique	kg / m ³

Abréviations

UFMTP	: Unité de fabrication de machines agricoles et travaux publics
-------	---

Introduction générale

Introduction générale

Les mélangeurs sont des composants essentiels pour avoir de l'homogénéité, ils sont au cœur de nombreux procédés de fabrication. Sans eux, peu de réactions chimiques ou de mélanges se réaliseraient spontanément.

Notre mémoire traite les différents malaxeurs industriels et plus précisément sur la bétonnière B420DE et le dimensionnement des organes de sa cuve, qui jouent un rôle important sur le bon malaxage du béton. Nous nous proposons d'étudier la conception du malaxeur industriel qui est donc la bétonnière.

L'intérêt de notre travail est de faire une étude technique d'une bétonnière, étudier sa conception et calculer les dimensions des différents composants de la cuve, qui nous permettra d'obtenir un béton bien mélangé, en fonction de la capacité de la cuve et le poids du mélange.

Parce-que comme on peut voir la conformité aux normes et la qualité du béton produit et utilisé en Algérie restent encore incertaines, malgré les solutions développées et au-delà de l'absence de certification de certains types de béton. Voire, entre 35 et 50% des bétons fabriqués, parfois de manière artisanale, dans des bétonnières ou dans des centrales, et utilisés, sont réputés de mauvaise qualité, en deçà des normes. Et d'autant que les moyens utilisés, le degré de maîtrise des process et des technologies, posent encore problème. Mais aussi que des constructeurs ne respectent pas totalement les normes en matière de dosage des divers constituants du béton, notamment l'eau et les ciments, outre le sable. Voire, qu'ils lésinent pour certains quant à l'usage des adjuvants ou du béton pré-armé ou usent de composants et agrégats avérés non conformes. Relevons, à ce propos, que l'utilisation du béton pré-armé reste encore à l'état embryonnaire en Algérie, de l'ordre de 5 à 10% alors qu'en Tunisie, elle atteint le taux de 90 à 95%. Cela peut causer d'énormes dégâts, c'est pour ça qu'il faut bien éviter tout ça, en commençant d'abord à étudier la conception du malaxeur concerné et prendre en considération la nature et la qualité des agrégats utilisés.

Notre mémoire est structuré comme suit :

- Dans le premier chapitre, nous avons abordé en général les malaxeurs industriels existants, en donnant toutes les informations concernant leurs domaines d'utilisation, fonctionnements, performances, etc.

- Dans le second chapitre, nous avons donné un aperçu sur la bétonnière B420DE en expliquant son fonctionnement, composants et capacité technique, en tout basant sur la cuve où on a dimensionné ses organes en expliquant les méthodes de calculs utilisés.
- Dans le troisième chapitre, nous avons vérifié la rigidité de notre conception à l'aide du logiciel solidworks et ainsi confirmer le dimensionnement rationnel de la conception
- Dans le quatrième chapitre, nous avons donné les gammes d'usinage de certains composants de la bétonnière

En fin nous achèverons notre travail par une conclusion générale. En annexe sont donnés les dessins de définition des éléments de la cuve.

Chapitre I :
Généralité sur les malaxeurs
industriels

I.1.Introduction

Dans l'industrie, un malaxeur ou une bétonnière est un appareil permettant de mélanger ou d'homogénéiser diverses substances telles que des poudres, des pâtes, des granulés et des liquides. Le mélange de solides divisés (poudre, milieu granulaire) est une opération importante pour de nombreux secteurs industriels (pharmaceutique, agro-alimentaire, cimenterie, plastique). En fait, l'uniformité de la composition au niveau requis (souvent l'uniformité de l'emballage) est principalement responsable de la réalisation des spécifications et des performances du produit. Cependant, la notion d'homogénéité des mélanges solides est indissociable de la notion d'échelle d'observation et de séparation et reste difficilement mesurable à atteindre. En fait, dans la plupart des cas, l'estimation doit être effectuée par échantillonnage, ce qui implique des problèmes techniques et statiques. [1]

I.2.Définition d'un malaxeur

Les malaxeurs industriels sont utilisés pour préparer un mélange uniforme de gaz, de solides, de liquides, de poudres ou de différents types de substances avec différentes viscosités, ou pour agiter un mélange particulier pour obtenir une réaction particulière. Il est également connu sous les noms de pétrin, de mélangeur ou par extension agitateur industriel.

Vous pouvez choisir différents modèles selon le type de produit ou de mélange que vous préparez : l'agitateur mécanique rotatif, le mélangeur statique, bétonnière à cuve tournante, à jet axial, etc.

Il comporte généralement un moteur (avec un réducteur), une cuve fermée et étanche dans laquelle le produit à mélanger est injecté par un tube intégré et éventuellement une trémie ou d'un bipasse, un système de réglage de vitesse, une tête et un arbre de mélange, ce dernier avec un moteur branché. [2]

Le choix et le dimensionnement d'un agitateur sont complexes. Sa conception prend en compte trois critères :

- La nature des produits vrac à mélanger.
- L'objectif du mélange.
- Nature du processus (environnement).

Les conditions environnementales sont très importantes et indiquent les limites rencontrées par le mélangeur, imposant certaines caractéristiques à l'équipement telles que la pression

(étanchéité à l'air), la température (moyens de refroidissement), types de fluides et atmosphère (type de protection spéciale). [2]

I.3. Les différentes applications du malaxeur

Le malaxeur industriel est utilisé dans de nombreux domaines. Il sert à parfaire le mélange et à assurer son homogénéité, qu'il s'agisse d'un produit liquide, pâteux ou visqueux. Le choix de la machine dépend du type de produit final que vous souhaitez.

Il est largement employé dans l'industrie alimentaire pour la production d'aliments (destinés à la consommation humaine ou animale), dans le domaine pharmaceutique pour la fabrication de mixtures et de préparations médicamenteuses, dans le secteur de la cosmétique pour la création des crèmes, des lotions, des shampoings, etc. Dans l'industrie chimique pour la confection sans danger de mélanges délicats, dans la papèterie pour créer les mélanges adaptés à chaque type de papiers, etc. lors des processus de fabrication comme, par exemple, la fabrication d'arômes, de colorants alimentaires, de peintures, d'encres ou encore le traitement de polymères, silicones, lubrifiants, adhésifs, etc. [2]

I.4. Les différents types de mélangeurs

Pour répondre à de nombreuses applications et besoins, il existe différents modèles de mélangeurs sur le marché, tous équipés d'une cuve fermée pour accueillir les produits et d'un système motorisé mécanique pour assurer le mélange. Le niveau d'agitation peut être ajusté en fonction de la vulnérabilité des composants utilisés. Certains modèles sont même équipés d'un système de nettoyage en place qui automatise la maintenance de la machine (en plus du mélange des composants) pour réduire les temps d'arrêt de la machine. [3]

Les mélangeurs peuvent être divisés en quatre grandes classes : les mélangeurs convectifs, les mélangeurs à cuve tournante, les mélangeurs à lits fluidisés et les mélangeurs statiques. Tous ces types de mélangeurs peuvent être répertoriés selon la complexité de leur mouvement.

I.4.1. Les mélangeurs convectifs

Les mélangeurs convectifs sont constitués d'une cuve fixe et d'un dispositif mobile rotatif interne. Il est équipé d'une cuve statique verticale avec un agitateur inséré. Ce dernier est doté de pales ou de rubans pour agiter les particules qui se déplacent par groupes d'un endroit à l'autre dans la cuve de mélange. On peut noter que dans ce genre de mélangeurs, le mécanisme d'avalanche est rarement prépondérant.

L'avantage de ce concept est qu'il introduit plus de force de cisaillement dans le lit de poudre lorsque le dispositif mobile pénètre à l'intérieur. Par conséquent, ces mélangeurs sont préférés lorsque la poudre se sépare, notamment pour les poudres cohésives où les agglomérats doivent être brisés afin d'obtenir une bonne dispersion des particules. [4]

Ces mélangeurs tournent à 20-60 tr/min et ont des capacités de réservoir allant de quelques litres à des dizaines de m³. Le mélangeur à ruban est l'exemple le plus courant. Certains de ces mélangeurs fonctionnent à des vitesses d'agitation beaucoup plus rapides, comme les mélangeurs à turbine. Ces vitesses de rotation très élevées peuvent provoquer des échauffements brusques qui peuvent modifier le produit, il est donc nécessaire de surveiller la température. Ce type de dispositif est similaire à un mélangeur à haut cisaillement. Dans les mélangeurs à vis, la vis d'agitation peut se déplacer en périphérie de la cuve conique pour augmenter la zone de mélange. [5]

I.4.1.1. Quelques exemples de malaxeurs convectifs

a. Le malaxeur à ruban

Les mélangeurs à ruban sont composés d'une enveloppe en forme de U dans laquelle tourne un agitateur. L'agitateur est conçu comme un double ruban hélicoïdal qui permet de créer un mouvement convectif des matériaux dans deux directions, réalisant le mélange des poudres et des solides en vrac. Les mélangeurs à ruban sont souvent utilisés dans les industries de transformation pour le mélange à sec de solides en vrac. Ils sont actuellement utilisés dans de nombreuses industries et applications : pharmacie, agro-alimentaire et boulangerie, cosmétique, plastique, épices, mélanges pour boissons, cimenterie, mortier, café et thé, tabac, etc.

Concernant le mécanisme de mélange : Le mouvement du mélange est forcé par la rotation du ruban qui fait circuler le produit dans deux sens: le ruban est en fait composé de deux parties, un ruban extérieur fait circuler le produit dans un sens tandis qu'un autre ruban situé à l'intérieur du 1^{er}. Le produit se déplace en sens inverse (il est possible d'avoir des profils encore plus complexes pour optimiser l'efficacité du mélange et donc le temps de mélange). En mélangeant suffisamment de temps, ces deux mouvements axiaux, couplés au mouvement radial (la lame coupe la matière lors de la rotation), peuvent atteindre le degré d'homogénéité requis. La torsion de l'hélice doit être vérifiée par le fabricant afin que la bande extérieure pousse en direction de la vanne de sortie du mélangeur. Si ce n'est pas le cas, un bon débit de décharge du mélangeur ne peut pas être obtenu. [6]



Figure I.1 : Mélangeur à ruban [7]

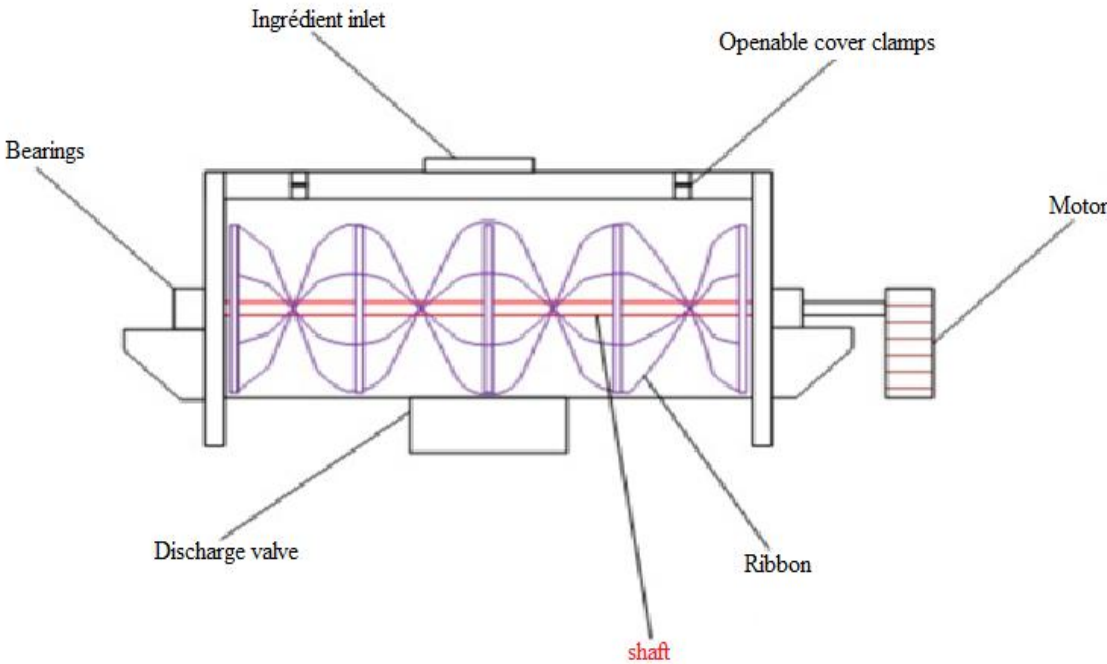


Figure I.2 : Dessin du mélangeur à ruban [6]

- **Les performances du mélangeur à ruban**

Les critères de performances d'un mélangeur sont [8]

- **Application** : poudres sèches ou produits pâteux qui ont tendance à s'aérer.
- **Contrainte** : mélange axiale moins bon que radial, ségrégation possible en décharge.
- **Nettoyage et vidange** : facile à vider mais difficultés possibles au nettoyage.
- **Puissance** : 0.5 à 4 KW.
- **Capacité** : 10 à 15000 L.
- **Temps de mélange** : 5 à 30 min.

- **Les composants du mélangeur à ruban**

Les composants du mélangeur à ruban sont [9]

- Une bouche de remplissage centrale ou le long de de la cuve.
- Une bouche d'évent.
- Deux plaques de fermetures des extrémités de la cuve pour le logement des paliers d'extrémités (réglables et équipés d'un groupe d'étanchéité de l'arbre).
- Un réducteur avec transmission.

L'instrumentation suivante peut également être trouvée sur les mélangeurs à ruban [6]

- **Capteur de vitesse** : permet de confirmer la rotation et la vitesse des arbres.
- **Capteurs de température** : positionnés sur les roulements, permettent de détecter un échauffement anormal dû à des roulements cassés.
- **Débitmètre** : positionné sur l'alimentation en air comprimé au niveau du joint d'étanchéité du roulement. Le rinçage du joint de roulement constitue une fonction importante pour éviter la pénétration de produit dans les roulements, ce qui les endommagerait ou ferait brûler la poudre, ce qui constituerait une source d'inflammation provoquant une explosion de poussière.
- **Capteur de position de vanne** : permet de détecter que la vanne de décharge est fermée.
- **Serrures de sécurité** : placées sur chaque porte d'accès, assurent la sécurité de la machine en empêchant l'opérateur d'accéder au mélangeur pendant qu'il fonctionne, ou démarrer le mélangeur si un point d'accès est ouvert.

- **Les avantages des mélangeurs à ruban**
 - Mélanges répétitifs, reproductibles et extrapolables.
 - Mélangeur à faible maintenance.
 - Rapidité du mélange (max 30min).
 - Mélangeur économique pour d'importants volumes de mélange.
- **Inconvénients**

Tableau I.1: problèmes courants avec les mélangeurs à ruban

Problèmes	Causes probables et solutions
Le ruban est bloqué.	Densité de poudre trop élevée. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réduire la densité / la taille du lot. ▪ Démarrez le mélangeur à basse vitesse pendant le remplissage et n'arrêtez pas le mélangeur avant le déchargement.
Temps de mélange trop long.	Le mélangeur est trop rempli, la vitesse de mélange est trop faible, la séquence de remplissage est incorrecte. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réduire la taille du lot. ▪ Augmentez la vitesse de mélange. ▪ Assurez-vous que les petits ingrédients sont chargés entre les ingrédients principaux.
Dommages au produit, casse.	Temps de mélange trop long. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vitesse trop élevée.

Dans un mélangeur à ruban, les joints sont immergés dans le matériau pendant le mélange, de sorte qu'avec des matériaux fins ou abrasifs, les particules se trouveront dans les joints autour de l'arbre de la vis du mélangeur. Différentes options d'étanchéité et des solutions mécaniques sont disponibles pour éviter cela. Le mélangeur à ruban peut également être difficile à vider. Le matériau est généralement drainé par une ouverture centrale au fond du réservoir, de sorte que tout le

matériau doit être déplacé des coins du réservoir vers le centre pour un drainage complet. Très souvent, une quantité de produit déchargée reste. Vous pouvez installer une large trappe pour vider l'ensemble du lot en une seule fois, mais vous devrez alors transporter l'ensemble du lot, ce qui peut provoquer une ségrégation. [10]

b. Mélangeur à socs

Les mélangeurs à socs se basent sur le principe de fluidisation du lit de particules avec une action mécanique importante. Ils fonctionnent à des vitesses proches de celles mises en jeu dans les mélangeurs à ruban, mais les lames introduisent beaucoup d'air dans le mélange. Le positionnement et la vitesse de rotation de l'outil de mixage créent un mouvement centrifuge tourbillon qui permet la projection 3D et sa pénétration.

Dotés d'un processus de malaxage très énergique, ces malaxeurs sont équipés de pales ou de socs fixés sur un arbre tournant. Les profils et les alignements sont réalisés en fonction du type de produit à mélanger, ainsi le produit peut être soulevé pour assurer une bonne homogénéisation en très peu de temps. Ils sont idéaux pour mélanger des matériaux secs, légèrement humides ou des pâtes. [5]

Le mélangeur à socs permet à un ou plusieurs socs de pénétrer dans le lit et de repousser la poudre en remuant la poudre près du mur. Le mouvement des particules dans ce type de mélangeur a été étudié par la technologie d'émission de positrons et la modélisation à l'aide de particules sphériques ou non sphériques. [4]

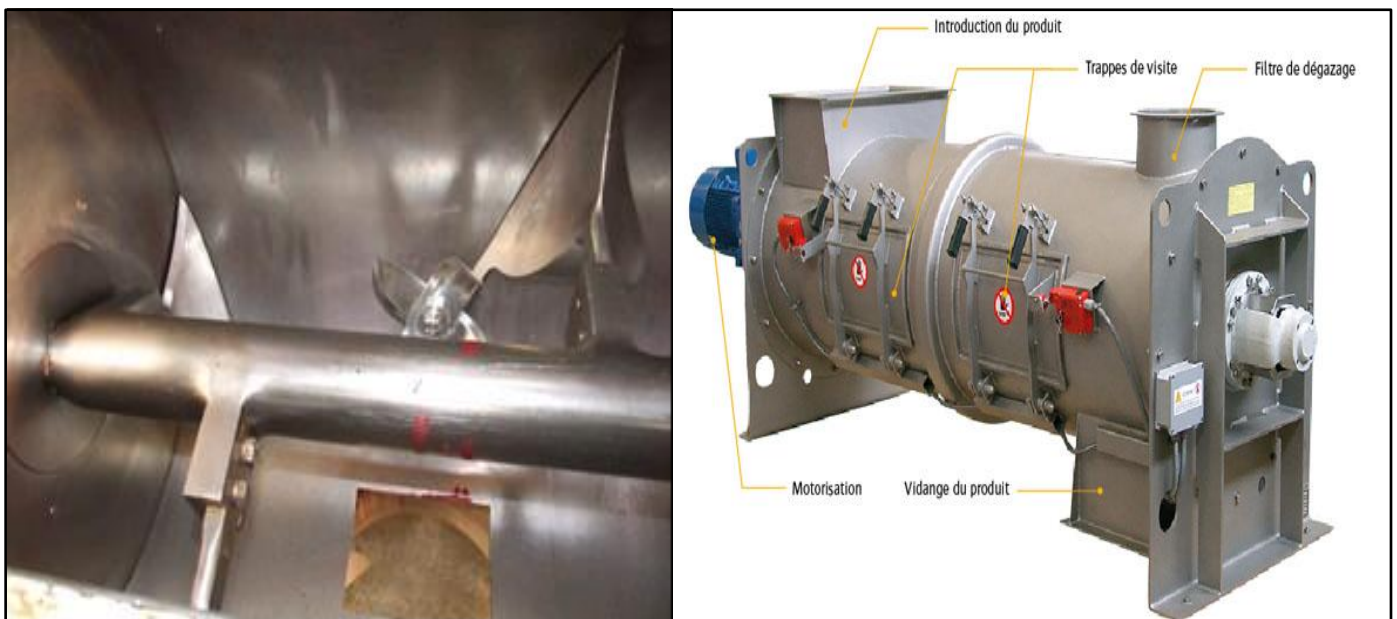


Figure I.3: Mélangeur à socs [2]

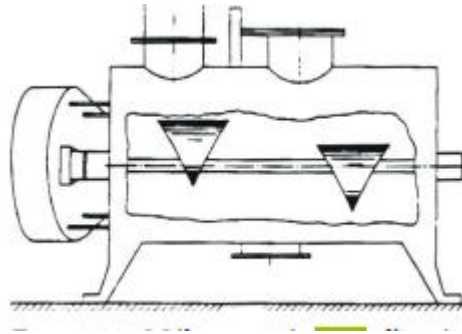


Figure I.4 : Mélangeur à socs d'après Le Lan (1983) [5]

- **Avantages**

- Grande flexibilité.
- Rapidité du mélange.
- Travail sous vide ou sous pression.
- Humidification possible.

- **Inconvénients**

- Formation de poussière.
- Réduction de taille.

c. Mélangeur à vis conique

Le mélangeur à vis conique se compose d'un récipient de forme conique, d'une unité d'entraînement supérieure et d'un agitateur à vis. La vis soulève les matériaux dans un flux ascendant en spirale et le bras orbite autour du récipient pour éloigner les matériaux de la paroi du récipient et les dévier vers le centre du récipient. La vis de mélange est suspendue à un bras orbital, qui la fait tourner le long de la paroi intérieure conique de la cuve, provoquant un mélange convectif des particules et un cisaillement. Il s'agit d'un mélange doux et d'une génération de chaleur minimale sans aucune déformation du produit. De grande capacité et de conception simple, il est largement utilisé dans diverses industries. Il est particulièrement adapté aux produits et processus délicats nécessitant des résultats très précis et il est synonyme de mélange en douceur de grands volumes. [11]

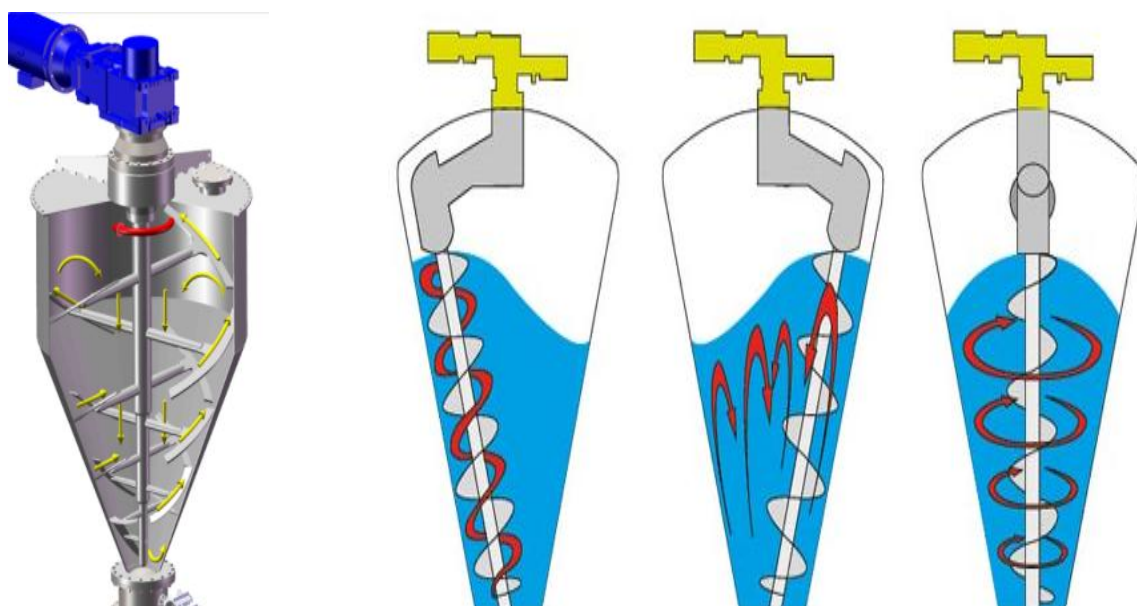


Figure I.5 : Mélangeur à vis conique (mode opératoire) [2]

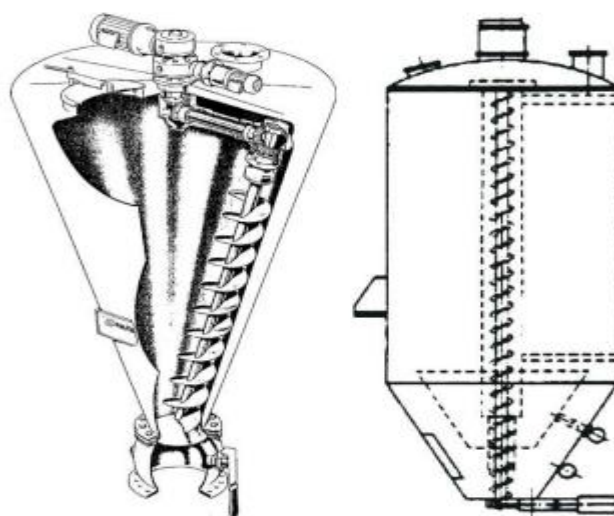


Figure I.6 : Mélangeur orbital à vis d'après Le Lan (1983) [5]

- **Performances du mélangeur conique à vis [8]**

- **Application :** Poudres sèches, crèmes et pâtes. Possibilité d'ajout de liquide.
- **Contrainte :** Ne convient pas aux poudres très cohésives ou aux agglomérats friables.
- **Nettoyage et vidange :** Ils sont difficiles avec les poudres collantes. Possibilité de limiter la ségrégation lors de la vidange en laissant la vis en action.
- **Puissance :** 0.2 à 7 KW.
- **Capacité :** 1 à 10 000 litres.
- **Temps de mélange :** 2 à 10 min.

- **Avantages**

Le mélangeur à vis conique permet d'obtenir un mélange de très haute qualité et la forme conique de la cuve facilite le déchargement du produit. Lorsque vous ouvrez le fond du réservoir, la gravité tire le produit. La vis est en porte-à-faux, sans paliers en partie basse et sans joint en contact avec le produit. La vis peut facilement soulever et déplacer de grandes quantités de matériaux, de sorte que les mélangeurs sont disponibles dans de très grandes tailles, jusqu'à 100.000 litres. Une mise en garde importante lors de l'utilisation d'un grand mélangeur est qu'il nécessite une très grande vis sans fin pour être soutenue au fond, un joint et des roulements qui entrent en contact avec le produit pendant le mélange, ce qui efface certains avantages du mélangeur. [10]

- **Inconvénients**

L'inconvénient des mélangeurs à vis coniques est que le matériau collant peut coller à la vis, ce qui entraîne un transfert de matériau plus long d'un lot à l'autre ou un temps de nettoyage de l'équipement entre les lots. Les mélangeurs à vis coniques coûtent souvent plus cher que les autres types de mélangeurs en raison du grand nombre de pièces mécaniques. Les mélangeurs à vis coniques ont tendance à être plus hauts que les autres types de mélangeurs, ce qui peut causer des problèmes dans les bâtiments à hauteur limitée. [10]

iv. Mélangeur à turbine cuve biconique

Le mélangeur biconique assure une homogénéisation rapide du matériau. Remarquable pour sa capacité à mélanger des recettes composées de plusieurs ingrédients.

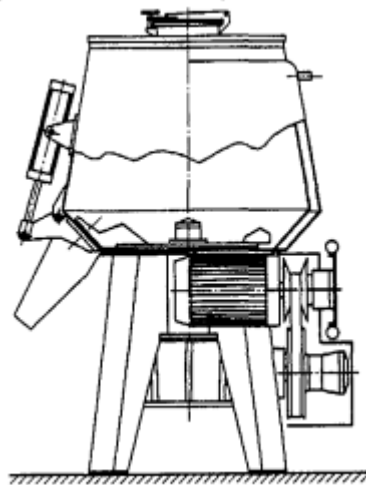


Figure I.7 : Mélangeur à turbine à cuve biconique d'après Le Lan (1983) [5]

- **Principe de fonctionnement**

Un axe horizontal traverse une cuve de forme biconique de part en part. Par la rotation de cet axe, la matière se trouve entraînée dans un mouvement de roulement, d'entraînement et de projection. L'homogénéisation est ainsi réalisée rapidement. Sous certaines réserves et dans certains cas, ils peuvent être utilisés pour mélanger des matières humides à caractéristiques physiques et chimiques constantes. [12]

- **Performances du mélangeur à turbine [8]**

- **Application** : dispersion des agglomérats utilisable aussi à de très faibles échelles d'observation.
- **Contrainte** : ne convient pas aux poudres thermosensibles.
- **Nettoyage et vidange** : facile à nettoyer et à vider.
- **Puissance** : 0.5 à 20 KW.
- **Capacité** : 10 à 1000 litres.
- **Temps de mélange** : 2 à 10min.

- **Avantages**

- Idéal pour des recettes composées de plusieurs ingrédients.
- Rapidité du mélange.
- Utilisation variée.
- Facilité de passage d'un mélange à un autre.
- Coins et cônes intérieurs soigneusement exécutés pour éliminer les saillies.
- Ouvertures de chargement et de déchargement parfaitement étanches.
- Nettoyage et entretien faciles.

- **Inconvénients**

- Consommation importante d'énergie.
- Formation de poussière.
- Réduction de taille.

I.4.2. Mélangeur à cuve tournante

Les mélangeurs par retournement sont les plus simples, par exemple, car ils n'ont pas de composants internes qui facilitent le nettoyage. Pour cette raison, il est largement utilisé, notamment

dans l'industrie pharmaceutique. Ils disposent d'un corps horizontal fermé qui tourne autour d'un axe, offrant un mélange doux, particulièrement adapté aux matériaux fragiles. Ils sont utilisés pour homogénéiser les poudres et colorer les aliments. Les mélangeurs par retournement les plus couramment utilisés sont les mélangeurs cubiques, cylindriques en V ou en Y.

La taille de la cuve est très variable. On trouve des modèles allant de quelques litres pour un mélangeur de laboratoire à plusieurs dizaines de mètres cubes pour les modèles les plus volumineux. Le taux de remplissage de la cuve est habituellement de 50% du volume total afin que les particules se déplacent librement au sein de la cuve.

Ces mélangeurs mettent en œuvre deux phases différentes sur le lit de poudre : une phase avec un comportement solide, caractérisé par un mouvement lent comparable à du fluage avec un profil des vitesses exponentiel, et une phase au niveau de la couche en écoulement, avec un comportement fluide où le profil des vitesses est linéaire. [4]

La vitesse de rotation est variable (de 3 à 100 $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$) et dépend de la capacité de la cuve mais doit normalement être de la moitié de la vitesse critique du mélangeur. HARNBY et al. (1985) ont défini cette vitesse critique comme la vitesse à laquelle l'action de la force centrifuge sur une particule compense la gravité. DING et al. (2001) ont mis en évidence deux types de régimes d'écoulement. Un régime quasi-statique pour lequel la déformation du matériel granulaire est lente, et la fluctuation de vitesse et donc de la température du milieu est négligeable. Un régime d'écoulement rapide des granulés dans lequel les granulés se déplacent complètement et la contribution du frottement au travail global est négligeable. [5]



Figure I.8 : Mélanges à cuve tournante [13]

- **Les composants de ce malaxeur**

- Une cuve cylindrique blindée reposant par son fond sur une couronne à bille géante et entraînée dans un mouvement de rotation par un moteur réducteur agissant par des pignons sur une grande couronne dentée.
- Un cadre très rigide supportant tous les organes mécaniques.
- Une plateforme inférieure portant la couronne à billes le dispositif de vidange, le motoréducteur de cuve.
- Une semelle supérieure reposant sur quatre pieds massifs et portants les organes.
- Un ou deux croisillons à axe verticale dont les quatre palettes étagées sont portées par des tiges très rigides articulés élastiquement dans une boîte support.
- Des palettes de raclages de bord.
- Une palette oscillante de vidange rapide.

Dans les malaxeurs à cuve tournante, la vidange se fait obligatoirement par une ouverture circulaire centrale. Le dispositif de déchargement est constitué d'un tampon central escamotable situé à l'extrémité du bras pivotant dont les opérations de descente et d'évacuation latérale sont commandées par un motoréducteur. [14]

- **Les avantages**

Les mélangeurs à cuve tournante sont simples et rentables. Le mélangeur est complètement étanche et confiné, sans joints ni pièces internes mobiles. Cela signifie que tous les roulements et lubrifiants sont hors de contact avec le produit, ce qui assure une longue durée de vie. Un mélangeur à cuve tournante a une faible usure car le matériau se déplace simplement contre la paroi du mélangeur et retombe sur lui-même. La forme du mélangeur peut être modifiée pour faciliter le mélange aléatoire, et dans des applications spéciales, des déflecteurs internes ou des agitateurs peuvent être ajoutés pour disperser le matériau et modifier l'angle de chute du matériau. [10]

- **Les inconvénients**

Les inconvénients des mélangeurs à cuve tournante sont peu nombreux, mais l'un d'eux est que ces mélangeurs ne conviennent que pour des matériaux non séparables. Pour certains matériaux ségrégatifs, la qualité du mélange va être limitée après un certain temps de mélange, et un mélange excessif peut entraîner une séparation du produit. Un autre inconvénient du mélangeur à cuve tournante est la nécessité de se déconnecter des équipements en amont et en aval pendant le

fonctionnement. Chaque fois que le matériau est ajouté ou déchargé du mélangeur, l'entrée et la sortie doivent être reconnectées puis déconnectées afin de faire tourner le mélangeur. Si une extrémité est coupée, les deux ouvertures peuvent provoquer des fuites potentielles et, si le matériau est toxique ou dangereux, peuvent entraîner des problèmes de sécurité. De plus, le mouvement du mélangeur pendant le fonctionnement peut être dangereux pour l'opérateur. [10]

I.4.2.1. Quelques exemples de mélangeurs à cuve tournante

a. Mélangeur cubique

Les mélangeurs cubiques sont utilisés pour le mélange intime de produits en poudre. Ils peuvent être utilisés pour divers mélanges. Ceci est particulièrement adapté aux installations de faible et moyenne capacité. [12]



Figure I.9 : Mélangeur cubique [12]

- **Principe de fonctionnement**

Les matières sont homogénéisées dans une cuve cubique qui tourne autour d'un axe passant par une de ses grandes diagonales. Le mélange fonctionne autour de l'axe horizontal et des deux autres coins du réservoir, assurant ainsi une triple action de mélange. [12]

- **Applications**

Destinés spécialement aux industries :

- Chimiques, para chimiques et pharmaceutiques (couleurs, plastiques, produits alimentaires, etc.).
- Métaux : poudre métallique.

- **Avantages**

- Utilisé pour une grande variété de mélange.
- Traitement doux de la matière.
- Triple action de mélange.
- Vidange complète.
- Entretien et nettoyage faciles.
- Passage rapide d'un mélange à un autre.
- Etanchéité assurée.

- **b. Mélangeur en V**

Lors du mélange des poudres, le mélangeur en V assure une parfaite homogénéisation de la recette dans les meilleurs délais.

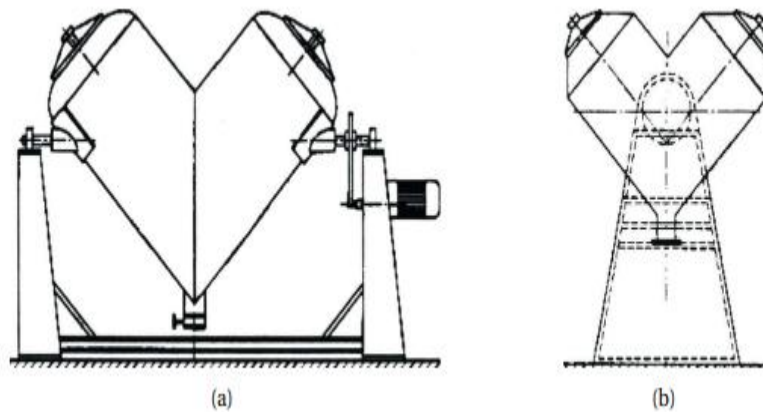


Figure I.10 : Quelques exemples de mélangeurs à cuve tournante en « V » ; (a) axe de rotation dans le plan des cuves ; (b) axe de rotation perpendiculaire au plan des cuves [5]

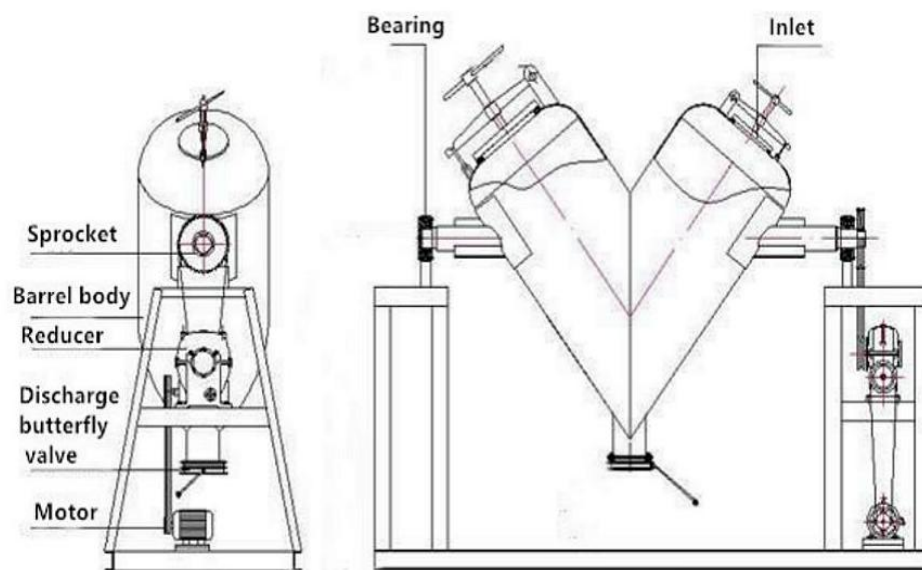


Figure I.11 : Les composantes du mélangeur « V » [15]

- **Principe de fonctionnement**

Une cuve composée de deux cylindres en forme de V qui tournent autour d'un axe horizontal assure une homogénéisation complète et rapide du mélange. L'entrée et la sortie du produit, dans la pointe du V, se réalisent aisément et sans poussière. Une injection de liquide peut être mise en place pour obtenir une granulation de la poudre pré-mélangée, un enrobage des granulés ou pour un système de nettoyage automatique. [12]

- **Les performances du mélangeur cylindrique en V [8]**

- **Application** : poudres sèches à écoulement libre.
- **Contrainte** : ne convient pas aux poudres qui ont tendance à granuler. Ségrégation en décharge.
- **Nettoyage et vidange** : facile à nettoyer et à vider.
- **Puissance** : 0.25 à 5 KW.
- **Capacité** : 10 à 5000 litres.
- **Temps de mélange** : 1 à 10 min.

- **Avantages**

- Homogénéisation en un temps court.
- Très facilement nettoyable.
- Entrée et sortie du produit sans poussière.
- Contrôle de la température du mélange (refroidissement / maintien).
- Possibilité d'injection de liquide.

- **Inconvénients**

- Il est difficile pour la poudre de bien mélanger.
- La poudre fine et la poudre légère ne sont pas faciles à mélanger dans la poudre principale.
- Il y a mouvement de levage de gravité, ainsi la consommation d'énergie est élevée.
- S'il y a des lancers et des fracas, la forme de la poudre sera détruite.

I.4.3. Les mélangeurs à impactions

Les mélangeurs à impacts sont généralement constitués de pales d'intensificateur ou des récipients statiques dans lesquels les tiges tournent à des vitesses comprises entre 1 000 et 3 000

tr/min. La capacité de ces mélangeurs varie de 1 à 3 m³ et peuvent atteindre jusqu'à 250 tonnes/heure pour une utilisation continue. [16]

- **Avantages**

- Utilisation possible en granulateur.
- Utilisation possible pour le transfert thermique.
- Nettoyage facile avec peu de démontage.
- L'énergie mise en jeu casse la plupart des structures.
- Adaptation possible pour une utilisation en continue.

- **Inconvénients**

- Capacité des batchs relativement faible.
- Détérioration possible des particules.
- Il n'est pas adapté aux mélanges ségrégant.
- Les poudres cohésives peuvent stagner dans les zones mortes.

I.4.4. Les mélangeurs à lits fluidisés

La fluidisation est obtenue en faisant passer le gaz à travers une couche de particules. Dans un tel système, la densité aérée de la poudre est réduite et la mobilité des particules individuelles est améliorée. Lorsque le débit de gaz est supérieur au débit minimal de fluidisation, il y a une forte turbulence qui vient s'ajouter à la mobilité des particules et qui peut entraîner un bon mélange. D'autre part, la fluidisation peut conduire à une classification des poudres s'il existe des différences significatives dans la distribution granulométrique ou la densité. [5]

Le mélangeur à lit fluidisé comprend une cuve de mélange orientée verticalement munie d'une grille de fluidisation placée au bas de la cuve. La grille de fluidisation comprend une rangée de trémies en forme de pyramides, présentant chacune à leur base une série d'orifices destinés à recevoir et à diriger des jets de gaz de fluidisation vers le haut en tourbillons divergents le long des parois de chacune des trémies. [17]

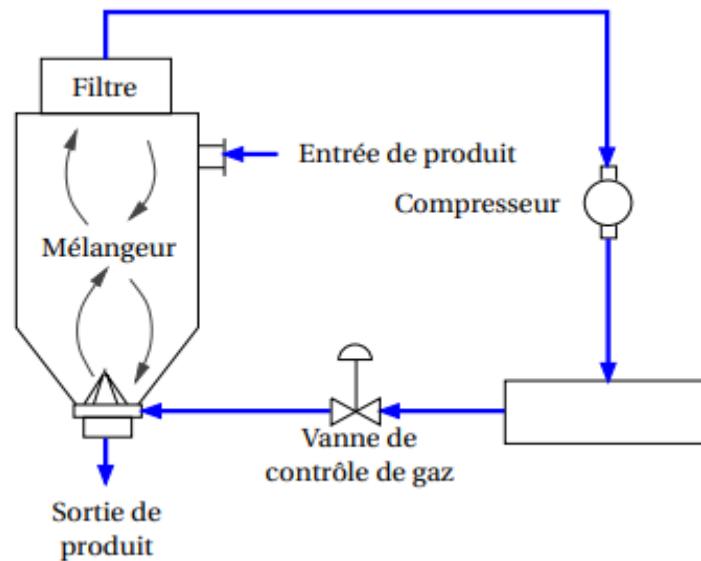


Figure I.12 : Installation de mélange en lit fluidisé, d'après HARNBY et al. (1985) [5]

- **Les performances de ce mélangeur [8]**

- **Application :** mélange de poudres sèches.
- **Contrainte :** ne convient pas aux poudres ségrégantes.
- **Nettoyage et vidange :** facile à nettoyer et à vider pour les poudres à écoulement libre.
- **Puissance :** 1.5 à 30 KW.
- **Capacité :** débit (100kg/h à 100t/h).
- **Temps de mélange :** 30s à 3min.

- **Avantages**

- Mélange en continu.
- Rapidité du mélange.
- Nettoyage et vidange facile.
- Peu de maintenance.
- Libre mouvement des particules.

- **Inconvénients**

- Sensibilité aux écarts de densité.
- Sensibilité aux écarts de taille.
- Formation de poussière.
- Réduction de taille.

I.4.5. Mélangeur à haut cisaillement

Les process impliquant la préparation d'émulsion, de suspensions ou d'hydratation de poudre sont souvent difficiles à mettre en place avec des agitateurs classiques. Aujourd'hui, le domaine agroalimentaire fait de plus en plus appel à des mélangeurs haut cisaillement. Efficacité accrue, meilleur rendement, hygiène facilitée.

Les mélangeurs à haut cisaillement sont typiquement constitués de cuves statiques dans lesquels une lame, ou une barre intensificatrice tourne à des vitesses élevées de l'ordre de 1000 à 3000 $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$. La capacité de ces mélangeurs est relativement faible, oscillant entre 1 et 3 m^3 , et en fonctionnement continu le débit peut atteindre $250\text{t}\cdot\text{h}^{-1}$.

Dans ce type de malaxeur assez spécialisé, le mécanisme est similaire à celui d'un mortier et d'un pilon. La poudre reçoit des forces de cisaillement élevées et provoque un mélange. Les forts cisaillements générés par ce type d'appareil dégradent la plupart des produits. Ceci est utile si vous souhaitez réduire la taille d'un agrégat particulier. Il est à noter que l'énergie mise en jeu brise la plupart des structures, mais ces dispositifs sont parfois utilisés pour la granulation. En général, il n'est pas recommandé d'utiliser ce type de mélangeur pour les poudres à écoulement libre. Il faut veiller à ce que la poudre cohésive ne stagne pas dans la zone morte.

Ce type de mélangeur, comparable à certains broyeurs comme les broyeurs à broches ou à marteaux permet de briser certains agglomérats de poudres très cohésives et d'améliorer leurs qualités ou la texture de mélange (figure 1.13). Cependant du fait du broyage, les propriétés d'usage sont certainement différentes. [5]

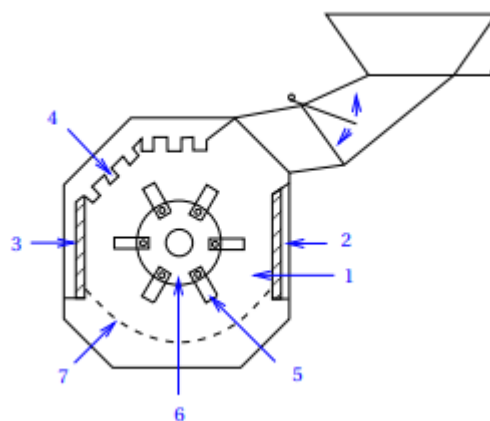


Figure I.13 : Broyeur à marteaux d'après FRAISSE (1983), (1) chambre de broyage, (2) coque du broyeur, (3) plaques de chocs, (4) contre-marteaux, (5) marteaux, (6) rotor, (7) évacuation [5]

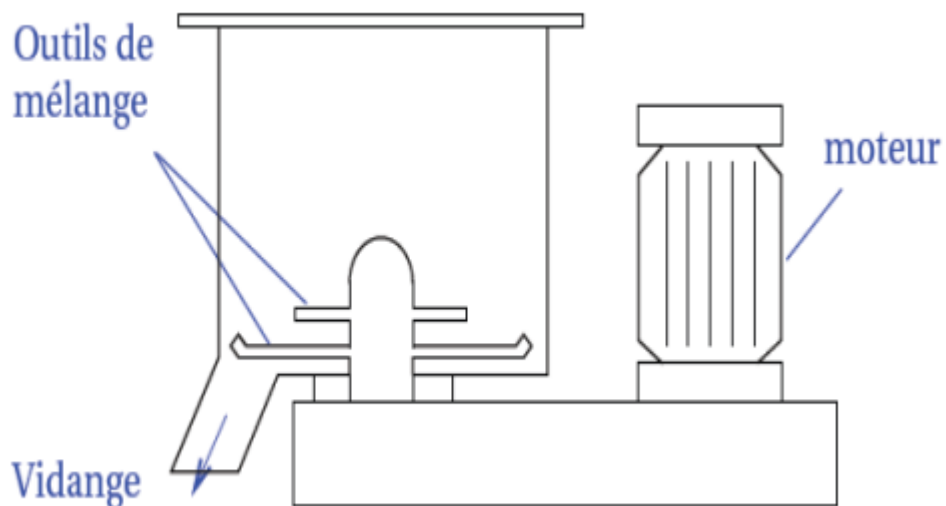


Figure I.14 : Mélangeurs à haut cisaillement d'après HARNBY et al [5]

- **Les Avantages**

- Peut réduire la taille des particules.
- Réduit les agrégats en particules primaires, même dans les systèmes très cohésifs.
- Améliore la texture de la mixture.

- **Inconvénients**

- Nécessite d'un pré-mélange.
- Nettoyage difficile.
- Non appropriée pour les poudres à écoulement libre.

I.4.6. Les mélangeurs statiques

Le mélangeur statique est un appareil qui permet de mélanger rapidement, facilement et efficacement les produits bi-composants (tels que les adhésifs, PU, silicones, ...). Ils se fixent sur les cartouches bi-composantes. Ils sont de la forme d'un tube fin. Ils sont des accessoires jetables après utilisation.

A l'intérieur des mélangeurs, le placement des éléments de mélange permet aux deux composants d'être mélangés uniformément. Par conséquent, le liquide n'entrera en contact qu'à l'intérieur du mélangeur. Cela signifie que la cartouche peut être utilisée plusieurs fois selon les besoins. Ils existent des mélangeurs plus ou moins larges et plus ou moins longs ; ils s'adaptent

suivant le produit à mélanger. Le choix du mélangeur se fait, entre autre, selon la viscosité des deux produits mélangés et le ratio de la cartouche à extruder. [18]

Ils sont constitués de lames obliques, divisant le flux principal en plusieurs flux parallèles. La perte de charge est faible, et l'énergie de mélange est fournie par le système de pompage. Ils peuvent être utilisés en:

- Mélange de liquides peu visqueux, ou de viscosités éloignées.
- Mélange de gaz.
- Dispersion d'un gaz ou d'un solide dans un liquide, ou de liquides non miscibles de viscosités éloignées.
- Mélange de solides.
- Lavage de gaz par un liquide.
- Réacteur piston avec éventuellement échange thermique.

Actuellement, les mélangeurs statiques ont été développés pour le mélange de poudre. Ils permettent de mélanger de grandes quantités de poudres, ou d'homogénéiser une poudre par rapport à elle-même, par la circulation de celles-ci à travers des éléments fixes placés à l'intérieur d'enceintes à configuration simple. Les exemples les plus connus sont les silos-mélangeurs, les mélangeurs à éléments Sülzer ou Waeschle : quand un silo est déchargé, il y a un important gradient de vitesse sur l'ensemble des sections horizontales. Si le débit sortant du silo est recyclé, le mélange axial est prépondérant, le recyclage pouvant s'effectuer par transport pneumatique ou mécanique. De plus, le mélange radial peut être amélioré en utilisant le distributeur approprié. Ce type de mélangeur est très attrayant pour le mélange de très grands volumes. Cependant, le phénomène de décollement peut se produire aussi bien à la surface du mélange que sur la masse proprement dite. De tels mélangeurs doivent être utilisés avec des poudres qui s'écoulent très librement. C'est un gaspillage pour l'utilisateur car beaucoup de poudre est perdue au fond. [8]

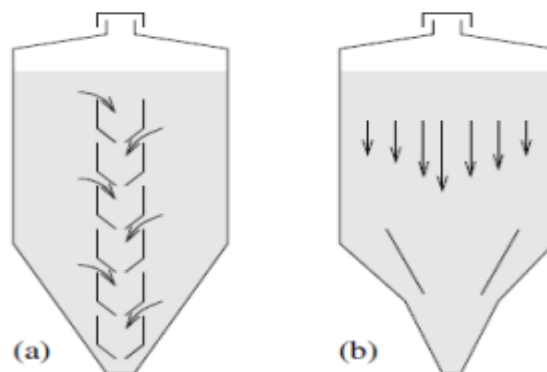


Figure I.15 : Silo-mélangeur d'après FAN et al. (1990) : (a) plusieurs trémies internes, (b) une seule trémie interne [5]

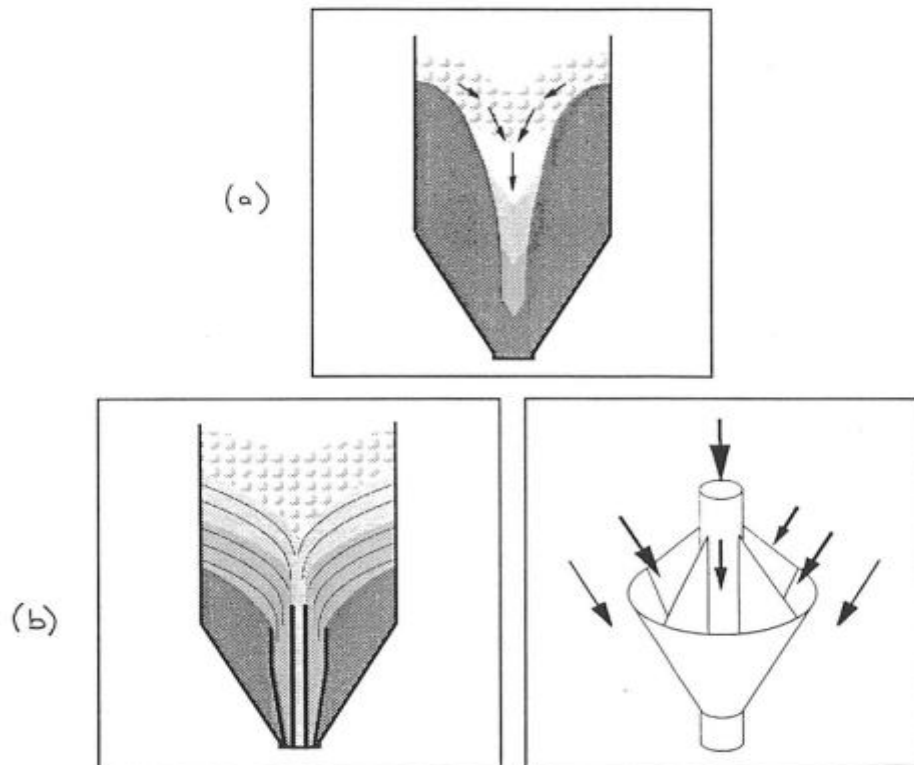


Figure I.16 : Mélanges à élément Waeschle : (a) Zone d'écoulement central dans un silo de matières en vrac, (b) Zones d'écoulement dans un silo équipé d'un Combiflow [8]

- **Avantages**

- Il n'a pas besoin d'entretien.
- Sa consommation en énergie très faible.
- Il n'y a pas de composante électrique qui pourrait représenter un risque d'explosion.
- Mélange très efficace.
- Pas besoin de réservoirs dans la plupart de cas.
- Mélanges sans pièces de mouvement (ni joints et ni joints d'arbre).

- **Inconvénients**

- Sensibilité aux écarts de densité.
- Sensibilité aux écarts de taille.

I.4.7. Mélanges horizontal

Le mélange horizontal est un mécanisme de mélange rapide des produits. Le temps de mélange est de 4 ou 7 minutes selon la capacité du mélangeur, avec homogénéité parfaite et à vidange totale, ce mélangeur comprend un rotor à double vis et à double spire. Les mélangeurs horizontaux ont une capacité de 120 à 6000 litres et plus, le mélange ne se fait par une vis à double

spires contrariées. La transmission est silencieuse, via une chaîne et un motoréducteur sous le carter. La vitesse de rotation est de 15 tr/min pour une puissance de 3 à 15 KW. La vidange se fait par une sortie gravitaire à l'extrémité sur les modèles standards. La vis, réglable, permet l'extraction maximum du produit. En tôle épaisse et de qualité, la cuve est roulée avec savoir-faire pour un ajustement précis (partie inférieure courbe) avec la spire, permettant une bonne vidange et un mélange qualitatif et rapide. [19]

Cette famille de machines, dédiée au mélange de poudres sèches et granulés, permet d'obtenir une excellente qualité de mélange de par sa conception. (Figure1.17)

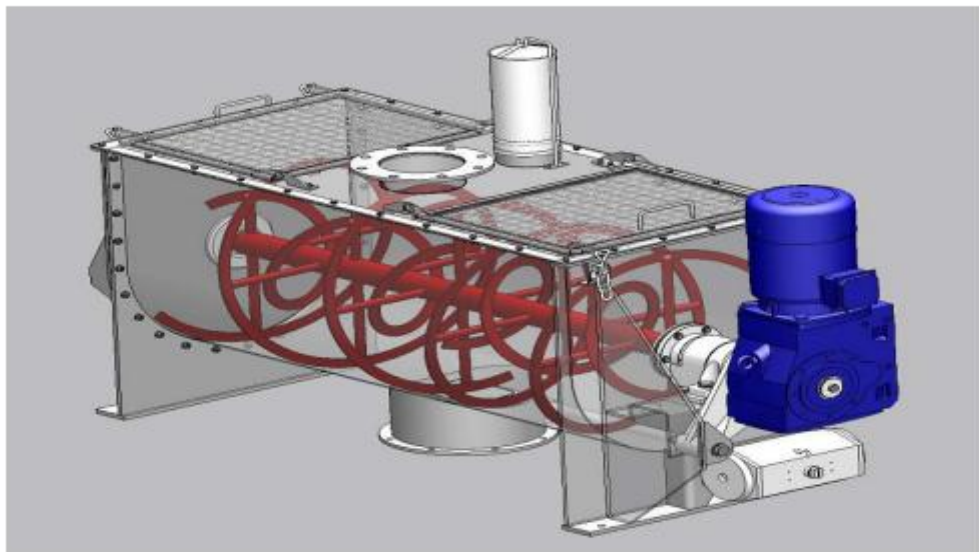


Figure I.17 : Mélangeur horizontal [19]

- **Principaux organes du mélangeur horizontal**

- Tôle.
- Châssis.
- Arbre.
- Palette.
- Bague d'étanchéité.
- Moteur électrique.
- Réducteur.
- Palier.
- L'auge.

- **Avantages**

- Grand facteur de chargement et petite zone d'équipement.

- Avec la lame de cisaillement à l'intérieur, le micro mélange peut être atteint.
- Selon la demande de production, l'équipement peut être utilisé comme une machine à grande échelle, et le prix est moins cher que les autres mélangeurs.
- **Inconvénients**
 - Si le canon est fixé, il y aura un angle mort de la matière.
 - La charge de départ de l'équipement est très grande, il est donc difficile de commencer à pleine charge, ce qui consomme du temps et de l'électricité.
 - Il y a des résidus dans la décharge.

I.4.8. Bétonnière

Les bétonnières sont des appareils qui assurent le mélange des constituants par simple rotation de la cuve suivant un axe qui peut être horizontal ou légèrement incliné. Des palettes solidaires de la cuve assurent l'entraînement des matériaux qui retombent par gravité. Ce mouvement de brassage assure le mélange des constituants. La vidange de la cuve se fait par basculement, ou par inversion du sens de rotation. [17]

On peut distinguer 04 types de bétonnières :

I.4.8.1. Bétonnière portée sur camion

Ces appareils ont un meilleur malaxage que celui obtenu avec une bétonnière, grâce au déplacement provoqué par le train de palettes ou planétaires dont l'axe est excentré par rapport à celui de la cuve qui est elle-même fixe ou tournante.



Figure I.18 : Bétonnière portée sur camion (ou camion toupie) [20]

I.4.8.2. Bétonnière à action continue

Le malaxage s'effectue dans une cuve cylindrique installée horizontalement, où les palettes tournent sur un arbre horizontal. Le remplissage est continu à une extrémité du cylindre et le mélange sort de l'autre côté.

La masse de béton est de composition constante réglée au préalable. Le rendement est important car il n'y a pas de pertes de temps.

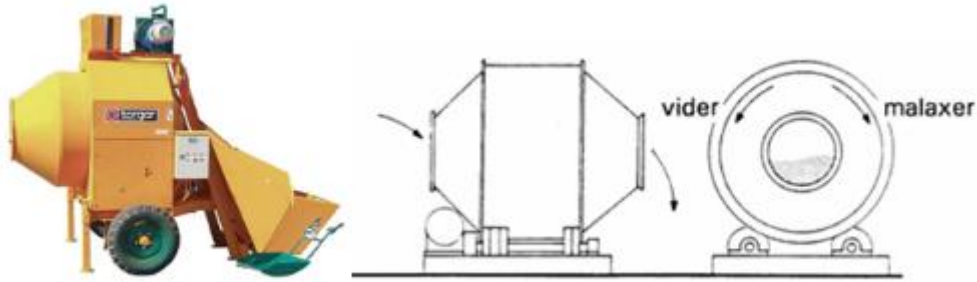


Figure I.19 : Bétonnière à action continue [20]

I.4.8.3. Bétonnière brouette

Cette machine se compose d'une cuve cylindrique en acier équipée de deux ou trois pâles de malaxage qui assurent un mélange homogène. Pour éviter que le béton ne déborde, les fabricants indiquent sur la machine la capacité maximale de la cuve.



Figure I.20 : Mini bétonnière [20]

I.4.8.4. Bétonnière à tambour basculant

Le tambour rotatif mélangeur est muni de palettes pour le malaxage. Si ces palettes sont fixées à la paroi du tambour (axe oblique ou horizontal) la masse du béton est entraînée vers le haut et se mélange en retombant en chute libre. Si les palettes ou bras agitateurs tournent en sens contraire du tambour (axe oblique ou vertical) la masse est malaxée et elle est alors encore mieux mélangée.

L'entraînement se fait au moyen d'un moteur à combustion interne ou d'un moteur électrique.

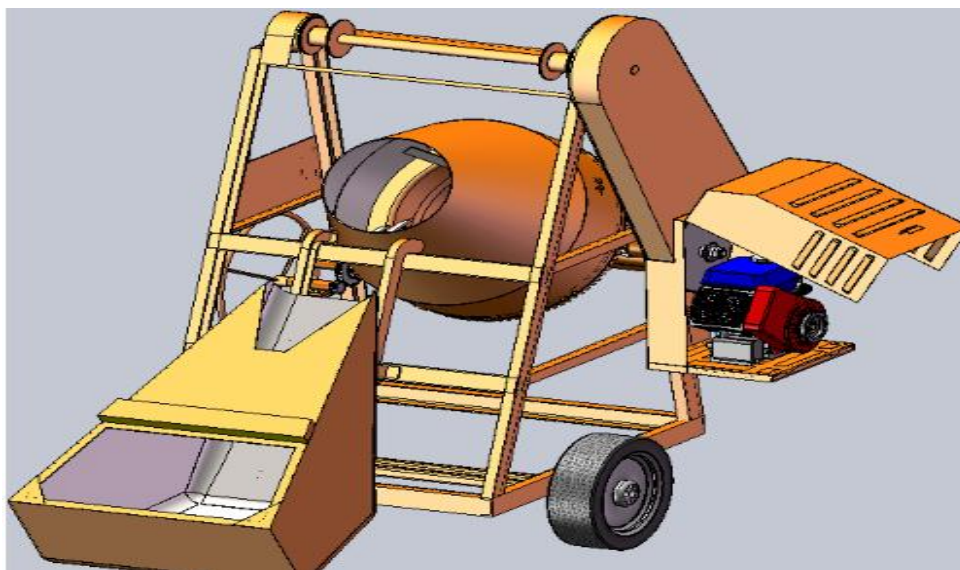


Figure I.21 : Bétonnière à tambour basculant [20]

I.5. Les combinaisons de mélangeurs

Les installations de mélange composées d'une combinaison de plusieurs mélangeurs offrent une certaine flexibilité au niveau des mécanismes de mélange et peuvent être extrêmement utiles pour des problèmes de mélange séquentiel. Cela permet de combiner les avantages et inconvénients de chacun des mélangeurs. Par contre, on obtient souvent des systèmes plus compliqués ce qui rend ces combinaisons particulièrement difficiles à nettoyer. HARNBY et al. (1985) cite par exemple les cuves tournantes intégrant des impacteurs à haut cisaillement des mélangeurs à ruban intégrant des racleurs et les mélangeurs horizontaux, ou encore des lits fluidisés munis d'impacteurs. [19]

I.6. Conclusion

D'après les recherches qu'on a faites dans ce chapitre, on a pu présenter les différents types de mélangeurs industriels qui existent, et l'importance du rôle qu'ils jouent dans différents secteurs d'industrie : agroalimentaire, pharmaceutique, chimique, etc. Il sert essentiellement à l'élaboration de produit fini à partir des substances de différentes natures (gazeuse, solide, liquide).

L'homogénéité d'un mélange due à des aspects dynamiques liés aux mécanismes qui régissent la mise en mouvement des particules de ses substances (conviction, cisaillement, diffusion), le choix de mélangeur se base sur la nature des produits vrac à mélanger, et l'objectif du mélange.

Pour notre PFE, nous avons opté pour étudier le dimensionnement des organes de la cuve d'une bétonnière type B420DE.

Chapitre II :
Caractéristiques et dimensionnement
des organes de la cuve

II.1. Introduction

Les bétonnières de la série B420 sont des appareils qui assurent la production du béton par malaxage des composants (agrégats + eau) et ce par la rotation de la cuve, d'une forme conique autour d'un axe vertical.

Dans ce chapitre, notre travail est basé sur la bétonnière(B420DE) de l'UFMATP et beaucoup plus sur le basculement de la cuve et ses dimensionnements.

II.2. Fabrication du béton

La fabrication du béton se fait exclusivement avec du sable, du gravier, du ciment et de l'eau dans des proportions bien déterminées. Elle est réalisée à l'intérieure de la cuve de malaxage. L'homogénéité du mélange est assurée par des malaxeurs fixés solidement à l'intérieure de la cuve. En plus du système de rotation, les bétonnières UFMATP sont équipées d'un système d'inclinaison qui permet à l'opérateur de basculer la cuve sur la position désirée. [21]

II.3. Fiche technique de la bétonnière B420DE

➤ Moteur :

- **Type** : 3LD510 (moteur diesel à 04 temps à injection directe).
- **Nombre de cylindre** : 1.
- **Type de refroidissement** : Air.
- **Puissance** : 8.5 kw.
- **Vitesse** : 3000 tr/min.
- **Capacité de la réserve d'huile** : 1.75 litres.
- **Nature de l'huile** : 40w (Diesel).
- **Capacité réservoir de carburant** : 5 litres.

➤ Réducteur :

- **Rapport de réduction** : 1/4.
- **Contenance en huile** : 3 litres.
- **Nature d'huile** : 140w.

➤ Bétonnière :

- **Volume de la cuve** :
 - **Volume du fond de cuve** : 8 bidons de 20 litres = 160 litres.
 - **Volume totale de la cuve** : 31 bidons de 20 litres = 620 litres.

- **Volume capable de la cuve au chargement** : inclinaison de 60 degrés (16 dents) : 25 bidons de 20 litres=500 litres.
- **Débit maximale en béton** : $7\text{m}^3/\text{h}$.
- **Vitesse maximale autorisée** : 25 tr/min.
- **Dimension pneumatique** : 185 R × 14.
- **Élément de traction** : timon en profilé d'acier laminé à chaud avec anneau en acier forgé.
- **Essieu** : en acier d'une charge 2000kg.
- **Encombrement** : 4350 × 2000 × 3000 mm.
- **Poids** : 1800 kg.



Figure II.1 : Bétonnière B420DE

II.4. Principe de fonctionnement :

- démarrer le moteur en suivant les opérations suivantes :
 - Tourner la clé de commutateur dans le sens horaire en position marche, les lampes de charge de pression d'huile s'allument.
 - Ouvrir le levier de décompression et le tenir en position ouverte.
 - Tourner la clé du commutateur en sens horaire en position de démarrage.
- Retirer la barre de sécurité maintenant le godet en position haute.

- Faire descendre le godet à la position de chargement en manœuvrant le levier de commande dans le sens indiqué.
- Mettre en rotation la cuve de malaxage.
- Verser de l'eau dans la cuve de malaxage
- Charger les matériaux dans le godet en prenant soin de ne pas le surcharger.
- Soulever le godet en manœuvrant le levier de commande dans le sens indiqué jusqu'au déchargement des matériaux dans la cuve.
- Ajouter l'eau pour obtenir la densité désirée.
- Laisser la cuve dans la position de malaxage pendant 2 min (temps moyen de malaxage).

II.5. Les principaux composants de la bétonnière : (voir la figure 2.2)

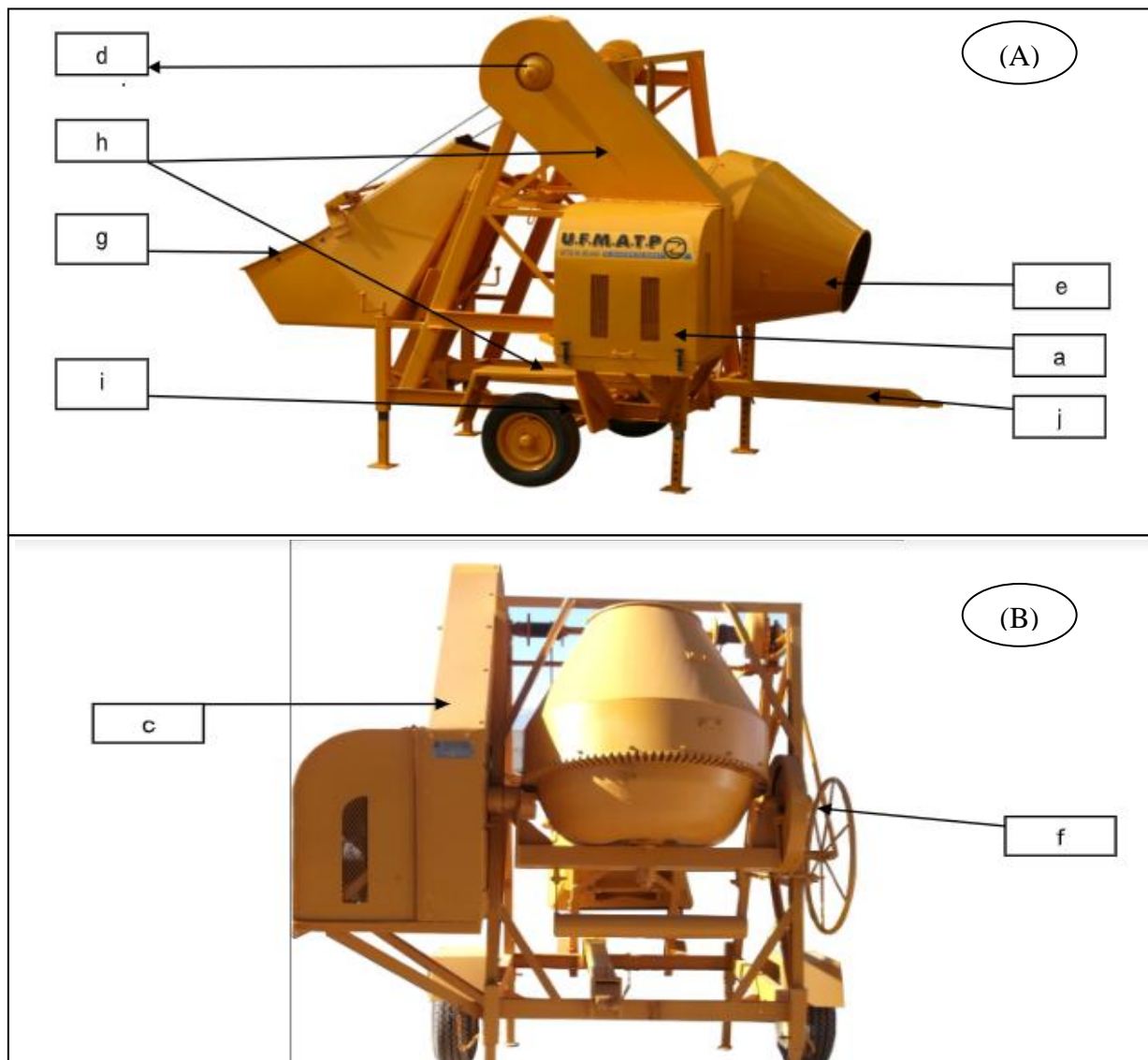


Figure II.2 : A et B représentent les principaux éléments de la bétonnière B420DE [21]

La bétonnière se compose principalement des éléments suivants :

- a- Le moteur d'entraînement avec un réducteur de vitesse intégré.
- c- Le système de transmission.
- d- Treuil de benne et système d'embrayage et de freinage.
- e- Cuve de malaxage et système de rotation.
- f- Système d'inclinaison.
- g- Le godet de chargement.
- h- Châssis et carrosserie.
- i- Essieu.
- j- L'élément de traction.

II.6. La cuve

La cuve est la partie principale d'une bétonnière. Habituellement, elle est en métal et de forme cylindrique. Elle est dotée de pales hélicoïdales qui servent à brasser le ciment, le sable, le gravier et enfin l'eau. Ce système de brassage réalise en moyenne 20 tours par minute. Elle est entraînée en rotation par le moteur via la courroie grâce à l'accouplement du pignon sur la couronne.

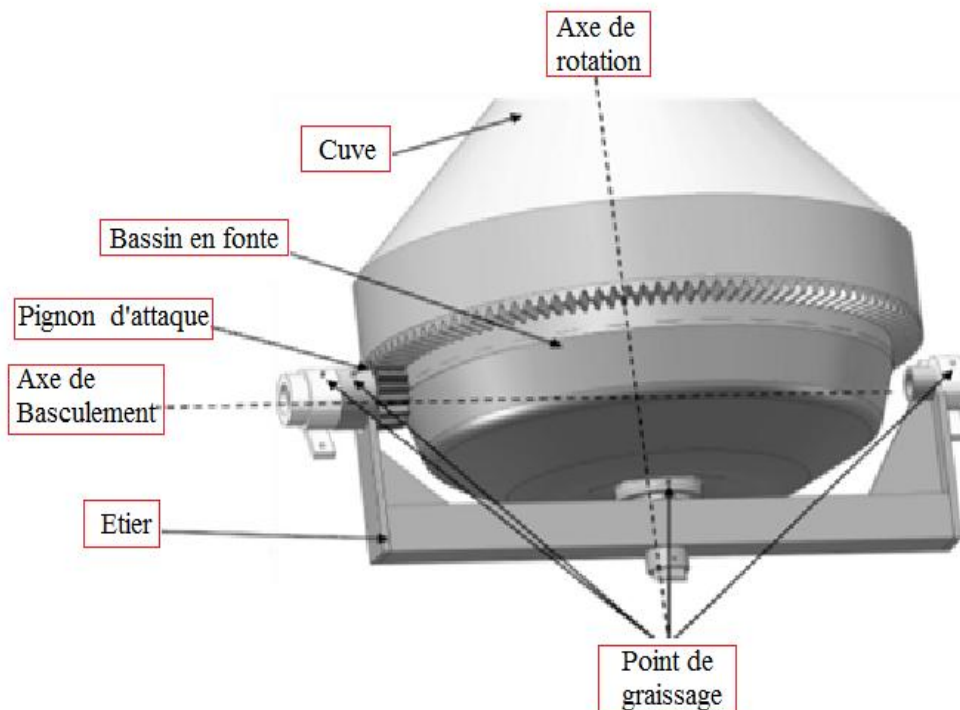


Figure II.3 : Dessin d'une cuve de malaxage [21]

II.7. Le système de rotation de la cuve

L'entraînement en rotation se fait à partir d'un moteur thermique, qui transmet la puissance à l'aide de roues dentées et une chaîne vers un pignon qui attaque une grande couronne fixée sur la cuve. [22]



Figure II.4 : Vue de la cuve [22]

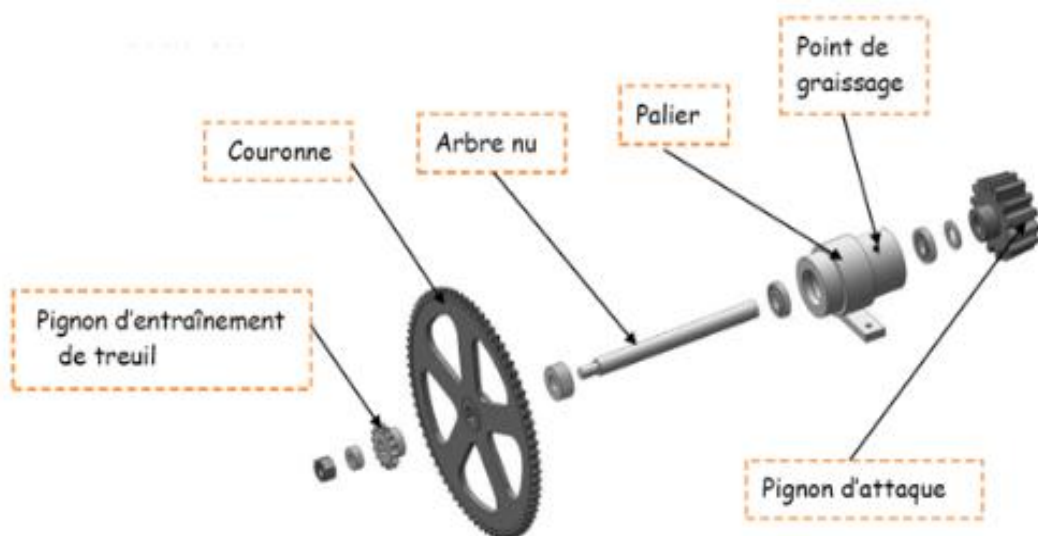


Figure II.5 : Un schéma qui représente le système (mécanisme) de rotation [21]

- **Roue dentée** : roue munie de dents sur sa périphérie et tournant sur un axe fixe.
- **Pignon** : une roue dentée utilisée pour la transmission de puissance à travers un mécanisme. C'est la roue dentée qui a le plus petit nombre de dents.

- **Couronne** : pièce annulaire variante de l'engrenage droit avec dents taillées sur le pourtour, engrènent un ou plusieurs pignons.
- **Chaîne** : un ensemble de mailles ou maillons identiques et reliés entre eux pour permettre la transmission d'un mouvement.

II.8. Le système de basculement de la cuve

Le basculement de la cuve de la bétonnière permet de déverser le mélange malaxé. Il se bascule depuis la position de malaxage jusqu'à la position de délivrance du béton ou du mortier, il se fait grâce au volant de bascule bloqué par un frein de bascule.

Pour basculer la cuve, il faut tenir le volant à 2 mains et le faire tourner sur la position désirée et pour le blocage de volant, il faut faire actionner le levier de blocage. [21]

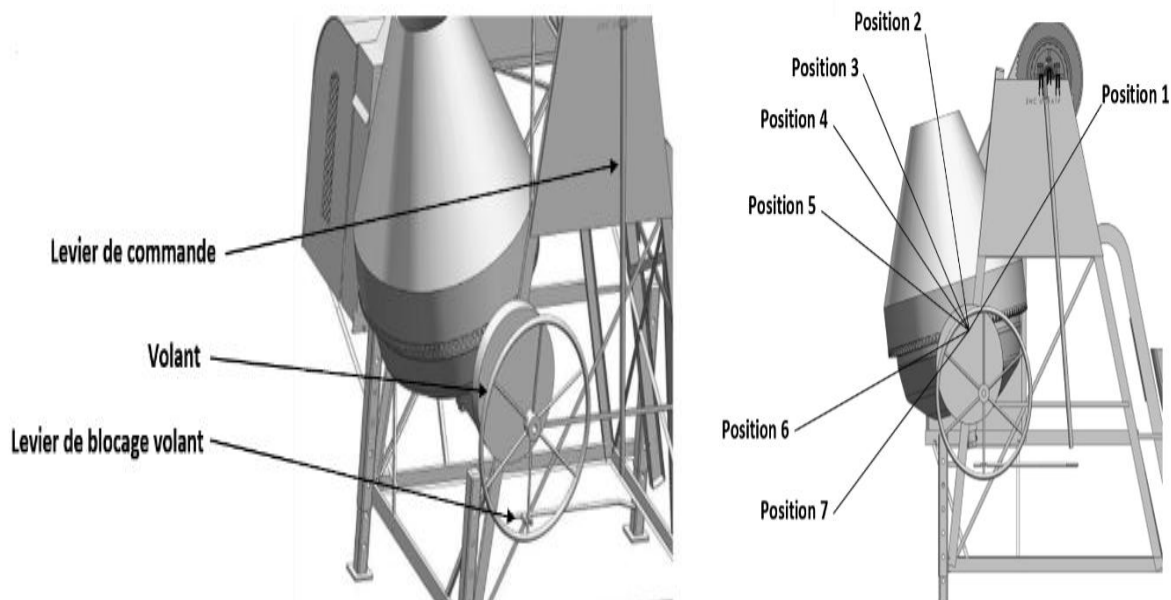


Figure II.6 : les différentes positions de la cuve de malaxage. [21]

- **La position 1** : Position de remplissage.
- **Les positions 2 et 3** : Position de malaxage du béton.
- **Les positions 4 et 5** : Position de malaxage de mortier.
- **Les positions 6 et 7** : Position de vidange.

II.9. Le choix de la cuve

On propose une étude de dimensionnement d'une cuve en acier S235, composée de deux pales fixée à un emplacement constant sur 180°.

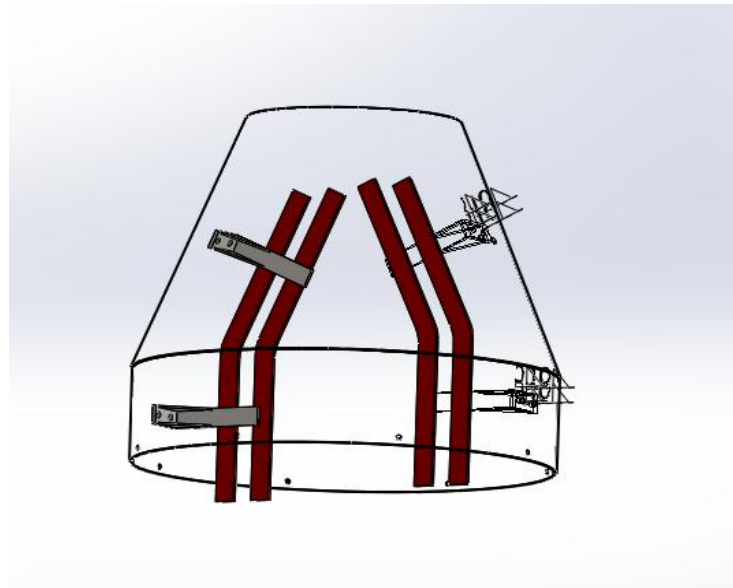


Figure II.7 : Dessin SolidWorks de la cuve.

II.10. Dimensionnement des organes de la cuve

II.10.1. Calcul de la masse du mélange dans la cuve

- Capacité de la cuve : 500 litres.
- Pourcentage de remplissage max : 40%.
- Masse volumique : 2400 kg/m^3 .

$$\rho = \frac{m}{v} \Rightarrow m = \rho \cdot v$$

Où ρ : masse volumique de béton (kg/m^3).

m : masse de béton (kg).

v : volume de remplissage (m^3).

Avec $v = 500 \cdot \left(\frac{40}{100}\right)$; $v = 200 \text{ litres} = 0.2 \text{ m}^3$

$$m = 2400 \times 0.2 ; m = 480 \text{ kg}$$

II.10.2. Calcul du diamètre de l'axe qui tient la cuve

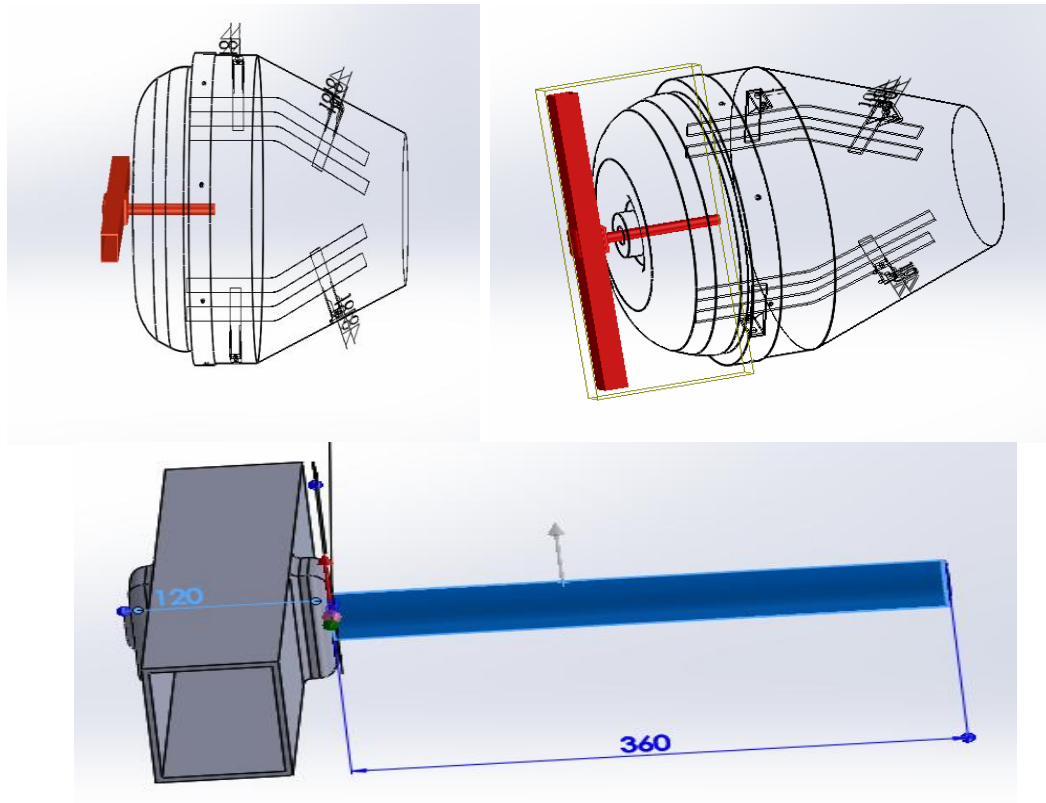


Figure II.8 : Dessin solidworks (axe).

II.10.3. Masse totale que l'axe doit supporter

$$m_{\text{total}} = m_{\text{cuve}} + m_{\text{béton}} \Rightarrow m_{\text{total}} = 200 + 480 ; m_{\text{total}} = 680 \text{ kg}$$

$$F = m \cdot g \Rightarrow F = 680 \times 9.81 ; F = 6670.8 \text{ N}$$

Où F : la force gravitationnelle (N).

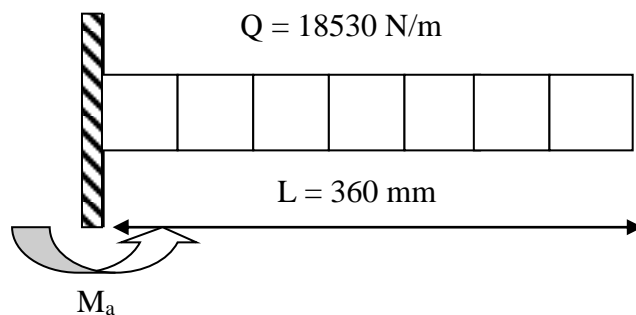
g : la gravité (m/s^2).

On a une charge répartie uniformément sur la longueur de l'axe :

L : la longueur (360 mm).

$$Q = F/L \Rightarrow Q = 6670.8 / 0.36 ; Q = 18530 \text{ N/m}$$

Q : la charge uniformément répartie N/m



$$\Sigma F_{\text{ext}} = 0 ; \Sigma M_{\text{ext}} = 0$$

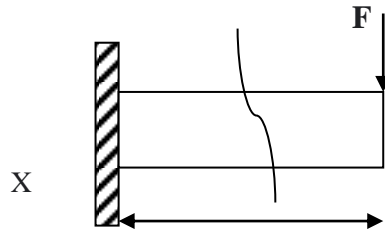
- **Calcul de la réaction R_a**

$$R_a - F = 0 \Rightarrow R_a = F = 6670.8 \text{ N}$$

$$\Sigma M = 0 \Rightarrow M_a - F \cdot \frac{L}{2} = 0 \Rightarrow M_a = F \cdot \frac{L}{2} \Rightarrow M_a = 6670.8 \times \frac{0.36}{2}$$

$$\Rightarrow M_a = 1200.744 \text{ N.m}$$

- **Calcul d'efforts des efforts tranchants et moments fléchissants**



$$1/0 < X < \frac{L}{2}$$

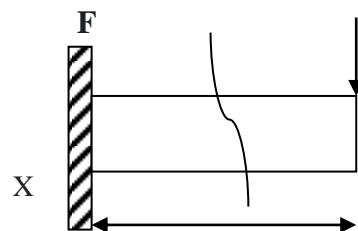
$$T = R_a \Rightarrow T = 6670.8 \text{ N}$$

$$M_f = M_a - R_a \cdot X$$

$$X=0 \Rightarrow M_f = M_a = 1200.744 \text{ N.m}$$

$$X = \frac{L}{2} \Rightarrow M_f = M_a - R_a \times \frac{L}{2}; \quad M_f = 0 \text{ N.m}$$

$$2/\frac{L}{2} < X < L$$



$$T = R_a - F ; T = 0 \text{ N}$$

$$M_f = M_a - R_a \cdot X + F(X - \frac{L}{2})$$

$$X = \frac{L}{2} \Rightarrow M_f = M_a - R_a \cdot \frac{L}{2} ; M_f = 0 \text{ N.m}$$

$$X = L \Rightarrow M_f = M_a - R_a \cdot L + F(L - \frac{L}{2})$$

$$\Rightarrow M_f = M_a - R_a \cdot L + F(\frac{L}{2})$$

$$\Rightarrow M_f = 1200.744 - (6670.8 \times 0.36) + 6670.8 (\frac{0.36}{2}) \quad ; \quad M_f = 0 \text{ N.m}$$

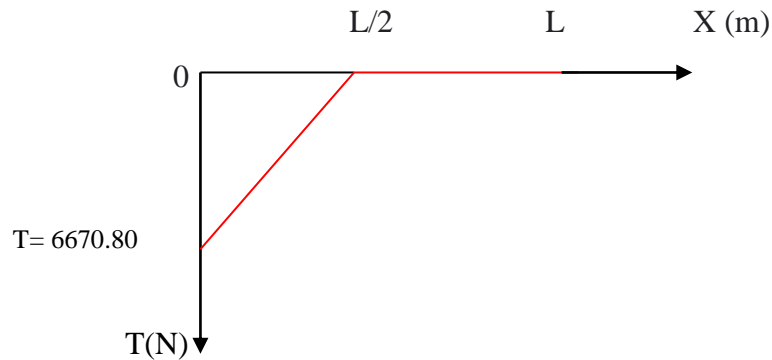


Diagramme des efforts tranchants

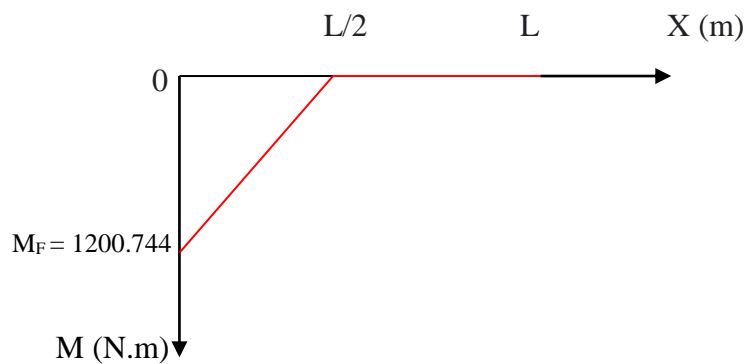


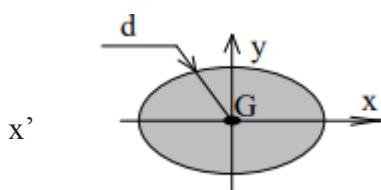
Diagramme des moments fléchissants

II.10.4. Calcul du diamètre de l'axe qui est soumis à la flexion

On choisit un matériau non allié C22E, sa limite d'élasticité $R_e = 480 \text{ Mpa}$.

$$\delta \leq \frac{R_e}{s}$$

$$\frac{M_f}{I_{GZ}/v_0} \leq \frac{R_e}{s} \quad ; \quad I_{GZ} = \frac{\pi d^4}{64} \quad ; \quad v_0 = \frac{d}{2}$$



y'

Où δ : la contrainte (Mpa).

Re : résistance élastique (Mpa).

I_{GZ} : moment d'inertie (mm^4).

s : coefficient de sécurité.

On prend $s = 2$

$$\frac{M_f}{\pi d^3/32} \leq \frac{Re}{s} \quad ; \quad d \geq \sqrt[3]{\frac{32 M_f \cdot s \cdot 10^3}{\pi \cdot Re}} \Rightarrow d \geq \sqrt[3]{\frac{32(1200.744) \times 2 \cdot 10^3}{(3.14 \times 480)}} \Rightarrow d \geq 37.08 \text{ mm}$$

On prend $d = 40 \text{ mm}$

II.10.5. Calcul de la force appliquée sur les pales

$F = m \cdot a$; Où F : la force (N).

m : masse du béton (kg).

a : accélération (m/S^2).

$m_{\text{béton}} = 480 \text{ kg}$

$$a = \sqrt{a_c^2 + a_x^2} \quad ;$$

ou a_x : accélération normal (m/s^2).

a_c : accélération centripète (m/s^2).

- **La vitesse angulaire**

On a $N = 25 \text{ tr/min}$

$$w = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad ; \quad w = \frac{2\pi N}{60} \Rightarrow w = \frac{2(3.14)(25)}{60} \Rightarrow w = 2.61 \text{ Rad/s}$$

La cuve tourne à une vitesse constante, ce qui implique l'accélération normale

$$a_x = 0 \text{ m/s}^2$$

L'accélération centripète a_c :

$$a_c = \frac{(r \cdot w)^2}{r} \quad \text{où } r : \text{ rayon (m).}$$

w : la vitesse angulaire (rad/s).

$$a_c = r \cdot w^2 \Rightarrow a_c = 527.5 \times 10^{-3} \times (2.61)^2 \Rightarrow a_c = 3,593 \text{ rad/s}^2$$

$$a_t = \sqrt{a_c^2 + a_x^2} \Rightarrow a_t = \sqrt{3593.38^2 + 0^2} \Rightarrow a_t = 3,593 \text{ rad/s}^2$$

$$F = m_{\text{béton}} \cdot a_t \Rightarrow F = 480 \times 3,593 \Rightarrow F = 1724.64 \text{ N}$$

II.10.6. Calcul de l'épaisseur du fer-plat de fixation en S235

On a choisi des fer-plat de la dimension normalisée de largeur $b=50$ (mm).

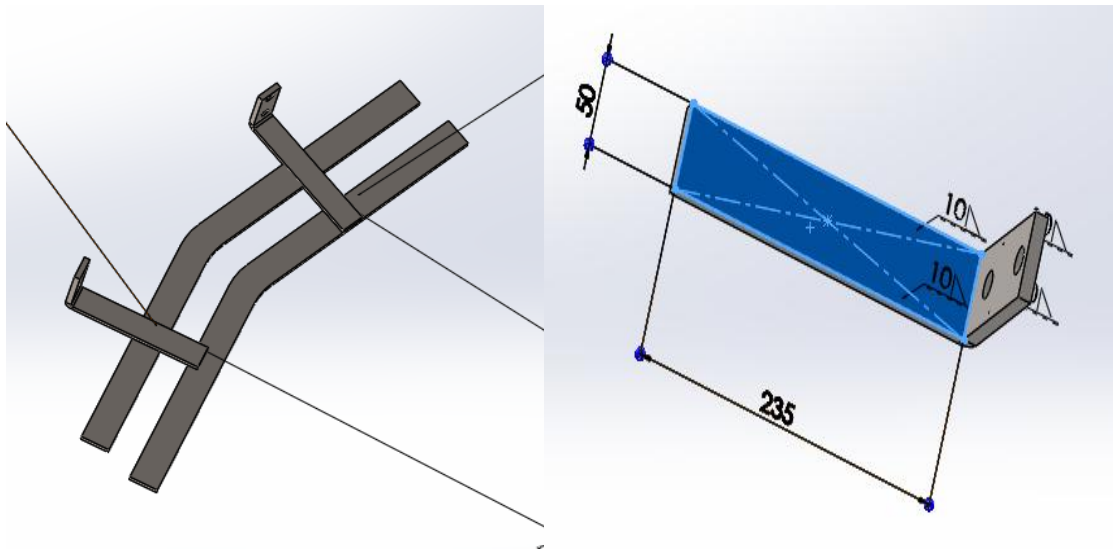


Figure II.9 : Dessin SolidWorks (palles)

- **Caractéristiques mécaniques de l'acier S 235 :**

Le S235 est un acier doux étiré à froid.

S : acier de construction.

235 : limite élastique de l'acier en N/mm^2 ou Mpa.

JR : limite de l'énergie de rupture de 27j à une température d'essai de 20°C .

Acier de construction au carbone soudable pour usage général à température ambiante. Cet acier est livré prêt à l'emploi avec une énergie de rupture minimum de 27 joules à température ambiante et une résistance mécanique de 36 Kf/mm^2 . Il n'est pas destiné aux traitements thermiques. C'est aussi un acier doux, bas carbone et sans plomb. Il est utilisé pour les pièces mécaniques peu sollicitées qui ne nécessitent pas de ténacité. [23]

- ❖ **Usinabilité** : assez bonne.
- ❖ **Soudabilité** : très bonne.
- ❖ **Résistance à la corrosion** : très mauvaise.

❖ **Aptitude au traitement thermique** : non apte.

Parmi les pièces fabriquées avec l'acier S235 JR, les usages sont assez diversifiés : éléments de fixation, axe, arbres de transmission. Il est également utilisé en construction métallique.

Ils sont utilisés de nombreuses façons et leurs applications peuvent être diverses. Ils sont particulièrement utiles car ils offrent la combinaison unique de bonnes propriétés de soudage avec des résistances garanties. L'acier de construction S235 JR est un produit extrêmement adaptable et est souvent privilégié par les ingénieurs qui cherchent à maximiser la résistance ou la structure en « S » tout en minimisant le poids.

❖ **Les propriétés physiques à 20°C :**

- **masse volumique** : 7.85.kg/m³
- **Module d'élasticité E** : 210 000 N/mm².
- **Coefficient de poisson V** : 0.27.
- **Coefficient moyen de dilatation en m/m. °c entre 20°C et 100°C** : 11×10⁻⁶.
- **Conductivité thermique à 20°C en w (m.k)** : 45.


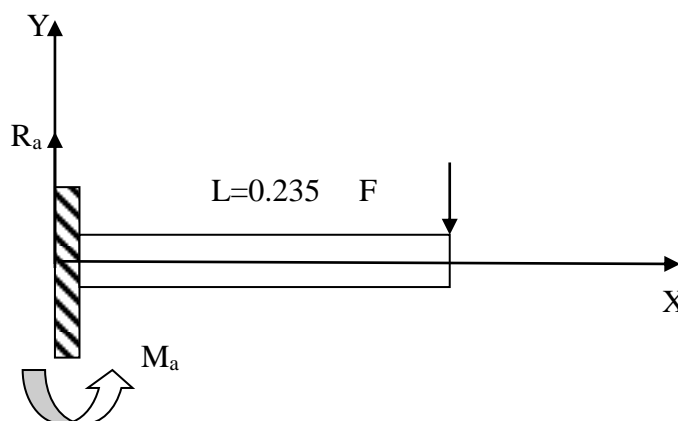
Matière	Section	Tolérance	Dimensions	Caractéristiques
S235JR (étiré à froid)		h 9 h 11 h 11	Ø 3 à 8 mm Sections 3 à 7 mm 10 x 2 à 300 x 20 mm	Rm : 520-370 N/mm ² Rp 0,2 : 235-385 N/mm ² A% : > 10 %

Figure II.10 : Caractéristiques mécaniques de S235 jr [24]



• **Calculs**

On a $F = 1724.64 \text{ N}$; $L = 0.235 \text{ m}$

$$\Sigma F_{\text{ext}} = 0 \Rightarrow R_a - F = 0 \Rightarrow R_a = F = 1724.64 \text{ N}$$

$$\Sigma M = 0 ; M_a - (F \times L) = 0 \Rightarrow M_a = F \times L \Rightarrow M_a = 1724.64 \times 0.235$$

$$\Rightarrow M_a = 405.3 \text{ N.m}$$

Calcul des efforts tranchants et moments fléchissants

$$0 < x < L$$

$$T = R_a = 1724.822 \text{ N}$$

$$M_f = M_a - R_a \cdot x ; x = 0 \Rightarrow M_f = M_a = 405.33 \text{ N.m}$$

$$x = L \Rightarrow M_f = M_a - (R_a \times L) \Rightarrow M_f = 0 \text{ N.m}$$

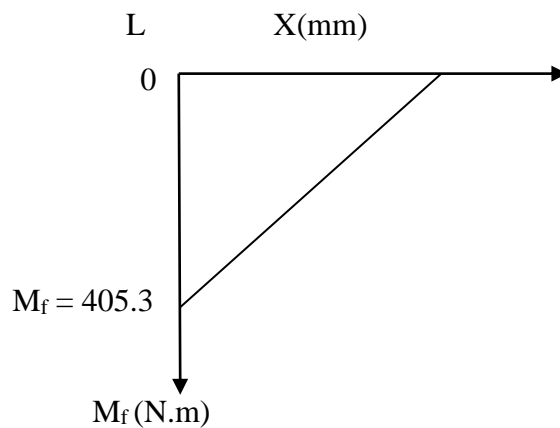
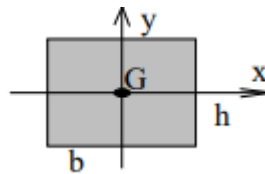


Diagramme des moments fléchissants

- Calcul de l'épaisseur du fer-plat



$$\delta \leq \frac{Re}{s}$$

$$\frac{M_f}{\frac{bh^3}{12}} \leq \frac{Re}{s}$$

Où b : la largeur (50 mm).

h : la hauteur (mm).

s : coefficient de sécurité égale à 2

Re : La résistance élastique (235 Mpa)

$$h \geq \sqrt[3]{\frac{12M_f \cdot S \cdot 10^3}{b \cdot Re}} \Rightarrow \sqrt[3]{\frac{(12 \times 405.3) \times 2 \cdot 10^3}{50 \times 235}}$$

$$h \geq 9.38 \text{ mm} \quad ; \quad \text{On prend } h = 10 \text{ mm}$$

II.10.7. Calcul de l'épaisseur du fer-plat de pale

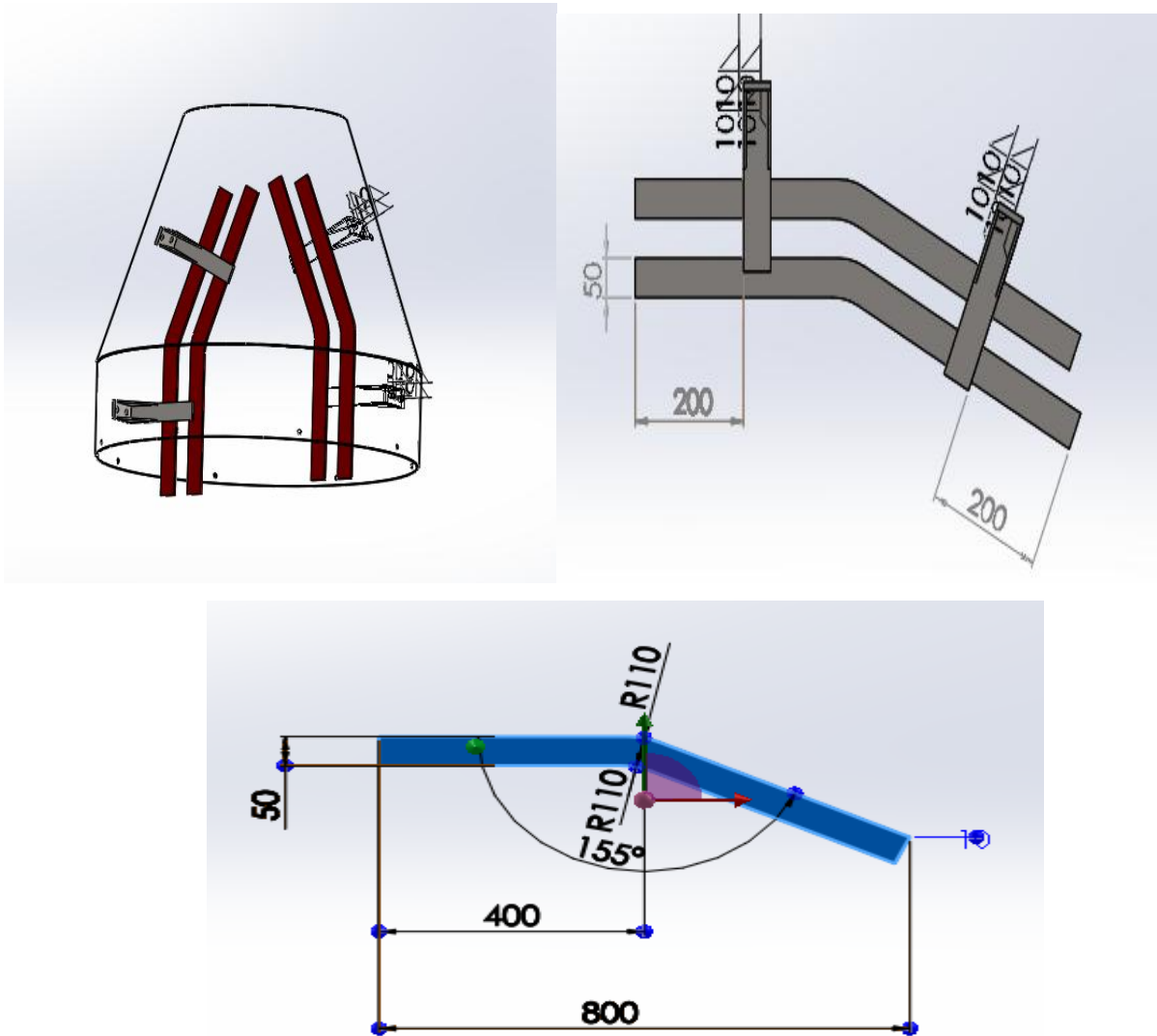


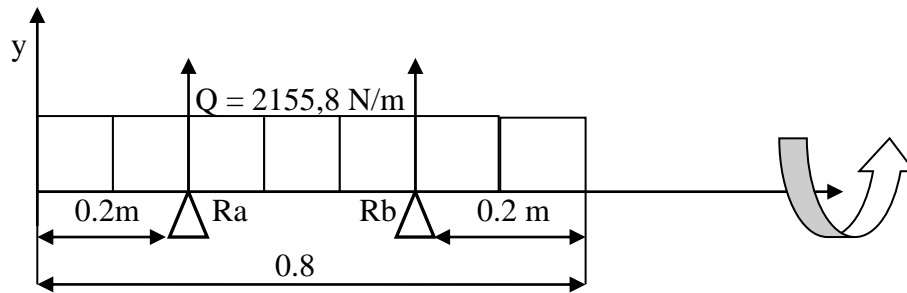
Figure II.11 : Dessin SolidWorks de fer plat de pale.

La pièce est soumise à une charge uniformément répartie qu'applique la masse du béton sur toute la longueur du fer-plat $L=0.8$ (m).

$$Q = \frac{F}{L} \quad ; \quad \text{où } F : \text{ la force appliquée (N).}$$

$$Q = \frac{1724.64}{0.8} \Rightarrow Q = 2155.8 \text{ N/m}$$

La pièce est assemblée avec les deux fer-plat de fixation à une longueur de $L = 0.2$ (m) à chaque extrémité.



$$\sum F/y = 0 \Rightarrow R_a + R_b - QL = 0 \Rightarrow R_a + R_b = QL$$

$$\Rightarrow R_a + R_b = 2155,8 \times 0,8$$

$$\Rightarrow R_a + R_b = 1724,64 \text{ N}$$

$$\sum M/A = 0 \Rightarrow -0,4 R_b - Q \times \frac{0,2^2}{2} + Q \times \frac{0,6^2}{2} = 0$$

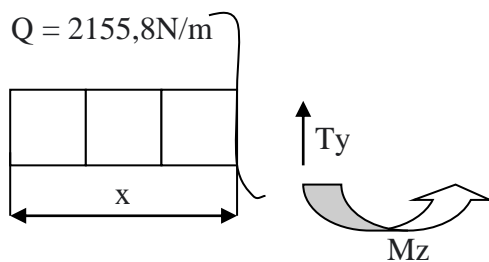
$$\Rightarrow R_b = \frac{-2155,8 \times 0,2^2}{0,4 \times 2} + \frac{2155,8 \times 0,6^2}{0,4 \times 2} = -107,79 + 970,11$$

$$R_b = 862,32 \text{ N}$$

$$R_a = 1724,64 - 862,32 = 862,32 \text{ N}$$

$$R_b = R_a$$

$$0 < x < 0,2$$



$$T = Q \times X$$

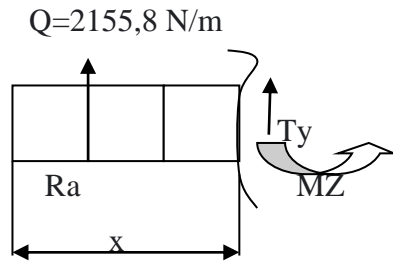
$$T(0) = 0$$

$$T(0,2) = 431,16 \text{ N}$$

$$M_z = -2155,08 \times \frac{x^2}{2}$$

$$M_z(0) = 0 ; M_z(0.2) = -43,116 \text{ N.m}$$

$$0.2 < x < 0.6$$



$$T_y = -862,32 + 2155,8 x$$

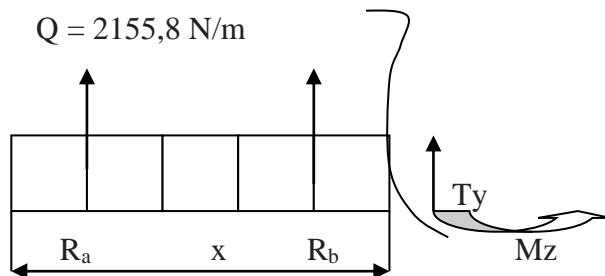
$$T_y(0.2) = -431,16 \text{ N}; T_y(0.6) = 431,16 \text{ N}$$

$$-M_z - 2155,8 \times \frac{x^2}{2} + 862,32 (x - 0.2) = 0$$

$$M_z = -2155,8 \frac{x^2}{2} + 862,32 (x - 0.2)$$

$$M_z(0.2) = -43,116 \text{ N.m} ; M_z(0.6) = -43,116 \text{ N.m}$$

$$0.6 < x < 0.8$$



$$T_y = -R_a - R_b + 2155,8 X$$

$$T_y = -862,32 - 862,32 + (2155,8)x$$

$$T_y(0.6) = -431,16 \text{ N}$$

$$T_y(0.8) = 0$$

$$M_z = R_A(x-0.2) + R_b(x-0.6) - 2155,8 \frac{x^2}{2}$$

$$M_z = 862,32(x-0.2) + 862,32(x-0.6) - 2155,8 \frac{x^2}{2}$$

$$M_z(0.6) = -43,116 \text{ N.m}$$

$$M_z(0.2) = 0 \text{ N.m}$$

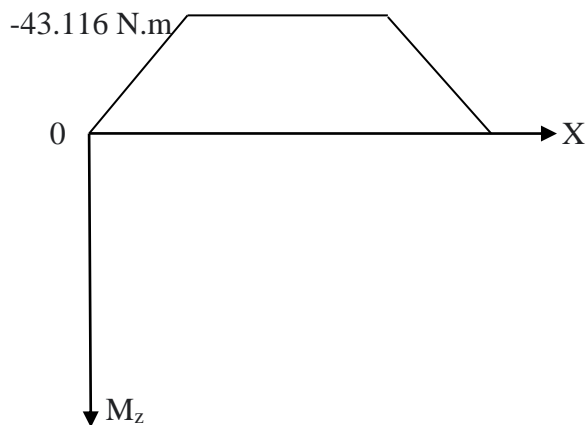
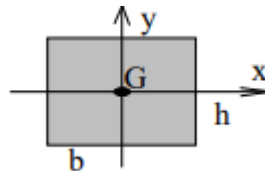


Diagramme des moments fléchissants

$$\delta \leq \frac{Re}{s}$$

$$\frac{M_z}{bh^3/12} \leq \frac{Re}{s}$$



Où b : la largeur (50 mm).

h : la hauteur (mm).

s : coefficient de sécurité égale à 6.

Re : résistance d'élasticité (235 Mpa).

$$h \geq \sqrt[3]{\frac{12M_z \cdot s \cdot 10^3}{b \cdot Re}} \Rightarrow h \geq \sqrt[3]{\frac{12 \times 43,116 \times 6 \cdot 10^3}{50 \times 235}}$$

$$h \geq 6,41 \text{ mm}$$

On prend $h = 8$

II.10.8. Calcul du diamètre des vis de fixation de pale sur la cuve

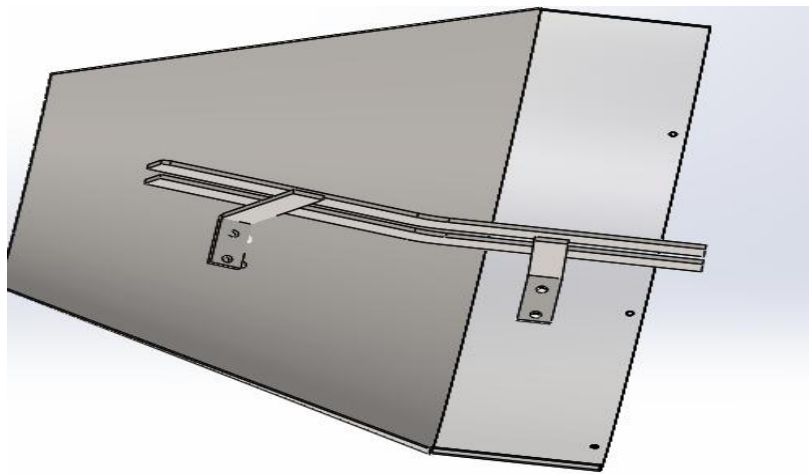
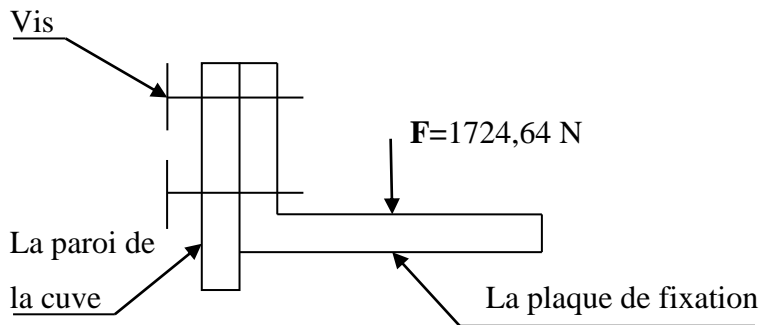
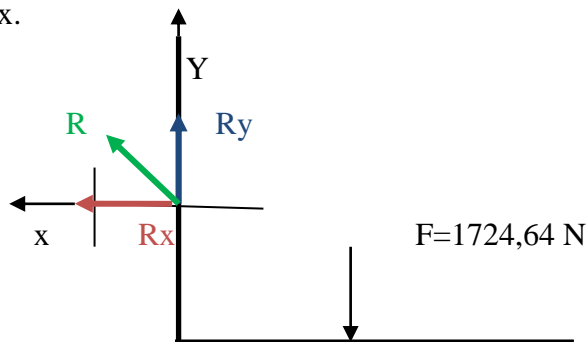


Figure II.12: Fixation des pales sur la cuve.

La vis est soumise à la traction et le cisaillement, ce qui va engendrer des réactions axiaux et verticaux.



Ry : La réaction vertical.

Rx : La réaction axial.

R : La résultante de réaction de la vis.

Calculs des réactions Ry et Rx :

On prend l'angle le plus critique $\alpha=45^\circ$

$$\sin 45 = R_y/R$$

$$R_y = \sin 45 \cdot R = 1724,64 \times 0,7 = 1219,5 \text{ N}$$

$$R_y = 1219,5 \text{ N}$$

$$\cos 45 = R_x / R$$

$$R_x = \cos 45 \times R = 0,7 \times 1724,64 = 1219,5 \text{ N}$$

$$R_x = 1219,5 \text{ N}$$

II.10.9. Calcul du diamètre de la vis

$$\delta_i = \sqrt{\delta^2 + 4\tau^2} \leq R_{pe} \quad ; \quad \text{Où } \delta_i : \text{contrainte idéal (N/mm}^2\text{).}$$

$$\delta = \frac{N}{S} ; \quad \tau = \frac{N}{S} \quad \tau : \text{contrainte cisaillement (N/mm}^2\text{).}$$

N : force appliquée (N).

S : surface sollicitée (mm²).

R_p : résistance pratique élastique (N/mm²).

δ : contrainte de traction (N/mm²).

$$\delta_i = \sqrt{\left(\frac{N}{S}\right)^2 + 4\left(\frac{N}{S}\right)^2} \Rightarrow \delta_i = \sqrt{\left(\frac{R_x}{S}\right)^2 + 4\left(\frac{R_y}{S}\right)^2} \quad ; \quad \text{On a : } R_x = R_y = 1219,5 \text{ N}$$

$$\Rightarrow \delta_i = \sqrt{\frac{R_x^2 + 4R_x^2}{\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)^2}} \Rightarrow \sqrt{\frac{5(R_x)^2}{\frac{(\pi d^2)^2}{16}}} \leq \frac{R_e}{S}$$

$$\Rightarrow \frac{16 \times 5 (R_x)^2}{\pi^2 \times d^4} \leq \left(\frac{R_e}{S}\right)^2 \Rightarrow d \geq \sqrt[4]{\frac{16 \times 5 \times R_x^2 \times s^2}{R_e^2 \times \pi^2}}$$

On choisit des vis de classe 4.6

$$R_e = 4.6.10 = 240 \text{ Mpa}$$

$$\frac{16 \times 5 (1219,5)^2}{(3.14)^2 \times d^4} \leq \left(\frac{240}{6}\right)^2 \Rightarrow d \geq \sqrt[4]{\frac{80 \times (1219,5)^2 \times (6)^2}{(240)^2 \times (3.14)^2}}$$

$$\Rightarrow d \geq 9,31 \text{ mm}$$

On prend des vis HM 10

II.10.10. Vérification de la soudure

- **Soudure bout à bout à pénétration complète**

Dans le cas d'une soudure bout à bout à pénétration complète, aucun calcul n'est nécessaire dans la mesure où la résistance de métal d'apport et au moins équivalente à celle du matériau de base de l'élément assemblé le plus faible et le rayon de gorge est égale à l'épaisseur du plat. On peut simplement considérer que la soudure bout à bout est substituée au matériau de base. [26]

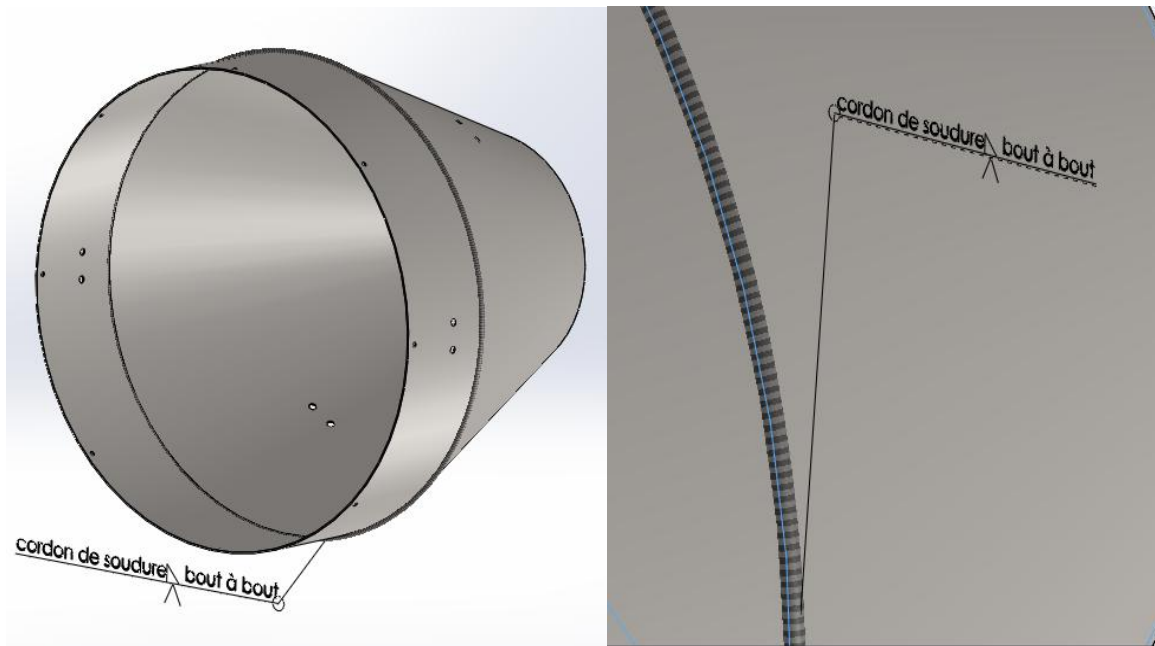


Figure II.13 : Assemblage des deux parties de la cuve avec soudage bout à bout.

- **Soudure d'angle en T**

Une méthode plus simple pour la vérification de la résistance des cordons de soudure est de négliger la variation de la résistance de la soudure avec la direction de l'effort appliqué : le coefficient $\gamma = 3$ s'applique alors aux trois composantes de la contrainte. Les essais sur les assemblages soudés confirment la nature sécuritaire de cette approche. [25]

L'application de la méthode simplifiée consiste à vérifier un critère unique.

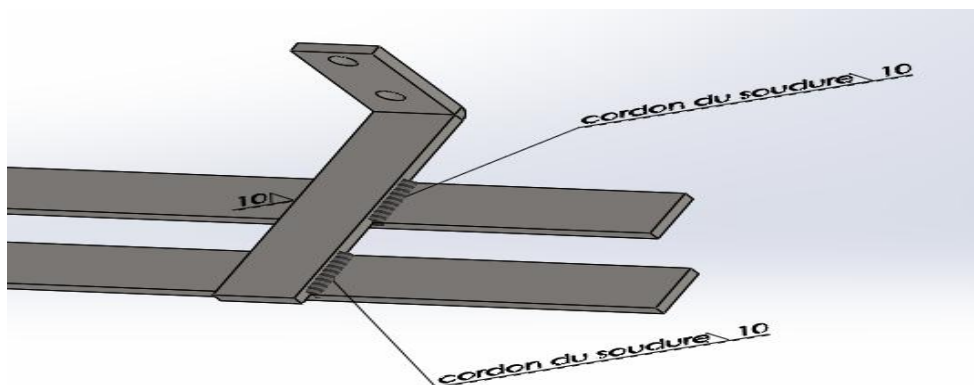


Figure II.14 : Dessin solidworks (soudure des fer-plats).

S235 ; épaisseur : 8mm

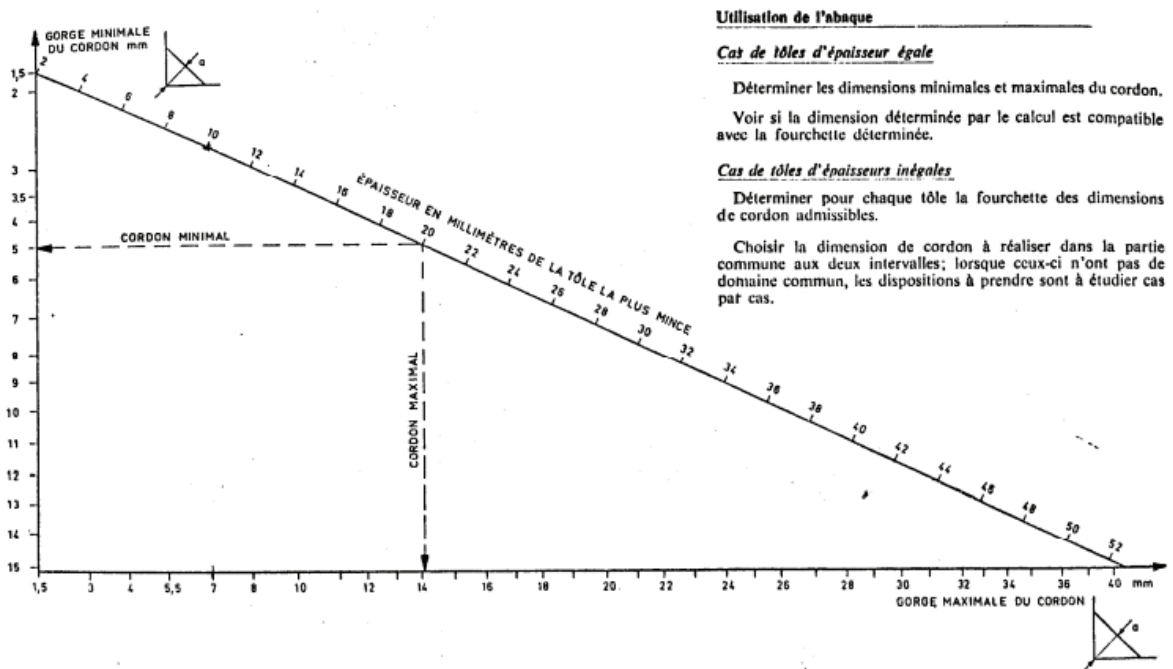


Figure II.15 : Un diagramme qui représente le pré dimensionnement de la gorge d'une soudure d'angle [25]

$$\delta_{W\text{simpl}} = \beta_w \sqrt{3} \frac{N}{\Sigma L.a} \leq \frac{F_u}{\gamma_m}$$

$$\Rightarrow \delta_{W\text{simpl}} = 0.8 \times \sqrt{3} \times \frac{1724.83}{2(50 \times 5.5)} \leq \frac{340}{1.25}$$

$$\Rightarrow 43.45 \leq 272 \quad ; \quad \text{Donc la soudure va résister.}$$

Où : $\delta_{W\text{simpl}}$: Contrainte effective dans la soudure simplifié (N/mm²).

β_w : Le coefficient β_w (désigné par K dans la norme NF P 22-470) a une valeur qui dépend de la nuance de l'acier de base et varie de 0,7 à 1,0. Ce facteur tient compte du fait que la formule est sensée représenter la valeur de la contrainte de calcul à la rupture dans la soudure tandis que le critère de résistance utilisé est relatif à la résistance du matériau de base. [25]

F_u : La limite d'élasticité $Re_{0.2}$, épaisseur de tôle $3\text{mm} < t < 16\text{mm}$.

γ_m : Le facteur de sécurité partiel du matériau. Il est quant à lui fonction de la dispersion du matériau : $\gamma_m = 1.3$ pour les bois / 1.25 pour le lamellé collé / 1.2 pour le lambi bois.

L : Longueur soudée utile (mm).

a : Section de gorge soudée du cordon (mm).

N : Effort appliqué (N).

Tableau II.1: Dimension forfaitaire de la gorge de chaque cordon Assemblages double-cordon en T transmettant seulement un effort de cisaillement [25]

Désignation	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)	γ_{M0} (*)	γ_{Mw}	β_w	min(a)/t (**)
pour $3 \text{ mm} \leq t \leq 16 \text{ mm}$						
S235	235	340	1,10	1,25	0,80	0,314
S275	275	410	1,10	1,30	0,85	0,337
S355	355	490	1,10	1,35	0,90	0,400
pour $16 \text{ mm} < t \leq 40 \text{ mm}$						
S235	225	340	1,10	1,25	0,80	0,301
S275	265	410	1,10	1,30	0,85	0,325
S355	345	490	1,10	1,35	0,90	0,389

* Lorsque $\gamma_{M0} = 1,0$, il faut augmenter la dimension de la gorge de 10%.
 ** Valeur à multiplier par h_w/L_w lorsque celle-ci est supérieure à 1,0.

II.10.11. Calcul de la charge équivalente exercée sur les roulements

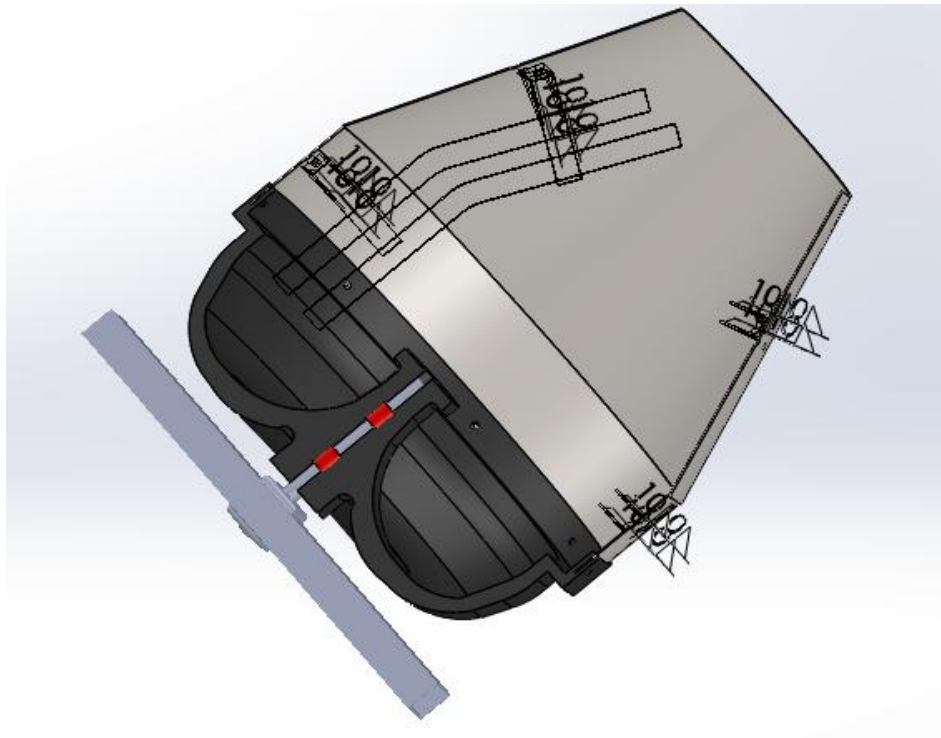


Figure II.16 : Emplacement des roulements.

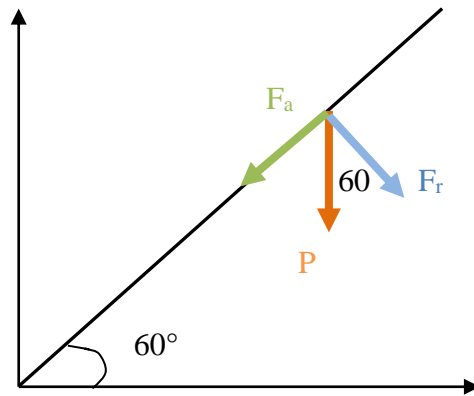


Diagramme des charges appliquées sur les roulements

$$\sin 60 = F_a/P$$

$$\cos 60 = F_r/P$$

$$F_a = \sin 60 \times P = \sin 60 \times 6670,8$$

$$F_a = 5777,08 \text{ N}$$

$$F_r = \cos 60 \times 6670,8$$

$$F_r = 3335,5 \text{ N}$$

La charge radiale qui s'exerce sur les roulements : $F_r = 3335,5 \text{ N}$

La charge axiale : $F_a = 5777,083 \text{ N}$

Le diamètre de l'arbre $D = 40 \text{ mm}$, alors on prend un roulement rigide à une rangée de bille (6308) de diamètre intérieur $d = 40 \text{ mm}$

$$C_0 = 22,4 \text{ KN}$$

$$C = 31,5 \text{ KN}$$

$$F_a / C_0 = 0,257$$

$$F_a / F_r = 1,732$$

Pour ces roulements les valeurs de (e) et (y) dépendent de la valeur de F_a / C_0

D'après la (figure 2.15), F_a / C_0 est situé entre 0,2 et 0,3 par correspondance la valeur de (e) est situé entre 0,3 et 0,4 et celle de (Y) entre 1 et 1,2 et $X = 0,56$

Les valeurs précises sont obtenues par interpolation :

- $\frac{e-0,3}{0,4-0,3} = \frac{0,257-0,2}{0,3-0,2} = 0,57$; d'où $e = 0,57 \times (0,4 - 0,3) + 0,3 \Rightarrow e = 0,357$
- $\frac{1,2-y}{1,2-1} = \frac{0,257-0,2}{0,3-0,2} = 0,57$; d'où $y = -0,57 \times (1,2 - 1) + 1,2 \Rightarrow y = 1,086$

$$F_a/F_r > e \Rightarrow 1,732 > 0,357$$

D'où

$$P=(X \times F_r)+(Y \times F_a) \Rightarrow P=(0,56 \times 3335,4)+(1,086 \times 5777,083) \Rightarrow P=8141,736 \text{ N}$$

II.10.12. Calcul la durée de vie des roulements

$$\text{On a } L_{10}=\left(\frac{C}{p}\right)^n$$

- L_{10} : durée de vie du roulement en million de tours.
- C : charge dynamique de base.
- n : 3 pour les roulements à bille.
- p : la charge équivalente exercée sur les roulements.
- N : la vitesse de rotation tr/min.
- L_{10h} : durée de vie du roulement en heures.

$$L_{10}=(C/P)^n$$

$$L_{10}=(31500/8141,736)^3 \Rightarrow L_{10}=57,913 \text{ millions de tours}$$

$$L_{10H}=\frac{L_{10} \times 10^6}{60 \times N};$$

où L_{10} : millions de tours

N : vitesse de rotation en tr /min

Donc :

$$L_{10H}=\frac{57,913 \times 10^6}{60 \times 25} \Rightarrow L_{10H}=38620,66 \text{ heures}$$

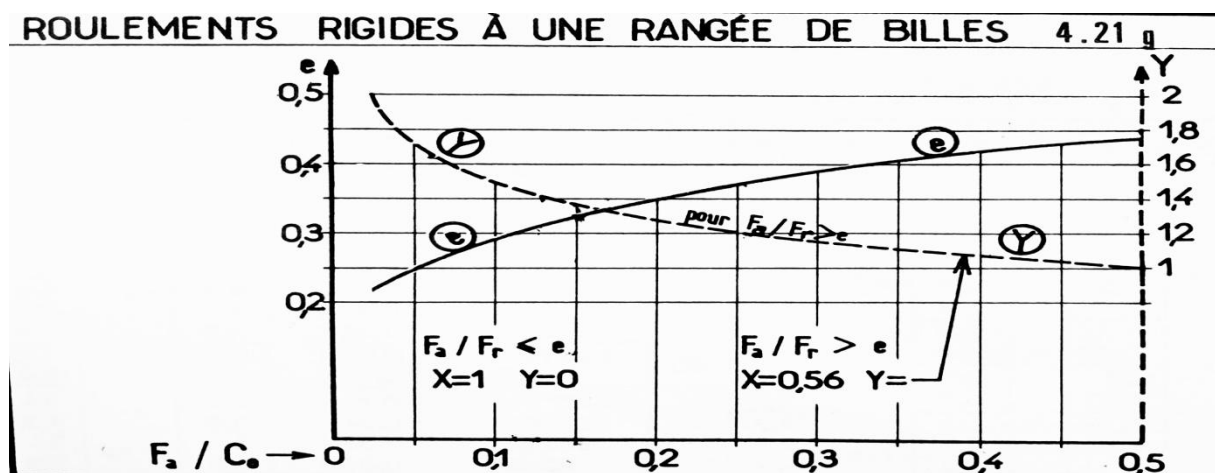


Figure II.17 : diagramme des valeurs (x, y, e) des roulements rigides à une rangée de billes. [27].

Chapitre III :
Modélisation et simulation
numérique

III.1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est d'intégrer les résultats de calculs obtenus lors de chapitre 2 dans la modélisation des différents organes de la cuve de la bétonnière B420DE sur le logiciel solidworks. Par conséquent, nous utiliserons le module structurel de solidworks simulation pour évaluer la résistance de la pièce étudiée.

III.2. Présentation de solidworks

Solidworks est un logiciel de conception assistée par ordinateur. Il génère 3 types de fichiers liés à trois concepts de base : pièces, assemblages et mise en plan. Ces fichiers sont liés. Toute modification à n'importe quel niveau est transmise à tous les fichiers associés.

III.3. Solidworks simulation

Solidworks simulation, est utilisé pour une visualisation claire du comportement de la conception dans les conditions réelles. Il aboutit à une identification des zones de conceptions susceptibles de présenter des défauts, et à comparer les différents scénarios en appliquant des chargements et déplacements imposés.

Le processus de simulation suit une succession d'étapes suivantes :

- Définition du type d'étude.
- Application du matériau.
- Application des déplacements imposés.
- Application des efforts externes.
- Création du maillage.
- Exécution.

III.4. Simulation de l'épaisseur de la cuve

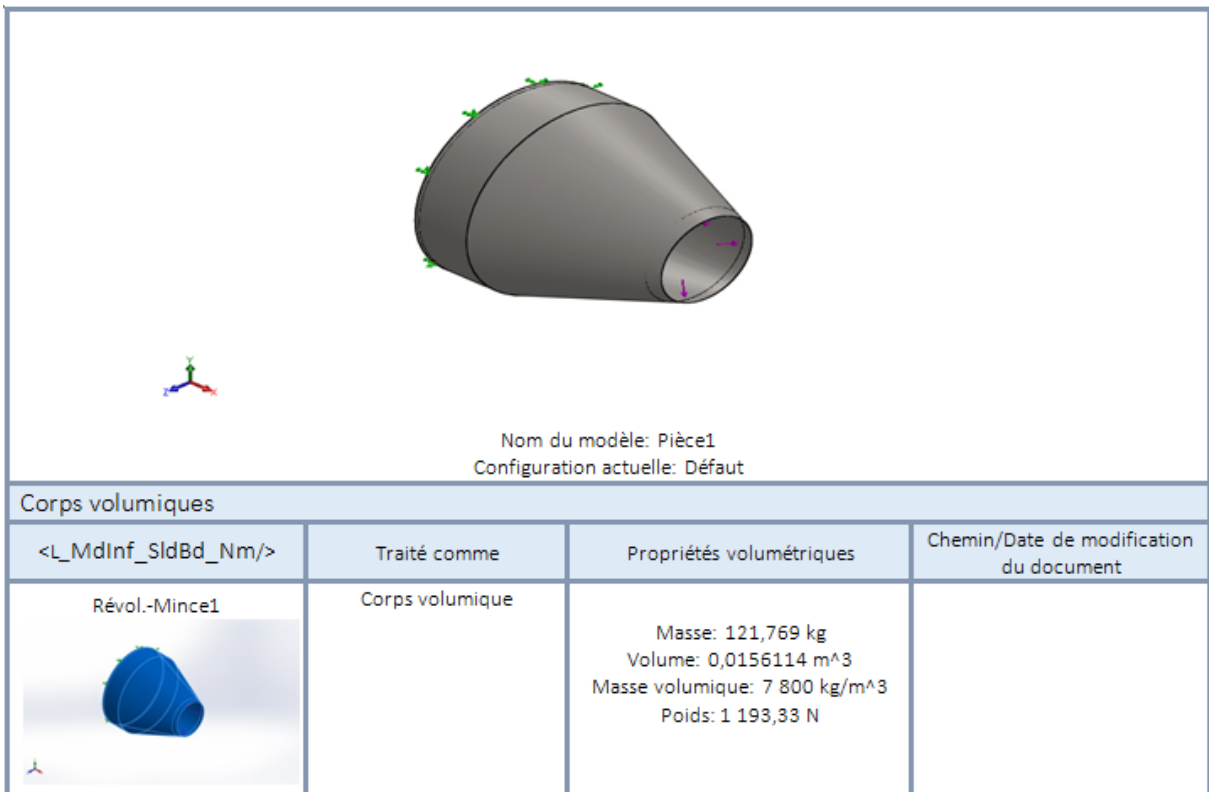


Figure III.1 : Information sur le modèle de la cuve.

Tableau III.1 : Propriétés du matériau.

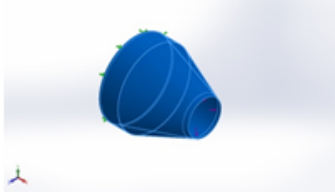
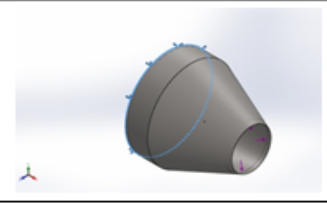
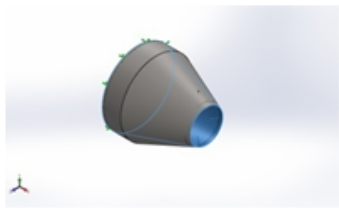
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	Nom: 1.0038 (S235JRG2) Type de modèle: Linéaire élastique isotropique Critère de ruine par défaut: Contrainte de von Mises max. Limite d'élasticité: 2,35e+08 N/m² Limite de traction: 3,6e+08 N/m² Module d'élasticité: 2,1e+11 N/m² Coefficient de Poisson: 0,28 Masse volumique: 7 800 kg/m³ Module de cisaillement: 7,9e+10 N/m² Coefficient de dilatation thermique: 1,1e-05 /Kelvin	Corps volumique 1(Révol.-Mince1)(Pièce1)
Données de la courbe: N/A		

Tableau III.2 : (A), (B) actions extérieures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé			
Fixe-1		Entités: 1 arête(s) Type: Géométrie fixe			
Forces resultants					
Composants	X	Y	Z	Résultante	
Force de réaction(N)	-477,007	-0,0718528	0,219758	477,007	
Moment de réaction(N.m)	0	0	0	0	

(A)

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement			
Force-1		Entités: 1 face(s) Type: Force normale Valeur: 1 725 N			

(B)

Après simulation on retient les figures illustrant l'état de contrainte et de déformation appropriée à la sollicitation appliquée.

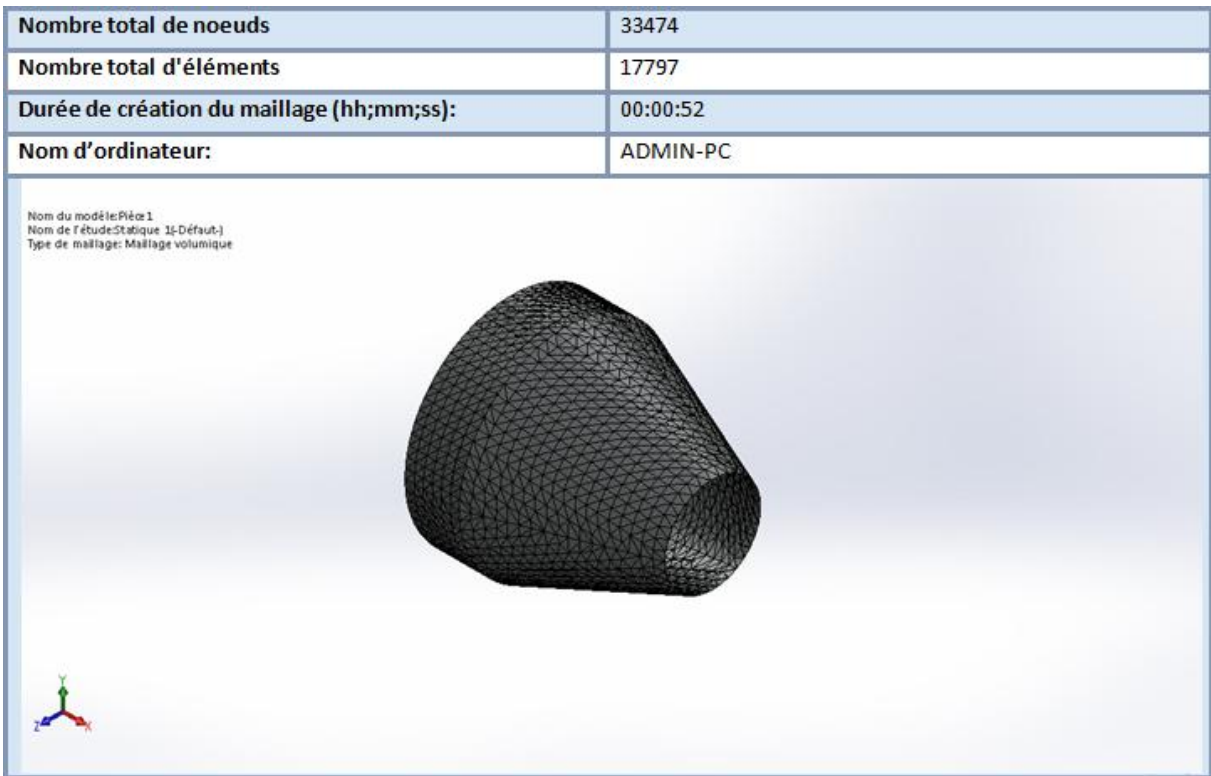


Figure III.2 : information sur le maillage.

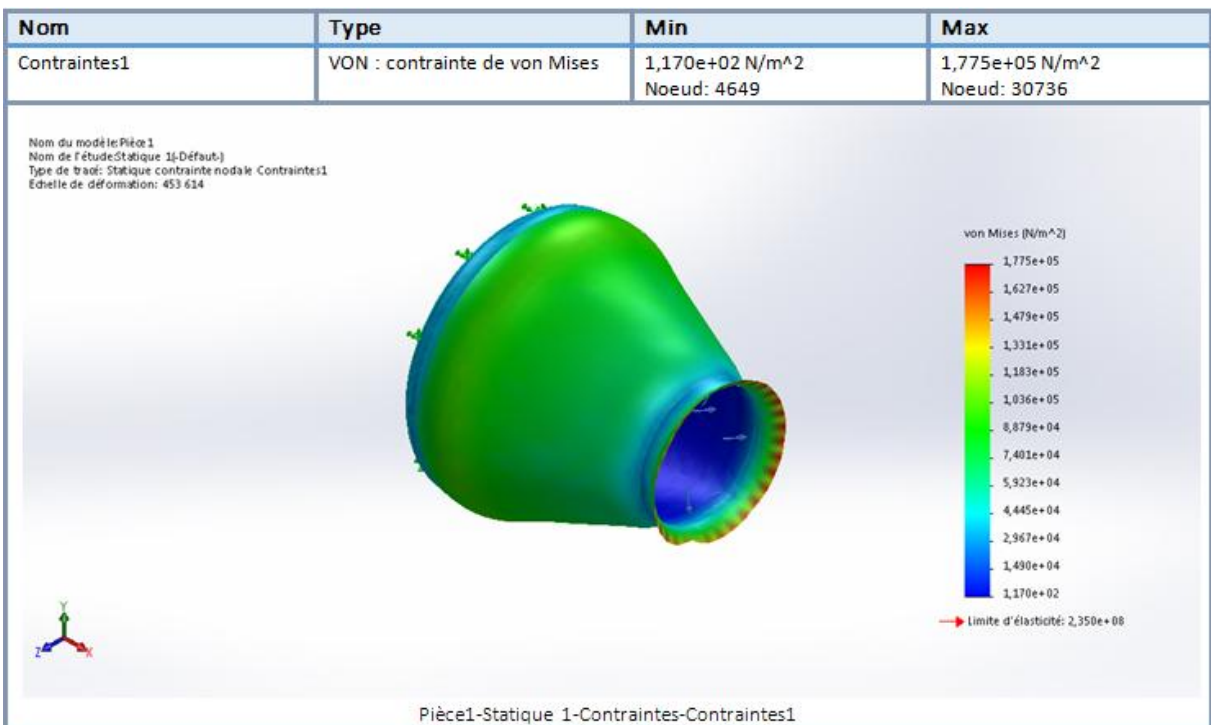


Figure III.3 : contrainte de Von mises.

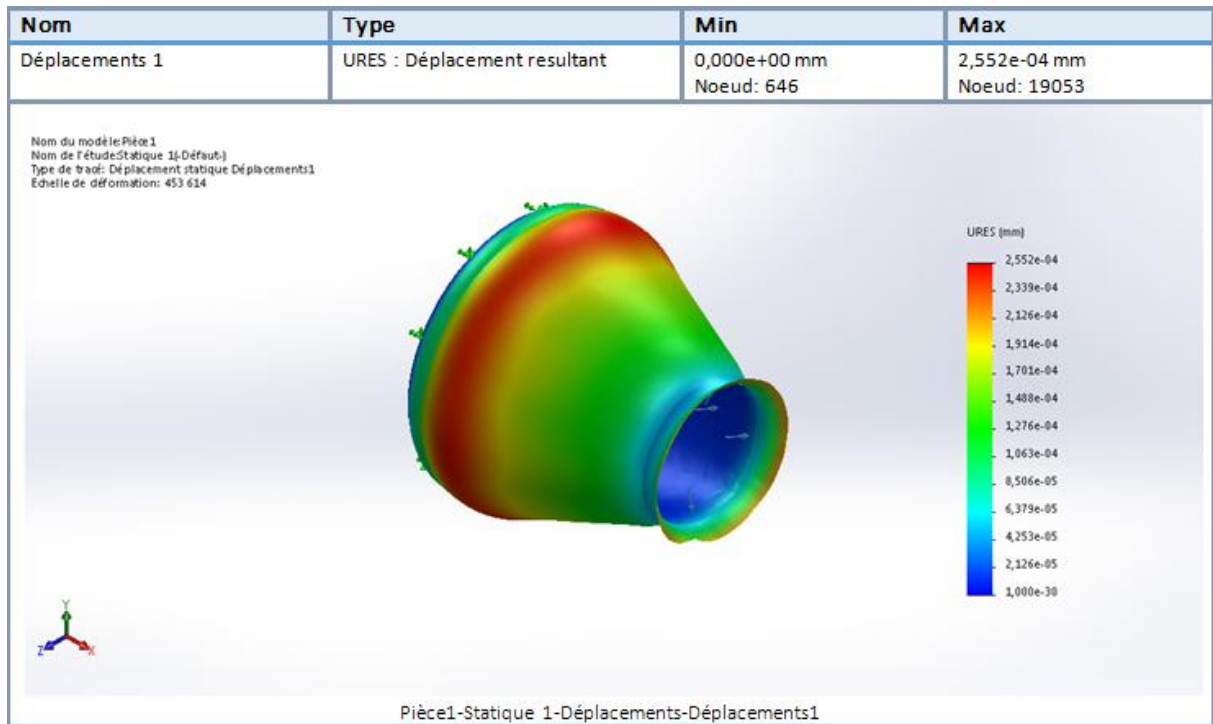


Figure III.4 : Déplacements.

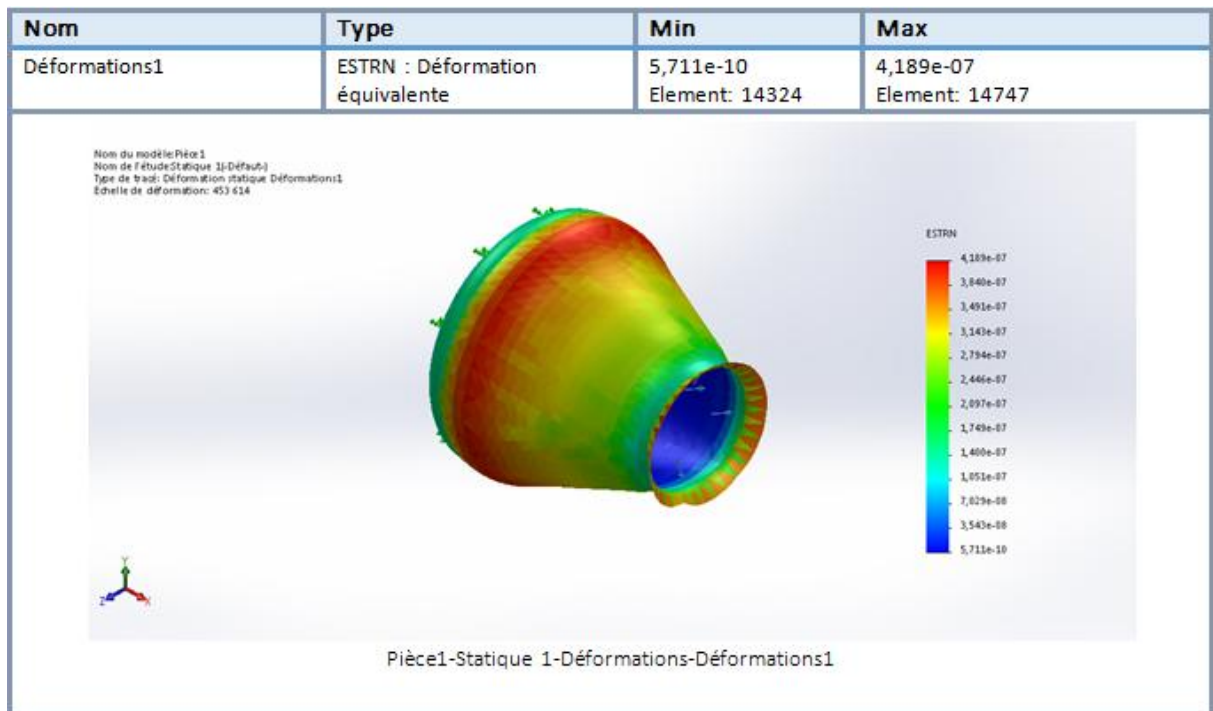


Figure III.5 : Déformations.

III.4.1. Interprétation des résultats

Après une modélisation suivant les valeurs trouvées dans le chapitre 2, nous avons soumis les parois de la cuve en acier (S 235) à une force de 1724,64 N.

Les résultats de cette simulation sont les suivants :

- Une contrainte max de von mises de $1,775 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ concentré à son extrémité, mais l'ensemble de la cuve est sécurisé. Autant que la contrainte max ne dépasse pas la limite élastique du matériau (S 235), $R_e=2,35 \times 10^8 \text{ N/m}^2$.
- Un déplacement avec une valeur max de $2,552 \times 10^{-4} \text{ mm}$ qui est largement tolérable.
- Une déformation max de l'ordre de $4,189 \times 10^{-7}$ concentrée dans la zone de l'assemblage par soudure qui est insignifiante par rapport à l'épaisseur de la tôle 3 mm.

III.4.2. Conclusion de la simulation

Les résultats obtenus sont acceptables en fonction des tracés sur tous les plans: contrariantes, déplacements, déformations.

En prend l'épaisseur de la paroi de la cuve $e = 3 \text{ mm}$.

III.5. Simulation de la résistance de fer-plat de fixation

On reprend la même démarche pour la cuve avec le matériau S235, on encastre le fer-plat de fixation et on applique une force de 1725 N sur une face et nous allons analyser la réaction de cette pièce envers cette sollicitation.

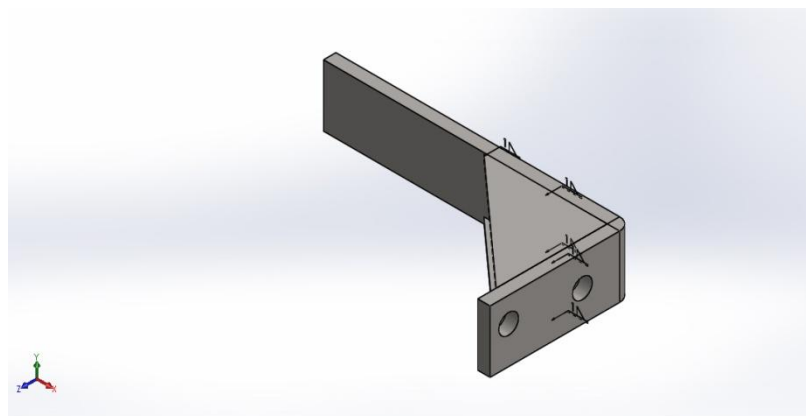


Figure III.6 : Dessin solidworks de fer-plat

D'après les résultats analytiques, on a la hauteur du fer-plat $h = 10 \text{ mm}$.

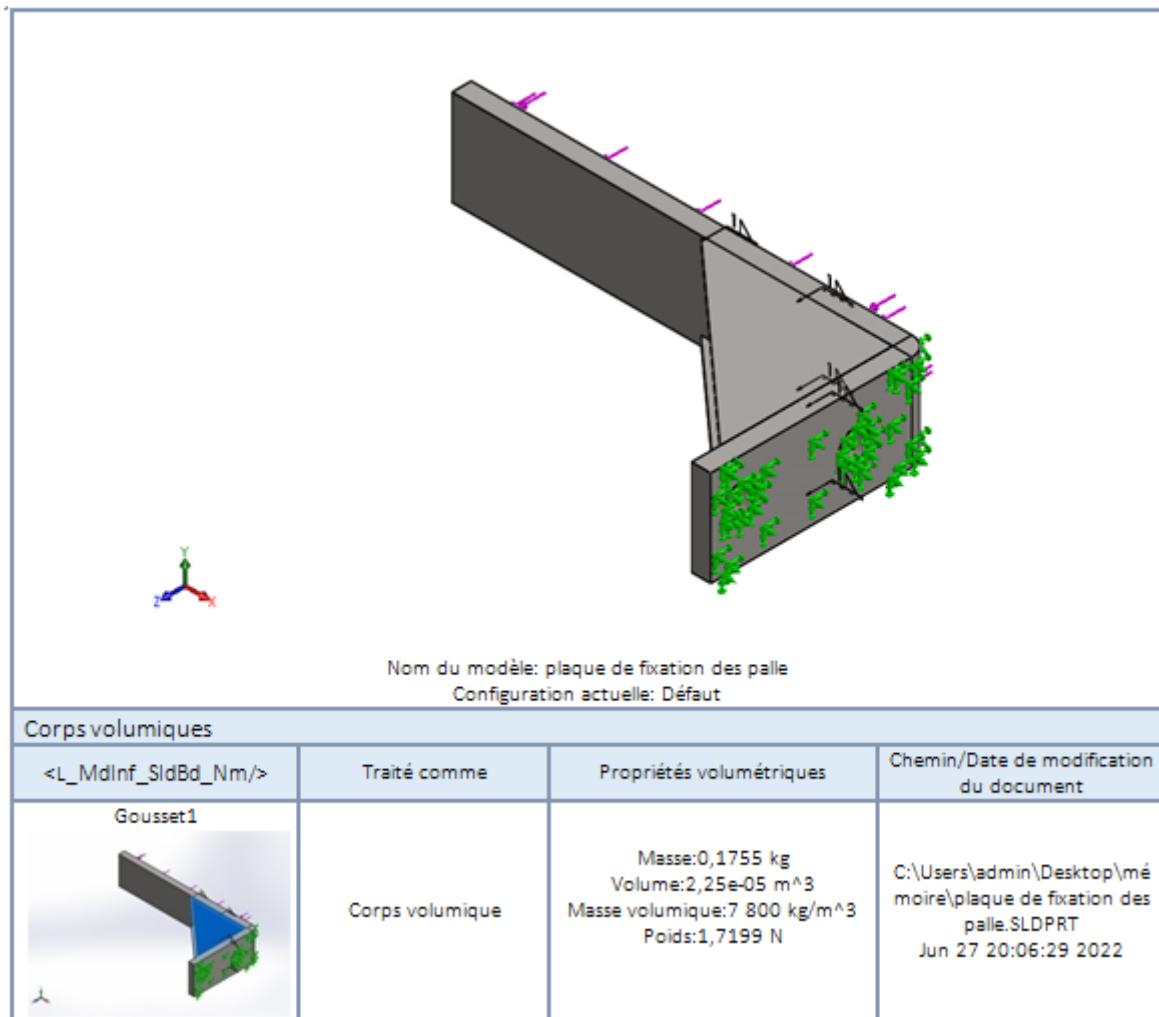


Figure III.7 : information sur la modele.

Tableau III.3 : propriétés du matériau

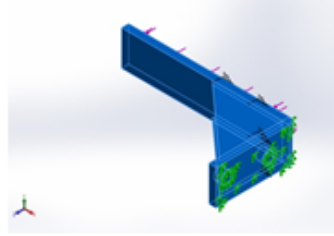
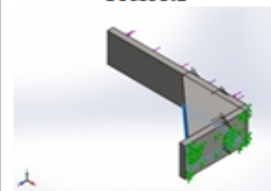
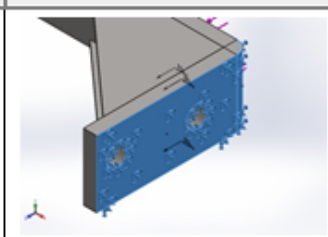
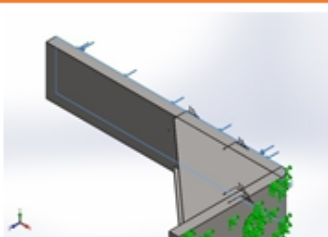
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	Nom: 1.0037 (S235JR) Type de modèle: Linéaire élastique isotropique Critère de ruine par défaut: Contrainte de von Mises max. Limite d'élasticité: 2,35e+08 N/m^2 Limite de traction: 3,6e+08 N/m^2 Module d'élasticité: 2,1e+11 N/m^2 Coefficient de Poisson: 0,28 Masse volumique: 7 800 kg/m^3 Module de cisaillement: 7,9e+10 N/m^2 Coefficient de dilatation thermique: 1,1e-05 /Kelvin	Corps volumique 1(Enlèv. mat-Extru.1)(plaque de fixation des palle), Corps volumique 2(Gousset1)(plaque de fixation des palle), Corps volumique 3(Gousset2)(plaque de fixation des palle)
Données de la courbe:N/A		
 Gousset2	Corps volumique	Masse:0,1755 kg Volume:2,25e-05 m^3 Masse volumique:7 800 kg/m^3 Poids:1,7199 N
		C:\Users\admin\Desktop\mémoire\plaque de fixation des palle.SLDPRT Jun 27 20:06:29 2022

Tableau III.4 : Actions extérieures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé		
Fixe-1		Entités: 2 face(s) Type: Géométrie fixe		
Forces résultantes				
Composants	X	Y	Z	Résultante
Force de réaction(N)	0,280228	-0,543324	-1 724,96	1 724,96
Moment de réaction(N.m)	-0,000408528	-1,9454	0,001691	1,9454
Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement		
Force-1		Entités: 1 face(s) Type: Force normale Valeur: 1 725 N		

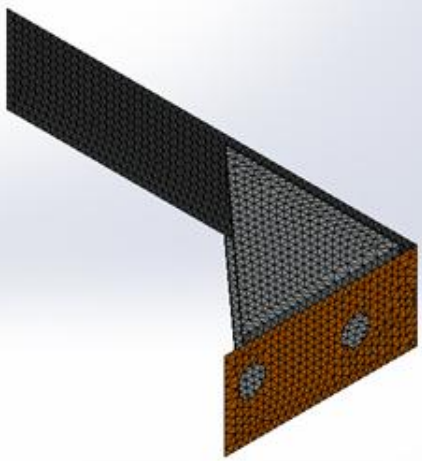
Nombre total de noeuds	15011
Nombre total d'éléments	8142
Durée de création du maillage (hh:mm:ss):	00:00:05
Nom de l'ordinateur:	ADMIN-PC
<p>Nom du modèle: plaque de fixation des palle Nom de l'étude: Statique 2(-Défaut-) Type de maillage: Maillage mixte</p> 	

Figure III.8 : Informations sur le maillage.

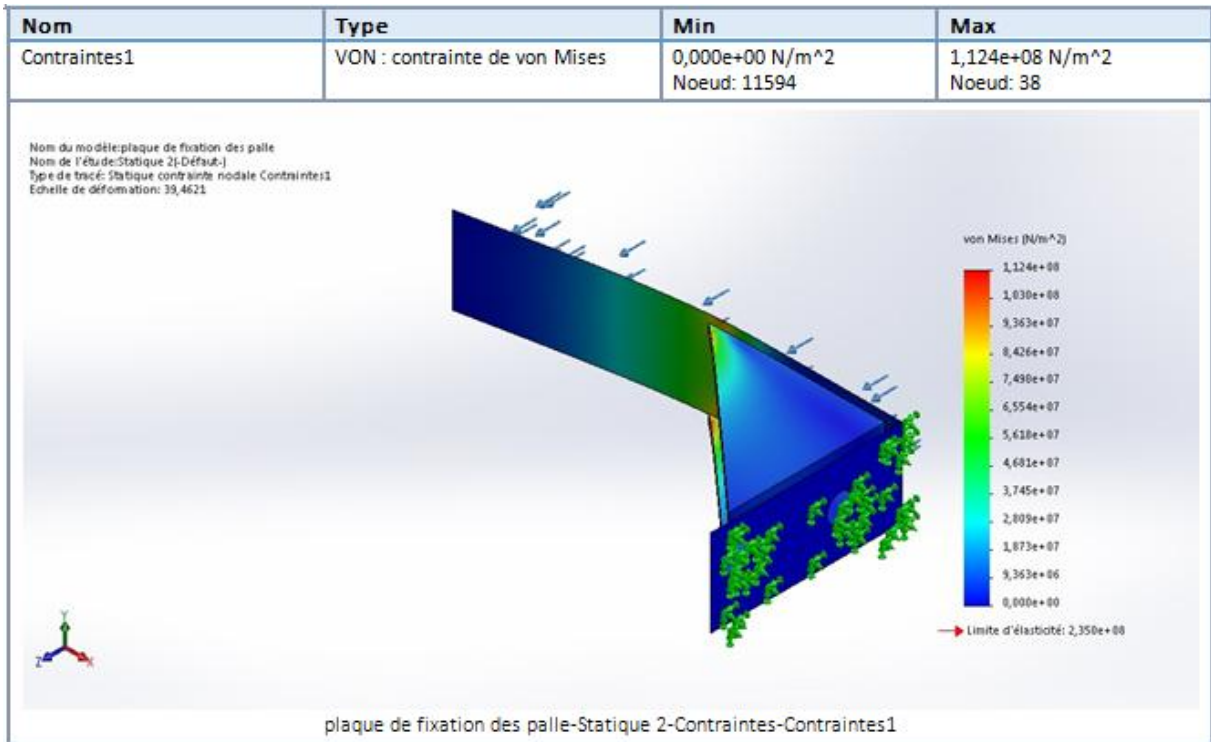


Figure III.9 : contrainte von mises.

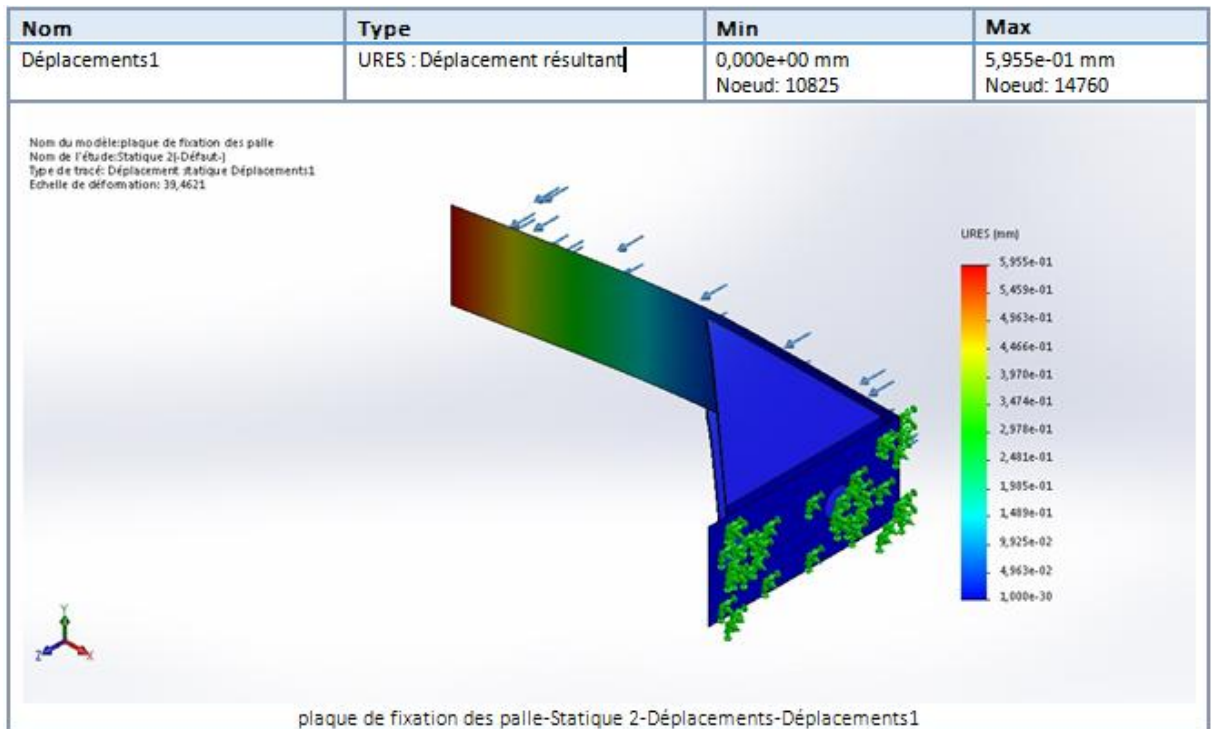


Figure III.10 : Déplacements.

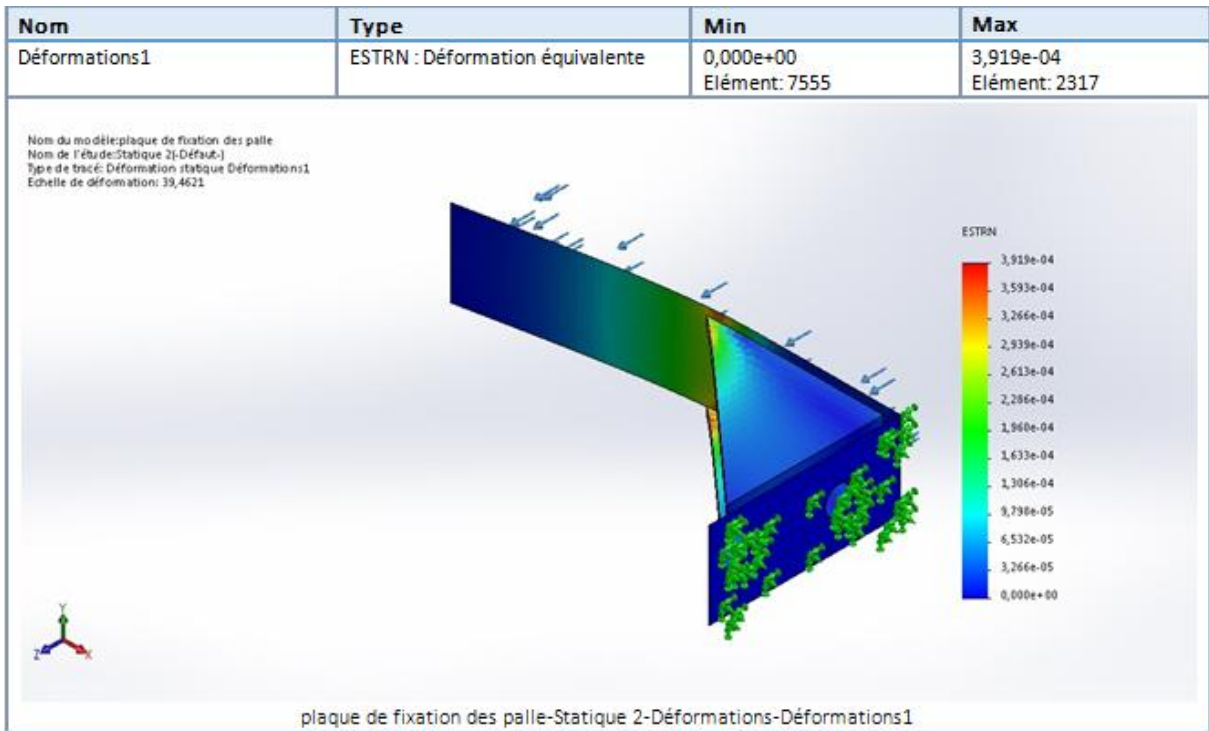


Figure III.11 : Déformations.

III.5.1. Interprétation des résultats

Après la modélisation, nous avons soumis le fer-plat en Acier S235 E24 encasté en son extrémité une force de 1725 N. Les résultats de cette simulation sont les suivants:

- Une contrainte de Von mises max de $1,124 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. vue que la résistance élastique du l'acier S 235 égale à $2,35 \times 10^8 \text{ N/m}^2$.
- . Un déplacement concentré sur l'extrémité, ce qui est attendu avec une valeur max de $5,955 \times 10^{-1} \text{ mm}$ largement tolérable. Vue la fonction et l'emplacement de la pièce .
- Une déformation max de l'ordre de $3,919 \times 10^{-4}$, concentres dans la partie soudée avec les goussets, cette valeur est très insignifiante par rapport à l'épaisseur du fer-plat 10 mm.

III.5.2. Conclusion de la simulation

D'après les résultats obtenus dans cette simulation les fer-plats de fixation vont résistées à la charge appliquée.

III.6. Simulation de la résistance des pales



Figure III.12 : Dessin solidworks des pales.

Après l'assemblage des fer-plat, on a appliqué les forces extérieures sur les palles.

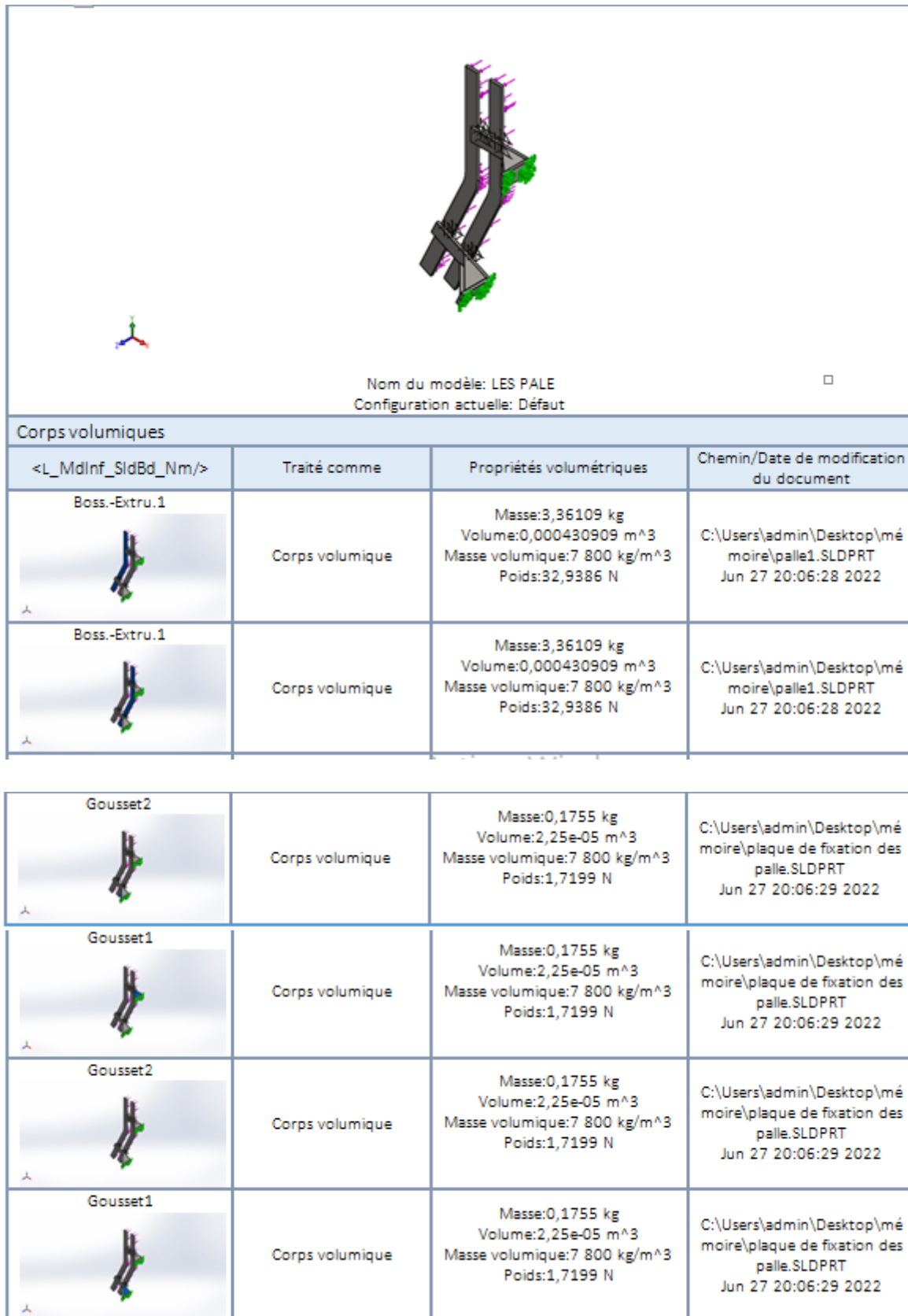


Figure III.13 : information sur le modèle.

Tableau III.5 : propriétés du matériau.

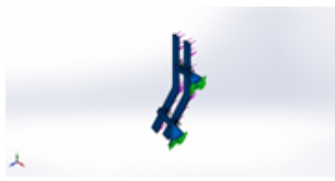
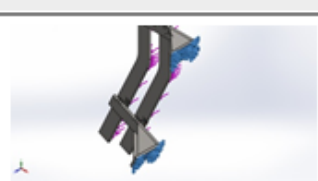
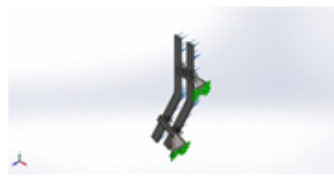
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	Nom: 1.0037 (S235JR) Type de modèle: Linéaire élastique isotropique Critère de ruine par défaut: Inconnu Limite d'élasticité: 2,35e+08 N/m ² Limite de traction: 3,6e+08 N/m ² Module d'élasticité: 2,1e+11 N/m ² Coefficient de Poisson: 0,28 Masse volumique: 7 800 kg/m ³ Module de cisaillement: 7,9e+10 N/m ² Coefficient de dilatation thermique: 1,1e-05 /Kelvin	Corps volumique 1(Boss.-Extru.1)(palle1-1), Corps volumique 1(Boss.-Extru.1)(palle1-2), Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.1)(plaque de fixation des palle-1), Corps volumique 2(Gousset1)(plaque de fixation des palle-1), Corps volumique 3(Gousset2)(plaque de fixation des palle-1), Corps volumique 1(Enlèv. mat.-Extru.1)(plaque de fixation des palle-2), Corps volumique 2(Gousset1)(plaque de fixation des palle-2), Corps volumique 3(Gousset2)(plaque de fixation des palle-2)
	Données de la courbe:N/A	

Tableau III.6 : actions extérieures

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé		
Fixe-1		Entités: 4 face(s) Type: Géométrie fixe		
Forces résultantes				
Composants	X	Y	Z	Résultante
Force de reaction(N)	0,000793457	1,52588e-05	-3 450	3 450
Moment de réaction(N.m)	-0,239907	-1,05806	0,0908405	1,08872

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		Entités: 2 face(s) Type: Force normale Valeur: 1 725 N

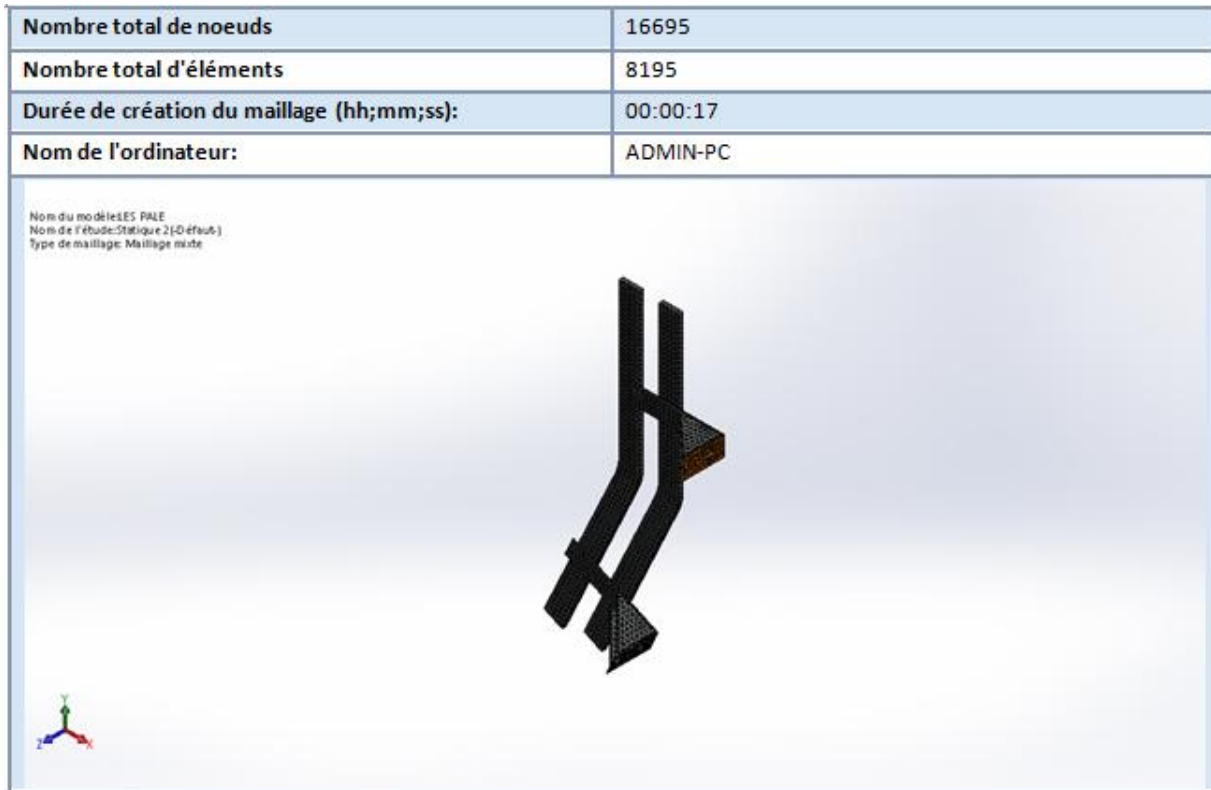


Figure III.14 : Informations sur le maillage.

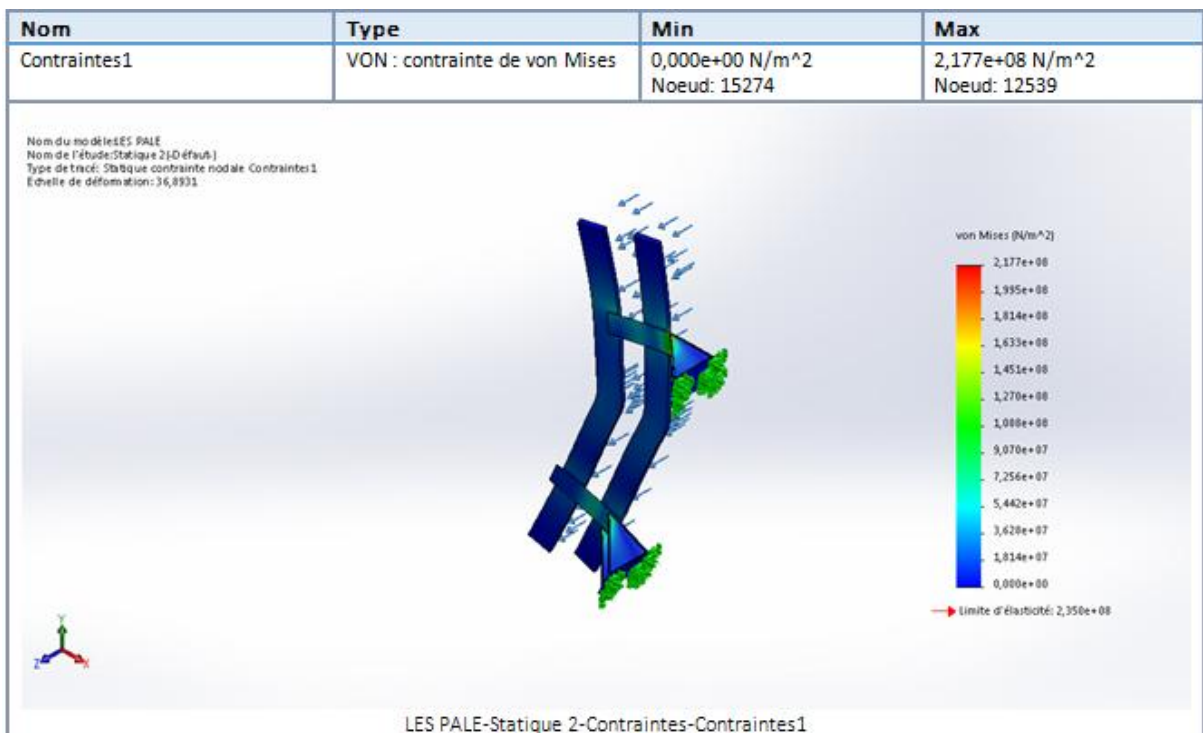


Figure III.15 : contrainte van mises.

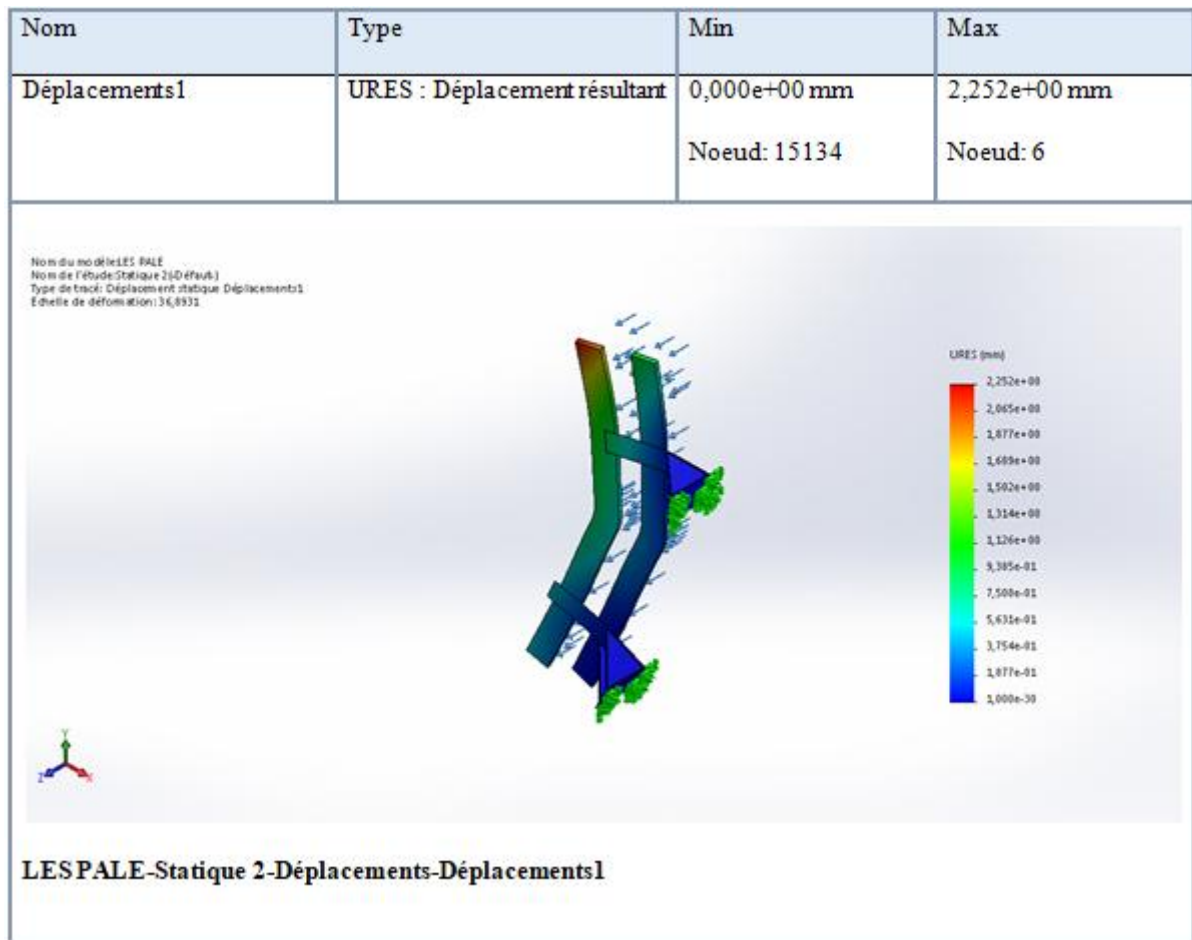


Figure III.16 : Déplacements.

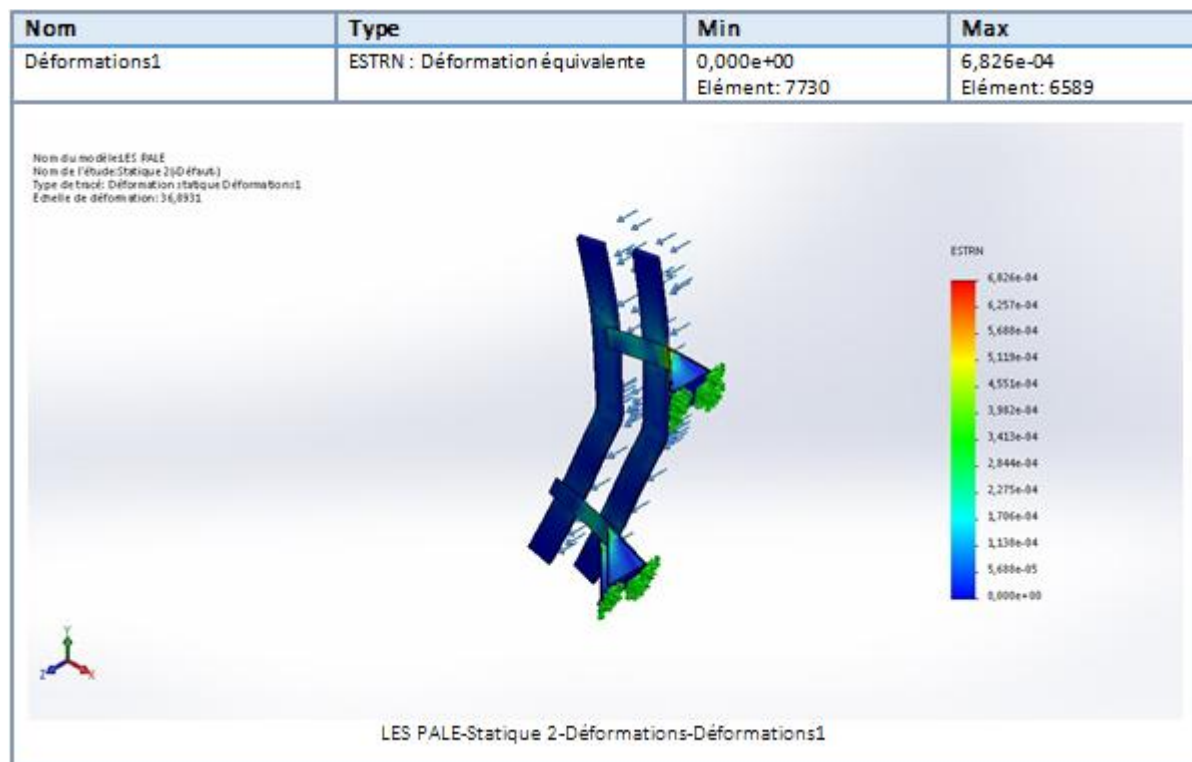


Figure III.17 : Déformations.

III.6.1. Interprétation des résultats de simulation

Après la modalisation des pales, on a fixé la face pliée de fer-plat et on a appliqué une force de 1725 N sur les pales. Les résultats de la simulation sont les suivants :

- Une contrainte de Von mises max de $2,177 \times 10^8$ N/m². vu que la résistance élastique de l'acier S 235 est égale à $2,35 \times 10^8$ N/m², donc les pales vont résister.
- . Un déplacement concentré sur l'extrémité, ce qui est attendu avec une valeur max de 2,252 mm largement tolérable. Vu la fonction et l'emplacement de la pièce.
- Une déformation max de l'ordre de $6,826 \times 10^{-4}$, cette valeur est très insignifiante par rapport à l'épaisseur du fer-plat 8 mm.

III.6.2. Conclusion de la simulation

D'après les résultats obtenus dans cette simulation les pales vont résister à la charge appliquée.

Chapitre IV :

Gamme d'usinage

IV.1. Introduction

Un procédé de fabrication est un ensemble de techniques visant l'obtention d'une pièce ou d'un objet par transformation de matière brute. Obtenir la pièce désirée nécessite parfois l'utilisation successive de différents procédés de fabrication. Ces procédés de fabrication font partie de la construction mécanique.

IV.2. Moulage en sable

L'une des méthodes les plus courantes du moulage des métaux et qui consiste à former une empreinte en utilisant un modèle en métal ou en bois et en remplissant de sable relativement fin avec un liant supplémentaire pour créer un moule réfractaire. [28]

Le moulage en sable présente les avantages suivants :

- Il peut être utilisé pour des pièces de 150 à 200 tonnes.
- Il permet de réaliser une grande variété de formes.
- On peut couler des métaux ayant une température de fusion dépassant 1100°C

IV.3. Soudage à l'arc électrode enrobé

Le soudage à l'arc à l'électrode enrobée est réalisé à partir d'un arc électrique créé et entretenu entre l'âme métallique de l'électrode et la pièce à souder. L'énergie calorifique de l'arc fait fondre localement les noyaux métalliques des pièces assemblées et des électrodes pour former un bain de fusion et après refroidissement le cordon de soudure recouvert d'un laitier protecteur. Un générateur électrique fournit le courant continu ou alternatif avec une intensité variant de 30 à 400 ampères en fonction de différents paramètres comme le diamètre de l'électrode, la nature de l'enrobage, la position de soudage, le type d'assemblage, la dimension et la nuance des pièces à assembler. La tension à vide du générateur doit être supérieure à la tension d'amorçage (surtout en courant alternatif). Sa valeur doit être comprise entre 40 et 80 volts. [29]

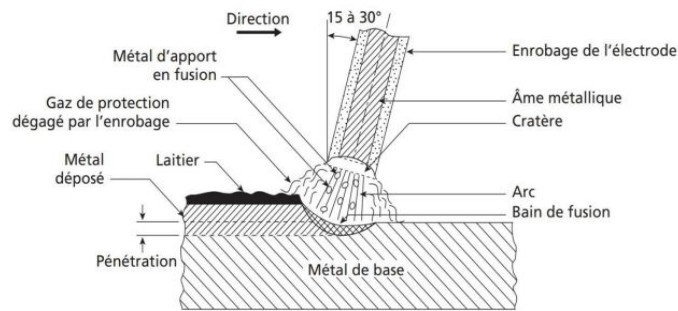


Figure IV.1 : Principe de soudage à l'arc avec électrode enrobée. [29]

Le soudage commence lorsqu'un arc électrique est généré entre la pointe de l'électrode et le métal de base. La chaleur intense de l'arc fait fondre la pointe de l'électrode et la surface du métal de base sous l'arc. De minuscules globules de métal fondu se forment rapidement sur la pointe de l'électrode, puis passent par le flux d'arc dans le bain de soudure fondu. De cette façon, le métal de remplissage se dépose au fur et à mesure que l'électrode est consommée.

L'arc est déplacé à une longueur et à une vitesse de déplacement approprié (la vitesse moyenne de soudage est en effet de l'ordre de 17 centimètres par minute), fondant et fusionnant une partie du métal de base et ajoutant du métal de remplissage à mesure que l'arc progresse. C'est le procédé de soudage le plus couramment employé pour les travaux d'entretien et de réparation effectués sur l'acier doux, l'acier inoxydable, l'aluminium et les métaux non ferreux. [29]

IV.4. Le cintrage de tôle : fonctionnement des rouleuses en chaudronnerie

Le cintrage a pour but de courber une plaque de tôle pour obtenir un cylindre partiel ou total (un tube). Cela permet de produire des citernes ou des cuves par exemple.

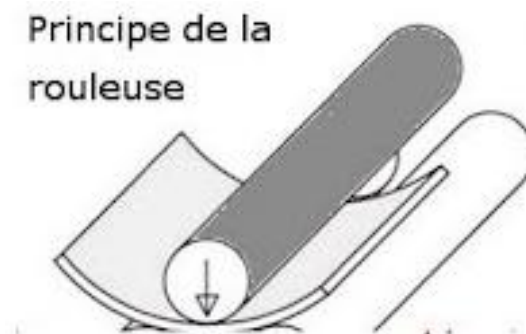


Figure IV.2 : Principe de la rouleuse. [30]

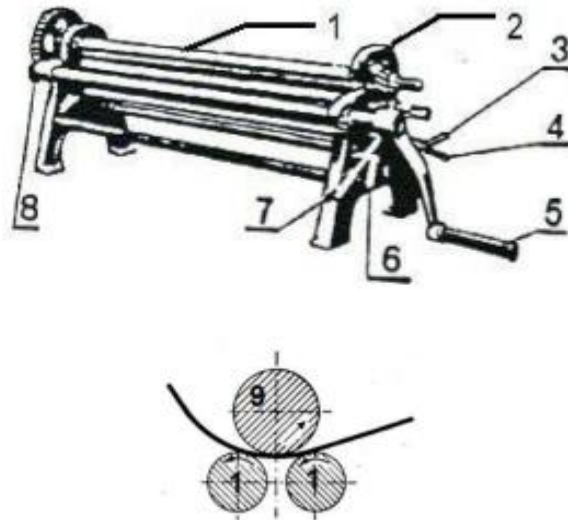


Figure IV.3 : Description de la machine. [31]

- 1- **Rouleaux entraineurs** : serrer la tôle pour son déplacement.
- 2- **Verrou** : permet le dégagement du rouleau supérieur.
- 3- **Manette de serrage** : maintenir le levier 4 à la position désirée.
- 4- **Levier** : régler le rayon de cintrage.
- 5- **Manivelle** : donner le mouvement de rotation.
- 6- **Manette de serrage** : maintenir le levier 7 à la position désirée.
- 7- **Levier** : régler l'écartement du rouleau 1.
- 8- **Pignon** : transmettre le mouvement de rotation à 1.
- 9- **Rouleau cintreur** : assurer le cintrage de la tôle.

Le cintrage peut se faire grâce à une rouleuse à trois ou à quatre rouleaux. Certains rouleaux sont déplacés afin de pouvoir rouler la tôle. Pour réaliser une forme, il faut passer et repasser la tôle dans la rouleuse et varier l'angle d'une ou de plusieurs rouleaux de la machine. Des formules sont utilisées pour réaliser un cylindre selon ses dimensions ou un cône.

IV.4.1. Les différents types de rouleuses

a- La rouleuse pyramidale

Constituée de 3 rouleaux (2 inférieurs et 1 supérieur), le rouleau supérieur vient faire pression sur la tôle plane amenée par un des rouleaux latéraux. Cela laisse un plat à chaque extrémité de la tôle. Pour obtenir un cintrage total, il est nécessaire d'amorcer l'arrondi à la presse plieuse.

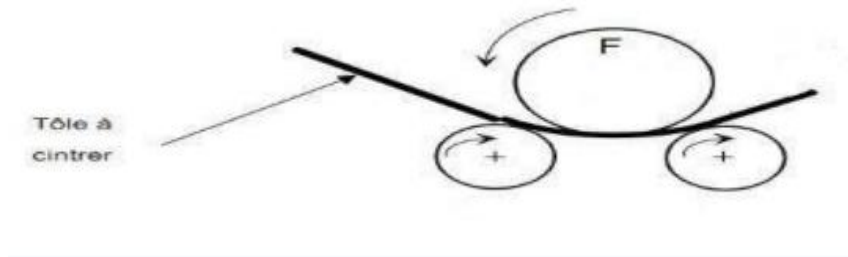


Figure IV.4 : Principe d'une rouleuse pyramidale. [31]

b- La rouleuse planeuse à 3 rouleaux

Le rouleau supérieur est cette fois-ci-dessus d'un des rouleaux inférieurs et vient y coincer la tôle par pression. Le deuxième rouleau inférieur amène la tôle et exerce une pression ascendante qui permet l'amorçage d'un côté. Afin d'obtenir un cintrage égal, il est nécessaire de retourner la pièce.

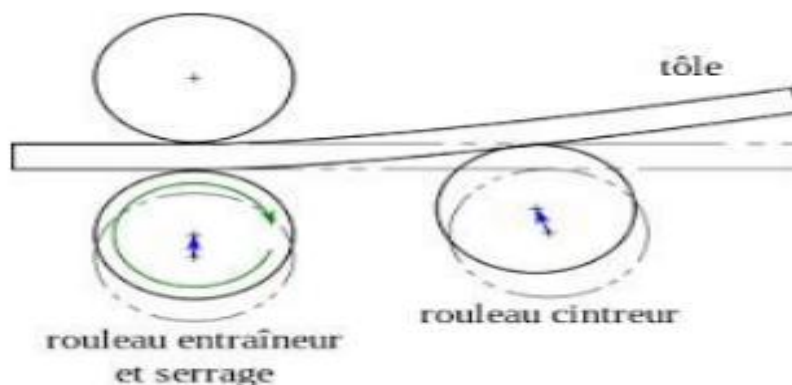


Figure IV.5 : Principe d'une rouleuse planeuse à 3 rouleaux. [31]

c- La rouleuse planeuse à 4 rouleaux

Doté d'un 4^{ème} rouleau inférieur, elle permet de cintrer entièrement la pièce sans nécessité de la retourner. Elle est donc utilisée pour le cintrage de pièces encombrantes et épaisses.

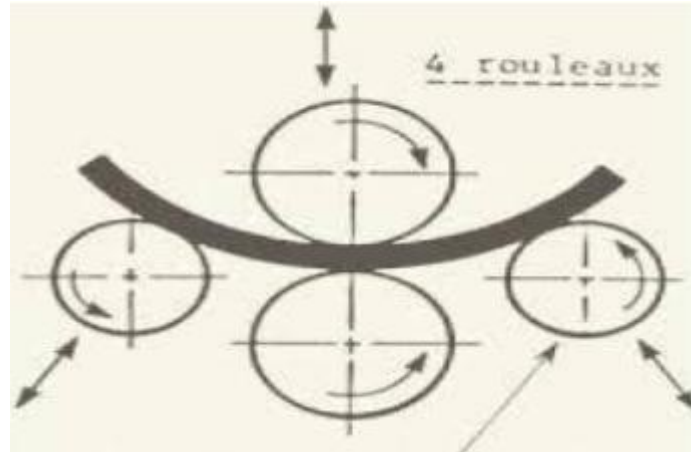


Figure IV.6 : Principe d'une rouleuse planeuse à 4 rouleaux. [31]

IV.5. Pliage

Le pliage est un procédé de formage par déformation plastique permettant d'obtenir à partir d'une tôle, une pièce développable. Il est effectué par une ou plusieurs opérations successives sous l'action d'une force exercée sur la pièce. Le pliage peut être réalisé par rotation d'un outil pivotant (figure 4.7) ou sur une presse plieuse en utilisant un poinçon et une matrice (figure 4.8). [32]

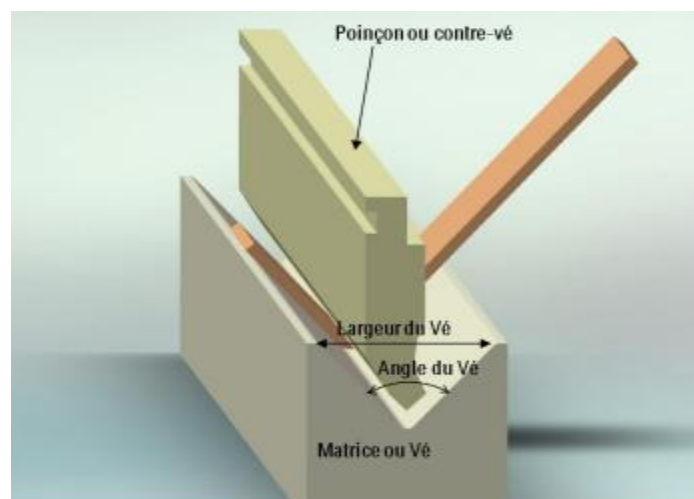


Figure IV.7 : pliage par la rotation d'un outil pivotant. [32]

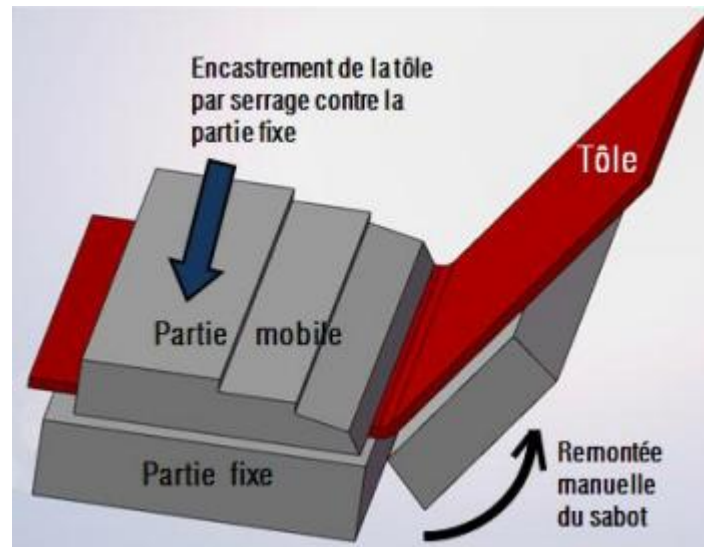


Figure IV.8 : pliage réalisé sur presse plieuse. [32]

Les outils utilisés pour le pliage sont en acier traité, et ils sont classés en deux catégories :

- Outils simples : de formes très variées, ils sont les plus utilisés en tôlerie, chaudronnerie.
- Outils combinés : ils peuvent effectuer plusieurs opérations simultanées (plusieurs plis, des poinçonnages, découpages...). Ces outils sont très spécialisés et coûteux.

IV.6. Perçage

Le perçage est un procédé d'usinage qui consiste à obtenir un trou circulaire par enlèvement de copeaux. Il est obtenu à l'aide d'un outil de coupe appelé foret. Il est animé d'un mouvement de rotation continu et d'un mouvement d'avance. [32]

- **Mode d'action :**

C'est la combinaison de deux mouvements que l'on peut faire varier :

- a) Le mouvement de rotation (MC) : L'outil tourne sur lui-même, c'est la vitesse de rotation en tour par minute (Tr/min).
- b) Le mouvement de descente (Mf) : L'outil pénètre dans la matière, c'est l'avance en mètre par minute (m/min).

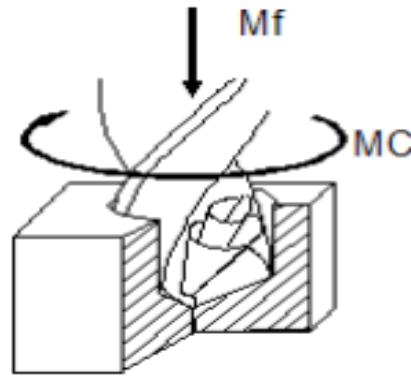


Figure IV.9 : mode d'action de l'opération de perçage. [32]

IV. 7. Découpage

L'opération de découpage consiste à enlever de la matière par cisaillement. La matière à découper disponible sous forme de tôle (appelée généralement flan, bande, etc.) est maintenue dans l'outil de découpage par la matrice et le serre flan. La séparation de la matière est assurée grâce aux parties coupantes de l'outil de découpage : la matrice et le poinçon. Dans la configuration la plus utilisée pour ce type de procédés, l'outil de découpage présenté schématiquement par la figure 1.7 est composé de trois blocs principaux:

- Bloc poinçon: Il porte le poinçon dont le contour extérieur correspond à la forme à découper. Il est animé d'un mouvement de translation vertical alternatif via le coulisseau d'une presse afin de permettre la pénétration du poinçon dans la matière puis sa remontée.
- Bloc matrice: Il contient l'empreinte à découper. L'écrasement de la matière découpée entre l'arête coupante de l'empreinte et celle du poinçon permet de concentrer l'effort exercé sur la zone séparant le rayon de la matrice et le rayon du poinçon. Le bloc matrice permet également de positionner la bande pendant le découpage.
- Bloc serre-flan ou revêtisseur : Il est généralement lié au bloc poinçon par des ressorts, il assure le maintien de la bande pendant la découpe. Dans de nombreuses applications, le serre flan sert aussi à dévêtir le poinçon de la bande.

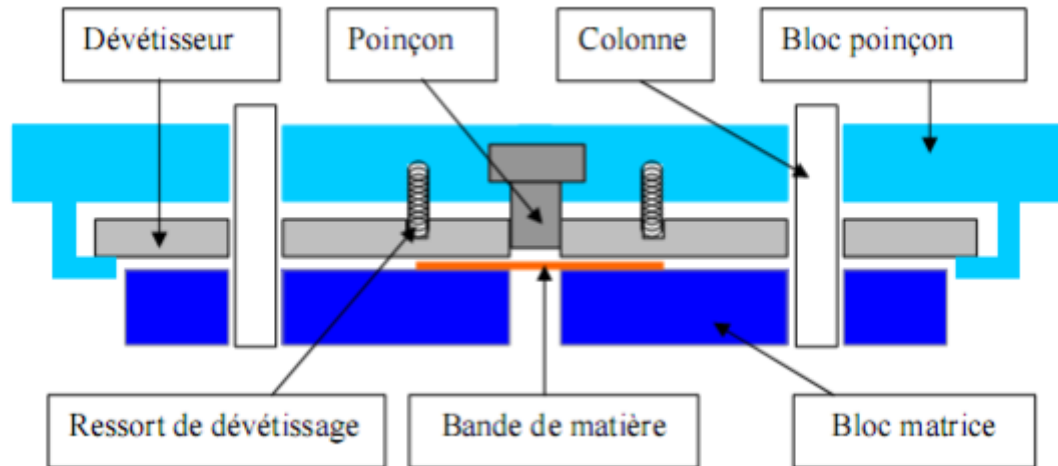


Figure IV.10 : Schématisation d'un outil de découpage de tôles minces. [33]

Définition des phases principales de la courbe effort-déplacement du procédé de découpage (Voir figure 4.11). [33]

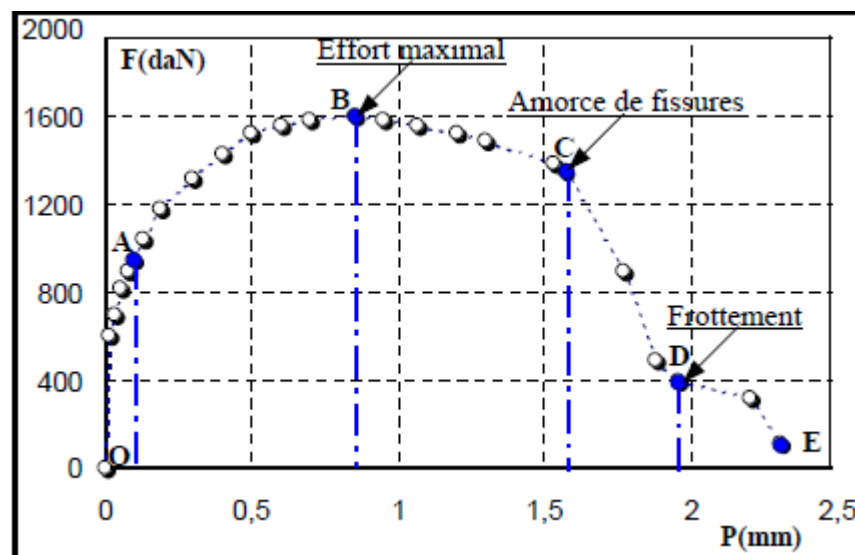



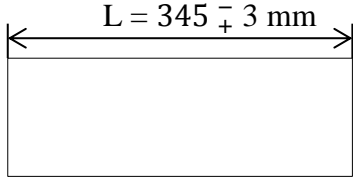
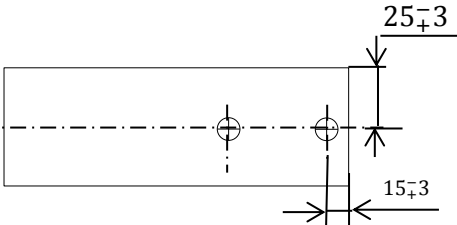
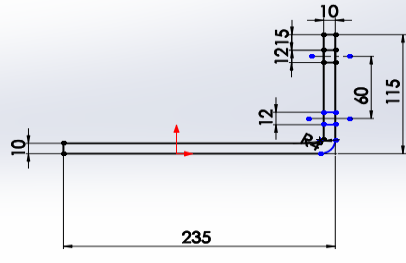
Figure IV.11: Courbe effort-pénétration lors d'une opération de découpage. [33]

- Phase 1 : Déformation élastique de la tôle et apparition d'une déformation plastique localisée autour des arêtes des outils coupants.
- Phase 2 : Formation d'une bande de cisaillement plastique.
- Phase 3 : Réduction de l'épaisseur de la bande cisillée et endommagement du matériau.
- Phase 4 : Apparition et propagation des fissures, réduction rapide de la section cisillée et par conséquent la chute de l'effort.
- Phase 5 : Expulsion de la partie découpée, elle nécessite de vaincre les frottements accentués par le retour élastique


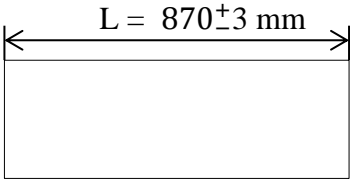
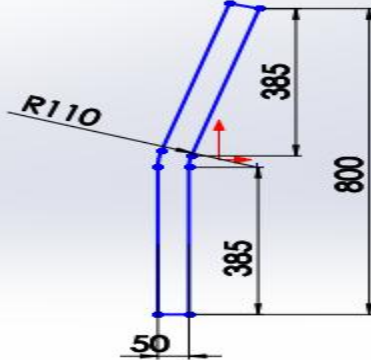
IV.8. Gamme d'usinage

La gamme d'usinage est une feuille donnant l'ordre chronologique des différentes opérations d'usinage d'une pièce en fonction des moyens d'usinage.


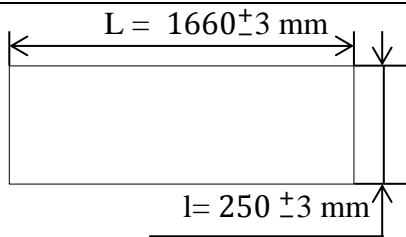
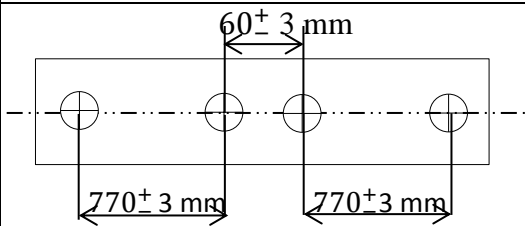
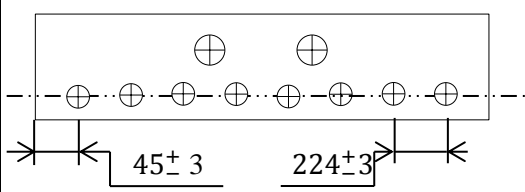
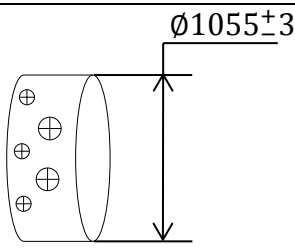
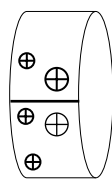
IV.8.1. Fer - plat de fixation

N° de phase	Les désignations des phases, sous-phase et opérations	Machine	Appareillage outils-coupants	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle de brut	Atelier de contrôle	Appareillages	
200	Découpage $L = 345 \pm 3 \text{ mm}$	Une scie à ruban	Lame (ruban en acier allié)	
300	Perçage Côte1 = $15 \pm 3 \text{ mm}$ Côte2 = $25 \pm 3 \text{ mm}$	Perceuse	Foret de diamètre 12 mm	
400	Pliage $L_1 = 235 \pm 3$ $L_2 = 115 \pm 3$	Presse plieuse	Poinçon	


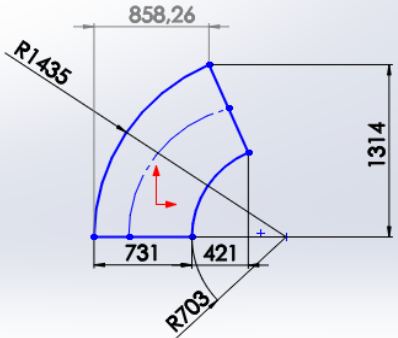
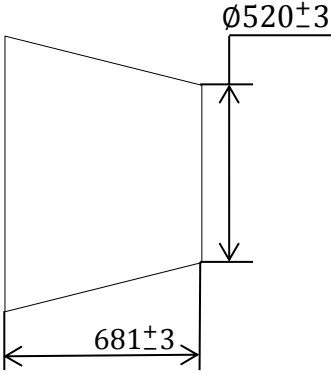
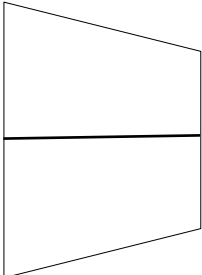
IV.8.2. Fer- plat de pale

N° de phase	Les désignations des phases, sous-phase et opérations	Machine	Appareillage outils-coupants	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle de brute	Atelier de contrôle	Appareillages	
200	Découpage $L = 870 \pm 3 \text{ mm}$	Une scie à ruban	Lame (ruban en acier allié)	
300	Pliage Ligne de pliage : $L = 385 \pm 3$ (pliage selon la largeur)	Presse plieuse	Poinçon	

IV.8.3. Bande cône fond de cuve

N° de phase	Les désignations des phases, sous-phase et opérations	Machine	Appareillage outils-coupants	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle de brute	Atelier de contrôle	Appareillages	
200	Découpage L= 1660 ± 3 mm l= 250 ± 3 mm	Une scie à ruban	Lame (ruban en acier allié)	
300.1	Perçage	Perceuse	Foret de diamètre 12 mm	
300.2	Perçage	Perceuse	Foret de diamètre 10 mm	
400	Roulage (cintrage)	Rouleuse	4 ou 3 rouleaux	
500	Soudage	Machine de soudage laser à fibre	Tête de soudage laser	

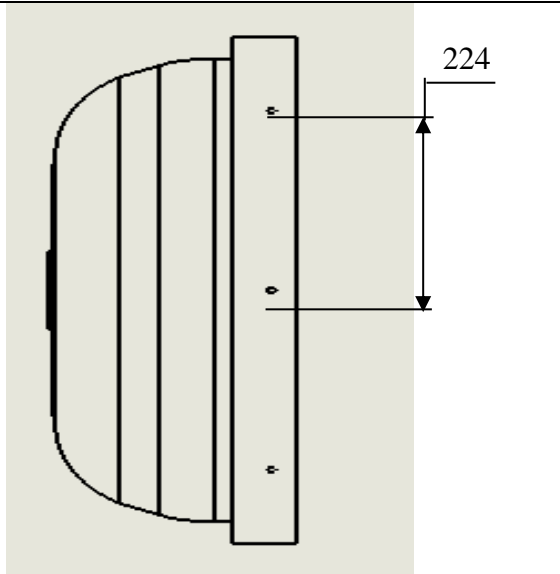
IV.8.4. Cône de fond de cuve

N° de phase	Les désignations des phases, sous-phase et opérations	Machine	Appareillage outils-coupants	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle de brute	Atelier de contrôle	Appareillages	
200	Découpage	Une scie à ruban	Lame (ruban en acier allié)	
300	Cintrage	Rouleuse	4 ou 3 rouleaux	
400	Soudage	Machine de soudage laser à fibre	tête de soudage laser	

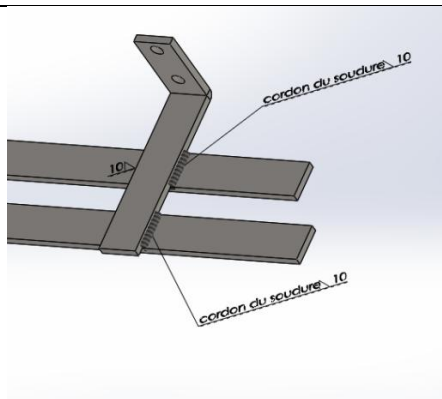
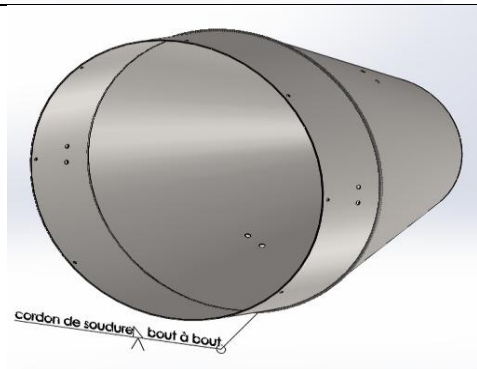
IV.8.5. Fond de cuve

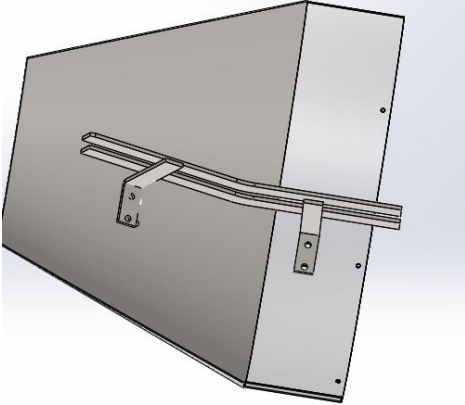
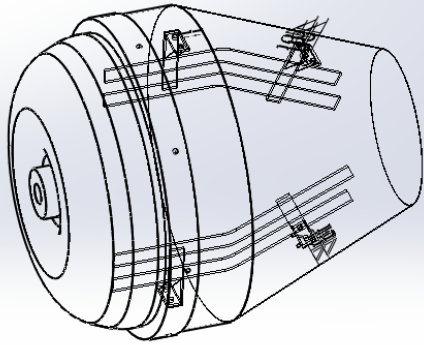
Fond de cuve en fonte grise GJS400-15, fabriqué en moulage en sable.

N° de phase	Les désignations des phases, sous-phase et opérations	Machine	Appareillage outils-coupants	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
100	Contrôle de brute	Atelier de contrôle	Appareillages	la fonderie de la fonte GJS 400-15
200	Moulage en sable	Machine de moulage en sable	moule de produit (fond de la cuve)	
300	Tournage Opération : Alésage	Le tour	outil d'alésage en carbure $v_c = 24\text{m/min}$	

400	perçage	Perceuse	Foret de diamètre 10 mm	
-----	---------	----------	-------------------------	--

IV.8.6. Assemblage des pièces

Les pièces	Type d'assemblage	Opération utilisé	machine	Croquis de la pièce à ses divers stades d'usinage
Fer-plat de fixation + fer-plat de pale (les pales de malaxages)	Assemblage permanents	Soudage	Machine de soudage laser à fibre	
Bande cône fond de cuve + Cône de fond de cuve	Assemblage permanents	Soudage	Machine de soudage laser à fibre	

<p>Pale de malaxage + La cuve</p>	<p>Assemblage non permanent</p>	<p>Boulonnage</p>	<p>Vis-écrou</p>	
<p>Cuve +fond de cuve</p>	<p>Assemblage non permanent</p>	<p>Boulonnage</p>	<p>Vis-écrou</p>	

Conclusion générale

Conclusion générale

Pendant notre étude, nous avons pu nous rendre compte de l'importance de la conception et du bon dimensionnement de la cuve, qui nous permet d'avoir un béton bien mélangé et homogène.

On a étudié la conception de la bétonnière, en se basant sur la cuve tout en commençant par le dimensionnement de la conception proposée par calcul de manière classique, avec l'utilisation des bases de la RDM. Puis nous avons enfin présenté les résultats de simulation avec le logiciel SolidWorks. Cela nous a permis de modéliser cette conception, la simuler et vérifier la résistance et la fiabilité de cette nouvelle structure proposée.

Pour conclure, les résultats obtenus nous ont bien montré la résistance de cette nouvelle conception aux charges appliquées.

Nous sommes convaincues qu'avec la nouvelle structure, on obtiendra un béton bien mélangé et homogène ce qui va améliorer aussi la solidité et la fiabilité des infrastructures construites.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

[1] Berthiaux, H. (2002). Mélange et homogénéisation des solides divisés. Ed. Techniques Ingénieur.

[2] Quels sont les différents types de mélangeurs? [WWW Document], n.d. URL <https://www.palamaticprocess.fr/blog/quels-sont-les-differents-types-de-melangeurs> (accessed 4.22.22).

[3] Les différents modèles de mélangeurs industriels, 2017. . ABC Quizz. URL <https://www.abcquizz.com/fonctionne-melangeur-industriel.html> (accessed 4.22.22).

[4] Legoix, L. (2016). Étude expérimentale et modélisation de mélangeurs convectifs: agitation de poudres de différentes coulabilités (Doctoral dissertation, Ecole nationale des Mines d'Albi-Carmaux).

[5] Demeyre, J. F. (2007). Caractérisation de l'homogénéité de mélange de poudres et de l'agitation en mélangeur Triaxe® (Doctoral dissertation).

[6] Mélangeur à ruban - Conception, calcul et sélection [WWW Document], n.d. URL https://powderprocess.net/FR/Melangeur_Ruban.html (accessed 4.23.22).

[7] Mélangeur à ruban - Mélangeur pour produits à granulométrie et densité similaire [WWW Document], n.d. URL <https://www.zoneindustrie.com/Produit/Melangeur-a-ruban-10847.html> (accessed 4.23.22).

[8] Massol-Chaudeur, S. (2000). Caractérisation de l'état de mélange de poudres: cas de mélanges faiblement dosés (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Lorraine).

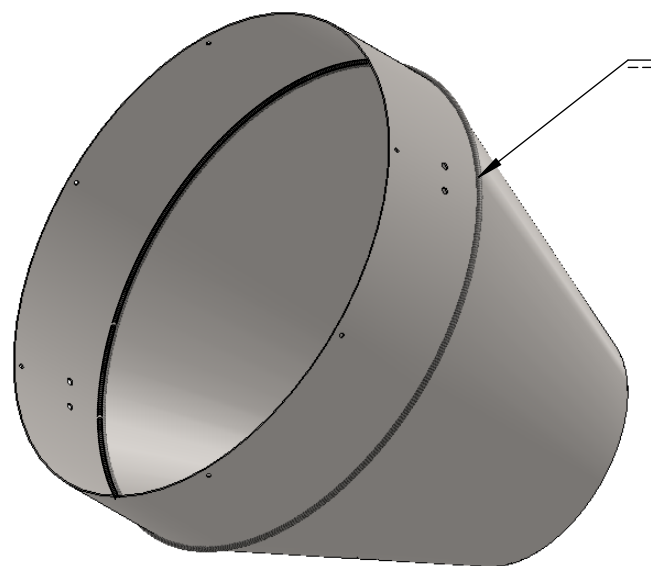
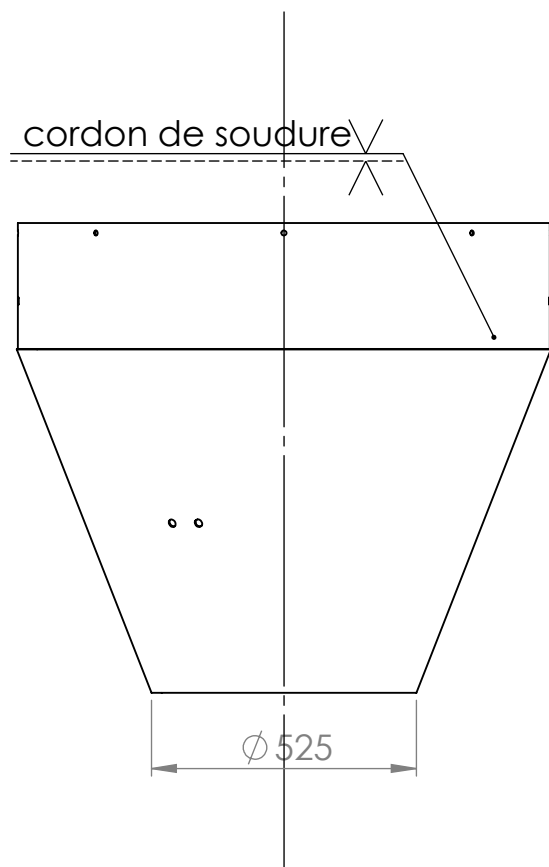
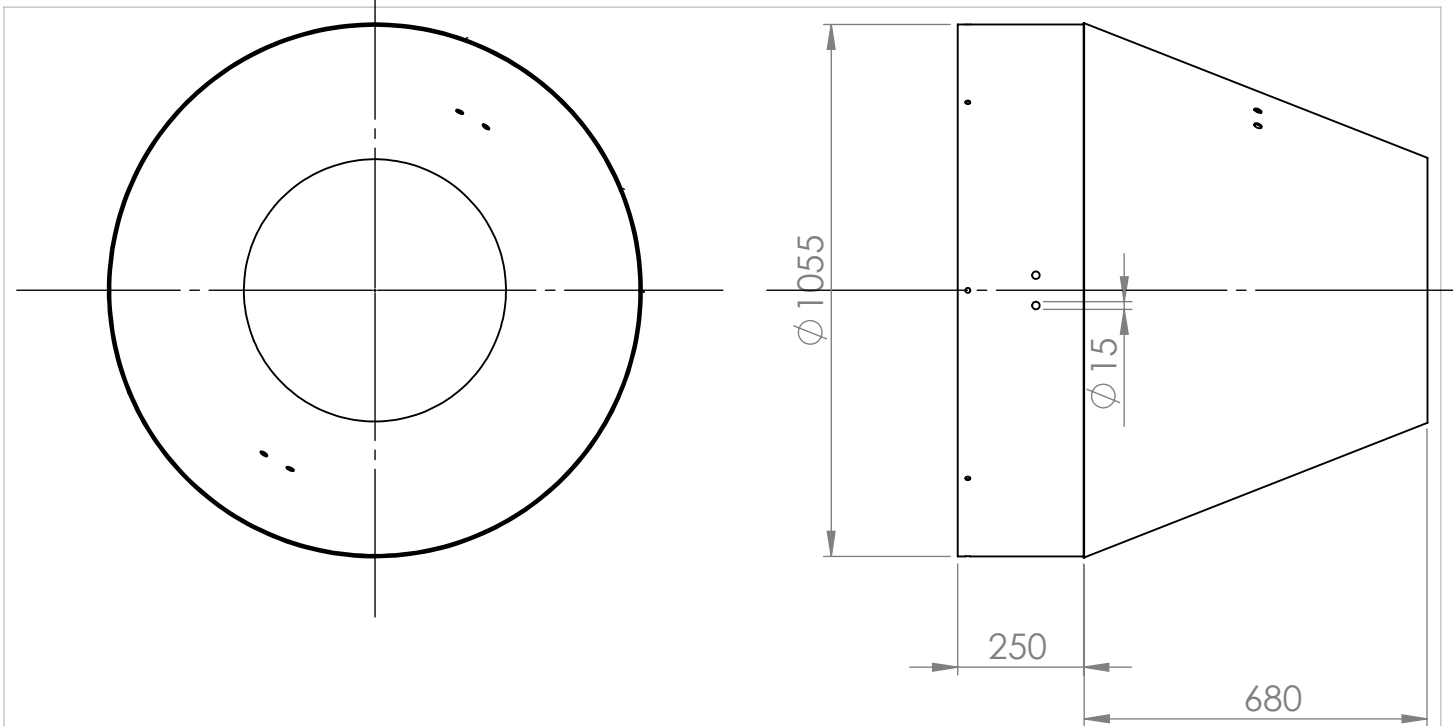
[9] Mélangeur à ruban - Mélangeur pour produits à granulométrie et densité similaire [WWW Document], n.d. URL <https://www.zoneindustrie.com/Produit/Melangeur-a-ruban-10847.html> (accessed 4.23.22).

- [10] https://www.hosokawamicron.fr/actualites_et_salons/publications/choisir_un_melangeur_pour_le_melange_d_un_lot_a_faible_cisaillement.html (accessed 4.23.22)
- [11] Mélangeur à vis conique - DSH Series - Shuanglong Group Ltd., Co - batch / de poudre / solide [WWW Document], n.d. URL <https://www.directindustry.fr/prod/shuanglong-group-ltd-co/product-120867-1933235.html> (accessed 5.22.22).
- [12] Mélangeur biconique | Lessine [WWW Document], n.d. URL <https://www.lessine.com/fr/solutions/melange/melangeur-biconique> (accessed 4.23.22).
- [13] Mélangeur à cuve tournante : MCT | Contact SATIL [WWW Document], n.d. URL <https://www.usinenouvelle.com/expo/melangeur-a-cuve-tournante-mct-p190837180.html> (accessed 5.22.22).
- [14] Thèse projet fin d'étude, présentée par AHMED JEMAIN, Université Grenoble Alpes – Tunisie (2009) / https://www.academia.edu/7350958/Projet_de_Fin_dEtude .
- [15] Coffee Bean Mixer Machine/introduction Mixing Of Food Powder V-mixer Machine - Buy Coffee Bean Mixer Machine,Lab Industrial Mixing Machine,Powder Mixer Machine Product on Alibaba.com [WWW Document], n.d. URL https://www.alibaba.com/product-detail/Coffee-Bean-Mixer-Machine-Introduction-Mixing_60566071236.html (accessed 4.29.22).
- [16] GHALI, S. (2011).Elaboration des matériaux granulaires à partir des poudres métalliques et céramiques (Doctoral dissertation, Université de Mostaganem-Abdelhamid Ibn Badis).
- [17] Article, procède et appareil pour le mélange de poudres d'UO₂ et d'un second type de poudre/ inventeur : RICHARD INGWALD LARSON, HENRY CLAY BRASSFIELD, JOHN THOMAS ADOMITIS (9 février 1981) / Déposant : General electric company, résidant aux EUA.
- [18] Article, le mélangeur statique - etraves, n.d. <https://etraves.com/>. URL <https://etraves.com/le-melangeur-statique/> (accessed 4.29.22).


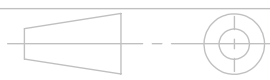
- [19] Bensalem, N., Hernoufi, M., 2016. Etude et réalisation d'un prototype mélangeur pour produits de et réalisation d'un prototype mélangeur pour produits agricoles de et réalisation d'un prototype mélangeur pour produits (mémoire fin d'étude, université de Blida 1).
- [20] Baha, B., Naceri, M. CFAO d'une bétonnière de chantier (Modèle BIN-4407) / Université Mohamed khider- Biskra.
- [21] Documents propres à l'entreprise UFMATP.
- [22] Haya, M., Amaouz, S. Dimensionnement des éléments de transmission de puissances d'une bétonnière B420 DE de l'UFMATP (mémoire fin de cycle / université Abderahman Mira Béjaia) Encadré par : M.HADJOU MADJID.
- [23] Acier S235 JR - 1.0037 - A 570 gr 33 [WWW Document], 2021. . Rocrd@cier. URL <https://www.rocdacier.com/acier-s235-jr-1-0037-a-570-gr-33/> (accessed 6.26.22).
- [24] Etirés doux S235JR - Acier de construction prêt à l'emploi, n.d. . Lugand Aciers. URL <https://lugand-aciers.fr/etires-doux-s235jr-acier-de-construction-pret-a-lemploi/> (accessed 6.22.22)
- [25] Bramat, M. (1998). Conception et calcul des assemblages soudés. Souder (Paris), 22(3), 21-27.
- [26] MUZEAU, J. P. (2012). Constructions métalliques-Assemblages par soudage.
- [27] LENORMAND.G, TINEL.j. Mémento de dessin industriel tome II. Les éditions Foucher 128rue de Rovoli – PARIS.
- [28] Ben yettou R, Bennouioua A (2020). Réalisation d'un broyeur de malaxeur M55-CO199/B par moulage au sable (Université Mohamed Boudiaf – Msila).
- [29] HACHI, A. A., & BEN HAMIDOUCHE, N. A. B. I. L. (2021). ÉTUDE COMPARATIVE SUR LE SOUDAGE À L'ARC ÉLECTRIQUE AVEC ÉLECTRODE ENROBÉE (SMAW) ET AVEC ÉLECTRODE RÉFRACTAIRE (GTAW) (Doctoral dissertation, university of M'sila).
- [30] Hidra Ichraf (2020). Fabrication d'un enrouleuse de tôles minces épaisseur maxi 2mm (université Aboubakr Belkaid – Tlemcen).
- [31] Le cintrage de tôle : fonctionnement des rouleuses en chaudronnerie Exapro Blog | Exapro Blog, n.d. URL <http://www.acheter-vendre-machines.fr/2008/12/le-cintrage-de-tle-fonctionnement-des.html>, <http://www.acheter-vendre-machines.fr/2008/12/le-cintrage-de-tle-fonctionnement-des.html> (accessed 7.1.22).
- [32] JERBI, M. (2017). Procédés de mise en forme.

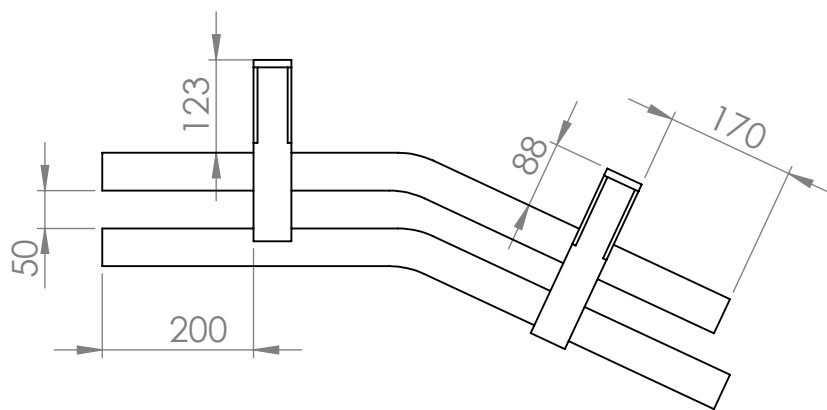
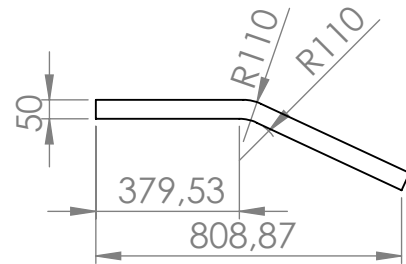
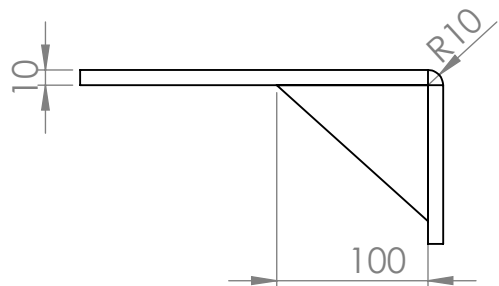
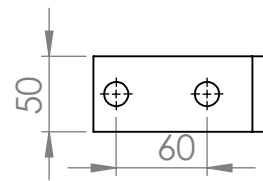
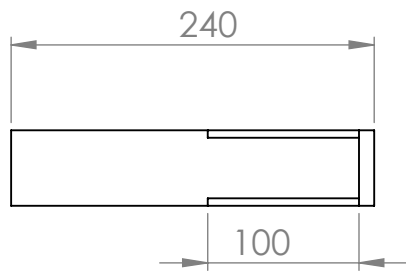
- [33] Dermouche, T. (2011). Optimisation des procédés de mise en forme. Application à l'emboutissage (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou).

ANNEXES



Tolérance générale: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 3 \text{ mm}$

 جامعة بجاية Tasdawit n Bgayet Université de Béjaïa	UNIVERSITÉ A - MIRA BEJAIA	DATE: 01/07/2022
	cuve	ÉCHELLE: 1:15
CRÉE PAR: BENHADJ NADIR, OUALI HAKIM, DENDOUN KAMILIA		 MATERIAU : S 235

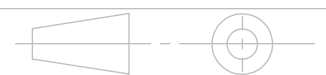


UNIVERSITES A - MIRA BEJAIA

DATE: 01/07/2022

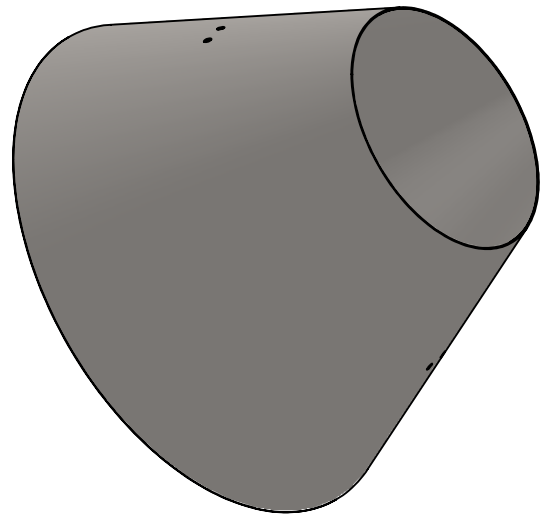
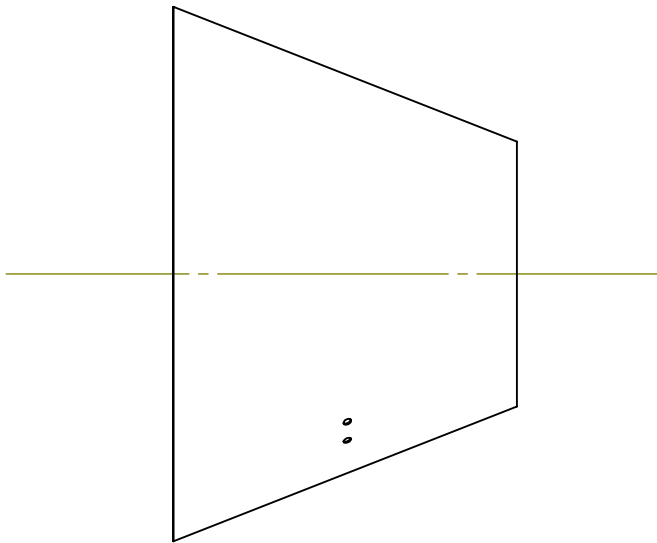
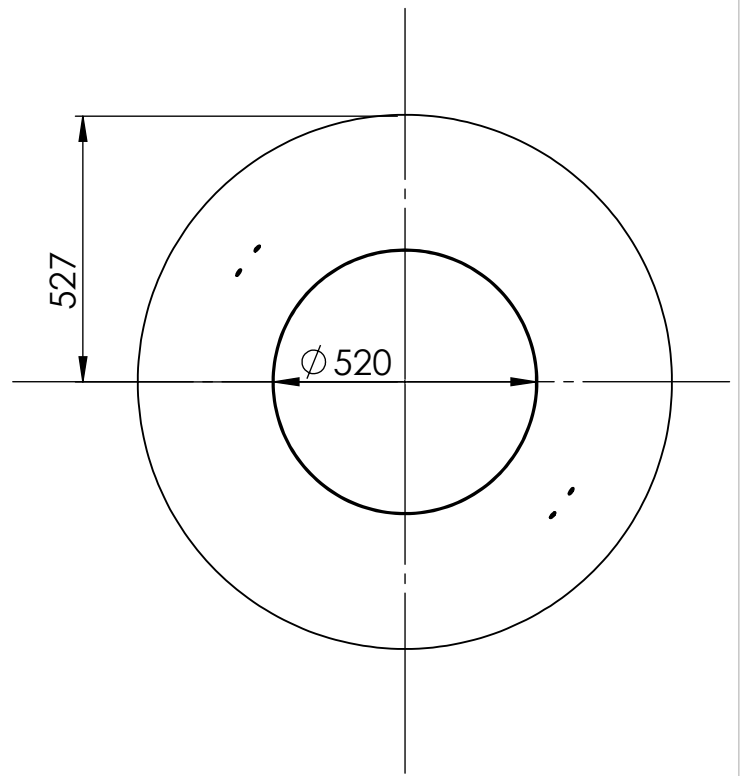
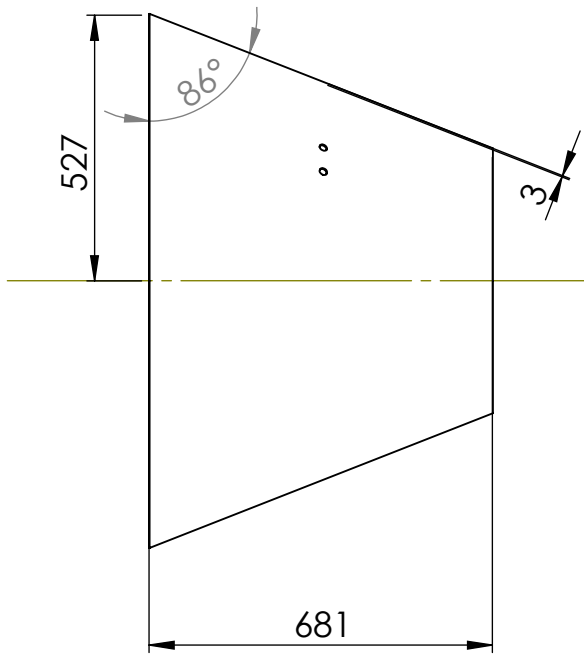
pale de malaxage

ÉCHELLE: 1:10



CRÉE PAR: BENHADJ NADIR, OUALI HAKIM, DENDOUN KAMILIA

MATERIAUX: S 235



Tolérance angulaire: 3 degré

Tolérance générale: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 3 \text{ mm}$

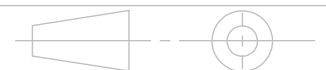


UNIVERSITÉ A - MIRA BEJAIA

DATE: 01/07/2022

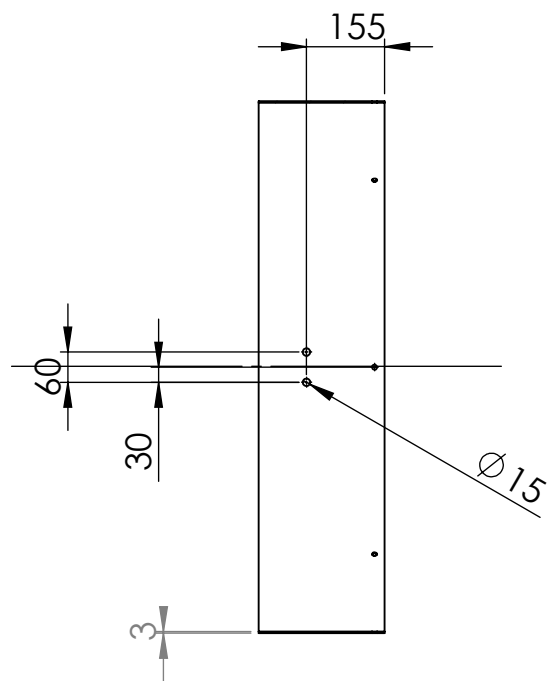
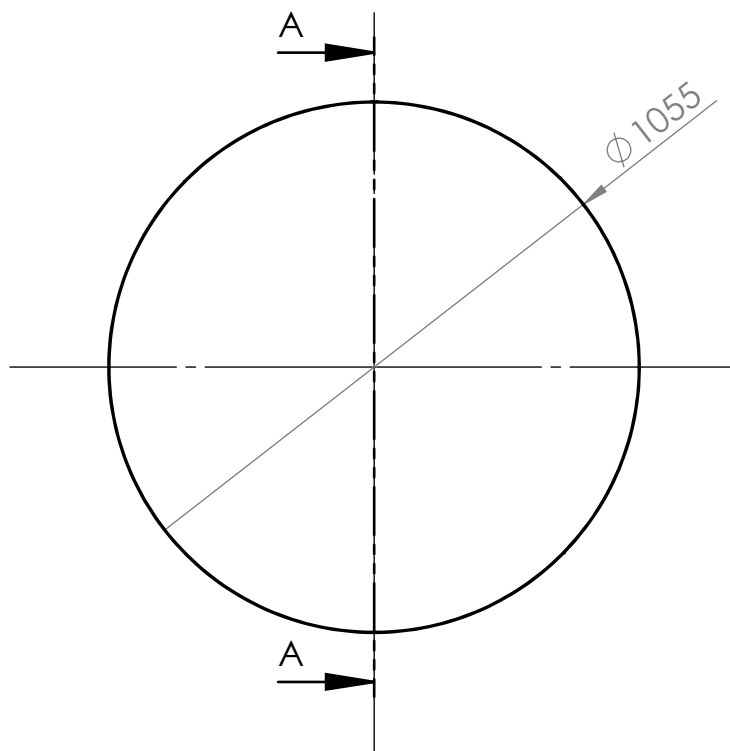
cone de fond de cuve

ÉCHELLE: 1:15

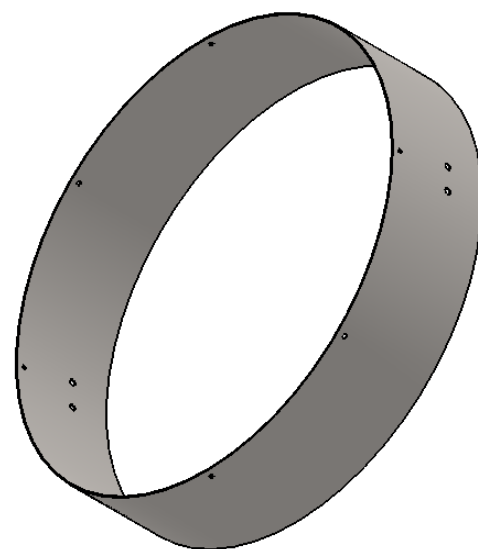
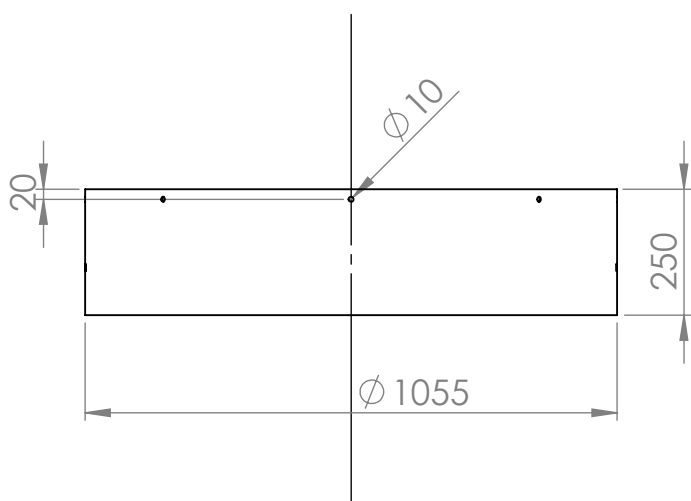


CRÉE PAR: BENHADJ NADIR, OUALI HAKIM, DENDOUN KAMILIA

MATERIAU: S 235



COUPE A-A



Tolérance générale: $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 3 \text{ mm}$



UNIVERSITÉ A - MIRA BEJAIA

DATE: 01/07/2022

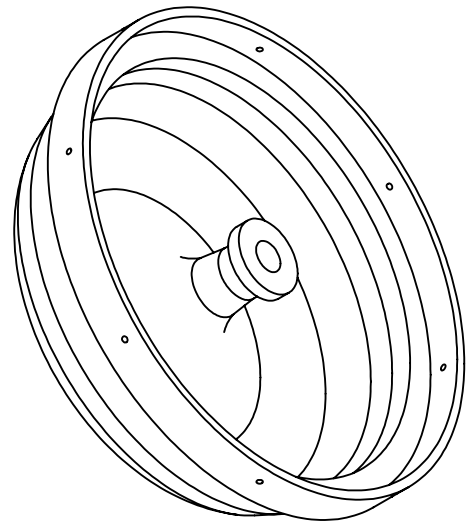
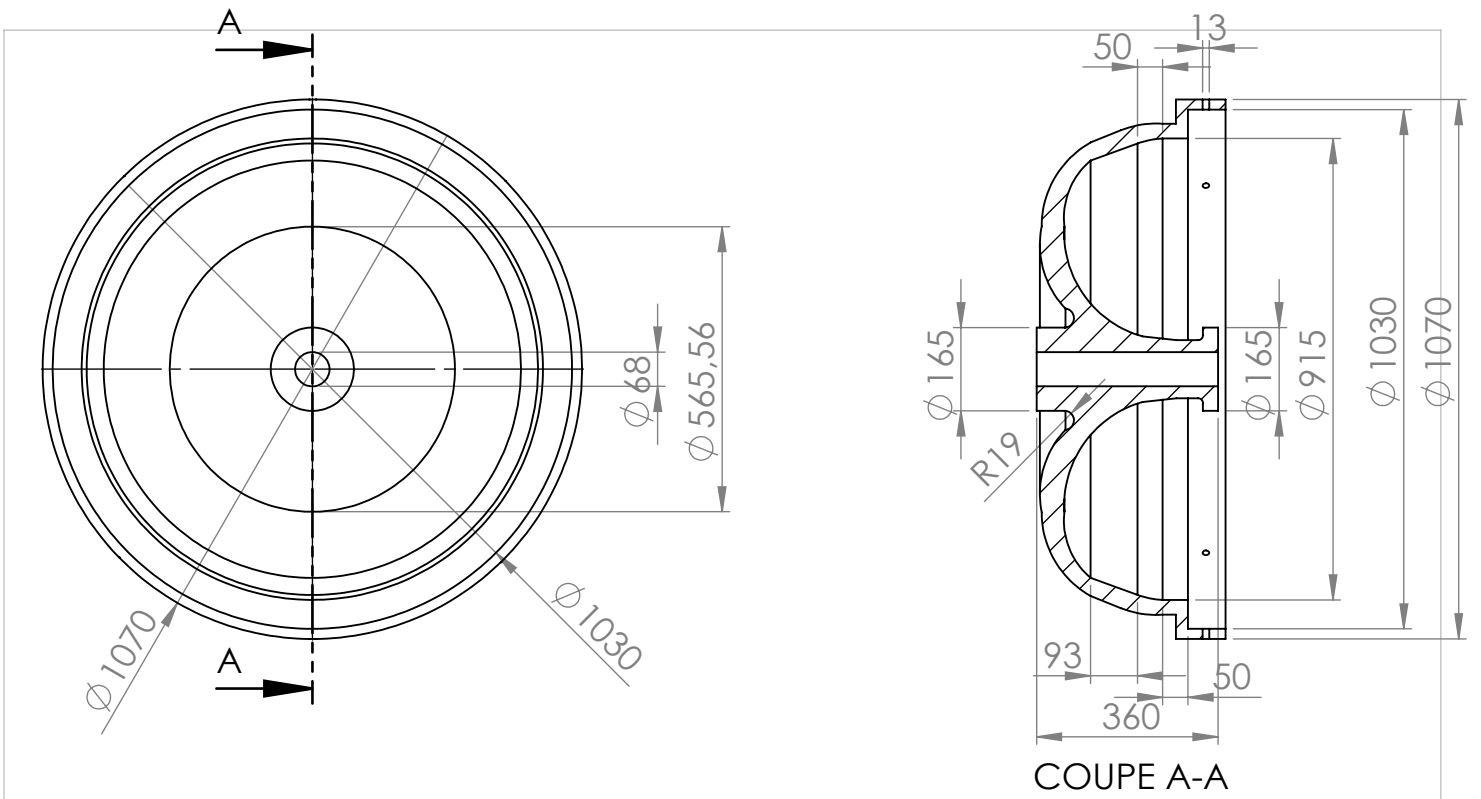
band cone fond de cuve


ÉCHELLE: 1 : 15

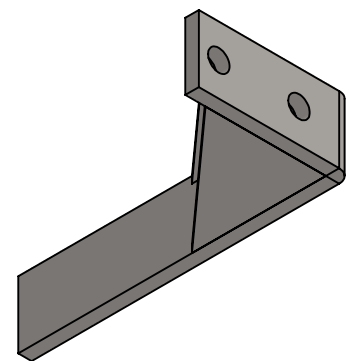
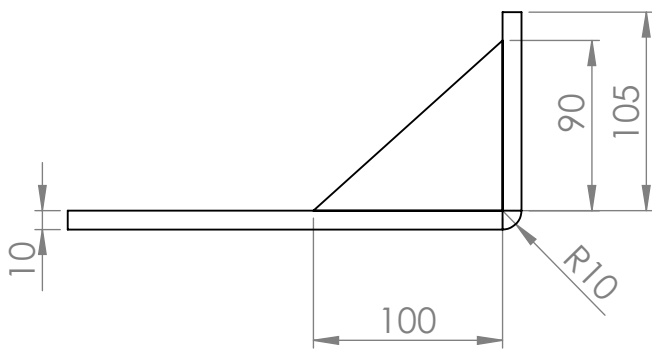
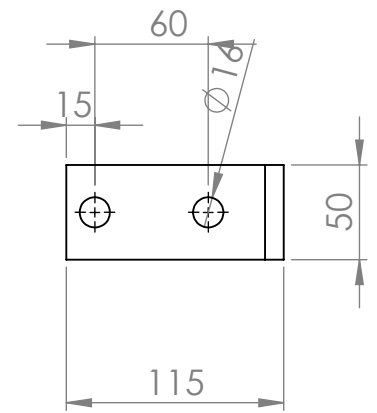
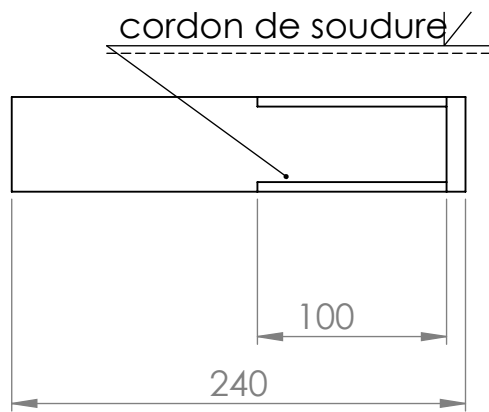



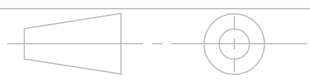
CRÉE PAR: BENHADJ NADIR, OUALI HAKIM, DENDOUN KAMILIA

MATERIAU : S 235



 جامعة بجاية Tasdawit n Bgayet Université de Béjaïa	UNIVERSITÉ A - MIRA BEJAIA	DATE: 01/07/2022
	fond de cuve	ÉCHELLE: 1:15
CRÉE PAR: BENHADJ NADIR, OUALI HAKIM, DENDOUN KAMILIA		MATERIAUX: GJS-400-15



 جامعة بجاية Tasdawit n Bgayet Université de Béjaïa	UNIVERSITÉ A - MIRA BEJAIA	DATE: 01/07/2022
	plaque de fixation	ÉCHELLE: 1 : 4
CRÉE PAR: BENHADJ NADIR, OUALI HAKIM, DENDOUN KAMILIA		 MATERIAUX: S235

Résumé

Dans l'industrie, un mélangeur ou une bétonnière est un appareil utilisé pour mélanger ou homogénéiser diverses substances : poudres, pâtes, granulés, liquides.

Après avoir donné un aperçu sur la bétonnière B420DE et son fonctionnement. Nous avons étudié et réalisé par CAO toutes les pièces de la cuve et de la leur assemblage. Et on a pu dimensionner ses différents organes en utilisant les bases de la RDM.

Nous avons aussi utilisé la partie traitant la simulation des charges de ce logiciel (solidworks) pour connaître les sections dangereuses de ce nouveau mécanisme.

La simulation de cette nouvelle conception, nous a montré la fiabilité des résultats analytiques qu'on a pu obtenir.

Et pour finir, on a cité les différents procédés de fabrication qu'on peu utilisé pour la conception.

Mots clés : Malaxeur, Bétonnière, CAO, dimensionnement, simulation, gammes de fabrication.

Abstract

In industry, a mixer or concrete mixer is a device used to mix or homogenise various substances: powders, pastes, granules, liquids.

After giving an overview of the B420DE concrete mixer and its operation. We studied and realized by CAD all the parts of the tank and their assembly. And we were able to dimension its different parts using the RDM bases.

We also used the load simulation part of this software (solidworks) to know the dangerous sections of this mechanism.

The simulation of this design has shown us the reliability of the analytical results that we have obtained.

Finally, the different manufacturing processes used for the design were mentioned.

Keywords: Mixer, Concrete mixer, CAD, sizing, simulation, manufacturing ranges.