

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Saad Dahlab de Blida 1

Faculté des sciences et de la technologie

Département de Mécanique



Mémoire du Projet de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de *Master*

Filière : Génie mécanique

Option : Construction mécanique

Description et maintenance d'un élévateur à godet

Réalisés par :

Mr. OUKIL Mohamed Cherif

Encadré par :

Mr. Kirad Abdelkader-MCA -Université de blida 1

Promotion 2022

في الماضي عانى الإنسان في نقل الأشياء والمواد في المصانع، بأساليب بدائية وجهد عضلي، الأمر الذي دفعه إلى ابتكار تقنيات جديدة تتبع عصر التكنولوجيا والسرعة لجعل الإنتاج مربحاً. أدت الثورة الصناعية وما ولدته كتقنيات إلى ظهور العديد من آلات رفع الجرافات وهي تعمل بشكل مستمر ، مما يجعل التدخل البشري عديم الفائدة

تحدثت في هذه المذكرة عن رافعة الجرافة وميزاتها وصيانتها مع استخدام نموذج ثلاثي الأبعاد ANSYS، ودرسنا بعض عناصرها بسلسلة جرافة دقيقة.

Résumé

Dans le passé, l'homme souffrait dans le transport des produits et des matériaux en vrac ,sec , humides et même liquides dans les usines, par des méthodes intuitives et un effort musculaire, une nécessité ou une invention, ce qui l'a poussé à inventer de nouvelles technologies qui suivent l'ère de la technologie et de la vitesse pour rentabiliser la production. La révolution industrielle et ce qu'elle a généré comme technologies a conduit à l'émergence de plusieurs machines élévateur à godets Il fonctionne en continu, rendant l'intervention humaine inutile

Dans ce mémoire-là, j'ai parlé des élévateurs à godets ainsi que ses caractéristiques, sa maintenance et l'application de système ANSYS et ses résultats. J'ai étudié certains de ses éléments avec une chaîne à godets précise.

Abstract

In the past, man suffered in the transfer of things and materials in factories, by intuitive methods and muscular effort, necessity or invention, which pushed him to invent new technologies that follow the era of technology and speed to make production profitable The Industrial Revolution and what it generated as technologies led to the emergence of several bucket lift machines It works continuously, making human intervention useless

In this memory, I talked about the bucket lift, its features , maintenance, and analyzed using ANSYS. I studied some of its elements with an accurate bucket chain.

Dédicace

J'ai l'honneur de dédie ce modeste travail à Ma famille **OUAKIL**
Et aux personnes les plus chères au monde mes chers parents

A mon père : **ABD EL MADJID**

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon
éducation et mon bien être. Ce travail est fruit de tes sacrifices qui
tu as consentis Pour mon éducation et ma formation.

A ma très chère mère : **ARRACHE**

Tu es l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager
et de Prier pour moi. Et Puisse **Dieu**, le tout puissant, te préserver
t'accorder Santé, longue vie et bonheur.

A mes chers **sœurs** et **frères**

A mes **enseignants**

A mes **camarades**

A mes **amis**

MOHAMED CHERIF.O

Remerciement

Avant tout, on remercie Dieu le tout puissant, pour nous avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour nous avoir permis de réaliser ce modeste travail dans les meilleures conditions

On tient à remercier vivement tous ceux qui nous ont apporté leur soutien pour l'élaboration de ce Projet de fin d'étude, particulièrement :

Notre promoteur monsieur **KIRAD .Abdelkader** nous avoir accompagné tout le long de la formation.

Aux membres du jury qui auront à juger et à apprécier ce travail.

On tient aussi à remercier nos amis qui ont aidé pendant la réalisation du projet.

Sommaire

Résumé	
Dédicace	
Remerciements	
Sommaire	
Listées tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale.....	1

Chapitre I : LA Description D'élévateur à godets

I.1. Introduction	3
I.2.Définition élévateur à godets	3
I.3. Les différents types d'élévateurs	3
I.4.Principe de fonctionnement	4
I.5.Utilisation	4
I.6.Description	5
I.6.1. Tété	5
I.6.2. Motorisation	5
I.6.3. Bande	5
I.6.4.Godets	6
I.6.5. Fourreaux	6
I.6.6. PIED DE CHARGEMENT	6
I.7. Les Applications et les Avantages de Les élévateurs à godets	7
I.7.1.Application	7
I.7.2.Applications cimentières	7
I.7.3.Avantages	8
I.8.Entrainement principal	10
I.9.Les anti-dériveurs	11

Sommaire

I.10.1, Réducteur de vitesse.	12
I.10.2.Le rapport de réduction	12
I.10.3. Entraînement pour la maintenance.	12
I.11. Le pied d'élèveur.	13
I.11.1. Le pied d'élèveur se compose.	14
I.11.2. Fonctionnement du tourteau de commande	14
I.11.3.Transmission tourteau de traction	15
I.11.4. fonctionnement	15
I.12. Gaine de l'élèveur	16
I.12.1. Caractéristique de la chaine	16
I.12.2. Montage d'une chaine	16
I.12.3.Godets	16
I.12.4. Consister la chaine.	17
I.13.Contrôle et sécurité	18
I.14.Conclusion	19
CHAPITRE II : La maintenance d'élèveur à godet	
II.1.La Maintenance	20
II.1.1.Définition	20
II.2. L'environnement de la maintenance.	20
II.2.1. Le concept de sûreté de fonctionnement	21
II.2.1. 1.La fiabilité (AFNOR X-06-010)	21
II.2.1. 2.La maintenabilité(AFNOR X-06-010)	21
II.2.1. 3.La sûreté (AFNOR X-06-010)	21
II.3. La maintenance corrective	21
II.3. 1.Définition (DALAN VILLEMEUR)	21
II.3.2. Les formes de la maintenance corrective	21
II.3. 3.Le fonctionnement de cette maintenance	22

Sommaire

III.3. 3.2. L'action curative.	22
II.4.La maintenance préventive	22
II.4.1.Définition. AFNOR (X-60-010)	22
II.4.2.La maintenance préventive systématique.	23
II.4.2.1.Définition. AFNOR X-60-010.	23
III.4.2.2.La mise en place de cette maintenance.	23
III.5.La maintenance préventive conditionnelle.	24
III.5.1.Définition. AFNOR X-60-010	24
II.8.Le fichier historique d'une machine	26
II.8.1.Utilité de l'historique	26
II.8.2. Type maintenance ANFOR	26
II.9.bilan des interventions de l'élèveur	27
II.10.Opération de maintenance corrective Dépannage Ou Réparation Démarche.	30
II.11.Problème de démarrage (élèveur bloqué)	31
II.12. Maintenance graissage échancier	32
II.12. 1.Réducteur	32
II.12. 2.Les paliers	32
II. 13. Solution à notre problématique	33
II.14.Conclusion	34

CHAPITRE III : Application par ANSYS et Résultants

III.1.Introduction	31
III.2. Préprocesseur	32
III.2. 1.Build geometry	32
III.2. 2.Define materials (définir les matériaux)	32
III.2. 3.Générateur élément mes (Génération de maillage)	32
III.3. Solution processor	33
III.3.1.Apple lads (appliquer les charges)	33

Sommaire

III.3.2.Optai solution (obtenir la solution)	33
III.3.2.Liste the results (Listes des résultats)	33
III.5. la chaine étudié	33
IV. Conclusion générale	41
V. References Bibliographiques	42

Liste des tableaux

Tableau II.1. type maintenance AFNOR.....,,.....	27
Tableau II.2. Bilan des interventions de l'élèveur.....	27
Tableau II.3.: check List de dépannage.....	30

Liste des figures

Figure I.1 : Schéma d'élévateurs à godets.....	4
Figure I.2 : Schéma d'élévateurs à godets.....	6
Figure I.3 : Schéma fabrication du ciment.....	7
Figure I.4 . Schéma élévateur à godet.....	8
Figure I.5 :réducteur.....	9
Figure I.6 .:Anti-dériveur.....	10
Figure I.7 :deux types d'anti dériveur.....	10
Figure I.8 :Le système de virage des réducteurs d'élévateurs.....	12
Figure I.9 :le pied d'élévateur.....	13
Figure I.10 :Roue de traction Θ 909.3 mm.....	14
Figure I.11 :les paliers à roulement du tourteau.....	14
Figure.I.12 . la chaine.....	15
Figure.I.13 . Schéma la chaine RXE.....	16
Figure.I.14 . control de sécurité.....	17
Figureur.II.1 .L'assurance produit.....	20
Figure .II .2 , Organigramme de maintenance.....	21
Figure II.3 . Contrôle par le capteur.....	29
Figure III.1 .. entre sur ANSYS.....	31
Figure III.2 ..les composants de la chaine (Axe, Douille, Maillon.....	34
Figure III.3 : L'assemblage des composants de la chaine.....	35
Figure III.4 : Contrainte équivalente des composants de la chaine.....	36
Figure III.5 : Déformation des composants de la chaine.....	36
Figure III.6 : Variation de contrainte équivalente suivant l'axe.....	37
Figure III.7 : Variation de contrainte équivalente suivant l'axe.....	38
Figure III.8 : Variation de contrainte équivalente suivant l'axe.....	39

Liste des Abréviations

R : rapport de réduction [contant].

Ne: vitesse d'entrée du réducteur [Tr/mn].

Ns; vitesse de sortie du réducteur [Tr/mN].

P: Puissance [N/m] .

W; Couple de rotation [N.m].

V; vitesse [m/s].

m; la masse [kg].

F; la force [N].

Ø 909.3 ; diamètre Roue de traction mm.

Type de chaîne à godets; ER 864/K 443, PAS; 177,8 mm.

AFNOR [06- 010] Le présent document donne les définitions des termes et concepts fondamentaux relatifs à la maintenance.

(GMAO) ; bureau ordinateur maintenance.

BTC; bureau technique central .maintenance.

E; module de Young de matériau.

v ; coefficient de poisson matériau.

AFNOR; Association Française de Normalisation.

d ; densité matériau.

AFNOR [60-010]; Références normatives.

ANSYS; Éditeur de logiciels spécialisé en simulation numérique.

4B; fournit une gamme étendue de systèmes de surveillance de risques pour élévateurs Modules de contrôle,

Introduction Générale

Introduction Générale

Introduction générale

Les élévateurs à godets sont la solution idéale pour le transport vertical de céréales et matières assimilés Ils sont spécialement conçus pour l'application dans les zones soumises à la Directive européenne ATEX .Ils se retrouvent dans l'industrie des engrais, des granulés plastiques, des minéraux, de la chaux, des ciments, des plâtres, ..., pour des élévations jusqu'à 50 m.

Ils conviennent non seulement aux industries lourdes, mais également aux industries légères

Les élévateurs à godets sont constitués d'un coffre métallique et de godets fixés sur une sangle mise en mouvement par un tambour de tête motorisé.

L'avantage de l'élévateur à godets réside dans sa résistance structurelle, sa durabilité et sa capacité portante supérieures. Un autre avantage est le poids léger, la petite taille et le faible coût. Par conséquent, la plupart des matériaux transportés verticalement choisiront des élévateurs à godets.

Dans ce contexte, et dans le cadre de mon travail de mémoire de fin d'études, j'ai effectué un stage pratique au sein Société des Ciments de la Mitidja par abréviation S.C.M.I.

Le mémoire est structure en trois chapitres, précédés d'une introduction générale et on fin par une conclusion générale, ordonnées de manière suivante;

Le chapitre 1 : On va traiter dans ce premier chapitre sur l'étude d'élévateur à godet et les types d'élévateurs notamment le Principe de fonctionnement et ce défèrent utilisation et leur composante.

Le chapitre 2 : À ce stade, j'ai parlé de la maintenance préventive et corrective et de ses avantages, et suggéré quelques solutions utiles.

Le chapitre 3 : Nous a vos examiné les contraintes imposées par la chaîne de godets par le logiciel Ansys.



CHAPITRE I :
LA Description D'élévateur
À Godets

I.1. Introduction

La Société des Ciments de la Mitidja Industrielle par Abréviation S.C.M.I est une entreprise algérienne filiale du groupe GICA, spécialisée dans la fabrication de ciment. Le réseau national de la SCMI lui permet de fournir ses produits sur tout le territoire national. Son procédé de fabrication spécifique procure à son ciment une excellente qualité respectant les normes internationales de fiabilité et de respect de l'environnement.

La SCMI possède une usine de production et commercialisation des ciments. Cette usine est divisée en plusieurs structures, chaque structure possède des machines industrielles mécaniques qui assurent le fonctionnement de l'usine et la fabrication de ciments.

Par ailleurs, les machines mécaniques qui assurent le fonctionnement de l'usine sont la transportation des matières et le déplacement de la marchandise, on se focalise sur la machine d'élévateurs à godets.

Les élévateurs à godets se retrouvent dans l'industrie des engrais, des granulés plastiques, des minéraux, de la chaux, des ciments, des plâtres, ..., pour des élévations jusqu'à 50 m. on va traiter dans son mémoire la description d'élévateur à godet de stockage à ciment.[7][8][1]

I.2. Définition élévateur à godets

Un élévateur à godets est une installation assurant l'ascension de matières solides en vrac, généralement pondéreuses, à l'aide de récipients fixés à intervalles réguliers sur une bande souple ou une chaîne refermée sur elle-même. Les élévateurs à godets sont destinés à transporter des matériaux verticalement à plusieurs mètres de hauteur avec un encombrement réduit et une sécurité maximum.[4]

I.3. Les différents types d'élévateurs

Il existe deux types d'élévateurs :

- ❖ L'élévateur centrifuge :
 - à chaîne (vitesse de 1 à 1,4 m/s)
 - à bande (vitesse de 1,5 à 2 m/s)
- ❖ L'élévateur à déversement central à chaîne (vitesse 0,4 à 0,6 m/s)

Dans le cas d'un élévateur à bande, la température maximum est de 130°.[1]

I.4.Principe de fonctionnement

Les godets sont fixés sur une chaîne ou une bande se déplaçant sur la hauteur de transport. Grâce à un remplissage optimum des godets, l'élévateur peut atteindre des débits de convoyage importants. Combiné à la vitesse de la chaîne ou de la sangle, la vidange des godets est particulièrement étudiée pour les produits difficiles.[2]

I.5.Utilisation

Les élévateurs à godets sont les plus anciens pour le transfert vertical même pour des hauteurs élevées. Les élévateurs à godets sont utilisés pour le transport des produits en vrac, étant en état poussiéreux, en grains ou en petits morceaux. Ils sont utilisés en l'industrie chimique, sidérurgique ou alimentaire.

Les élévateurs à godets peuvent être utilisés partout où des charges pondéreuses (sable, blé, charbon...) doivent être montées verticalement. Les critères d'adoption de cette solution sont généralement :

- la compacité, obtenue grâce à une montée verticale de la charge et une emprise au sol limitée,
- la continuité du débit,
- le coût d'installation et de fonctionnement.

Les débits de matière sont généralement très inférieurs à ceux des bandes transporteuses ou les skips.

Ce type d'installation étant assez proche de la traditionnelle noria, on peut naturellement retrouver son principe pour les matières liquides, comme les pompes à godets ou les dragues à godets [3]

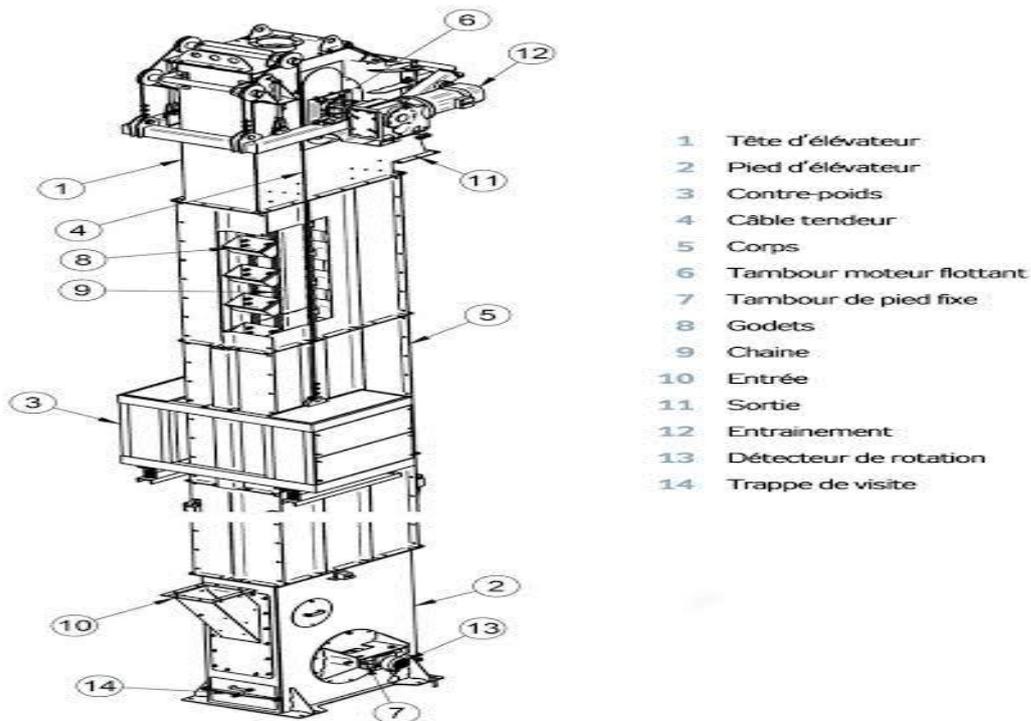


Figure I.1 : Schéma d'élévateurs à godets.

I.6.Description

I.6.1. Tété

Tambour auto centreur de bande en acier ou inox par double conicité revêtu de caoutchouc -- ou cage d'écureuil.

- Palier déporté flasque
- Capteur de déport de bande
- Protection anti-usure
- Raccord dépoussiérage
- Déflecteur
- Possibilité d'accès maintenance en option

I.6.2.Motorisation

Accouplement standard par chaîne ou direct avec montage pendulaire

I.6.3. Bande

Bande de caoutchouc

Jonction par mors de serrage

Très faible allongement

Bande armée adaptée aux différents produits

CHAPITRE I : LA Description D'élévateur à Godets

Classe de résistance

Options possibles : bande alimentaire, résistance aux températures, oléo résistance

I.6.4. Godets

Fabriqués en PEHD

Possibilité acier/inox ou nylon antistatique

Capacité des godets de 0.1 à 8.6 litres

I.6.5. Fourreaux

Fabriqués en tronçons standard de 2m. Boulonnés avec entretoise de maintien

Distance des fourreaux de 0.5 à 2m.

Intégration de panneaux anti-explosion

I.6.6. PIED DE CHARGEMENT

Trappe de nettoyage

Système de tension de bande par vis avec étanchéité intégrée

Fabrication acier ou inox

Protection anti-usure

Possibilité piquage dépoussiérage

Tambour de renvoi en cage d'écureuil standard auto centreur

Capteur de rotation

Détecteur de bourrage

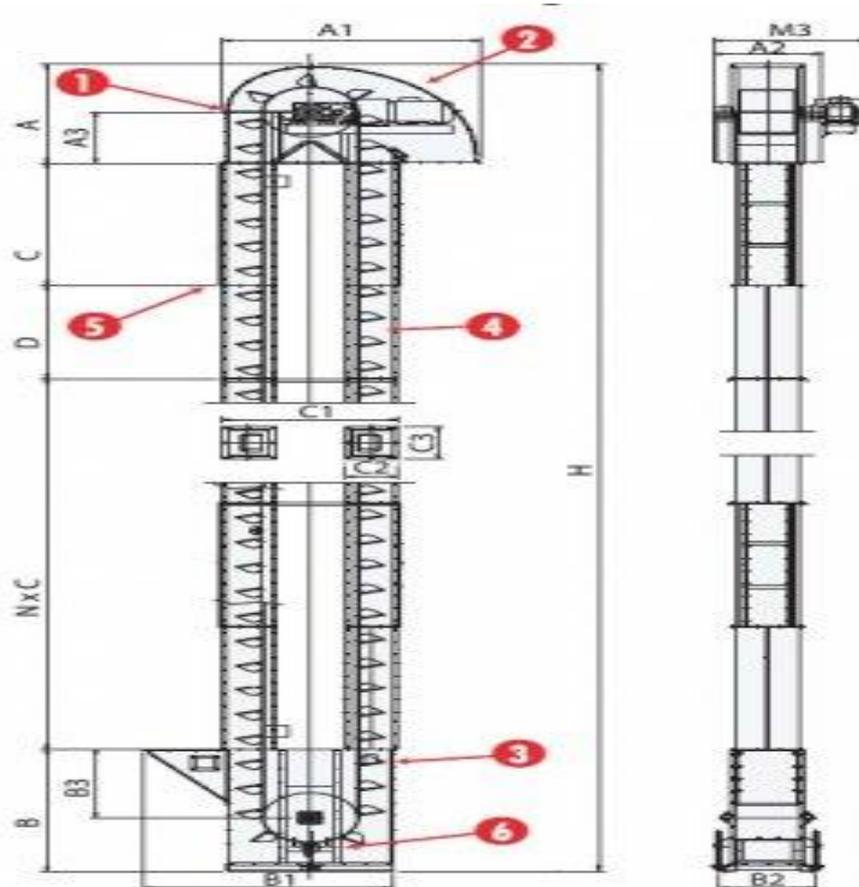


Figure I.2: Schéma d'élévateurs à godets.

I.7. Les Applications et les Avantages de Les élévateurs à godets

I.7.1. Application

- environnement & recyclage
- combustibles
- minéraux, engrais, chimie minérale
- alimentaire, pharmacie, chimie fine
- métaux, cimentier

I.7.2. Applications cimentières

- Transport de la ferine.
- Transport du clinker
- Transport du gypse et autres ajouts

CHAPITRE I : LA Description D'élévateur à Godets

- Transport du ciment
- Transport des poussières

Ils peuvent résister à des températures de matériaux jusqu'à 400 ° C (élévateur à chaîne).[3]

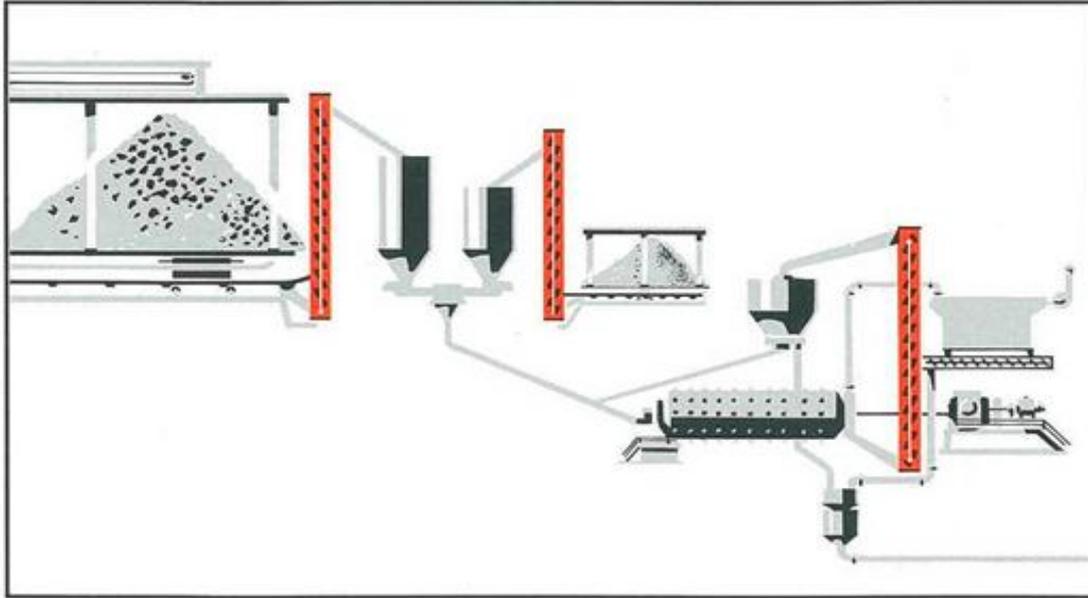


Figure I.3: Schéma fabrication du ciment.

I.7.3. Avantages

- Remplissage optimal des godets,
- Débit de convoyage important,
- Transport de produits difficiles,
- Contrôle de déviation des sangles,
- Conception faible en encombrement

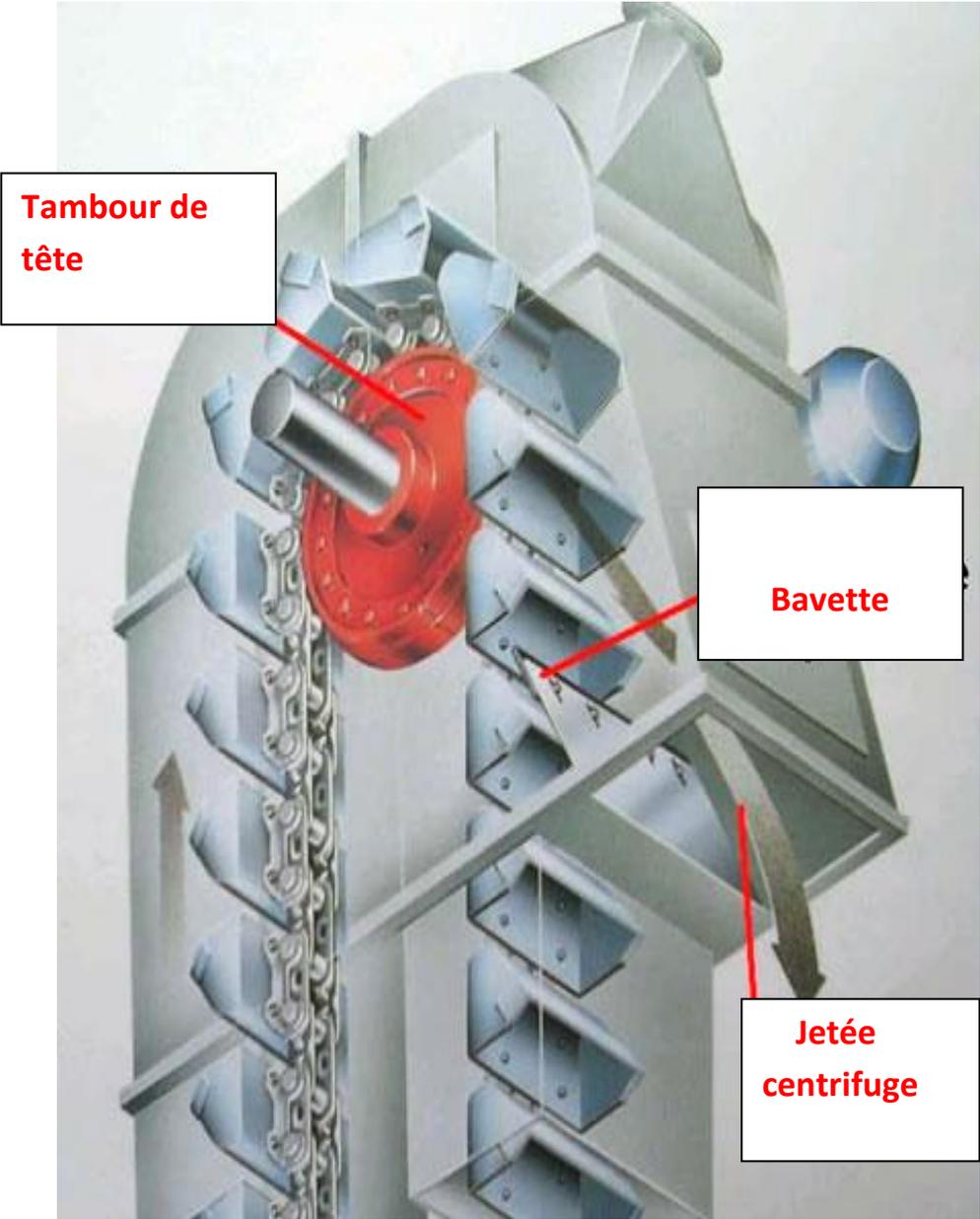


Figure I.4. Schéma élévateur à godet.

I.8. Entrainement principal

Il peut être ajouté un système de « virage » au groupe d'entraînement principal.

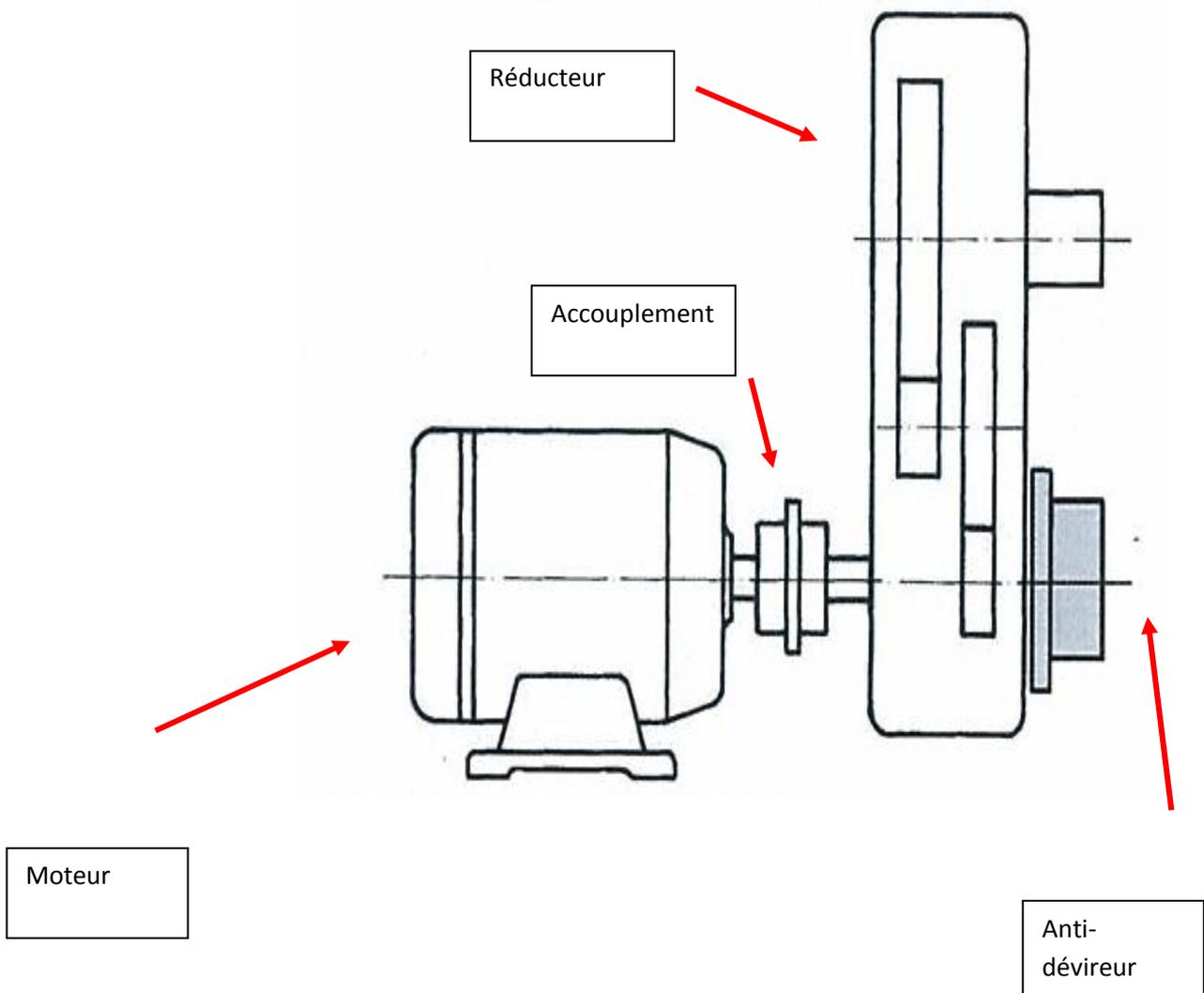


Figure I.5:réducteur.

I.9. Les anti-dériveurs

L'anti-dériveur est utilisé pour empêcher qu'une charge ne devienne motrice dans une installation de transport où l'on procède à l'arrêt de l'installation.

Ainsi pour les transporteurs à bandes inclinées, ou les élévateurs, L'anti-dériveur est utilisé pour interdire le retour en arrière lors d'un arrêt intempestif de la transmission (panne de courant, de moteur, etc.)[1]

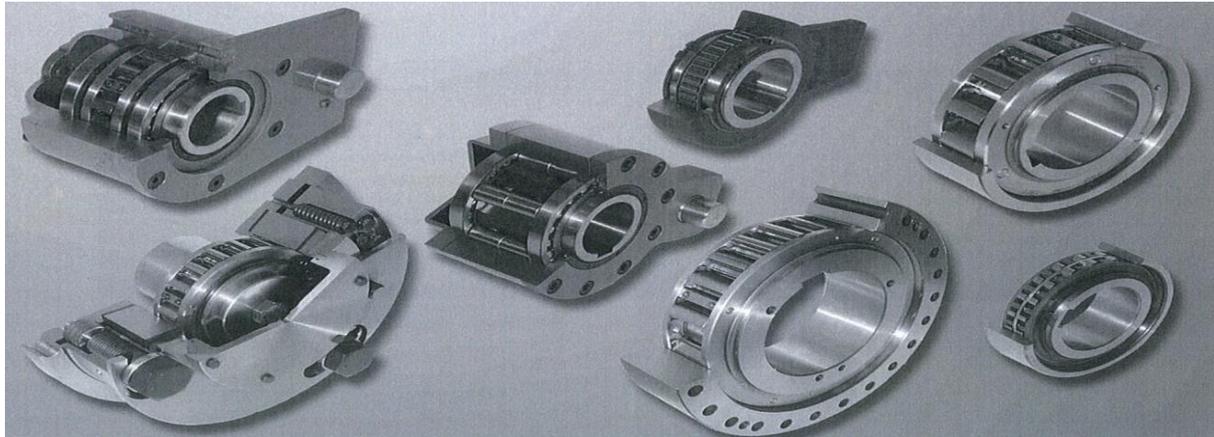


Figure I.6.: Anti-dériveur.10

<p>Anti-dériveur à cames</p> <p>L'anti-dériveur à cames équipé de galets de forme est constitué d'une bague extérieure et d'une bague intérieure comportant des pistes de blocage concentriques et cylindriques.</p> <p>Les galets rappelés par ressorts sont disposés entre les deux pistes. L'anti-dériveur s'auto verrouille instantanément sans glissement.</p>	<p>Anti-dériveur à rampes</p> <p>Dans l'anti-dériveur à rampes équipé de galets cylindriques, c'est la bague intérieure ou la bague extérieure qui selon les applications va comporter les rampes de blocage. Les galets cylindriques sont disposés entre la piste et la rampe. Ils sont rappelés par ressorts individuels. Ce type d'anti-dériveur s'auto verrouille instantanément sans glissement.</p>
<p style="text-align: right;">13</p>	<p style="text-align: right;">14</p>

Figure I.7: deux types d'anti dériveur.

I .10.Le système de virage des réducteurs d'élévateurs.

I .10.1, Réducteur de vitesse.

Le réducteur de vitesse est un organe mécanique qui permet de transmettre le couple et elle mouvement de rotation de l'arbre moteur jusqu'à l'arbre de de sortie.

La réduction de la vitesse est assurée par la différence sur le diamètre des roues dentées et aussi par le nombre de trains d'engrenage on obtient une réduction avec un très bon rendement.[2]

I .10.2.Le rapport de réduction

$$R = \frac{Ns}{Ne}$$

R :rapport de réduction [contant]

Ne: vitesse d'entrée du réducteur [Tr/mn]

Ns; vitesse de sortie du réducteur [Tr/mN]

PUISSENCE;

$$P = C * W$$

P : puissance [N.m]

C :Couple de rotation [N.m]

I .10.3. Entraînement pour la maintenance.

Le moteur du groupe de virage est dimensionné pour un fonctionnement de l'élévateur à godets à vide, à basse vitesse et avec un seul sens de rotation.[1]

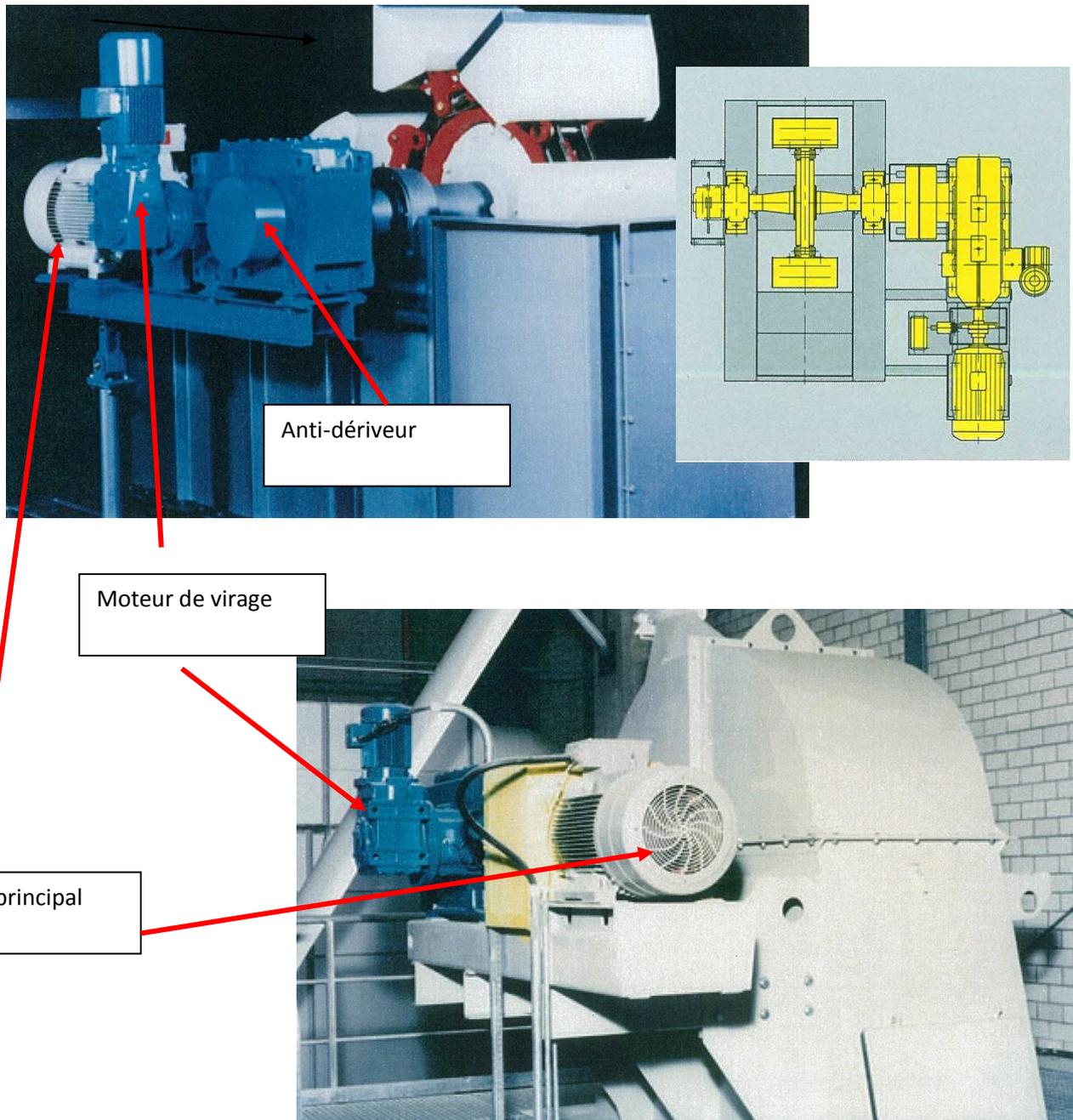


Figure I.8:Le système de virage des réducteurs d'élévateurs.

I .11. Le pied d'élévateur.

Principe de fonctionnement Pour l'alimentation dans le pied de l'élévateur, la chaîne central et les godets sont Guides par une roue a chaîne de renvoi et de tension Le dispositif de tension palléale au contre poids garanti un fonctionnement et un guidage optimum de la chaîne a de renvoi et de tension dans le pied de élévateur.[2]

CHAPITRE I : LA Description D'élévateur à Godets

La couonnedentee et segmentée, exécutée sur bacs Chrome est équipée de surfaces de contact partiellement cimentée.

Un indicateur de niveau intègre dans le pied de l'élévateur fait office d'élément de sécurité et protégé d'An trop-plein du a une alimentation matière non réglée dans le pied de l'élévateur

I .11.1. Le pied d'élévateur se compose.

- Tambour ou tourteau de pied
- Paliers de pied
- Caisson intro matière
- Portes de visites
- Capteurs (déport, rotation)
- Système de tension

I .11.2. Fonctionnement du tourteau de commande

L'arbre de commande est loge dans des roulements à rouleaux montes sur deux chaises pour paliers et boulonnes sur les consoles situées à l'extérieur de la tête de l'elevateur.les orifices de sortie de l'arbre d'entraînement sont munis de joints étanchéités, le tourteau est fixe sur l'arbre de commande à l'aide de clavette et de vis de pression .il est muni de segment soumis à la trempe superficielle, non dentes et remplaçables.[2]

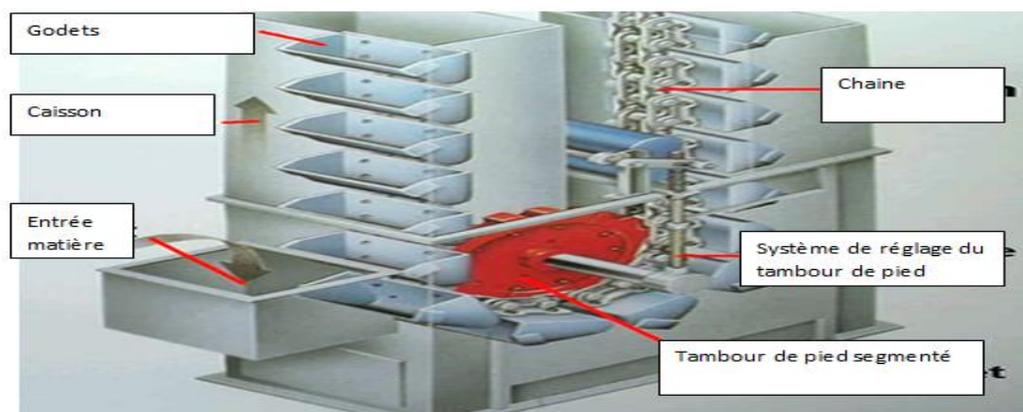


Figure I.9:le pied d'élévateur.

I.11.3. Transmission tourteau de traction

Transmission de la roue lisse La transmission est assurée par friction entre le segment lisse de la roue de traction et les douilles de chaîne ;

Il y a de grandes surfaces de contact assurant la liaison avec la vitesse de la chaîne



Figure I.10:Roue de traction \varnothing 909.3 mm.

I.11.4. le palier fonctionnement

Le palier est un organe mécanique servant à supporter et à guider un arbre de transmission ; les paliers peuvent être soumis à des forces radiales, effort perpendiculaire à leurs forces axiales suivant l'axe de l'arbre et simultanément à la force radiale et axiale.[2]



.Figure I.11:les paliers à roulement du tourteau

I.12. Gaine de l'élévateur

I.12.1. Caractéristique de la chaîne

Type de chaîne à godets; ER 864/K 443, PAS; 177,8 mm choix d'une

La chaîne est un développement innovateur résultant des applications des élévateur à chaîne centrale dans l'industrie cimentière .elle a été développée pour permettre la gamme de chaîne plus étendue, permettant une application plus précisée et donc des investissements plus économiques et productifs pour l'utilisateur.[1]

I.12.2. Montage d'une chaîne

Le montage est facilité par les circuits qui permettent de fixer les maillons extérieurs exposition exacte lors du montage .les godets sont ensuite fixés de façon précisée sur les maillons extérieurs

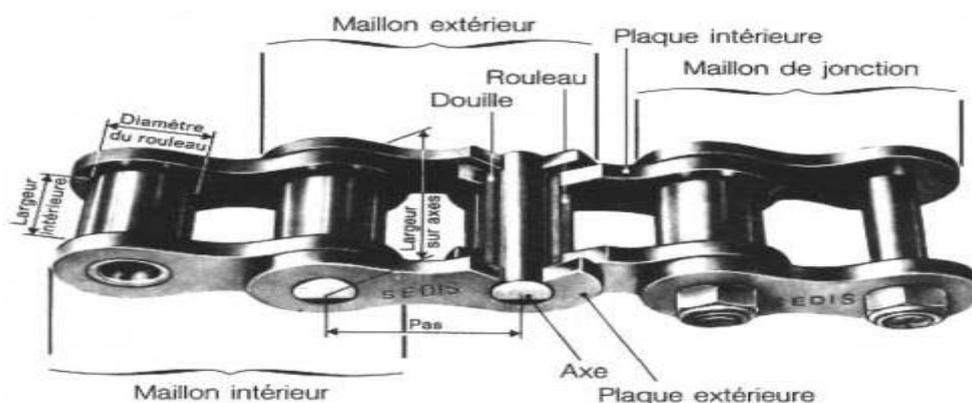


Figure.I.12. .structure a chaîne.

I.12.3.Godets

Pour une meilleure résistance les godets sont construits en tôle d'acier de mi-dur les trous d'aération présents dans le fond des godes permettent un remplissage est un déchargement plus complet et plus rapide annulant l'effet tantôt de [poche d'aire]

Tantôt de [ventouse]

Type de godes ; 16 pouce en aciers, nombre 257 godets.

CHAPITRE I : LA Description D'élévateur à Godets

I.12.4. Consister la chaine.

- 1-angulaireAppuie
- 2-Boulons de fixation des godets
- 3 Douilles
- 4-Axe de chaine
- 5- godets

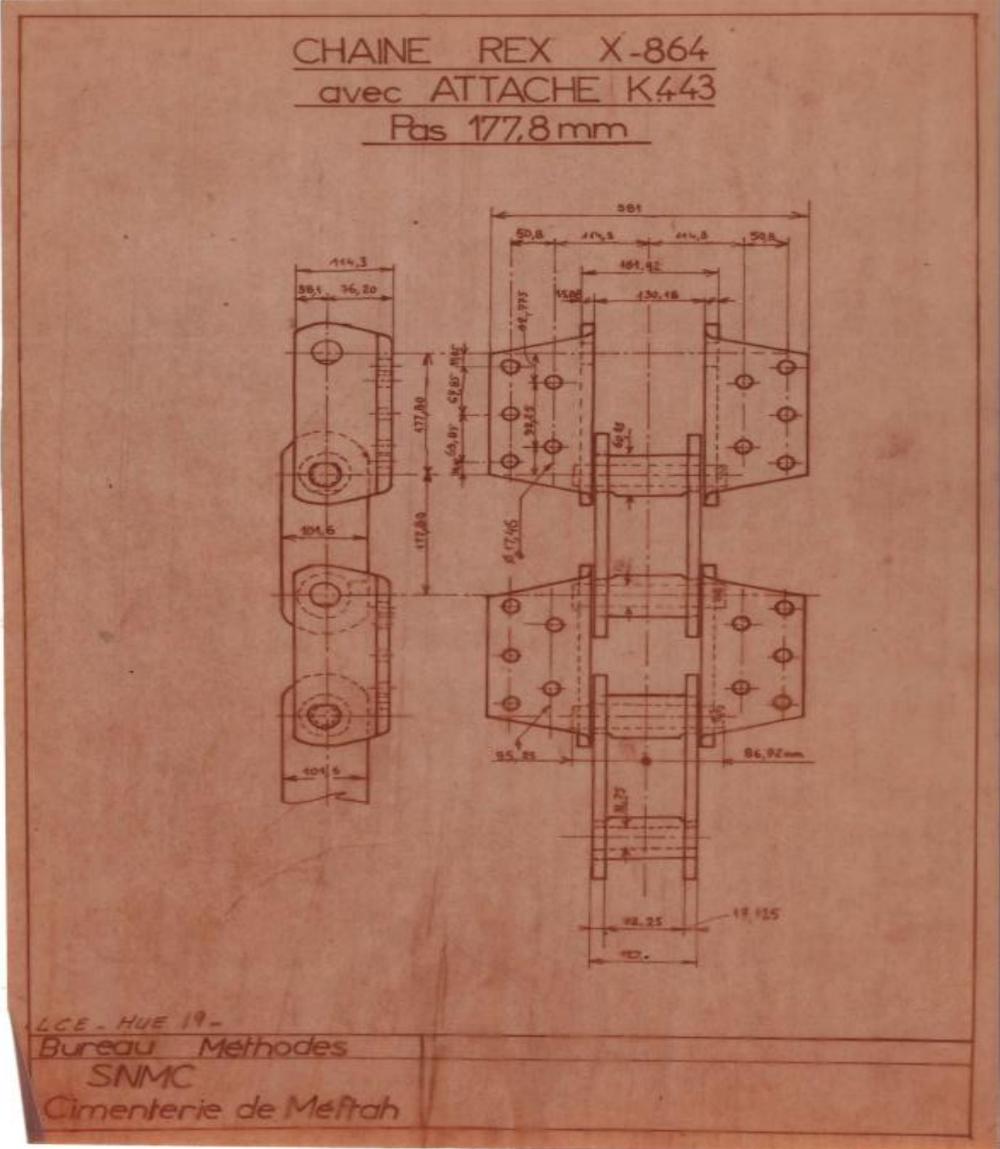


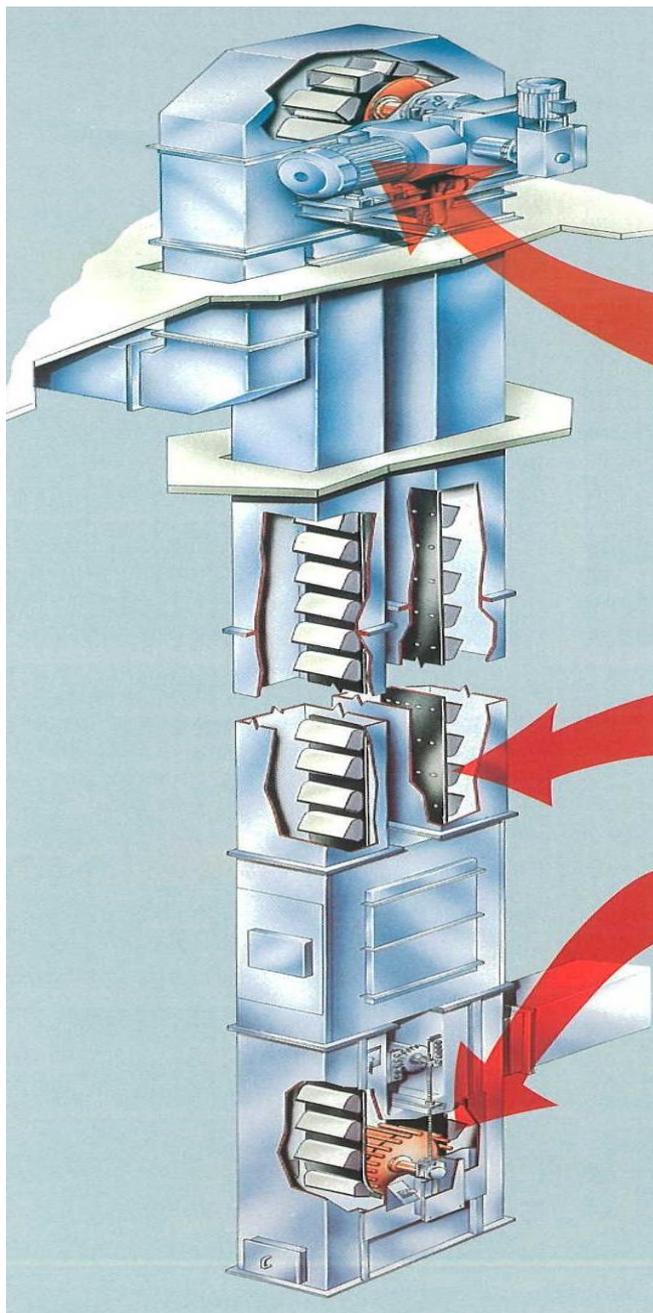
Figure.I.13. Schéma de chaine REX.

I.13. Contrôle et sécurité

4B possède une large gamme de capteurs pour surveiller

Diverses parties de votre élévateur à godets. Les zones les plus communes pour cette surveillance sont : la température du palier, vitesse/mouvement, l'alignement de la sangle, et l'indication de niveau / blocage.

Tous les capteurs de 4B peuvent être connectés à nos systèmes de surveillance des risques. [5]



Mécanisme anti-dériveur

Roulement moteur

Roulement palier

Température et niveau d'huile

Contrôleur d'intensité

Figure.I.14. .control de sécurité.

I.14.Conclusion

Dans ce chapitre on a permet donc d'approche de façon général un système machine mécanique complexes. De ce fait il existe un très grand nombre de système mécanique varies simple ou complexes. Les élévateurs à godets et lune des machines mécanique que distend a sont destinés à transporter des matériaux verticalement à plusieurs mètres de hauteur avec un encombrement réduit et une sécurité maximum.

CHAPITRE II :
**La maintenance d'élévateur à
godet**

II.1.La Maintenance**II.1.1.Définition****Selon l'AFNOR**

La maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé.

La maintenance est une politique qui prend en compte

- a) le choix des méthodes d'entretien (les différents modes de maintenance)
- b) les améliorations
- c) La place des équipements dans le procédé de fabrication
- d) La formation du personnel de maintenance et de production.[1][2]

II.2. L'environnement de la maintenance.

La maintenance s'intègre dans le concept global de la sûreté de fonctionnement, qui elle-même s'intègre dans l'assurance produit

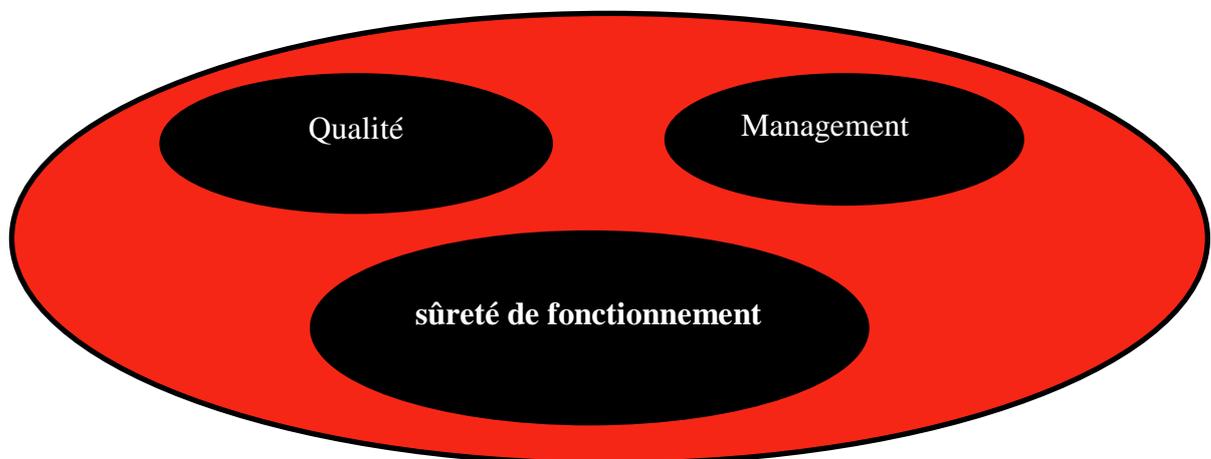


Figure II.1. L'assurance produit.

II.2.1. Le concept de sûreté de fonctionnement**II.2.1. 1.La fiabilité (AFNOR X-06-010)**

« Aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise dans des conditions d'utilisation données à un instant donné

II.2.1. 2.La maintenabilité (AFNOR X-06-010)

Aptitude d'un dispositif à être maintenu ou établi dans un état par lequel il peut accomplir une fonction requise lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions d'utilisation données avec des moyens et procédures prescrites

II.2.1. 3.La sûreté (AFNOR X-06-010)

Aptitude d'un dispositif à éviter de faire apparaître des événements critiques ou catastrophiques

II.3. La maintenance corrective**II.3. 1.Définition (DALAN VILLEMEUR)**

Maintenance effectuée après détection d'une panne et destinée à remettre une entité dans un état lui permettant d'accomplir une fonction requise.

Cette maintenance est utilisée lorsque l'indisponibilité du matériel n'a pas de conséquences majeures sur le processus de production ou quand les contraintes de sécurité sont faibles [1]

II.3.2. Les formes de la maintenance corrective

La maintenance corrective peut être utilisée :

- seule en tant que méthode
- en complément d'une maintenance préventive pour s'appliquer aux défaillances résiduelles.

II.3. 3.Le fonctionnement de cette maintenance**II.3. 3.1. le diagnostic**

Permet d'identifier la cause d'une panne à l'aide d'un raisonnement Logique qui s'appuie sur

- un tableau, du type effet, cause, remède
- les tests
- des systèmes

III.3. 3.2. L'action curative.

La réparation à caractère définitif qui est déduite, du diagnostic et qui permet au système de fonctionner correctement

La réparation permet de :

- décomposer l'intervention en phases
- décrire précisément le travail alloué le temps
- définir les moyens de contrôle

Ces données seront injectées dans le diagnostic et la gestion de la maintenance

II.4.La maintenance préventive**II.4.1.Définition. AFNOR (X-60-010)**

Maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu.

L'intérêt d'une telle maintenance :

- diminuer les travaux urgents
- faciliter la gestion de la maintenance
- rendre possible la préparation, l'ordonnancement et la gestion des stocks
- éviter les périodes de dysfonctionnement avant panne, ainsi que les dégâts provoqués par une panne intempestive.
- Augmenter la sécurité

Deux types de maintenance préventive :

- -la maintenance préventive systématique
- -la maintenance préventive conditionnelle

II.4.2.La maintenance préventive systématique.

II.4.2.1.Définition. AFNOR X-60-010.

Maintenance préventive effectuée suivant un échéancier établi, suivant le temps ou le nombre d'unité d'usage.

Cette maintenance comprend des inspections périodiques et des interventions planifiées.

Ce type de maintenance concerne plutôt :

- des équipements dont une défaillance cause la sécurité des biens et des Personnes
- Des équipements cout de défaillance élevé
- -Des équipements dont l'amé (ou le redémarrage) sont longs
- Des équipements soumis à des obligations réglementaires

III.4.2.2.La mise en place de cette maintenance.

1. étude préalable pour déterminer un coût probable.
2. choisir les fréquences fixes d'intervention (en rapport avec la MTBF)
3. planification des taches et mesures de sécurité
4. préparation des documents
5. Exécution et rapports de visite

6-Exploitation des résultats pour l'historique et le réajustement des fréquences [3]

Elle permet:

- d'éviter les détériorations importantes
- de diminuer les risques d'avaries imprévues

Inconvénient

Repose sur la notion de MTBF et ne prend pas en compte les phénomènes dure

III.5.La maintenance préventive conditionnelle.

III.5.1.Définition. AFNOR X-60-010

Maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé révélateur de l'état du bien Ses objectifs :

- éviter les démontages inutiles liés au systématique qui eux-mêmes Peuvent engendrer des défaillances.
- Accroire la sécurité des biens et des personnes
- Eviter les interventions d'urgences en suivant l'évolution dans le temps

Des débuts d'anomalies, afin d'intervenir dans les meilleures conditions

Les inconvénients:

- pour être efficace elle doit être pensée de la phase de conception
- -elle sera limitée par l'existence de symptômes
- Le coût de l'instrumentait

Organigramme de la maintenance

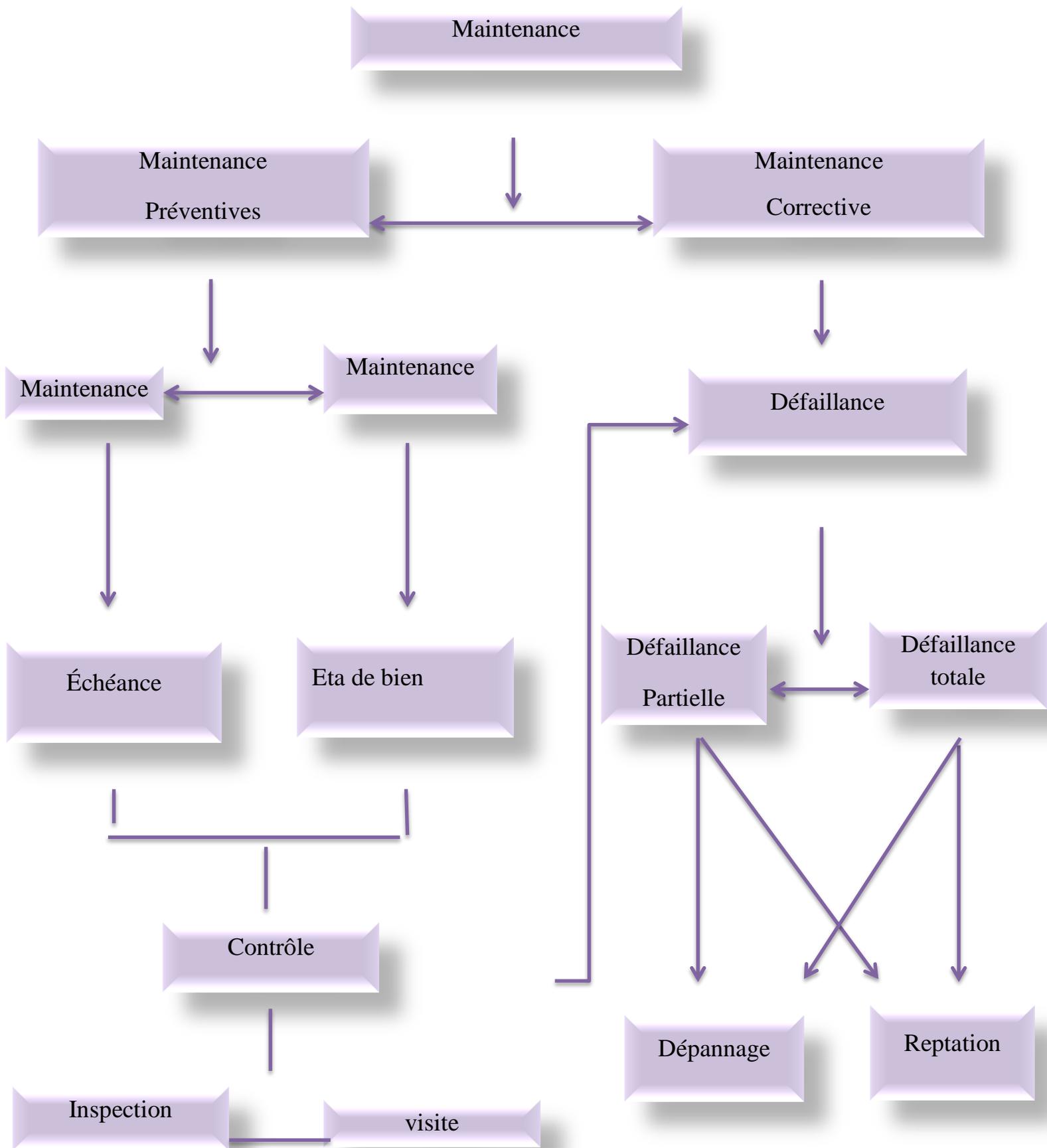


Figure .2, Organigramme de maintenance.

- MAINTENANCE APPLIQUEE A L'ENTREPRISE

Dans la Société de Cimenterie de Meftah, les deux types de maintenance sont appliqués sur les machines

- ❖ Maintenance préventive.
- ❖ Maintenance corrective

La maintenance préventive est plus appliquée par rapport à la maintenance corrective.

Ces deux types de maintenance sont gérés par la gestion de maintenance assistée par ordinateur (GMAO) du bureau technique central (BTC)

Logiciel utilise NEW MAINT

II.8.Le fichier historique d'une machine**II.8.1.Utilité de l'historique**

L'historique est un fichier relatif à chaque machine inventoriée, décrivant chronologiquement toutes les interventions correctives subies par la machine depuis sa mise en service Il représente le carnet de santé de la machine complémentaire du dossier machine.

En amont de l'historique, l'acquisition des données

Un agent des méthodes tient à jour l'historique en portant périodiquement les actions correctives pour ce faire : il dispose des BT-OT dûment remplis (temps passés, code machine...) et éventuellement des rapports d'interventions, des fiches d'analyse de défaillances

En aval l'exploitation de l'historique

Comme tout fichier c'est la définition exacte des informations et de leur exploitation qui justifie l'existence du fichier et qui conditionne son contenu Il est inutile de mettre en mémoire des données inutilisées [3]

II.8.2. Type maintenance AFNOR

Il y a 5 niveaux de maintenance, qui vont des interventions les plus simples aux plus complexes. A chaque niveau correspondent des actions de maintenance corrective et

préventive. La maintenance de premier niveau La maintenance de 1er niveau correspond aux interventions simples, nécessaires et réalisées sur le tableau;[2]

Tableau II.1.type maintenance AFNOR.

Niveau1	Niveau2	Niveau3	Niveau4	Niveau5
-reglages simples -sur place -personne non qualifiée peut realiser l'operation Exemple; Changement d'un consommable	-action peu Complexes -Necessite un Technicien Habilite pour Realiser L'operation Exemple; Changement d'une pompe	-action Complexes -sur place ou en Atelier -Necessite un Technicien Specialise Exemple; Changement d'une pompe	-action de grande importance -En atelier Specialise -Necessite une Equipe avec un responsable specialise Exemple reparation speciale	-action Complexes -constructeur -Necessite L'equipe de Construction Exemple; reconstruction d'un appareil

II.9.bilan des interventions de l'élévateur

Tableau II.2. Bilan des interventions de l'élévateur[3]

REP	DATES	INTERVENTIOM	SPECIALITE
1	16/07/2011	Remplacement aflector.	MECANIQUE
2	19/09/2011	Remplacement godet.	//
3	26/09/2011	Contrôle entretien	//
4	12/09/2012	Contrôle godets	//

5	30/03/2012	Réfection étanchéité	
6	21/05/2012	Contrôle godets	//
7	11/05/2012	Pies sage goulotte de sortie	//
8	11/05/2012	Entretien et réglage capteur godets	Automatisme
9	05/07/2012	Déblocage chaîne a godets	Mécanique
10	//	Contrôle godets	//
11	16/07/2012	Remplacement contacteur	Electrique
12	14/08/2012	Intervention sur élévateur	Mécanique
13	31/08/2012	Remise en état casier de Dépare moteur	Electrique
14	16/09/2012	Contrôle commande	Mécanique
15	//	Graissage mensuel	Graissage
16	//		
17	30/09/2012	Visite hebdomadaire graissage	Graissage
18	06/10/2012	Travaux mensuels	Eclectique
19	14/10/2012	Remplacement arbre	Mécanique
20	//	Remplacement moteur vireur	Electrique
21	//	Remplacement coupleur	Mécanique
22	20/10/2012	Visite hebdomadaire	Mécanique
23	25/10/2012	Remplacement coupleur	Mécanique
24	//	Remplacement moteur vireur	Electrique
25	//	Remplacement arbre	Mécanique
26	20/10/2012	Remplacement commande	Mécanique
27	12/11/2012	Remplacement godets	Mécanique
28	16/12/2012	Graissage trimestriels	Graissage
29	23/12 /2012	Graissage mensuel	Graissage

30	27/12/2012	Visite hebdomadaire graissage	Graissage
31	//	Travaux trimestriels électriques	Electrique
32	//	Visite hebdomadaire	Mécanique
33	//	Visite hebdomadaire graissage	Graissage
34	2/01/2013	Control godets	Mécanique
35	15/01/2013	Graissage mensuel	Graissage
36	27/01/2013	Visite hebdomadaire graissage	Graissage
37	16/02/2013	Travaux mensuels	Mécanique
38	26/02/2013	Visite hebdomadaire graissage	Graissage
39	16/03/2013	Graissage semestriels	//
40	25/03/2013	Travaux trimestriels	Mécanique
41	27/03/2013	Control godets	//
42	//	Remplacement moteur	Electrique
43	16/04/2013	Graissage mensuel	Graissage
44	20/04/2013	Travaux mensuel	Mécanique
45	20/05/2013	Déblocage chaîne a godets	//
46	29/05/2013	Remplacement moteur vireur	Electrique
47	16/08/2013	Contrôle godets	Mécanique
48	//	Graissage mensuel	Graissage
49	21/08/2013	Visite hebdomadaire graissage	//
50	27/08/2013	Travaux mensuels	Mécanique
51	28/08/2013	Remplacement contacteur de puissance	Electrique

II.10.Opération de maintenance corrective Dépannage Ou Réparation Démarche.

Faire l'inventaire des causes possibles de la panne et les classer suivant des critères pouvant être :

- . la probabilité de la panne, on consulte le fichier historique pour déterminer la fréquence d'apparition de celle-ci;
- la rapidité du contrôle prenant en compte l'accessibilité de l'élément à contrôler

Le matériel de contrôle disponible pour effectuer le diagnostic (par exemple, appareil de contrôle de vibration donnant une information sur l'état des roulements, évitant ainsi un démontage.[2]

Tableau II.3.: check List de dépannages

SCMI	Check list de depannage	
Designation	Elevateur a chaine a godetes	Code
Panne	Cause	Remede
Le transporteur ne se remet pas en marche après un arrêt (pour la remise en marche)	Surcharge du pied de l'élévateur	Vider le pied
	Blocage du transporteur	Eliminer le blocage du transporteur
Vibration forte du tronçon d'élévateur (le tronçon peut toucher les parois de la gaine)	Alimentation des métiers inadéquate, jetée incomplète, Godets installes obliquement, Fixation angulaires n'est pas à fleur avec la chaine.	Corriger l'alimentation des matières, corriger la jetée des matières, installer correctement les godets et les fixations angulaires.
Pied d'elevateur surcharge souvent	Alimentaion excessive de matieres	Réduire l'alimentation contrôleras la densité apparente des matières a transporter correspond aux bases de conception
	Alimentaion d'un seul cole	Corriger l'alimentation des matieres
	Déchargement incorrect des matières .la matière retombe dans la gaine d'élévateur.	Ajuster ou échanger le listeau en caoutchouc au point de déchargement

II.11.Problème de démarrage (élévateur bloqué)

-parfois un l'élévateur à godets ne peut pas être remis en marche à l'aide du réducteur principale après un arrêt, dans la plupart des cas ce problème est causé par la surcharge du pied d'élévateur à godets. Si l'entrainement auxiliaire n'est pas conçu pour des travaux d'entretien, Il est possible

d'éliminer des surcharges du pied d'élèveur à l'aide des godets dans ce cas on peut essayer de mettre en marche l'élèveur à godets à l'aide de l'entraînement auxiliaire.[1]

- **Remarque**

Pour les entraînements avec anti-dériveurs ou avec l'entraînement auxiliaire

Il faut toujours contrôler le sens de rotation - avant la première mise en marche de l'installation - après le remplacement d'un moteur - après la déconnection et la connections nouvelle des lignes électriques.[1][2]

II.12. Maintenance graissage échancier

II.12. 1.Réducteur

Dans un réducteur les périodicités d'entretien sont conditionnées par la dégradation de ce dernier. Le fonctionnement normal exige une bonne lubrification

Fréquence des vidanges

- le premier doit être effectué après 500 heures de fonctionnement
- la vidange suivante sera à effectuer dans des intervalles de 3000 à 4000 heures selon les conditions de service.

Vérifications périodiques

- Vérifier le niveau d'huile chaque semaine ou au moins une fois par mois (l'appareil étant au repos).
- Au cours de la vérification, veiller à ce que le reniflard ne soit pas obstrué, si nécessaire, le nettoyer au jet d'air.

II.12. 2.Les paliers

Pour les paliers munis de graisseurs sous pression effectuer les appoints en graisse à chaque vidange

A-CONTROLE de la chaine (2000heure-contrôle majeur)

1-verifier s'il ne me manque pas de goupilles d'axe,

2-localiser sur la face intime des maillons intérieurs une éventuelle usure asymétrique par la roue de traction

3-mesurer l'allongement de la chaine due à l'usure

4-contrôler la fatigue du composant de la chaîne

B. Roues de traction segmentées et roues dentées

- 1- Vérifier la présence et le serrage des boulons de segment.
- 2- Vérifier les couples de serrage si des boulons manquent, les remplacer par des boulons à haute résistance au diamètre approprié
3. Contrôler le jeu axial sur l'arbre et resserrer les vis de pression au couple Indique
- 4- Contrôler l'usure et remplacer les jeux de segments si nécessaires.

C- paliers

1. contrôler l'usure des paliers de l'arbre de tête
2. contrôler l'usure des paliers en fonte blanche et des douilles en acier spécial de L'arbre de pied.

D- tendeur par gravité

1 - vérifier les boulons de fixations contrôler le libre mouvement du tendeur sur ses guides: contrôler l'usure des guides

E-godets

- 1 - contrôler la présence et le serrage des boulons de godets.
- 2-rechercher les traces d'usure anormale ou les godets endommagés.[1]

II. 13. Solution à notre problématique

Pour essayer d'éliminer la panne de rupture de la chaîne, on a proposé d'ajouter deux capteurs sur l'élévateur, un capteur dans la station de tête et un capteur dans la station de pied.

A-Capteur pour la présence des godets :

il détecte que le godet est présent et non pas déformé ou tombé dans notre machine.[7]

B-Capteur pour le bourrage :

quand le ciment s'écoule du godet vers le pied de l'élévateur et atteint un certain niveau, le capteur le détecte et il envoie un signal vers l'automate pour qu'il arrête l'élévateur. [2]

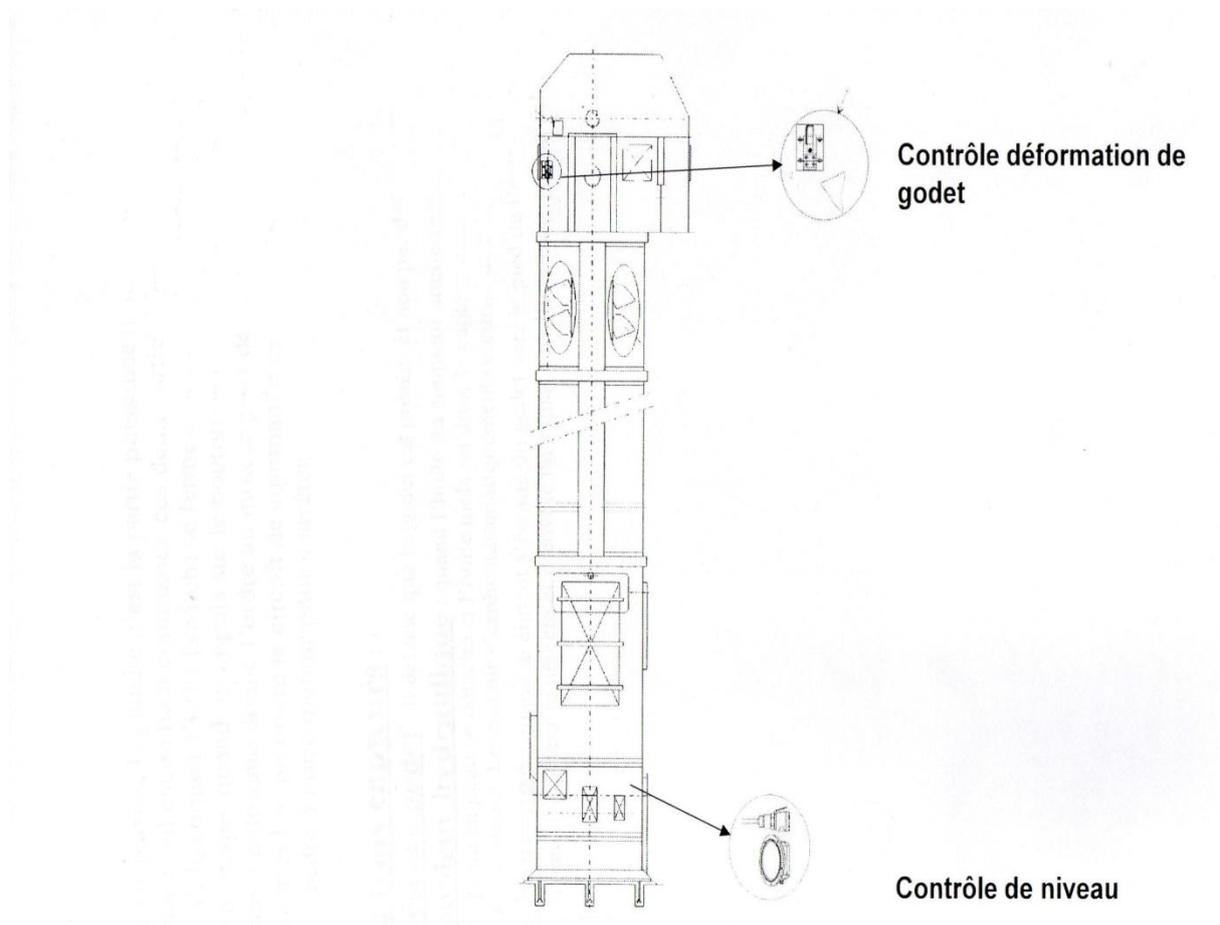


Figure II.3. Contrôle par le capteur.

II.14. Conclusion

Ce chapitre ainsi effectué me permet de tirer une conclusion que le rôle de la maintenance d'élévateurs à godets est de mettre en œuvre le fameux proverbe « mieux vaut prévenir que guérir ». L'objectif de la maintenance est ainsi de maintenir les outils de production en état de fonctionner en toute sécurité tout en réduisant les coûts de production. Si l'on se réfère à la norme AFNOR, il existe deux types de maintenance dont la première est préventive à 70% et la seconde corrective. Enfin, il est à signaler que le contenu du document que j'ai réalisé est tributaire de la documentation technique en mon possession et des informations qui m'ont été communiquées par le personnel et les responsables de la structure maintenance.

CHAPITRE III :
Application par ANSYS et
Résultants

III.1.Introduction

La vue par défaut de ANSYS est bien adaptée pour des conceptions bidimensionnelles avec l'axe des abscisses indiqué horizontalement vers la droite. L'axe des ordonnées se dirigeant verticalement vers le haut, et l'axe z est perpendiculaire à l'écran. Zoom et repaint (ou refreshscreen) (ou régénérer l'écran) les commandes sont très semblables à celles utilisées dans la plupart des logiciels de traitement de DAO . [11]

- a. **Utility menu:** auquel vous pouvez accéder et ajuster les propriétés au sujet de votre session, telle que les commandes de fichier, la liste et les commandes graphiques.
- b. **Toolbar :** Boutons poussoirs aux commandes utilisées généralement
- c. **Main menu :** ou vous pouvez trouver les processeurs utilisés en analysant votre problème
- d. **Graphicswindow :** dans la fenêtre graphique votre modèle est montré :
la géométrie, éléments, visualisation des résultats etc...
- e. **Input window :** Vous pouvez introduire des commandes dans la fenêtre d'entrée.



Figure III.1.. entre sur ANSYS.

III.2. Préprocesseur

Dans le préprocesseur le modèle est installé, il inclut un certain nombre d'étapes ; habituellement dans l'ordre suivant :

III.2. 1. Build geometry

Construction de la géométrie, suivant la géométrie du problème une, deux dimensions ou tridimensionnelle, la géométrie créée se compose des lignes, des sections ou des volumes, puis au besoin, on peut créer d'autres géométries en employant des opérations boolean. L'idée principale est que, quand on établit la géométrie on simplifie la génération de maillage. Par conséquent, cette étape est facultative mais souvent la plus employée. Des nœuds et des éléments peuvent cependant être créés par des coordonnées seulement.

III.2. 2. Define matériels (définir les matériaux)

un matériau est défini par ses constantes matérielles. Chaque élément doit être assigné a un matériau particulier.

III.2. 3. Générateur élément mes (Génération de maillage)

Le problème est discrétisé avec les points nodaux. Les nœuds sont reliés aux éléments finis de forme, qui constituent un ensemble du volume de matériau. Selon le problème et les hypothèses, le type d'élément doit être déterminé. Les types d'éléments communs sont truss, beam, plate, Shell and solid éléments. Chaque type d'élément peut contenir plusieurs sous-types par exemple solide 2D-4 nœuds, solide 3D-20 nœuds. Par conséquent, le soin doit être pris quand le type d'élément est choisi. Le maillage dans ANSYS peut être créé de plusieurs manières. La manière la plus commune est qu'elle soit automatiquement créée. Toutefois plus ou moins contrôlée. Par exemple vous pouvez spécifier un certain nombre d'éléments dans une section spécifique, ou vous pouvez forcer le générateur de maillage pour maintenir une taille spécifique d'élément dans une section. Certaines formes ou tailles d'élément ne sont pas recommandées et si ces limites sont dépassées, un avertissement sera affiché par ANSYS.

III.3. Solution processor

Lorsque que vous résolvez le problème en recueillant toutes les informations spécifiques au sujet du problème. [10]

III.3.1. Appliquez les charges (appliquer les charges)

Les conditions aux limites sont généralement appliquées sur des nœuds ou des éléments. La quantité Prescrite peut être par exemple force, traction, déplacement, moment, rotation, les charges peuvent être également dans ANSYS éditées du préprocesseur.

III.3.2. Obtenez la solution (obtenir la solution)

La solution du problème peut être obtenir si le problème entier est définir. Post processor : Dans la présente partie de l'analyse vous pouvez par exemple : • Visualise the résultat (Visualiser les résultats) : Par exemple tracer la forme déformée de la géométrie ou des efforts.

III.3.2. Liste the résultat (Listes des résultats)

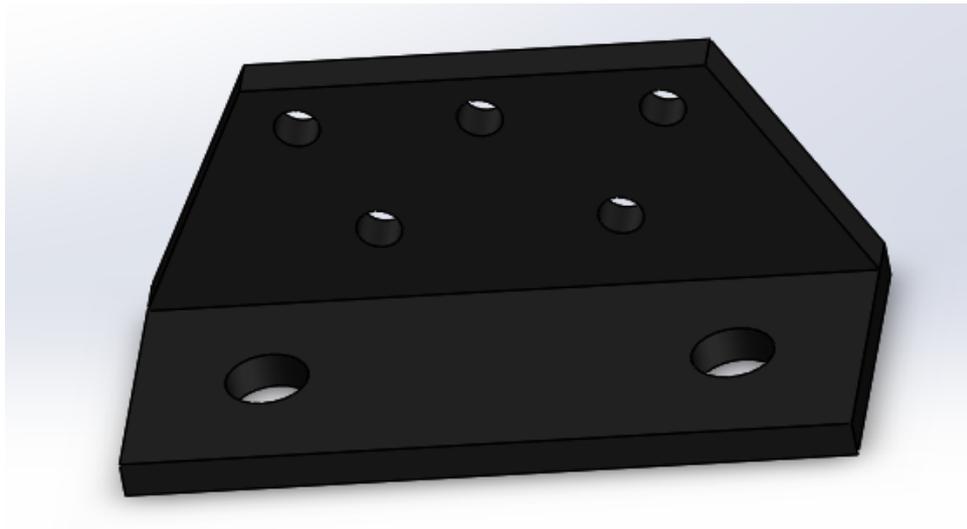
si vous préférez les listes tabulaires ou classez la liste imprimée, il est possible.

III.5. la chaîne étudiée

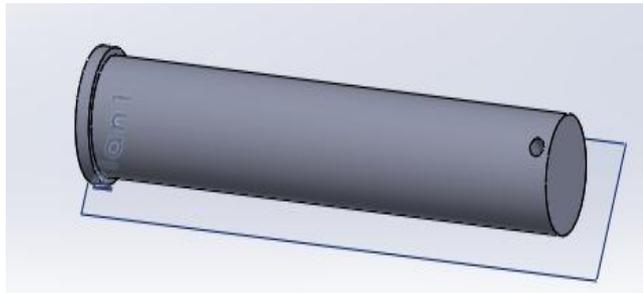
- Matériaux : acier non allié moulée
- module de Young de $E = 200 \text{ Gpa}$
- coefficient de poisson $\nu = 0.3$
- densité = $7.85 \cdot 10^{-6} \text{ kg.mm}^3$
- type de la chaîne rex -864 avec attache k443 pas 177,8mm
- Puissance $P = 55 \text{ Kw}$, vitesse $n = 37,48 \text{ t/mn}$
- La force de traction de la chaîne $F = 200 \text{ kN}$
- Couple $C = 14030,61 \text{ N.m}$

Limite de traction $399,826 \text{ MPA}$. [1][2]

Douilles



AXE



Maillon



Figure III.2. les composants de la chaine (Axe,Douille,Maillon.

CHAPITRE III : Application par ANSYS et Résultats

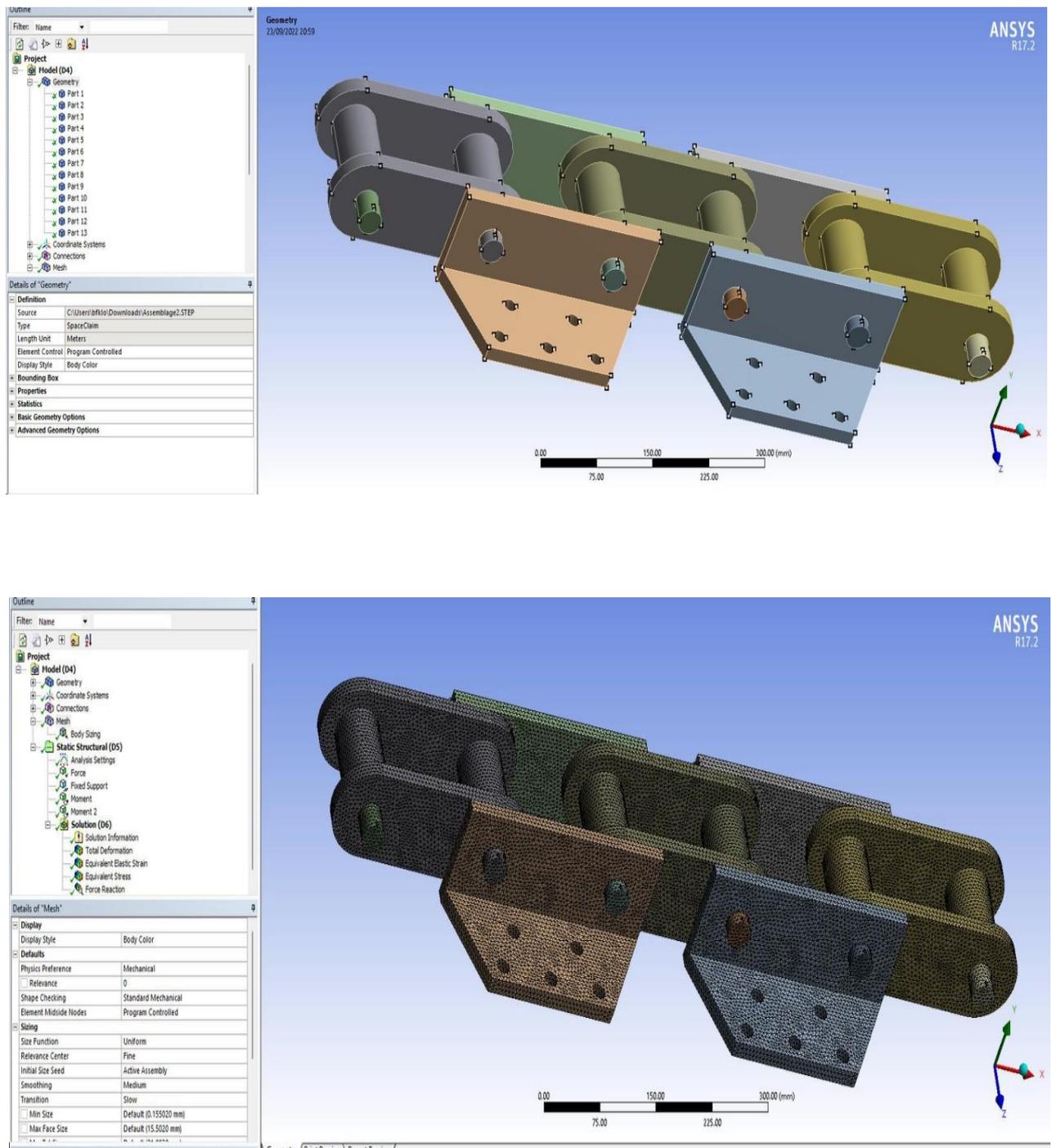


Figure III.3 : L'assemblage des composants de la chaîne.

CHAPITRE III : Application par ANSYS et Résultats

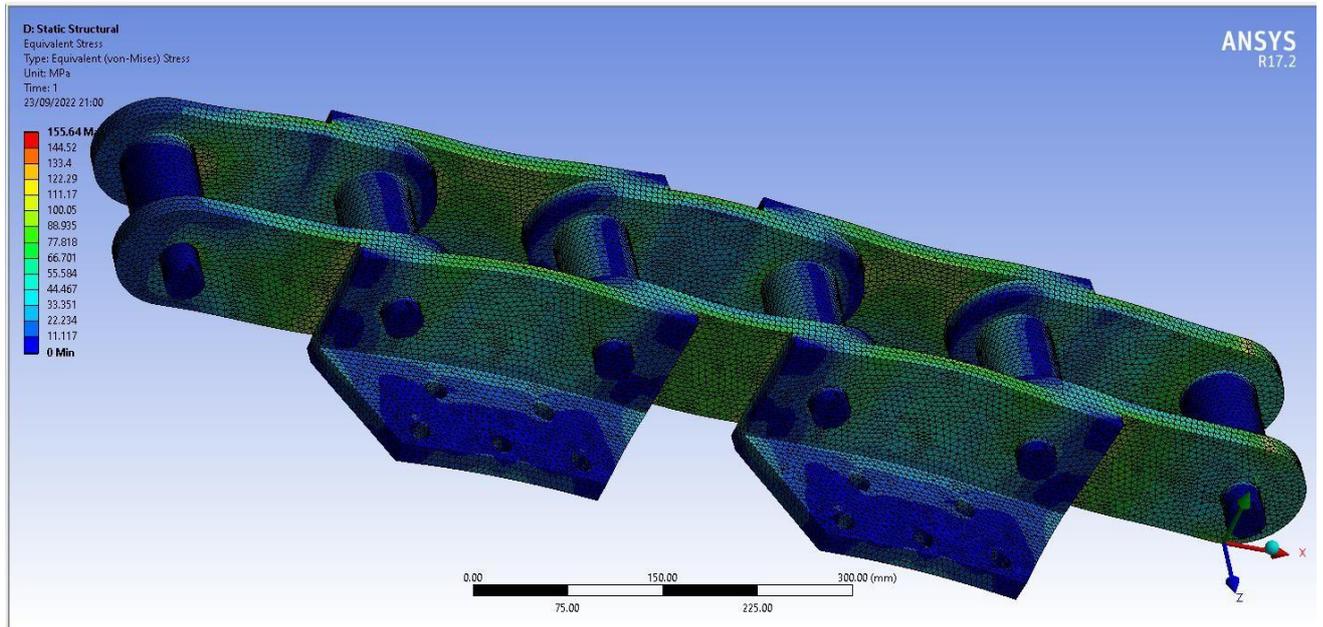


Figure III.4: Contrainte équivalente des composants de la chaîne.

Dans cette figure; on constate les contraintes équivalentes qui montrent la force de traction appliquée sur la chaîne, donc la contrainte Max est-elle sur la maille et axe selon les couleurs entre le jaune et l'orange et la contrainte min c'est la douille selon la couleur bleu montre contrainte nulle

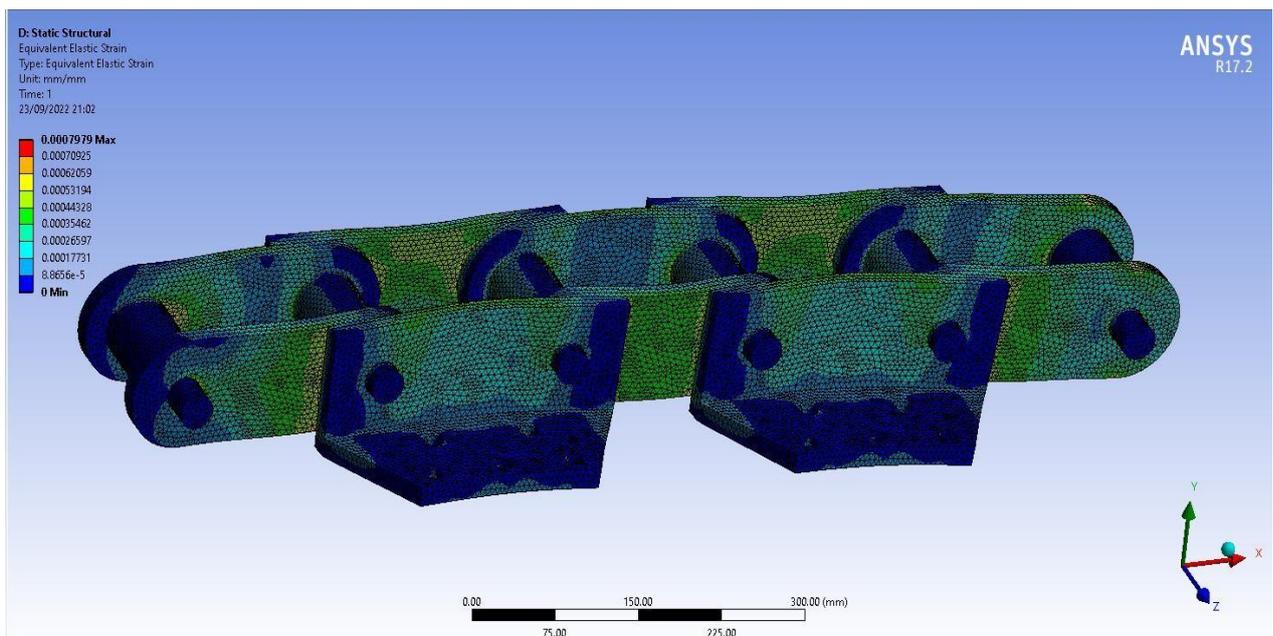


Figure III.5: Déformation des composants de la chaîne.

CHAPITRE III : Application par ANSYS et Résultats

Déformation des composants de la chaîne; comme le montre la figure élasticité très faible par ce que la matériau acier non allée mouler solide déformation max 0,00079MPA.

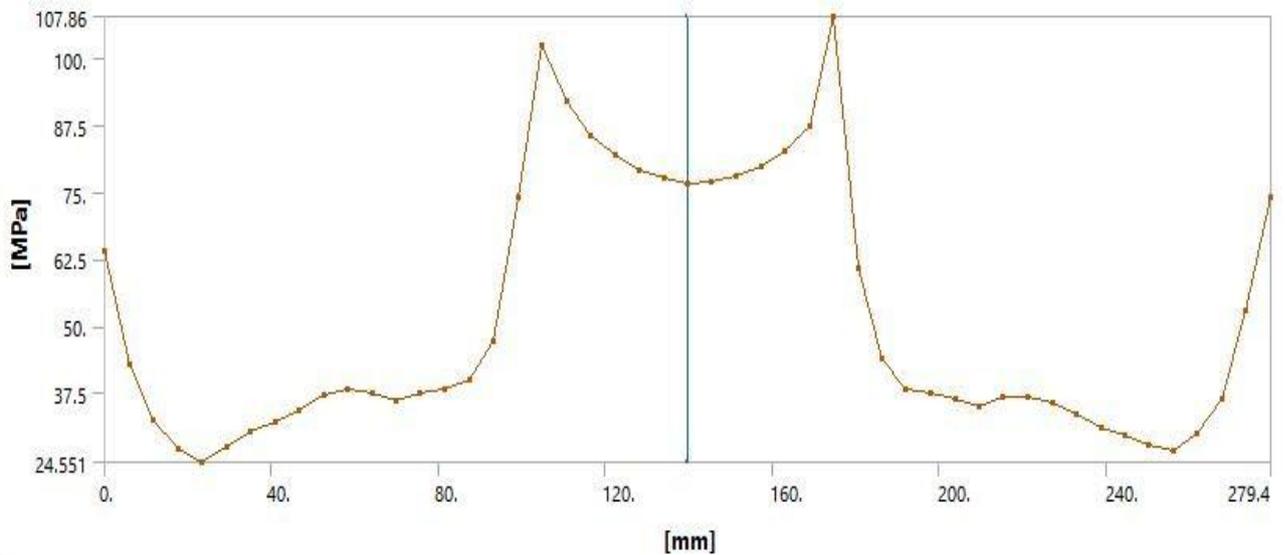
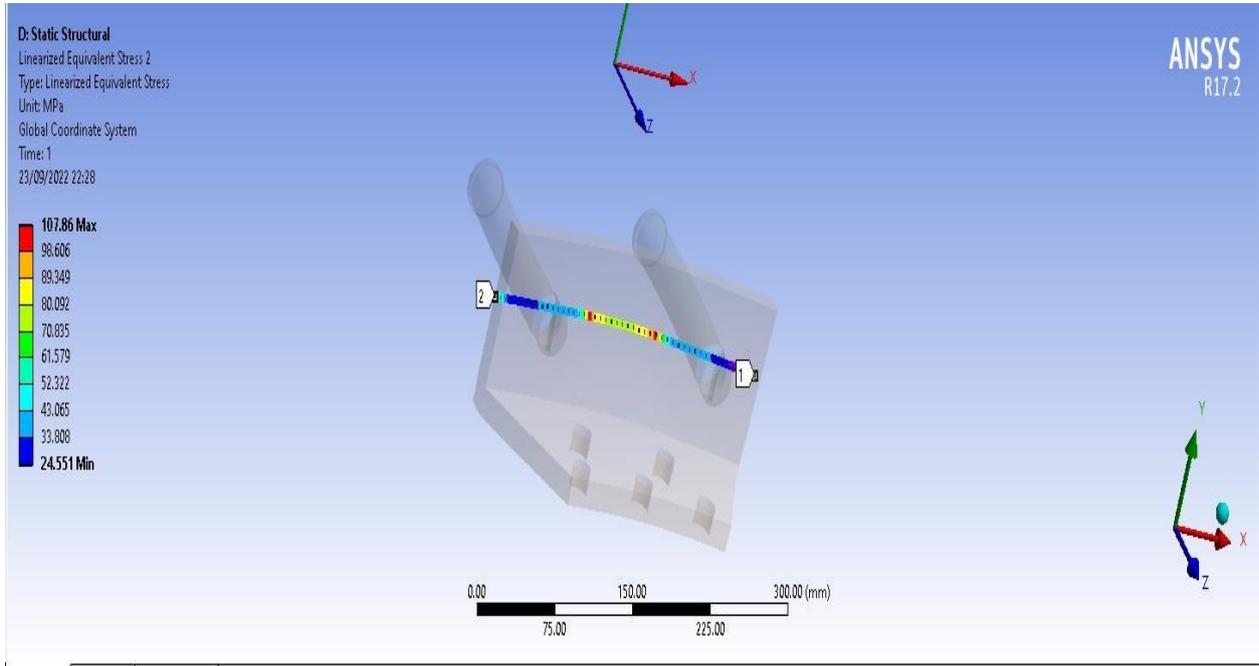


Figure III.6: Variation de contrainte équivalente suivant l'axe.

CHAPITRE III : Application par ANSYS et Résultats

Variation de contrainte équivalente suivant l'axe de maillon comme monte la courbe contrainte max 107,86MPa et contrainte min24, 676MPa

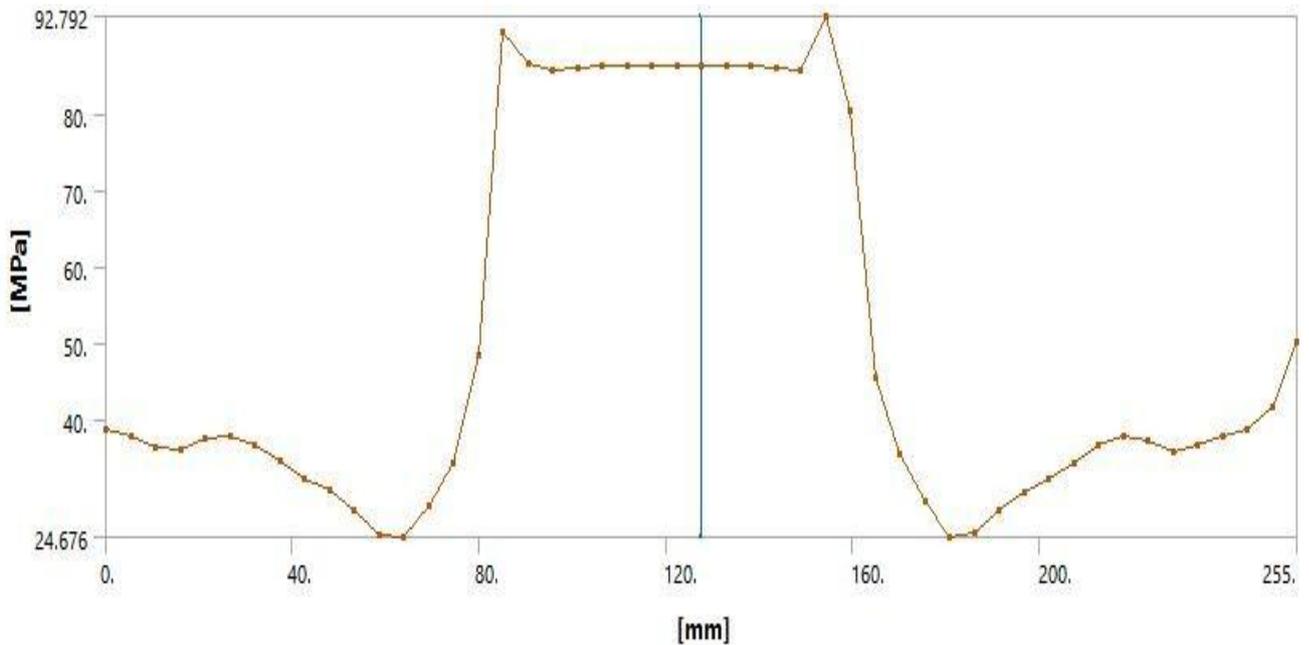
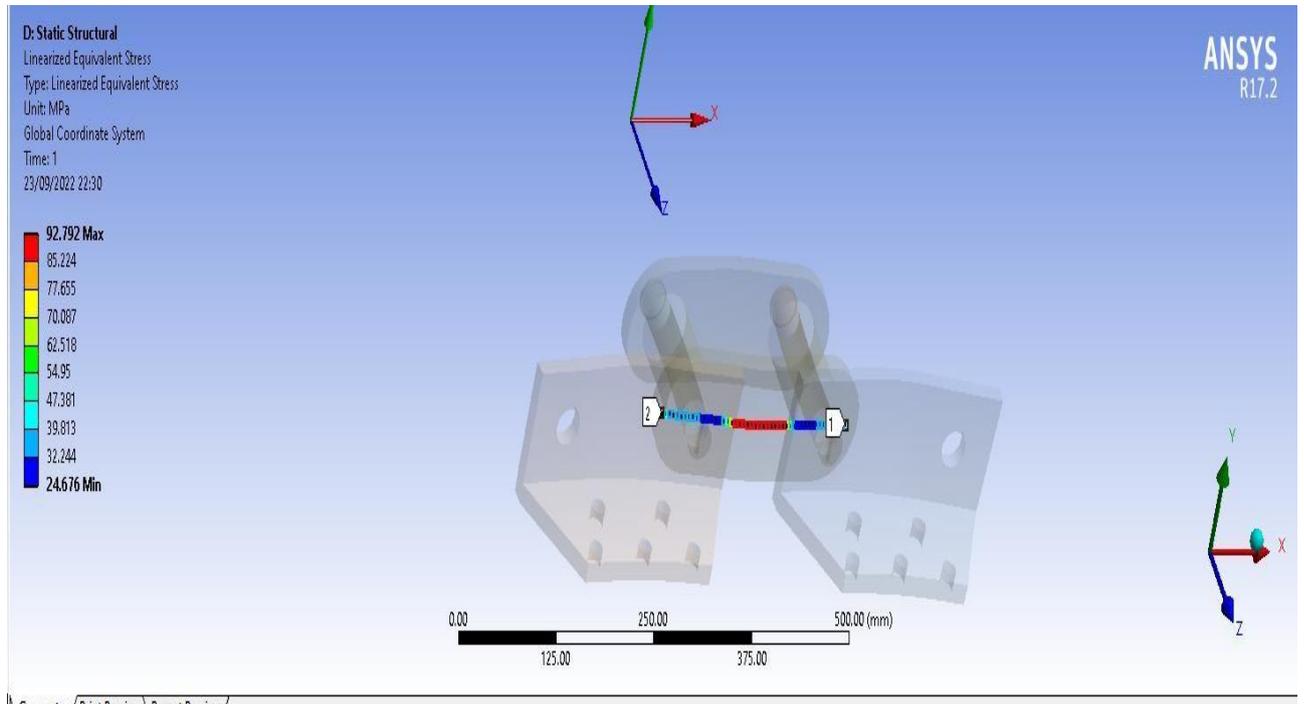


Figure III.7 : Variation de contrainte équivalente suivant l'axe.

CHAPITRE III : Application par ANSYS et Résultats

Variation contrainte équivalente suivant l'axe Comme montre la courbe contrainte max 92,792MPa et contrainte min 24,676MPa.

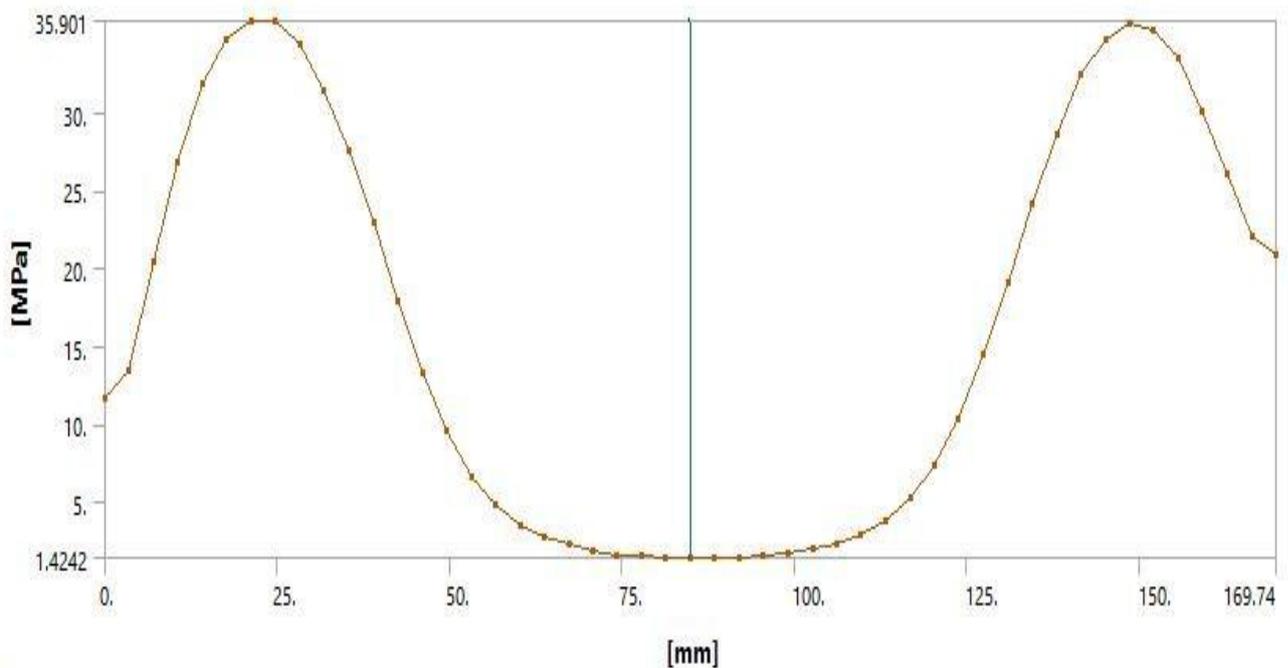
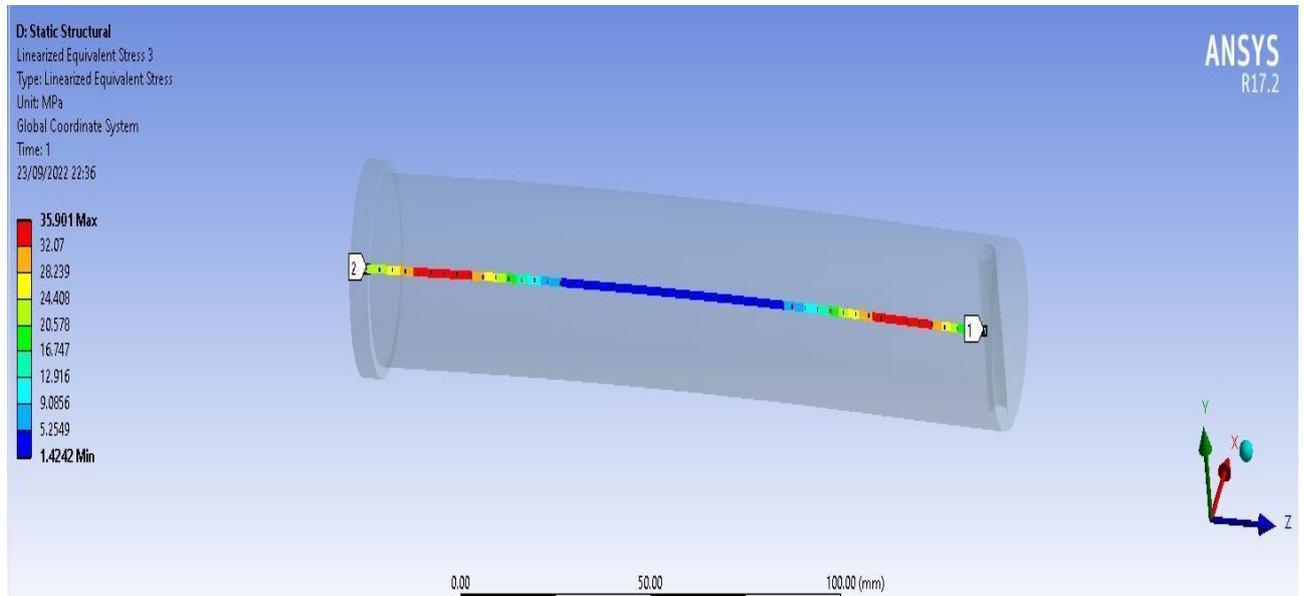


Figure III.8 : Variation de contrainte équivalente suivant l'axe.

Variation de contrainte équivalente suivant l'axe ; comme la courbe contrainte max 35,901MPa et contrainte min 1,4242MPa.

Conclusion:

Interprétation : la simulation numérique par ANSYS donne a les résultats des contrainte sont strictement inférieure à la contrainte admissible.

Parce que la force de traction applique sur la chaine inférieure la force de traction admissible et la variation de contrainte de chaque morceau de la chaine en fonction des faiblesses et la fatigue.

Conclusion générale

IV. Conclusion générale

Ce travail sera finalisé par une conclusion générale, alors dans mon étude mon choix s'est porté sur les élévateurs à godets, après une recherche Complète, tous les aspects techniques, pour acquérir une connaissance suffisante sur l'étude d'élévateur à godet comme l'un des plus anciens moyens qui assurent le déplacement vers un point en hauteur des matériaux en vrac (minerais, produits d'extraction, alimentaire...), aussi que les types l'élévateurs notamment le Principe de fonctionnement, ses différents utilisation et leurs composante, ainsi que la maintenance d'élévateur et l'application par système ANSYS et ses résultats.

Le stage pratique que j'ai effectué en alternance à la SCMI pendant. M'a permis de mettre à l'épreuve toutes les connaissances acquises durant le cycle de formation, pour élaborer ce mémoire. Toutefois, j'espère que ce modeste mémoire puisse être utile au personnel concerné par « les élévateurs à godets », De même il constituera un fond documentaire pour les personnes qui seront intéressées à faire une étude technique plus approfondie sur cet équipement.

V. Références Bibliographiques

- [1]:Documentation aumund .mémoire de fin d'étude thème [ETUDE TECHNOLOGIQUE DE LELEVATEUR T16] promotrice-Mm BLKSIR. Présente par-NIRAK NOURDDINE et ZERROUK ZAKARIA, 2012.
- [2]:Documentation Rex Nord. mémoire de fin d'étude thème [ETUDE TECHNOLOGIQUE DE LELEVATEUR T16] promotrice-Mm BLKSIR. Présente par-NIRAK NOURDDINE et ZERROUK ZAKARIA, 2012.
- [3]:L'historique de l'intervention GMAO mémoire de fin d'étude thème [ETUDE TECHNOLOGIQUE DE LELEVATEUR T16] promotrice-Mm BLKSIR. Présente par-NIRAK NOURDDINE et ZERROUK ZAKARIA, 2012.
- [4]:Swapnil P. Deokar, Prof. Ashish Lagad, Prof. S.S Kelkar, —FEA and Optimization of Elevator Bucket| International Engineering Research Journal Page No 975-980, 2015.
- [5]:Kulkarni Digambar Rangnathrao, Prof Swami M.C, Mr. Shinde, —Experimental Analysis of Bucket Elevator Chain Breakdown|, International Research Journal of Engineering and Technology Volume: 05 Issue: 05 .2018
- [6]:F. J. C. Rademacher, —Non-Spill Discharge Characteristics of Bucket Elevators|, Powder Technology, Volume 22, Issue 10, 2014
- [7]:N. Yashaswini, Raju. B and A. Purushottham, —Design and optimization of bucket elevator through finite element analysis|, International Journal of Mechanical Engineering Volume 2, Issue 9, 2014
- [8]:Z.A. de la Ballastière – 55150 DAMVILLERS • FRANCE © 2020 SERVA
- [9]:Hemlata H. Mulik, Bhaskar D. Gaikwad,|Design of Sugar Bucket Elevator and Roller Conveyor Chain for 20 Tonnes per Hour Capacity|, International Journal of Engineering Trends and Technology, Volume 20 Number- I, 2015
- [10]:OUINAS Djamel-Calculs par éléments finis initiation au Logiciel ANSYS-, 2008

