



Département Génie Mécanique.

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme de Licence Sciences et Techniques :

Spécialité : Conception & Analyse Mécanique.

Effectuée en sein :

“Lafarge Meknès “

« Manutention palette sacs ciment »

● Réalisé par :

- SAYEF Ghizlane.
- ABIZA Youssef.

● Encadré par :

- ☞ Mr : TOUACHE Abdelhamid.(F.S.T.F)
- ☞ Mr : E. Zaiter.(LAFARGE MEKNES)

● Le jury :

- ☞ Mr : A.Touache. (F.S.T.F)
- ☞ Mr : B.Ragi .(F.S.T.F)

Année universitaire : 2010/2011

Sommaire :

Table des matières :

Remerciement :	4
Introduction :	5
<i>Partie 1 : Présentation de la société Lafarge</i>	6
I. Historique	7
1. Lafarge en quelque date	7
2. Lafarge au Maroc :	8
3. Lafarge usine Meknès :	8
II. Organigramme	10
<i>Partie 2 : Processus de fabrication Du Ciment</i>	11
I. Carrière et le concassage :	12
1. Carrière CADEM :	12
2. Carrière Zone4 :	13
II. Préparation du cru :	13
1. L'échantillonnage :	13
2. La pré-homogénéisation :	13
3. Le broyage de cru :	14
4. L'homogénéisation :	14
III. Cuisson de la farine :	15
1. La tour de préchauffage :	15
2. Le four rotatif :	15
3. Le refroidissement :	16
IV. Le broyage du clinker:	16
1. Broyeur à boulets :	16
2. Séparateur :	17
V. L'ensachage :	18
<i>Partie 3 : L'étude du projet</i>	19

I.	Description de bureau d'étude :.....	20
II.	Présentation du problème :	20
III.	Description générale du projet :.....	21
	1 .description du projet :.....	21
	2. Conception générale :	23
IV.	Etude du projet :.....	24
	1. Analyse cinématique de l'élévateur :.....	24
	2. Montage des éléments de guidage de monte charge :.....	25
	3. L'Etude par éléments finis :.....	30
	<i>Partie 4</i> : La sécurité	37
	Conclusion générale :	40
	ANNEXE: Analyse éléments finis par CATIA.....	41
	Bibliographie :.....	46

Remerciement :

Louange à DIEU TOUT PUISSANT de nous avoir accordé la force d'accomplir cet humble travail.

Au terme de ce travail, qu'il nous soit permis d'exprimer nos profonds remerciements à Mr. **ELJAWHARI**, Directeur de Lafarge-ciments de Meknès , ainsi qu'à notre encadrant Mr. **Zaiter** à qui nous exprimons notre profonde gratitude pour son encadrement exemplaire et l'intérêt qu'il a porté à notre travail durant toute la période du stage.

Nous remercions également tous les agents travaillant au bureau d'étude qui nous ont beaucoup aidé et pour nous avoir fait partager leurs connaissances, leurs expériences et leurs savoir-faire.

D'une façon plus générale, nous remercions l'ensemble de Lafarge pour l'intérêt qu'ils nous ont porté tout au long de notre stage ainsi que leur aide et précisions.

Nos remerciements s'adressent également à tous les enseignants de la faculté de science et technique de Fès.

Que toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail trouve ici l'expression de notre gratitude.

Introduction :

L'industrie cimentière est l'une des activités industrielles les mieux structurées et les mieux réparties sur le territoire national.

Le marché national est réparti entre les différents acteurs, avec une prédominance de **LAFARGE** dans le nord-ouest, **Ciment du Maroc** dans le sud et **Holcim** dans le Nord-est.

Lafarge Ciments est le premier cimentier marocain avec une capacité globale de production de 5.4 millions de tonnes par an et une part de marché de 40.8% en 2005.

Lafarge Ciments est positionnée sur des marchés à fort potentiel de croissance (Bouskoura, Meknès, Tanger, Tétouan).

Le présent rapport qui est le fruit de deux mois de stage à LAFARGE ciment de Meknès comporte quatre parties :

La première partie est réservée à la présentation du secteur cimentier marocain et une deuxième partie comporte les différentes étapes de production du ciment tant que la troisième partie présente l'étude de notre projet « manutention palette sacs ciments » qui comporte comme points important :

- Analyse cinématique de manutention.
- Etude du système de guidage.
- Modalisation des efforts soumis sur la tôle.

Et à la fin une quatrième partie réservée pour la sécurité de cette installation.

Partie 1 :

Présentation de la société Lafarge

I. Historique :

Leader des matériaux de construction au Maroc, Lafarge est présent à travers quatre activités: Ciment, Granulats & Béton, Plâtre et Chaux.

Lafarge Maroc est une société détenue à 50% par Lafarge en partenariat avec SNI (Société Nationale d'Investissement), premier groupe industriel privé au Maroc. Lafarge compte environ 1 040 collaborateurs au Maroc.

1. Lafarge en quelque date :

1930 : Lafarge s'implante au Maroc avec ouverture de la 1ère cimenterie du pays à Casablanca.

1950 : Création de la Société des Ciments Artificiels de Meknès

1953 : Démarrage de la cimenterie, à Meknès

1992-1994 : Déploiement de l'activité :

-2 cimenteries dans le Nord (Tétouan et Tanger)

-1 usine de plâtre à Safi

-9 centrales à béton

1995 : Signature d'une convention de partenariat avec SNI/ONA.

1997 : Construction d'une nouvelle ligne de production de ciment à Bouskoura.

1998 : Acquisition de Gravel Maroc 2003 Un nouvel atelier de dalles de plâtre au Maroc.

2004 : Début de la construction d'une nouvelle ligne de production à Bouskoura (900 000 T)

Inauguration de l'usine de Tétouan (1 Mt).

2005 : Inauguration du parc éolien de la cimenterie de Tétouan.

2006 : Inauguration d'une nouvelle ligne de production de plâtre à L'usine de Safi

Inauguration de la deuxième ligne de production à Bouskoura.

2. Lafarge au Maroc :

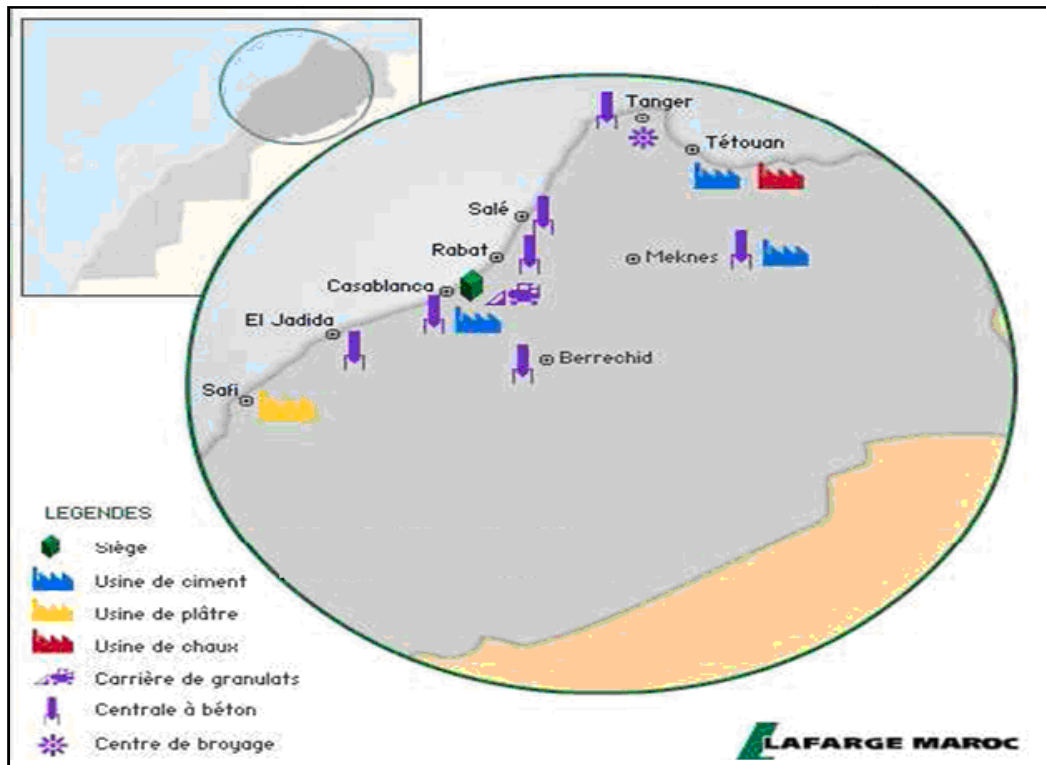


Figure 1 : plantation de Lafarge au Maroc

Ciment : 3 cimenteries (Bouskoura, Meknès, Tétouan) et une station de broyage (Tanger) d'une capacité annuelle totale de production de 5,4 MT.

Plâtre : Usine de plâtre de construction et de plâtre industriel, de carreaux de plâtre et de dalles pour plafond à Safi, d'une capacité de production de 200 000 tonnes / an.

Béton : 7 centrales à béton pour une capacité de 1 100 000 m³.

Granulats : Une usine à Berrechid d'une capacité de production de 360 000 m³ conçue pour assurer l'approvisionnement du dispositif bétonnier.

Chaux industrielle : Installée sur l'ancien site de Tétouan, d'une capacité de 80 000 t / an.

3. Lafarge usine Meknès :

Située au nord-est de la ville, LAFARGE-CIMENT de Meknès qui avait comme nom: CADEM (ciment artificiel de Meknès), assure la bonne continuité et le leadership de tout LAFARGE MAROC Grâce à son potentiel et à son dynamisme, en réalisant des ventes représentant environ 30% des ventes de Lafarge Maroc et 11.78 % du marché national.

➤ Code usine : **MKS**.

- Capital social : 476 430 500 DH.
- Capacité de production : 1 250 000 tonnes/an.
- Chiffre d'affaires en 99 : 577 363 704.00 DH

⌘ Dates et chiffres clés :

1953 : Démarrage du premier four, en voie humide, 400 t/j.

1971 : Extension des capacités avec l'installation d'un nouveau four de 650 t/j et augmentation de la capacité broyage ciment à 650.000t

1978 : Nouvelle extension du broyage ciment

1985 : Conversion du four 1 en voie sèche avec installation d'un miniprécalcinateur

1993 : Nouvelle extension avec démarrage d'une seconde ligne de cuisson d'une capacité de 1.200 t/j clinker.

1998 : Modification du précalcinateur du four 1.

2001 : Installation d'un nouveau broyeur ciment portant la capacité de l'usine à 1.750.000 t

2002 : Certification ISO 14001.

⌘ Equipements :

-2 lignes de cuisson en voie sèche avec conduite entièrement automatisée pilotée par un système expert.

-3 broyeurs ciment d'une capacité totale annuelle de 1.750.000 tonnes.

- Laboratoire d'analyse permettant d'assurer une logique de contrôle qualité aux différentes étapes de la fabrication.

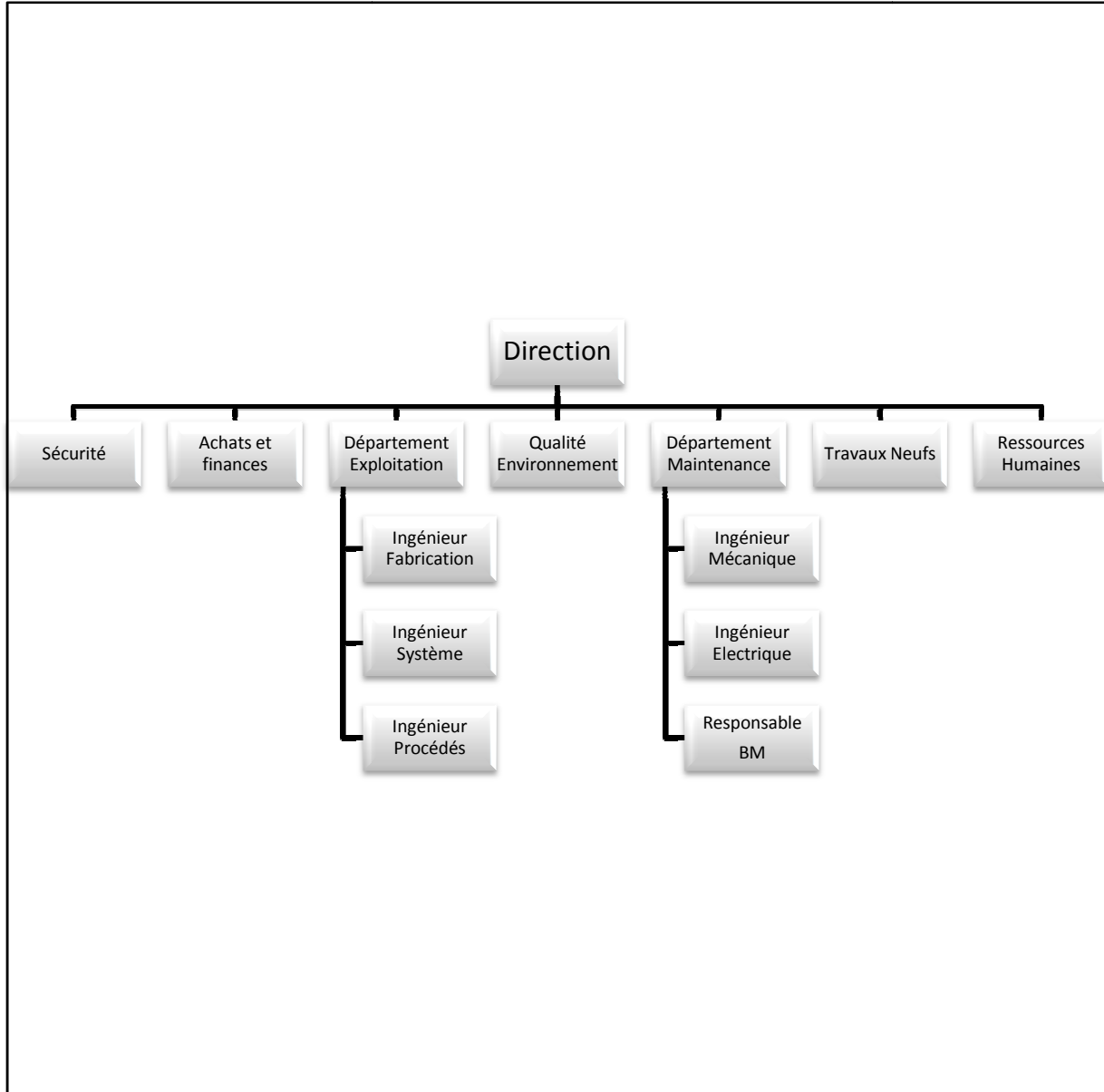
-Stockage ciment : 7 silos d'une capacité totale de 22.000 t.

-Atelier d'expédition sac et vrac.

-Embranchement particulier à la voie ferrée.

II. Organigramme

L'organigramme hiérarchique de LAFARGE Meknès se présente comme suit :



Partie 2 :

Processus de fabrication Du Ciment

Il existe deux lignes de productions du ciment à LAFARGE-CIMENT Usine de Meknès, qui sont presque identiques. Le type de procédé qui est utilisé à l'usine est la voie sèche dont on fabrique un cru en sec (poudre) qui est introduit dans une tour de préchauffage.

De la carrière à l'ensachage la matière première du ciment suit des étapes différentes qui sont des transformations physique et chimique.

Les différentes étapes de fabrications sont les suivants :

- La carrière et le concassage.
- La préparation du cru.
- Cuisson de la farine.
- Le broyage du clinker.
- L'ensachage.

I. Carrière et le concassage :

1. Carrière CADEM :

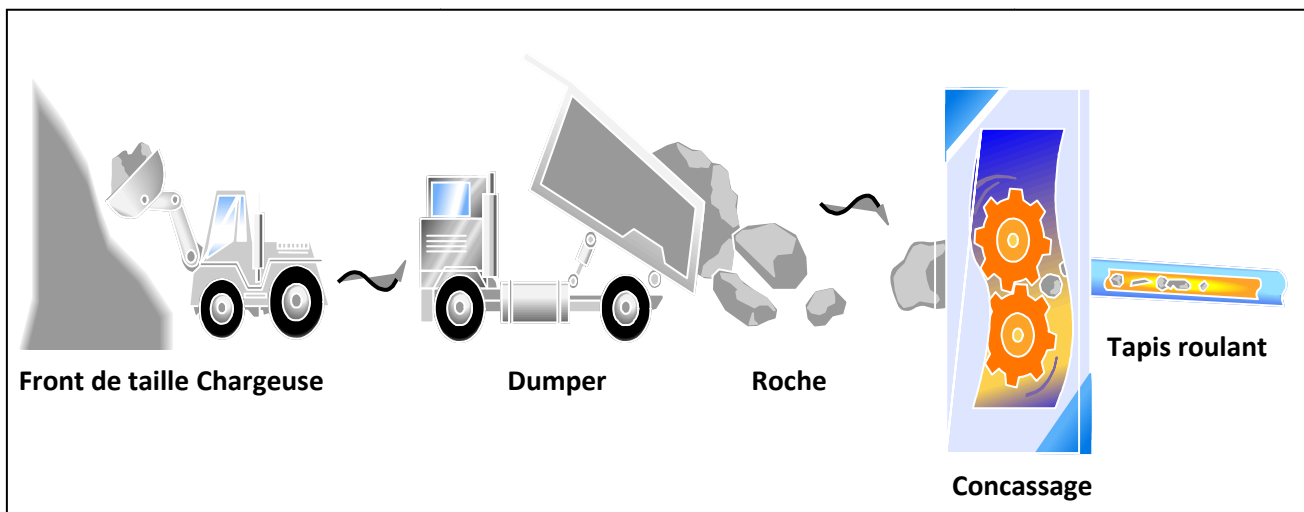


Figure 2 :les étapes du carrière et concassage .

Elle est Située à 1 km de l'usine D'une superficie de 50 ha. Les réserves actuelles de calcaire sont estimées à 4 000000 tonnes. Cette carrière est équipée d'un concasseur à marteaux FCB, assurant un débit de 500t/h. Actuellement ce concasseur est utilisé pour le concassage du calcaire d'addition, du gypse et peut alimenter les deux pré-homogénéisations.

2. Carrière Zone4 :

Elle est Située à 5 Km de l'usine, d'une superficie de 100 ha. Son exploitation a débuté en 1978, les réserves actuelles de calcaire sont estimées à 9 000000 tonnes où la matière première représente une réserve de 20 ans au rythme actuel de production. L'exploitation de la carrière zone 4 se fait par abattage à l'explosif. Cette carrière est équipée d'un concasseur HAZEMAG, assurant un débit de 900t/h, ceci est acheminé jusqu'à l'usine par un transporteur de longueur de 5km (curvoduc).

II. Préparation du cru :

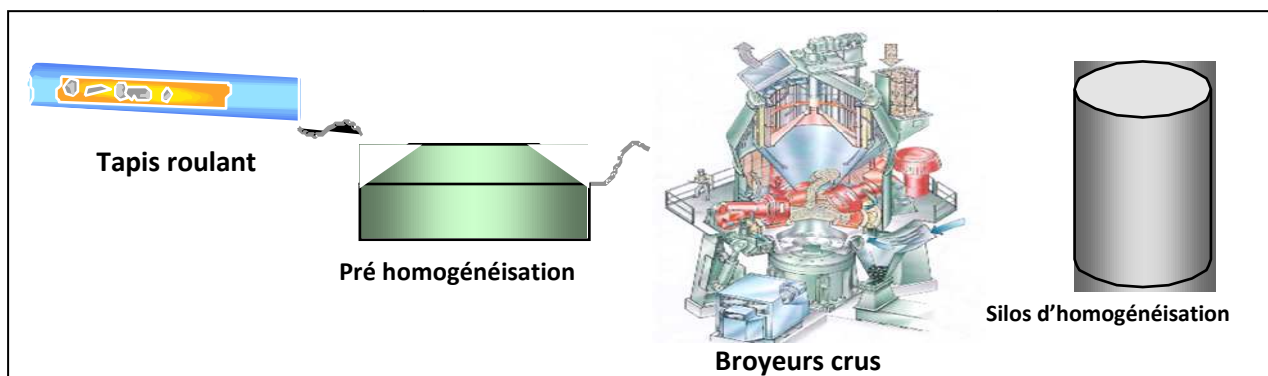


Figure 3 :les étapes du préparation du cru .

1. L'échantillonnage :

Un système d'échantillonnage permet, après analyse au laboratoire, d'ajuster la composition chimique de la matière envoyée dans l'un des deux halls de pré-homogénéisation avant de stocker la matière première en origine de la carrière, il faut vérifier que cette matière correspond aux objectifs visés, déterminant la qualité du produit fini.

2. La pré-homogénéisation :

La pré-homogénéisation vise à assurer un cru aux caractéristiques constantes, garantie de qualité pour les produits finis. La pré-homogénéisation (prononcée souvent pré-homo) constitue un mode de stockage qui permet de construire un tas de matière pré-dosé à partir des différentes matières concassées. Son objectif principal est d'avoir un stock aussi régulier que possible à la reprise. L'usine dispose de deux pré-homos polaires à chevrons, de capacité 2*18 000 tonnes chacun. Dans ce cas, le jeteur déverse la matière à l'aplomb de la génératrice supérieure du tas et effectue des allers et retours successifs. Par suite, les couches du tas ont la forme d'une surface de prisme et 's'encastrent ' les unes sur les

autres selon le schéma de la **figure**. Une fois qu'il ne reste du tas que 7000 tonnes, on arrive à ce qu'on appelle un tas mort et on donne le feu vert pour constituer le deuxième tas.

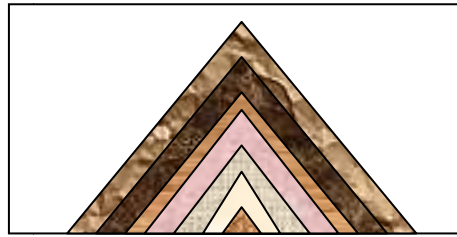


Figure 4 : Coupe transversale

D'un tas de pré-homo à chevrons

3. Le broyage de cru :

Le cru est alors réduit en poudre (farine) dans deux broyeurs verticaux. Avant le broyage de la matière, on procède souvent à des ajouts en constituants secondaires (schiste, minerai de fer, calcaire de correction...) à travers des trémies d'entrée broyeur. La matière et les ajouts passent ensuite dans un atelier broyage dont l'objectif est d'atteindre la finesse souhaitée (de l'ordre de 10 à 13 % de rejets à 100 µm) appelée farine ou cru sortie broyeur.

L'usine de Meknès dispose de deux broyeurs crus verticaux à trois galets. La capacité nominale de broyage est de 2 * 120 t/h. Au cours du broyage, le cru est séché à une humidité de 0,6%, par les gaz chauds en provenance de la tour de préchauffage.

4. L'homogénéisation :

L'homogénéisation a pour objet de réaliser un mélange final de la farine pour gommer les dernières dérives chimiques encore présentes. Deux tours d'homogénéisation assurent le mélange et le stockage de la farine avant cuisson. La farine est acheminée au silo d'homogénéisation par des aéroglistes. Le silo de la ligne 1 a une capacité de 8000 tonnes, alors que celle de la ligne 2 est de 7000 tonnes.

Les deux silos sont de types IBAU, à fond conique de sommet dirigé vers le haut. Ce type de silo assure à la fois le stockage et l'homogénéisation de la farine. L'extraction de la farine se fait de trois points, et ce d'une manière cyclique.

III. Cuisson de la farine :

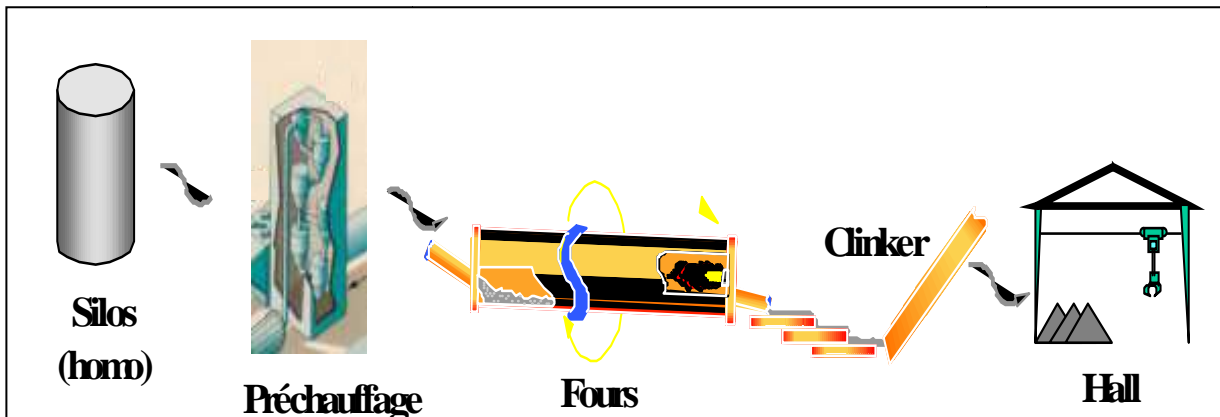


Figure 5:les étapes du cuisson .

1. La tour de préchauffage :

La cuisson du cru est l'opération fondamentale de la préparation du ciment. Elle est effectuée dans deux fours rotatifs munis de deux préchauffeurs à 4 étages de cyclones et d'un pré-calciateur (pour la tour 1), qui assure 70% de la décarbonatation de la matière. A la sortie du silo d'homogénéisation, la farine est introduite en tête d'une tour de préchauffage, dite « EVS ». Elle circule par gravité le long de cinq cyclones à contre courant des gaz d'une température de 800°C. L'évacuation de ces gaz du four est assurée par le ventilateur de tirage.

2. Le four rotatif :

L'usine dispose de deux fours rotatifs légèrement inclinés, dont les caractéristiques sont les suivantes :

Four n°	Longueur	Diamètre	Pente	Capacité	Consommation Calorifique
1	96 m	3.75 m	3°	1800	860
2	64 m	4 m	3°	1200	840

Tableau 1:les caractéristiques du deux fours

Le four 1 était en voie humide, alors il a subi une transformation en voie sèche en 1984. Le combustible actuellement utilisé est le coke de pétrole, son introduction au niveau du four est assurée par une tuyère de type « HI LAFARGE » (tuyère LAFARGE à haute impulsion). La température de la farine atteint les 900 °C à la sortie de la tour, ce qui est une sorte de pré-calcination et une préparation à la cuisson de la farine. La température de la flamme du four est d'environ 2 000 °C. La cuisson revêt une importance primordiale, elle influence décisivement les qualités du produit fini.

3. Le refroidissement :

A la sortie des fours, le clinker est trempé dans deux refroidisseurs à grilles par soufflage d'air ambiant. Le premier est de type : Fuller 2 grilles H, correspondant à la première ligne, alors que le deuxième est de type : Claudius Peters 1 grille H, correspondant à la deuxième ligne. Le clinker se mobilise lentement le long de la grille, soit par translation de celle-ci, soit grâce au mouvement alternatif des plaques de grille.

IV. Le broyage du clinker:

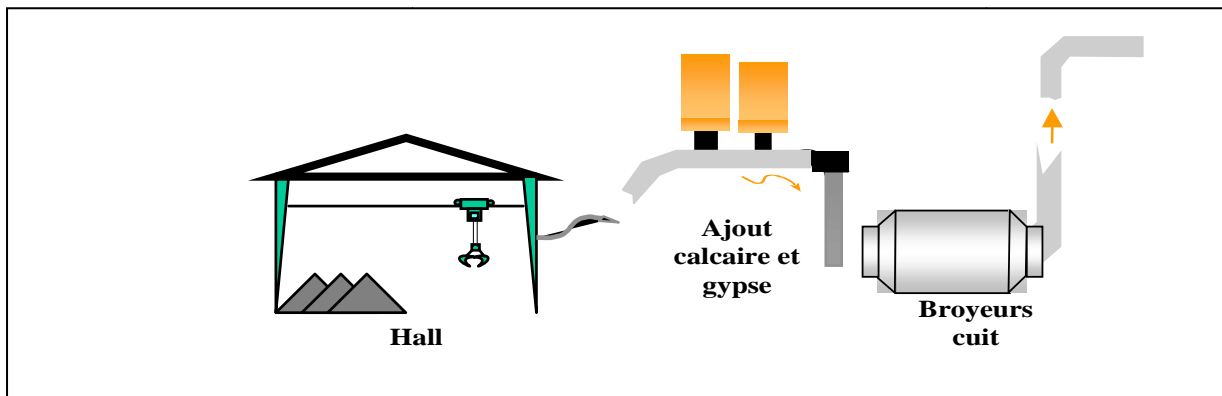


Figure 6 : les étapes du broyage ciment .

1. Broyeur à boulets :

Une fois refroidis, le clinker est stocké dans un hall d'une capacité de 20000 t, équipé de deux ponts roulants.

Le clinker est broyé dans un broyeur à boulet avec des matières d'ajouts, qui sont le calcaire et le gypse qui est un régulateur de prise. Le broyage du clinker est effectué dans un broyeur à boulets qui est constitué de :

- Deux compartiments et une cloison de séparation.
- Blindage (fond d'entrée, blindage 1^{er} compartiment, cloison double, blindage 2^{ème} compartiment et fond de sortie).
- Charge bruyante : ce sont les boulets qui sont de diamètre de 60 à 100mm pour le 1^{er} compartiment et de 15 à 25mm pour le 2^{ème} compartiment.

L'atelier de broyage de l'usine est équipé de 3 broyeurs à boulets nommés BK3, BK4 et BK5, dont les caractéristiques techniques sont les suivantes :

<i>Broyeur Clinker</i>	BK3	BK4	BK5
<i>Marque</i>	PFEIFER	POLYSIUS	POLYSIUS
<i>Année de départ</i>	1969	1961	2001
<i>Longueur (m)</i>	11.25	11.06	12.00
<i>Diamètre nominal (m)</i>	3.4	3.2	4.2
<i>Puissance (KW)</i>	1620	1400	2700
<i>Débit (t/h)</i>	65	50	100

Tableau 2: les caractéristiques du 3 broyeurs à boulets .

2. Séparateur :

Le séparateur joue un rôle important dans le fonctionnement global de l'atelier du broyage ciment, il augmente l'efficacité du broyeur car il optimise la récupération des fines, permet la détermination de la taille maximale des grains dans le ciment et diminue le temps de rétention dans le broyeur.

On distingue deux types de séparateurs :

- Séparateur statique.
- Séparateur dynamique : 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} génération.

V. L'ensachage :

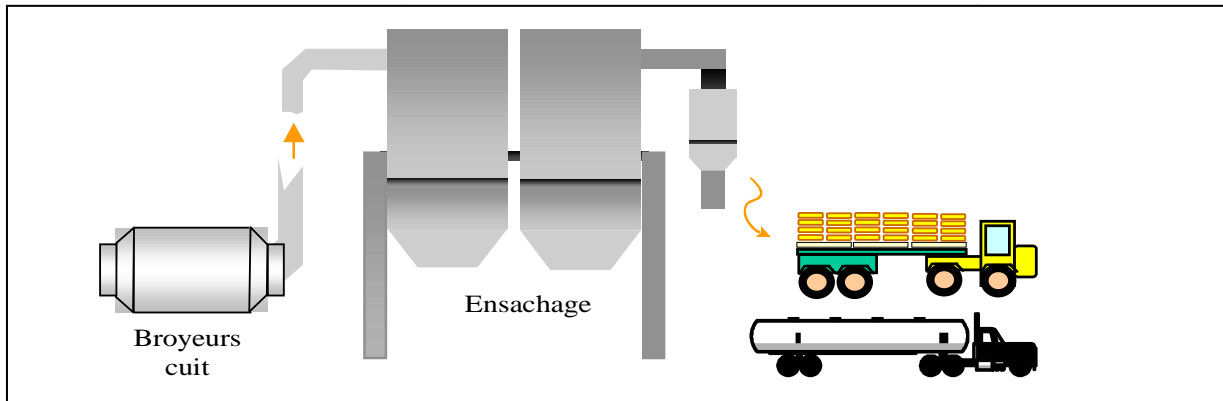


Figure 7 :l'ensachage

A l'aide des pompes pneumatiques de marque FULLER, le ciment ainsi produit est envoyé vers les silos de stockage final dont les capacités de stockage sont les suivantes :

- Deux silos de 4800 t chacun.
- Quatre silos de 1800 t chacun.

L'ensachage du ciment est assuré par deux ensacheuses rotatives « HAVER » à huit becs de débit 80 t/h chacune, et par trois ensacheuses en ligne « BATES » de débit 40 t/h chacune.

LAFARGE usine de Meknès fabrique actuellement 2 types de ciment : Le CPJ 45 et le CPJ 35. C'est la variation des dosages des éléments d'addition et la finesse du broyage qui permettent de définir les différents types de ciment.

La livraison du ciment se fait par camion ou voie ferrée. Le CPJ 45 est livrable soit en vrac soit en sacs et constitue 25 % des ventes. Le CPJ 35 est livré en sacs.

Partie 3 :

L'étude du projet

I. Description de bureau d'étude :

Le bureau d'étude est un service qui s'occupe de tous les projets « travaux neufs dans l'usine » et qui a le rôle de résoudre tous les problèmes techniques, génie civil, bâtiment et en collaboration étroite avec les autres services (mécanique, électrique, etc...) de l'usine par une équipe spécialisés dans plusieurs domaines sous la direction d'un responsable chargé de la réalisation des objectifs suivants:

- ✚ Etude de projet
- ✚ Etude des moyens de bureau (humaine et matériel)
- ✚ Etude administratifs
- ✚ Etude techniques
- ✚ Etude financiers
- ✚ Etude sécurité

Dans le but de réaliser ces objectifs et atteindre des performances considérables.

II. Présentation du problème :

Au niveau de l'ensachage, on a un ascenseur qui transporte les sacs du ciment vide du sol au 1^{ème} étage. Mais le problème que c'est que ce dernier tombe très fréquemment en panne ce qui influence sur les délais de livraison.



Figure 8 : la grue.

Ils ont essayé de le réparer mais sans résultats les pannes restent c'est à cause de:

- Manque des pièces de rechange.
- Risque d'accident.
- Equipement très âgé.
- Souvent les pannes.

III. Description générale du projet :

1 .description du projet :

Le projet a comme titre « manutention palette sacs ciment ». La manutention comprend les opérations de translation et de gerbage afin de charger ou décharger.

- La **translation** est l'action de déplacer horizontalement une charge.
- Le **gerbage** est l'opération qui consiste à élever la charge pour la placer en hauteur.

✂ *Les composantes de la manutention :*

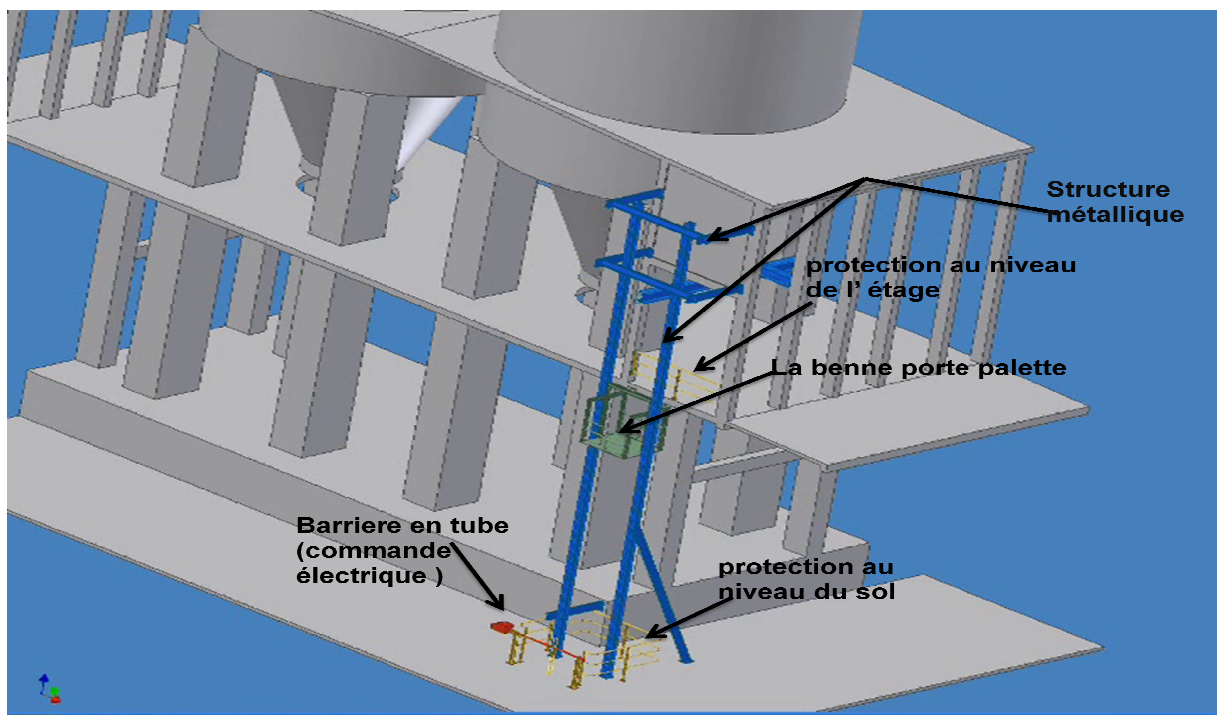


Figure 9 : les composantes du l'élévateur .

- L'ensemble de la structure métallique y compris l'ensemble des guidages vertical et latéral.
 - La benne porte palettes :
 1. structure rigide, solide et légère.
 2. galets de guidage.
 3. acier E24-2.
 4. Poids Max 600kg.
 - L'ensemble des protections :
 1. garde corps fixe au niveau de l'étage (Niv 531,00).
 2. garde corps fixe au niveau du sol permettant la protection de La structure.
 3. barrière en tube à commande motorisée avec support et contrepoids (commande électrique).
 - Bardage avec tôle Nervsco Ep75/100 mm pour la partie haute de la structure.
- Le système de manutention est motorisé par un palan électrique qui est composé de deux moteurs l'un pour le monte de la charge et l'autre pour la translation dans l'étage 1.



Figure 10 : palan électrique.

2. Conception générale :

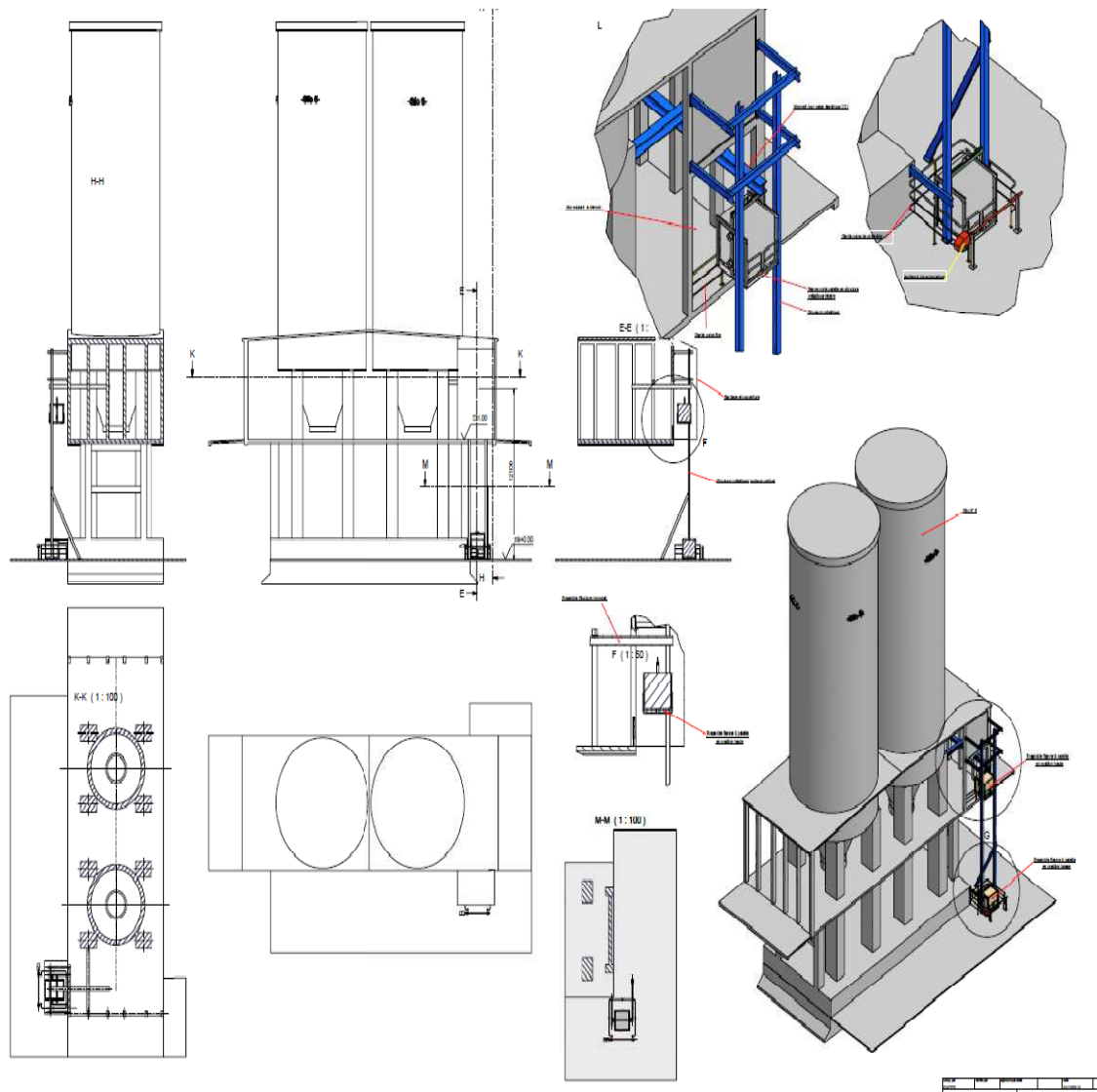


Figure 11 :conception du manutention .

⌘ Poids total du panneau :

- Avec benne vide : 600 Kg.
- Avec benne pleine : 2,5 tonnes.

⌘ Caractéristique de moteur :

• *Vitesse du moteur :*

- Vitesse maximum 8 m/mn.
- Vitesse minimum 0,8m/mn.

• puissance Moteur :

- Puissance maximum : 4,5 KW.
- Puissance minimum : 0,6 KW.

∅ Diamètre extérieur des galets : 77mm ;

∅ Matériau des galets : Acier.

∅ Longueur des rails : 1300mm.

∅ Matériau des rails : Acier.

IV. Etude du projet :

1. Analyse cinématique de l'élévateur :

On se propose de calculer la durée totale d'un cycle du monte du charge. On s'intéresse à la phase 2 du mouvement du panneau,

La loi de commande de vitesse du mouvement de l'élévateur répond à la loi des vitesses suivante :

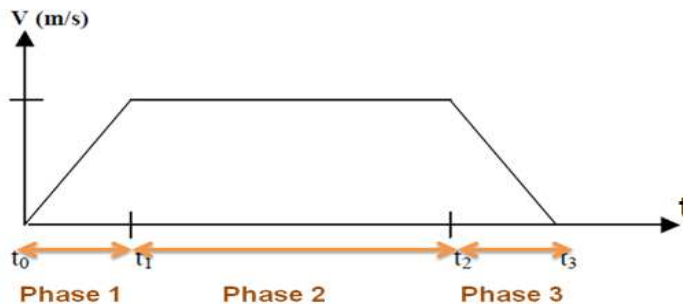


Figure 12 : le profil du vitesse de manutention .

- Distance parcourue à vitesse constante :

$$D = 13 - 3 = 10 \text{ m.}$$

- Vitesse maximal de monte charge :

$$V_{\max} = 8 \text{ m/min}$$

- Durée T_m du cycle de monte de l'élévateur:

$$V = dx / dt = D / T_m$$

$$T_m = D / V = 10 / 0.13 = 77s = 1\text{min } 17 \text{ s}$$

2. Montage des éléments de guidage de monte charge :

Cette partie permettra d'identifier les conditions de montage et de fonctionnement de la liaison glissière entre le bâti et l'élévateur.

a) Analyse fonctionnelle du guidage glissière :

℘ Définition de l'analyse fonctionnelle :

L'analyse fonctionnelle est une des méthodes permettant d'aider un concepteur à analyser le besoin à satisfaire en le séparant des diverses solutions susceptibles d'y répondre pour tendre à l'optimisation du couple besoin – solution.

℘ différentes méthodes de l'Analyse fonctionnelle:

- arbre fonctionnel
- diagramme FAST
- méthode SADT

℘ analyse du besoin :

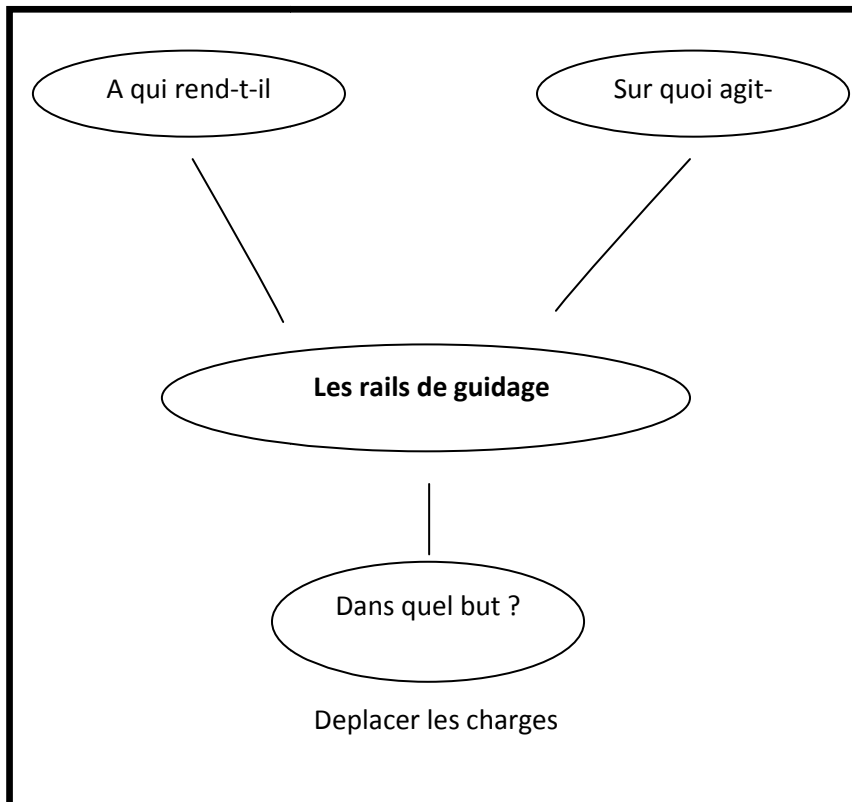


Figure 13 : analyse du besoin .

℘ validation du besoin :

1- Pourquoi ce besoin existe –il ?

But :

Pour déplacer et lever les charges.

Raison :

Parce que l'ascenseur tombe toujours en panne.

2-Qu'est ce qui pourrait le faire disparaître ou le faire évoluer ?

Eviter Les arrêts et les pannes.

⌘ détermination des fonctions principales et des fonctions de contrainte :

Dans le but de lier le guidage avec son environnement qui intervient et qui influence sur son fonctionnement on a pensé à construire un schéma pour optimiser la conception de guidage en s'appuyant sur les fonctions que doit réaliser ce dernier.

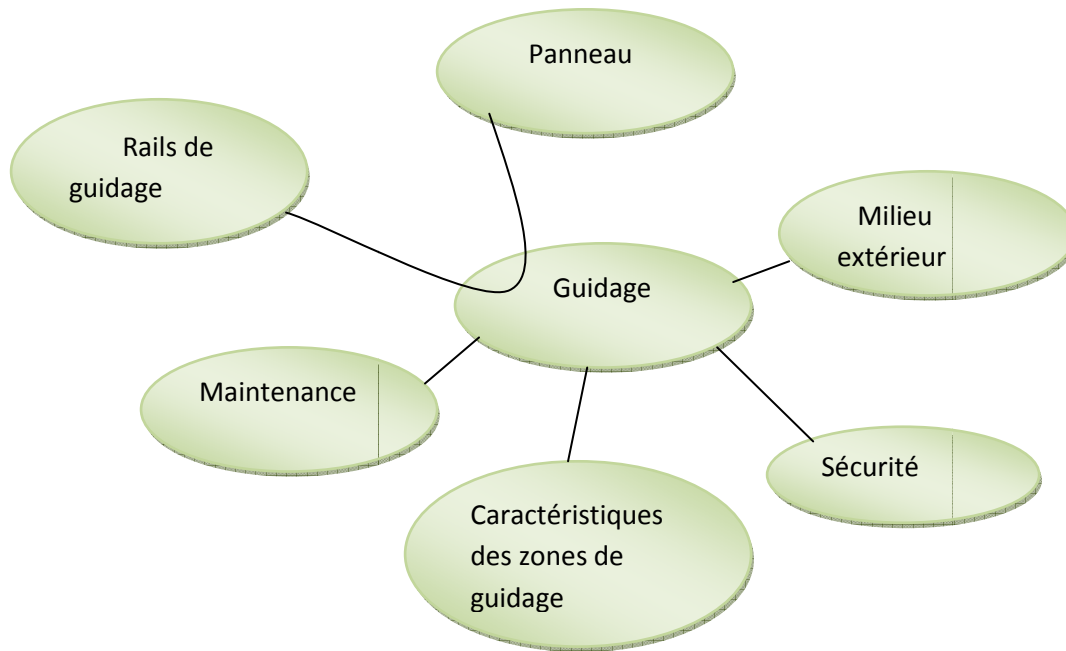


Figure 14 : Diagramme pieuvre.

FP 1: assurer le mouvement glissière dans les deux directions.

FC1 : résister aux agressions du milieu extérieur (corrosion).

FC2 : protéger les personnes et la machine.

FC3 : dimensionner et choisir les matériaux.

FC4 : être accessible pour la maintenance.

b) Analyse et structure de la liaison :

Pour que le mécanisme fonctionne correctement, il faut respecter un certain nombre de conditions. Nous allons nous attacher à découvrir certaines de ces conditions.

Présentation générale du guidage :

Cette schéma présente une vue de droite de la manutention

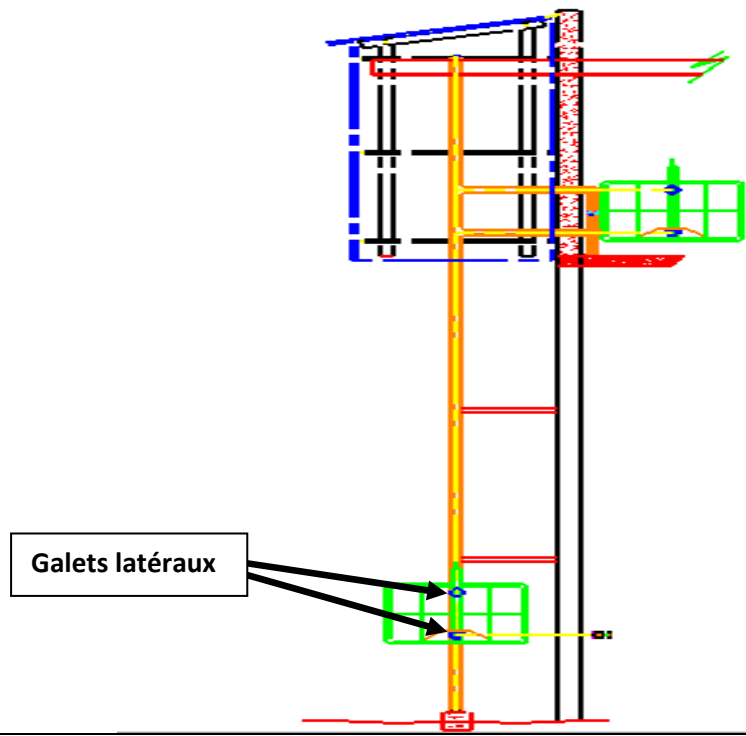
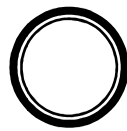
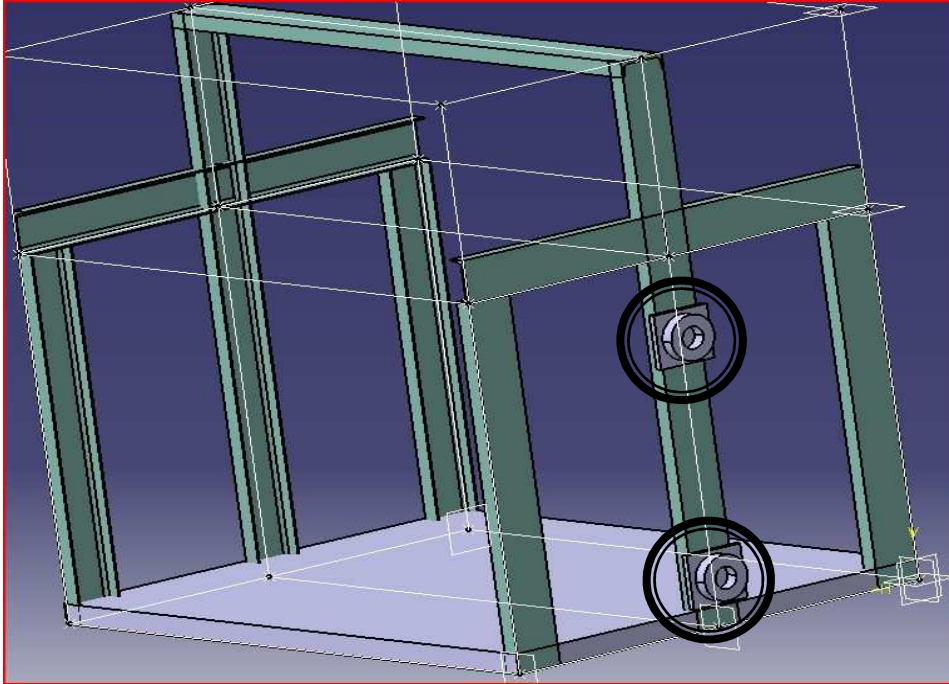


Figure 15 : Présentation de l'ensemble du système.



Figure 16 : Les galets utilisés.



Galets latéraux

Figure 17 : Détail de la liaison glissière .

L'élévateur est guidé par 4 galets latéraux qui roulent avec glissement sur les rails de guidage soudés aux montants de la machine.

⚡ Conditions de fonctionnement:

Les conditions de bon fonctionnement de la liaison glissière sont les suivantes:

- Le galet latéral doit pouvoir rentrer dans le profilé
- Seule, la surface de roulement des galets latéraux doit toucher le bâti.
- Diminuer le jeu radial entre les galets et le profile.
- Diminuer la déviation angulaire, en augmentant le rapport de guidage L/D en pratique

$$2 \leq L/D \leq 5.$$

C'est deux dernières conditions sont fait pour ne pas tomber dans le phénomène d'arc-boutement.

∞ Choix des galets pour une liaison glissière:

Les galets doivent :

- Assurer un guidage précis.
- Réduire les pertes en remplaçant des éléments de glissements en éléments de roulement (galets).
- Assurer des vitesses importantes.
- Un bon rendement mécanique.

3. L'Etude par éléments finis :

Dans le but d'analyser la plaque chargée par des sacs des ciments vides et le palonnier, on a simulée ces deux derniers sous systèmes de la manutention à l'aide des éléments finies en utilisant le logiciel CATIA et plus précisément la bibliothèque « **Analyse et simulation Mécanique** »

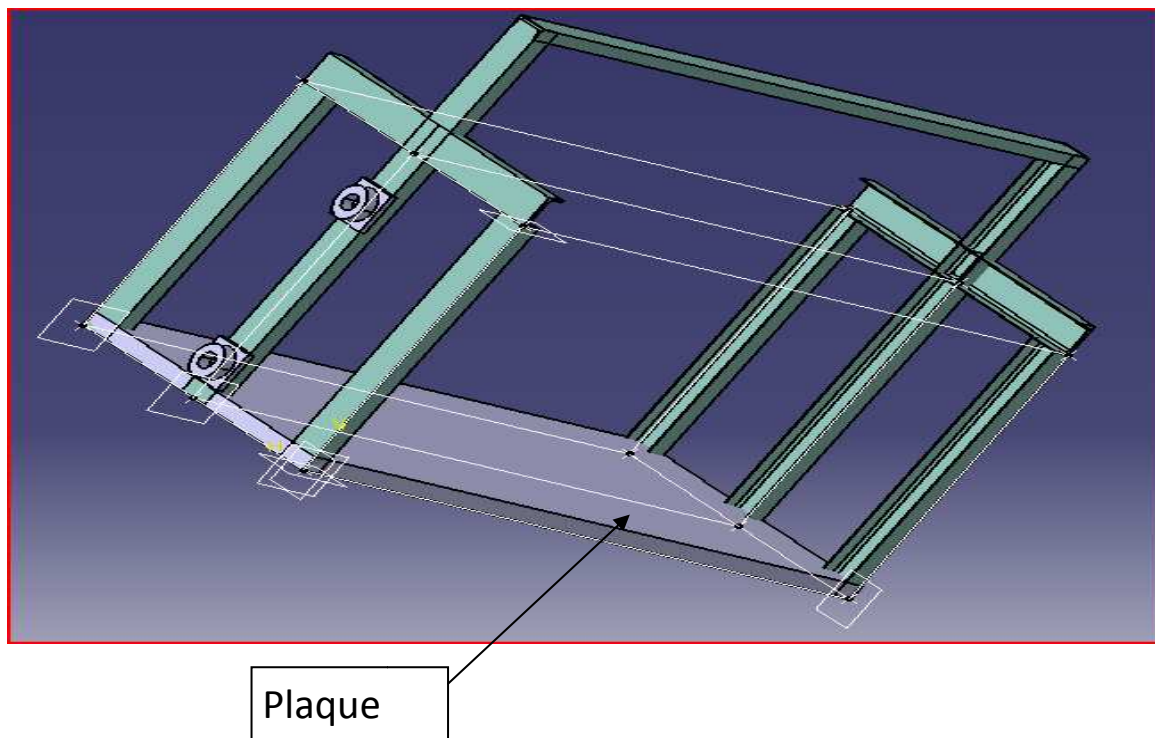


Figure 18 : la benne.

a) Etude de la poutre :

Le modèle géométrique qui sera utilisé pour simuler la poutre est présenté ci-dessous :

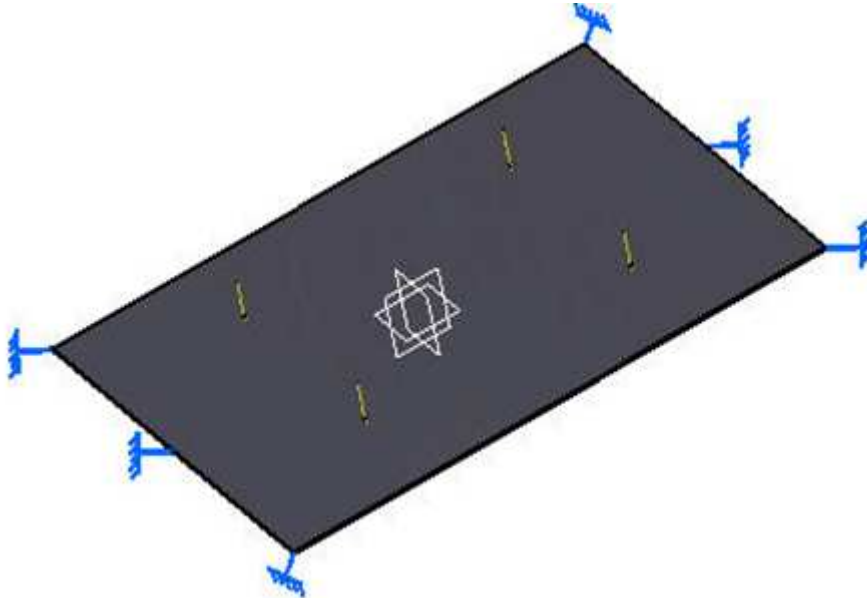


Figure 19 : chargements et conditions aux limites de la plaque.

Caractéristiques géométriques de la tôle:

- La longueur : 1500mm.
- Largeur : 2000mm.
- Epaisseur : 7mm.

Propriétés du matériau :

- Tous les éléments auront les propriétés de l'acier.

Les forces appliquées sur la tôle :

- Force distribuée sur toute la surface de la poutre : 19000.
- Poids de la tôle : 600kg >>> une force distribuée de : 6000N

Comme illustré ci-dessous, le Modèle Élément Fini contient un Cas d'analyse statique contenant des Fixations et Chargements distribués.

(Vous pouvez trouver les démarches de l'analyse en détail dans l'annexe)

Résultats numériques:

- Déplacement :

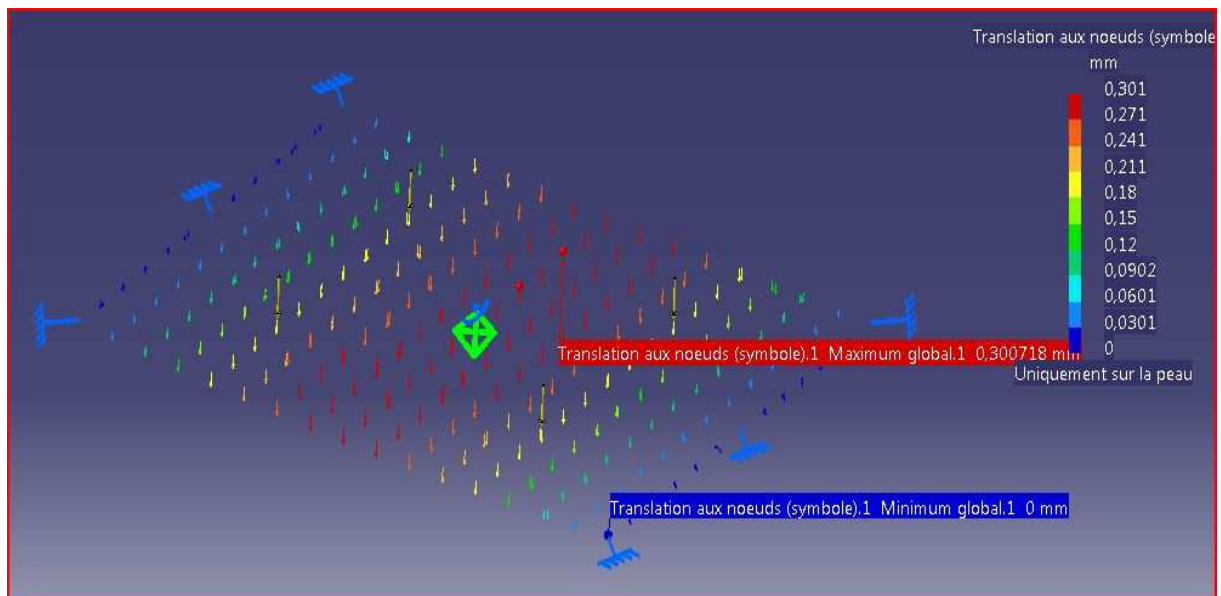
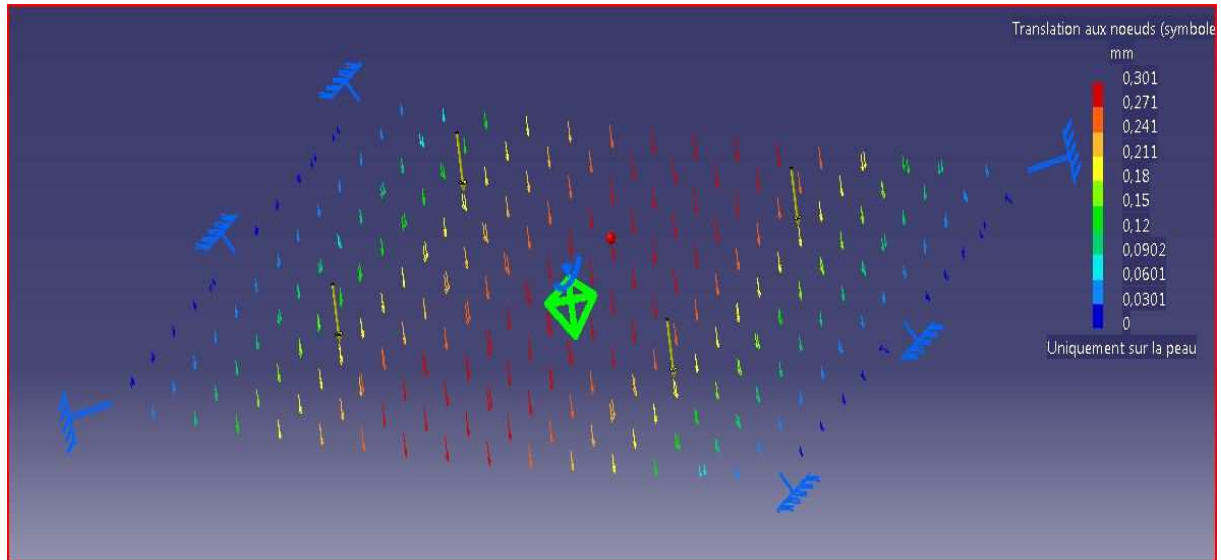


Figure 20 : le déplacement de la plaque chargée.

- ☞ Le déplacement maximal est au centre de la tôle $D_{max} = 0,3\text{mm}$.
- ☞ Le déplacement minimal est aux frontières de la tôle dans les zones de l'encastrement.
- ☞ Le déplacement maximal est $0,3\text{mm}$ est négligeable devant les longueurs et la largeur du tôle $2\text{m}/1,5\text{m}$.

- Critères de Von mises :

Pour analyser les états de contraintes dans les matériaux par rapport à la limite élastique, on utilise souvent les contraintes de Von Mises .C'est une sorte de contrainte moyenne que l'on utilise souvent pour comparer aux limites élastiques des matériaux.

Dans le cas de cette application, les déformations sous pression doivent rester dans le domaine élastique pour éviter des déformations plastiques.

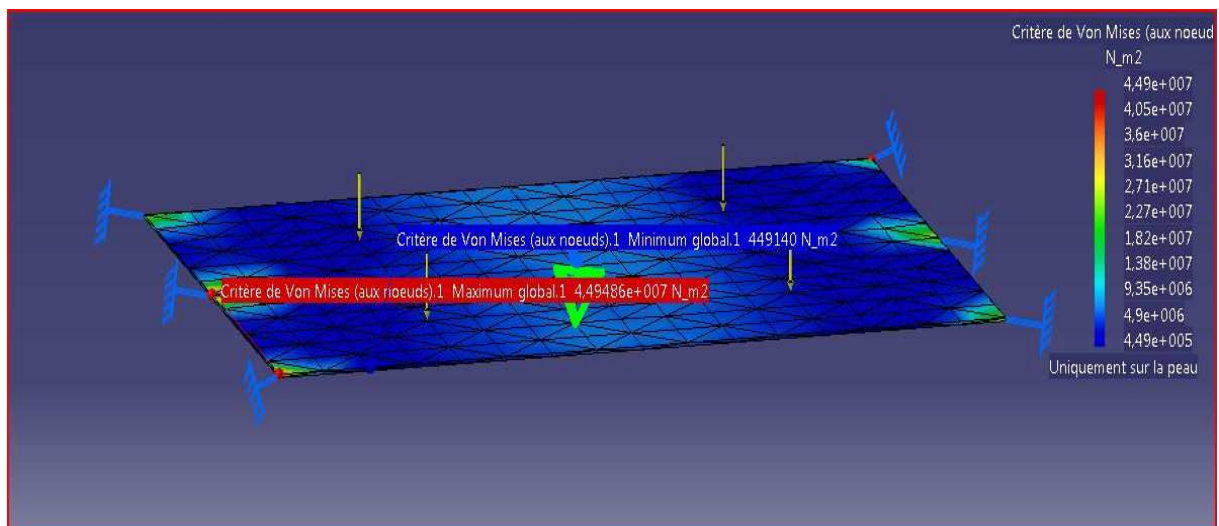
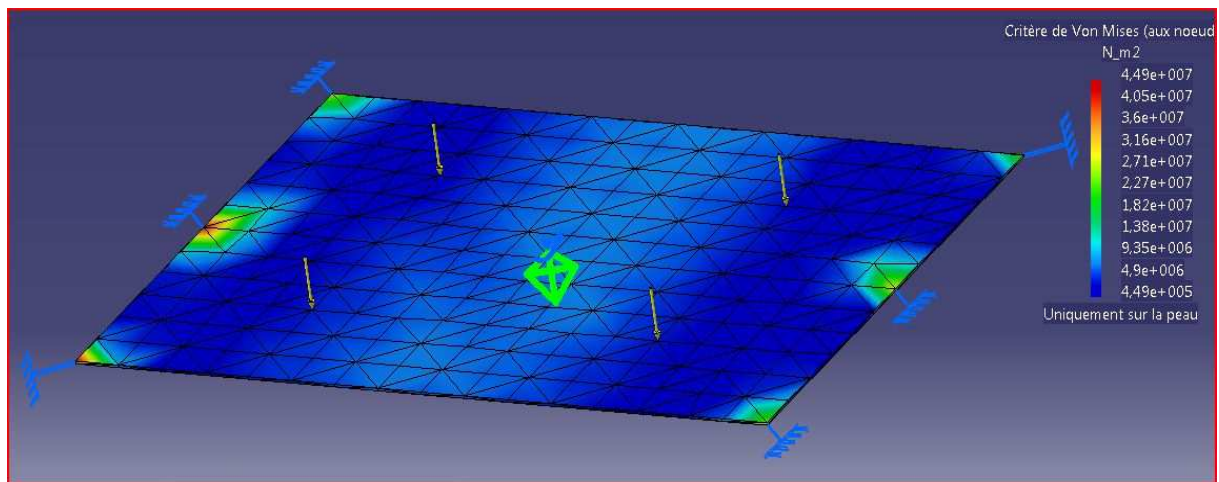


Figure 21 : la contrainte du plaque chargée.

- ☞ La contrainte maximale de la tôle est très négligeable devant la contrainte maximale de l'acier E24 (S 235).
- ☞ $\sigma_{max} = 44,9\text{MPa} \ll \sigma_{acier} = 235\text{MPa}$.

- Déformation :

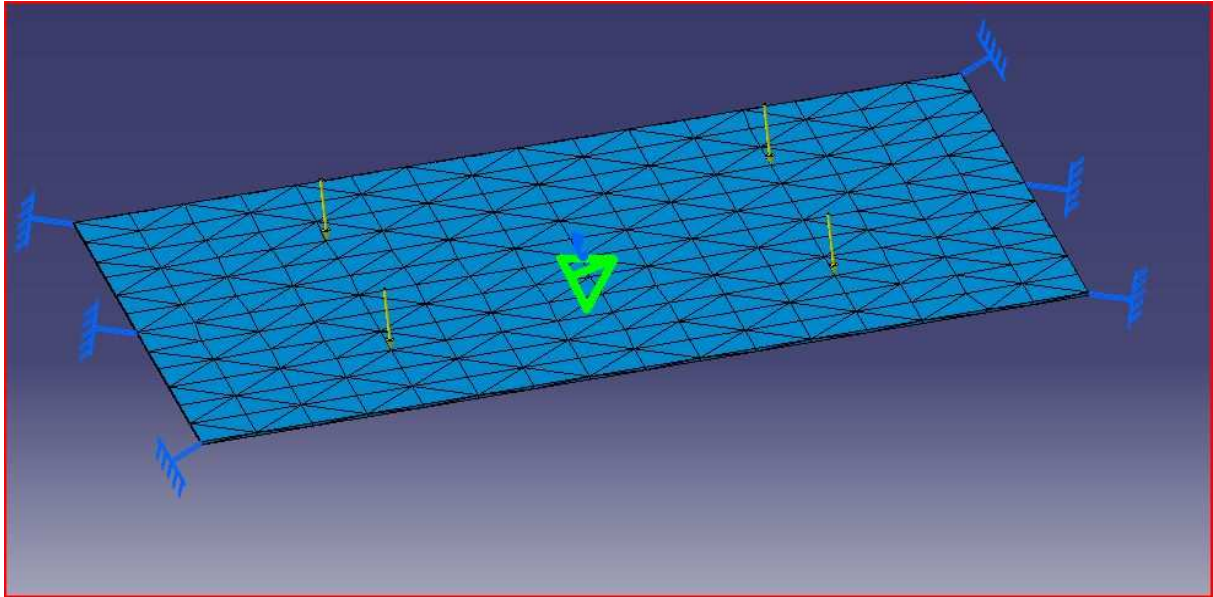


Figure 22 : la déformation du plaque chargée.

- ☞ La déformation maximale est sur les zones d'encastrement.

Analyse du résultat :

D'après ces résultats numériques il apparait bien que les zones critiques sont près de l'encastrement à fibres supérieures et inférieures. C'est pourquoi il faut :

- ☞ Renforcer la liaison poutre sommier en choisissant le type de soudure convenable dans ce cas.
- ☞ Pour rendre la tôle plus résistant on peut ajouter deux profilés croisés pour démunie la flèche et même la contrainte.

b) Etude palonnier :

Le modèle géométrique qui sera utilisé pour simuler la poutre est présenté ci-dessous :

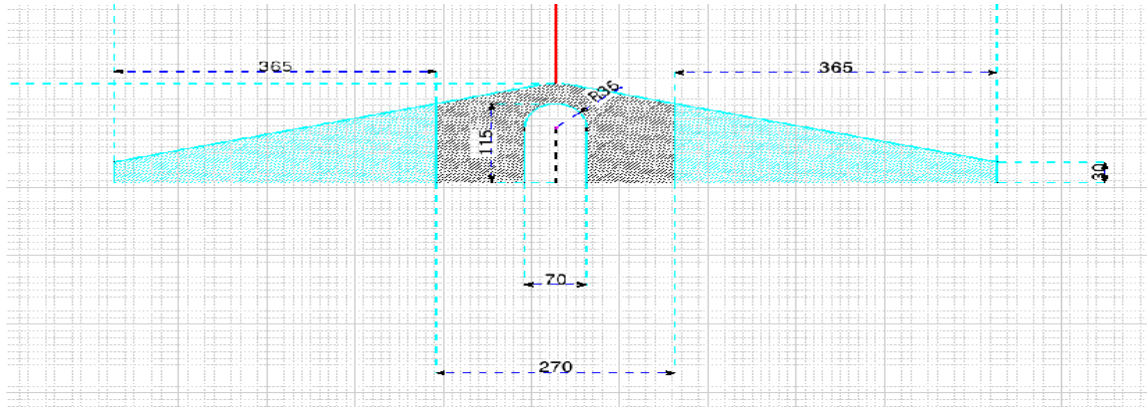


Figure 23: le palonnier.

Les forces appliquées :

La réaction : $R=25000N$

Résultats numérique :

Puisque le palonnier est soudé dans la partie supérieure du panneau donc on a un encastrement sur la surface inférieure du sous système.

- Déplacement :

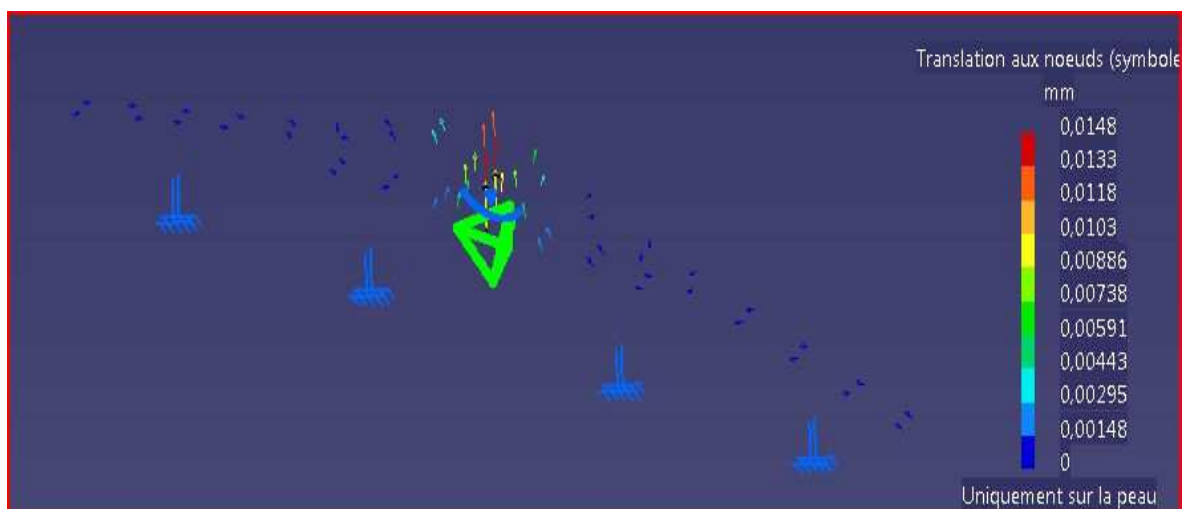


Figure 24 : Le déplacement du palonnier.

- ☞ Déplacement maximal est au centre de la structure et le déplacement minimal est situé sur les zones d'encastrement .
- ☞ Le déplacement maximal est au centre de la tôle $D_{max} = 0,0148mm$
- ☞ Le déplacement minimal est situé dans la zone de l'encastrement.
- Contraintes de von mises :

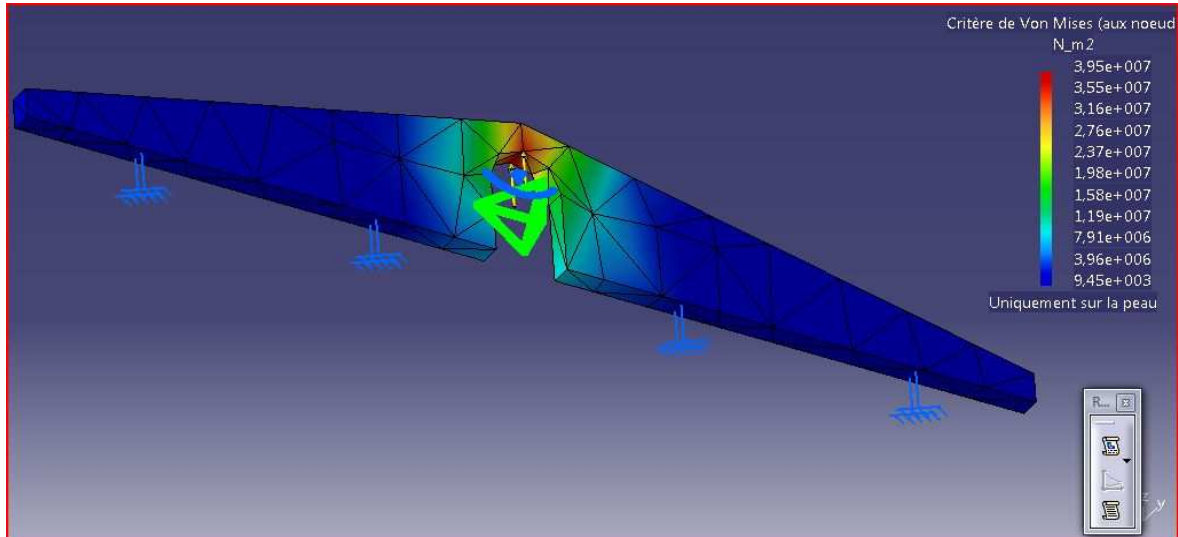


Figure 25 : la contrainte du palonnier.

- ☞ Contrainte maximal du palonnier est négligeable devant la contrainte maximal du l'acier.
- ☞ $\sigma_{max} = 3,95Mpa \ll \sigma_{acier} = 235Mpa$
- Déformation :

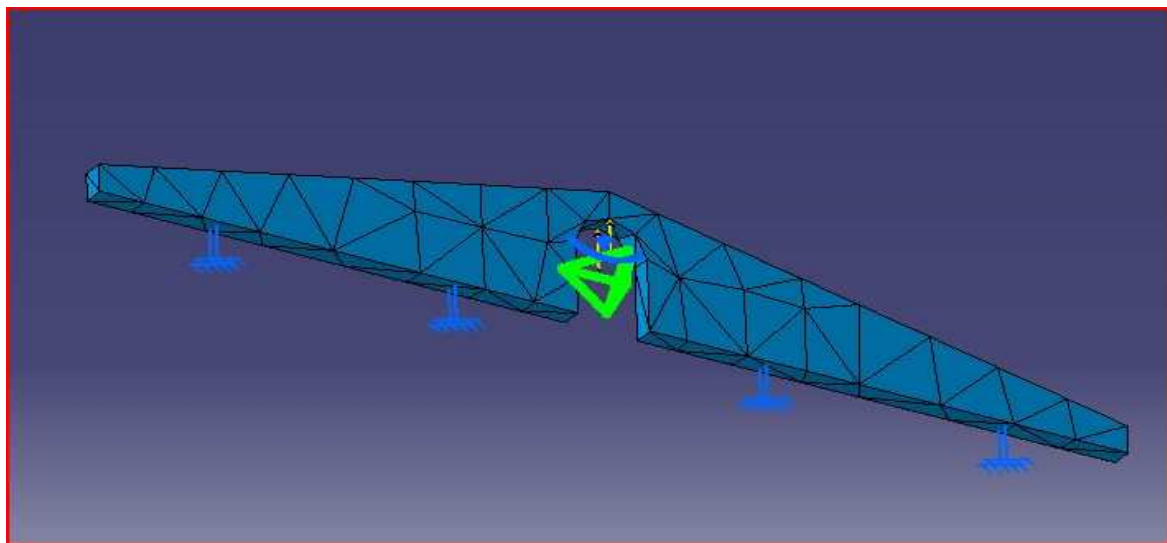


Figure 26: la déformation du palonnier.

Partie 4 :

La sécurité

Comme tout projet il faut tenir compte des risques possibles dus, et d'avoir une étude préventive de la construction et l'installation de la manutention.

L'objectif de cette partie, c'est de protéger les personnes ou agissant dans l'environnement de la machine : les usagers, le personnel de maintenance et d'inspection, les personnes se trouvant en dehors de la gaine (ouvrage des panneaux) et du local de machines, le cas échéant. Il convient également de protéger les choses matérielles : les charges en panneau, le matériel constituant l'installation de la manutention, le bâtiment dans lequel se trouve la manutention, c' est pourquoi on a choisis plusieurs outils pour garder un environnement plus sécurisé.

- ❖ Les gardes corps fixe soit au niveau du sol, soit au niveau de l'étage 1 permettent la protection de la structure.
- ❖ La fermeture et le verrouillage de la barrière levante doivent être contrôlés avant déplacement du panneau pour protéger les personnes. Le déplacement de cette dernière est ainsi rendu impossible tant que ces deux contrôles ne sont pas assurés.
- ❖ Aussi les capteurs qui se trouve au premier étage qui ont le rôle d'arrêter le panneau à ce niveau pour qu'il entre dans la première étage et c'est impossible de descendre le panneau au niveau 2 sans passer par la dernière étape de translation pour ne pas avoir des chauvechement.

Conformément au document LAFARGE CIMENTS « Hygiène – Sécurité – Chantier » et la procédure standard des travaux en hauteur, se conformer aux conditions Suivantes :

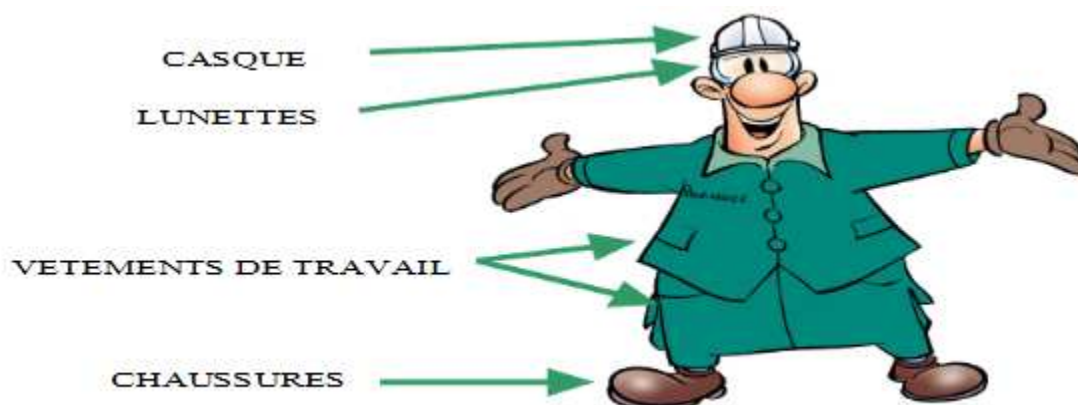


Figure 28: la politique de sécurité.

- Port des EPI est obligatoire. (casque, tenue de travail, chaussures de sécurité, gants, lunettes sont obligatoire /masque à poussière selon les cas)
- Mise en chantier en clos par balisage.
- Evacuation des ferrailles au parc ferraille.
- Le port de tout équipement de sécurité s'avérant nécessaire pour accomplir cette prestation.
- Se conformer à la procédure travaux en hauteur du groupe Lafarge.
- Utilisation d'outillage de manutention certifié.
- Utilisation d'engin certifié.

Conclusion générale :

La société LAFARGE CIMENTRI usine de MEKNES nous a offert l'opportunité de mieux concrétiser nos connaissances théoriques et nous a ouvert une voie vers le monde professionnel.

En effet grâce à la collaboration et l'encadrement de notre parrain professionnel, on a réussi à étudier ce projet de la manutention palette.

Notre travail a eu comme résultats :

- Analyse cinématique de manutention comportant la durée de déplacement verticale.
- Etude du système de guidage : Cette partie permettra d'identifier les conditions de montage et de fonctionnement de la liaison glissière entre le bâti et l'élévateur.
- Modalisation des efforts appliqués sur la tôle et le palonnier: cette étude a permis de visualiser les zones les plus sollicitées, ainsi nous nous sommes assuré que la contrainte maximale engendrée ne dépasse pas la limite élastique.

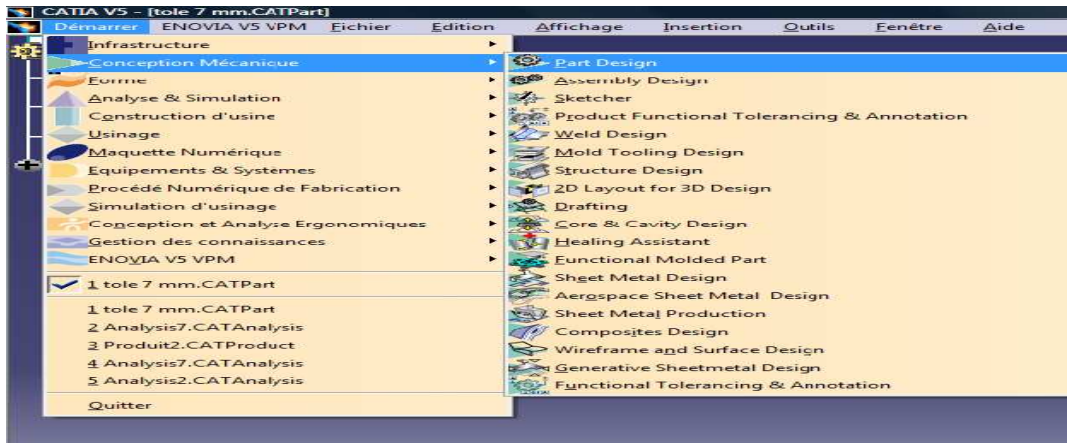
En fin, notre stage nous a permis à nous familiariser avec le milieu professionnel, ce qui permettra une meilleure insertion dans le marché d'emploi.

Par: Sayef Ghizlane

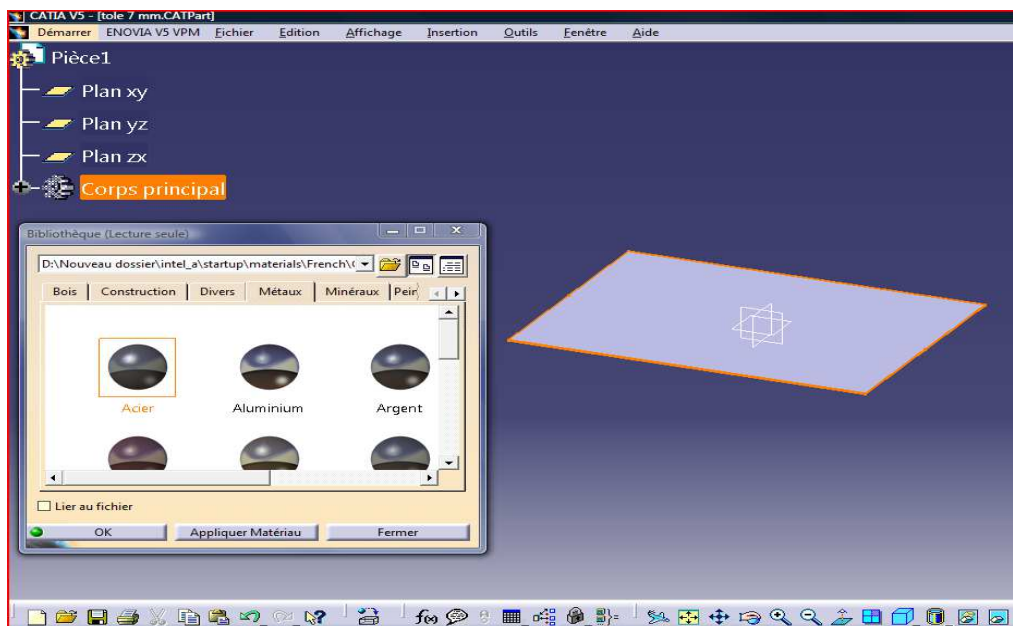
Abiza Youssef

ANNEXE: Analyse éléments finis par CATIA

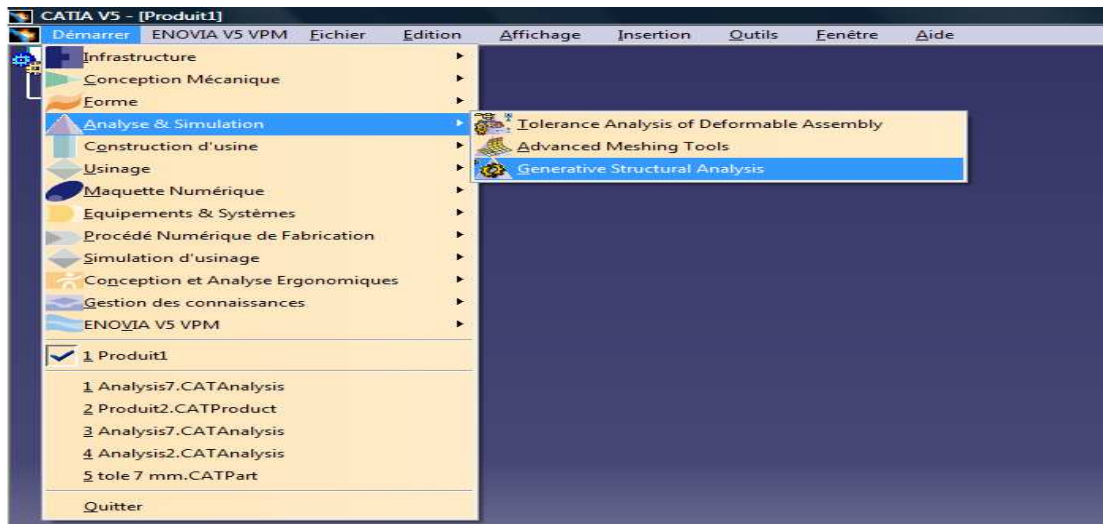
Avant de faire l'analyse de la tôle, il faut dessiner la poutre sur l'atelier part design:



On choisissant l'acier comme matériaux :



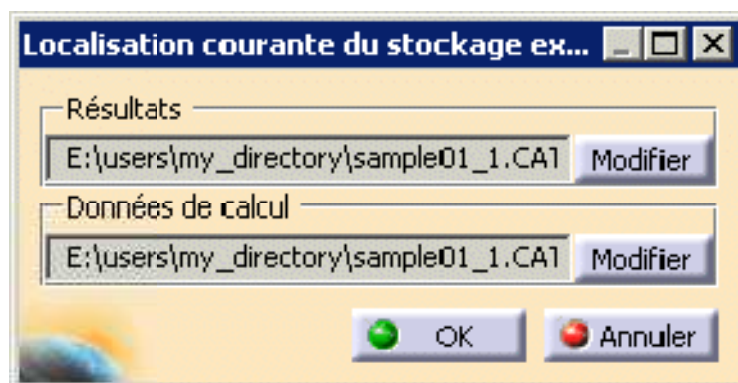
L'application **CATIA - Générative Part Structural Analysis** s'adresse à l'utilisation de l'analyse et la simulation En visant l'obtention des informations sur le comportement mécanique avec très peu d'interactions. Les boîtes de dialogue sont explicites et ne requièrent pratiquement pas de méthodologie car toutes les étapes de définition sont commutatives.



: Analyse statique signifie qu'on va analyser l'une après l'autre les conditions statiques aux limites.

Dans cette tâche, on va calculer la solution statique d'un Modèle Élément Fini dans lequel on a déjà créé un objet Fixation et un objet Chargement. On va stocker les résultats dans un répertoire.

1. Cliquons sur l'icône Stockage externe. La boîte de dialogue Localisation courante du stockage externe s'affiche.
2. Modifions si le chemin d'accès au répertoire contenant les résultats de stockage et/ou au répertoire contenant les données de calcul, puis cliquons sur OK dans la boîte de dialogue Localisation courante du stockage externe.



Les résultats et les données de calcul sont stockés dans un fichier de même nom mais aux extensions distinctes :

xxx.CATAnalysisResults

xxx.CATAnalysisComputations



3. Cliquons sur l'icône Calcul.

La boîte de dialogue Calcul s'affiche.

La boîte de dialogue Localisation du stockage El-fini disparaît.



4. Sélectionnons la valeur par défaut Tout proposée pour définir les jeux d'objets à mettre à jour.

5. Cliquons sur OK dans la boîte de dialogue Calcul pour lancer le calcul.

En bas à droite de l'écran, une série de messages de statut (Maillage, Factorisation, Solution) nous informe de l'état d'avancement du processus de calcul.

Une fois le calcul terminé, le statut de tous les objets de l'arbre des spécifications d'analyse jusqu'au jeu d'objets Solution statique devient valide.

Pour visualiser les résultats :

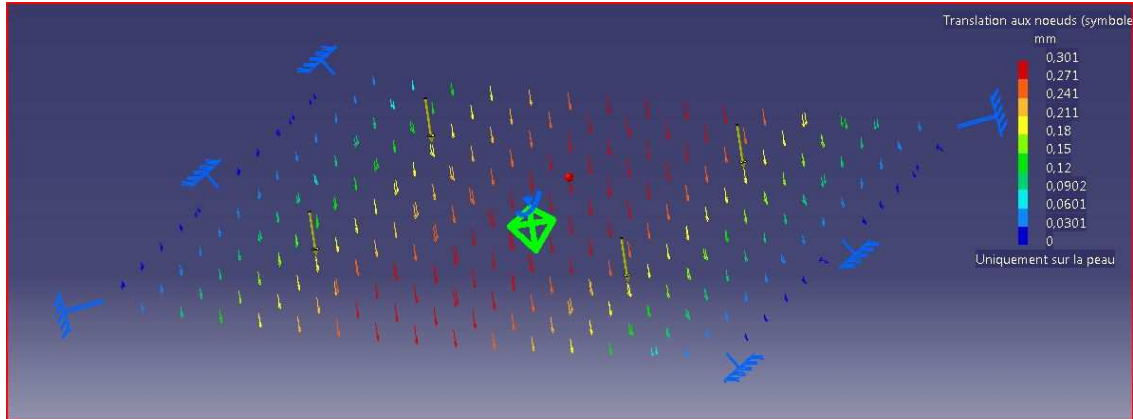
On procède comme suit :

1.cliquons sur l'icône :



Le chronogramme du champ de déplacement et les flèches symbolisant ce champ apparaissent.

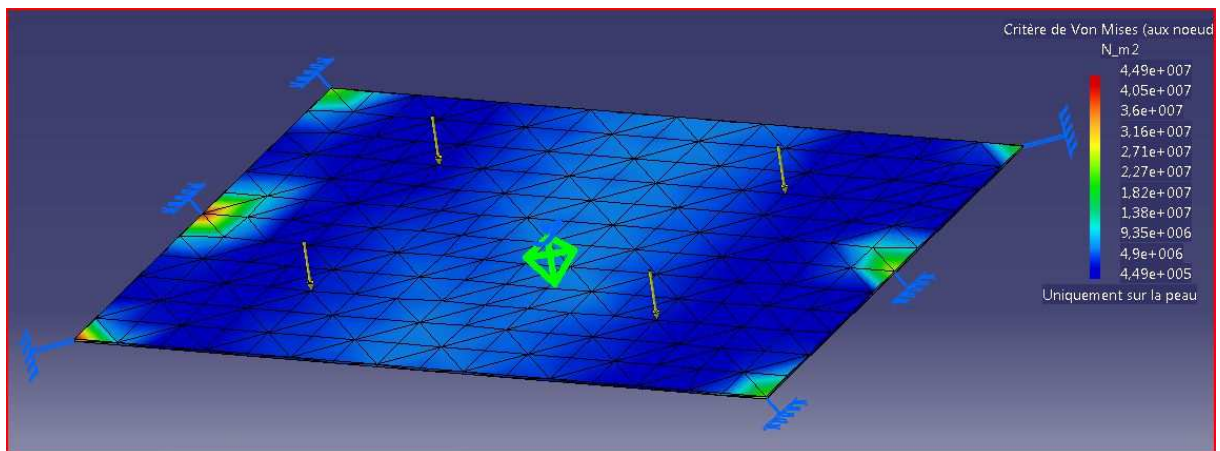
Si nous déplaçons le curseur sur ce schéma, nous pouvons visualiser les nœuds. Le champ de déplacement calculé peut désormais être utilisé pour calculer d'autres résultats tels que les contraintes, les forces, les forces de réaction etc.



2. Cliquons sur l'icône Contraintes Von Mises :



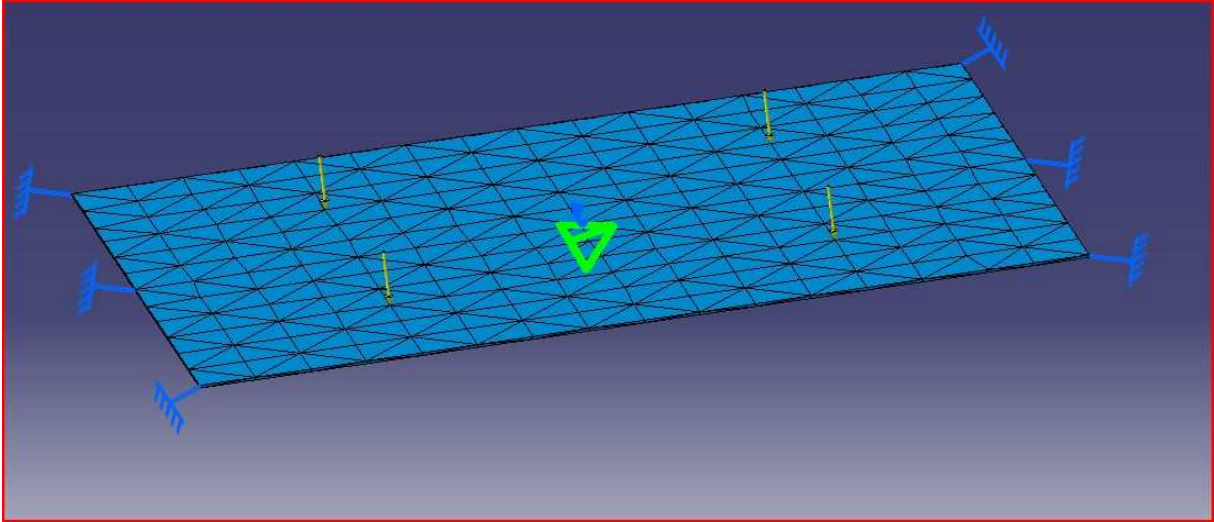
Le Critère de Von Mises apparaisse



3. cliquons sur l'icône de la déformation :



Le maillage déformé permet de visualiser le maillage par éléments finis dans la configuration déformée du système, conséquence d'une action de l'environnement (application de charges).



Bibliographie :

1. FR-Dassault Systems Generative Structural Analysis (GPS_et_EST), default system
2. Marc Landowski, Concevoir et construire en acier, Arcelor, Luxembourg, 2005.
3. Bull Handling Catalogue. Büll Handling system 2006.