Université Sidi Mohammed Ben Abdellah - Fès
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme de Master Sciences et Techniques
Spécialité : Ingénierie Mécanique

Conception d'un système d'élévation secondaire pour la table élévatrice G2

Présenté par :

LAHLOU DRISS

Encadré par :

- Mr Ahmed El Khalfi, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès
- Mr El Houjjaji Bouchaib, Encadrant de la société Renault Nissan Tanger

Effectué à : L'usine Renault Nissan Tanger

Soutenu le : 26-06-2015

Le jury :

- **Mr. Ahmed El Khalfi, FST Fès**
- **Mr. A.Seddouki, FST Fès**
- **Mr. A.Touache, FST Fès**

Année Universitaire : 2014-2015

Remerciements

Je tenais à remercier dans un premier temps tout le personnel du département Tôlerie et surtout celui de l'atelier maintenance pour leur accueil, leur temps et la confiance qu'ils m'ont accordé dès mon arrivée à l'usine.

J'adresse mes sincères remerciements à **Mr El Houjjaji Bouchaib** pour avoir accepter d'encadrer ce travail, pour ses conseils et ses qualités humaines.

Je tiens à remercier également mon encadrant universitaire **Mr Ahmed El Khalfi** pour son encadrement exemplaire et son implication humaine et scientifique.

Enfin j'adresse mes vifs remerciements et ma gratitude à mes parents, mes amis pour leur soutien tout au long de mon parcourt universitaire et pendant la période du stage.

Merci à vous !

Sommaire

Remerciements..... 1

Sommaire.....2-3

Introduction générale 4

Chapitre 1 : Présentation du groupe Renault Nissan.....5-16

1. Présentation du groupe Renault : 6

2. Renault Tanger méditerranée : 7

Chapitre 2 : Présentation du projet d'étude: 17-26

1. Introduction : 18

2. Plan d'implantation: 19

3. Problématique :..... 20

4. Historique des défaillances : 20

5. Objectif de l'étude:..... 26

Chapitre 3 : Etude du système actuel et génération de concepts : 27-37

1. Table élévatrice G2 Zlift :..... 28

2. Analyse fonctionnelle : 29

3. Caractériser les fonctions : 31

4. Génération de concepts : 31

5. Conclusion: 37

Chapitre 4 : Etude, positionnement et dimensionnement du système: 38-70

Partie 1 : Choix des supports d'élévation : 39

1. Supports d'élévation:..... 40

2. Test1 IPE100: 41

3. Test2 IPE AA 80: 45

4. Test3 IPE80: 50

5. Positionnement du support: 51

6. Conclusion:.....54

PARTIE 2 : Choix du bloc élévateur LEANTECHNIK LIFGO 55

1. Introduction : 56

2. Présentation du produit : 56

3. Modèle et caractéristiques techniques : 56

4. Etude du système : 57

5. Choix final : 59

PARTIE 3 : Choix des colonnes de fixation 60

1. Introduction : 61

2. Test1 IPE100 : 61

3. Test2 IPE120: 65

3. Test3 IPE140: 65

5- Test4 IPE100 avec ajout d'un profilé UPE80..... 66

6- Test5 IPE100 avec ajout d'un fer plat (50x10)..... 67

7-Comparaison des résultats..... 68

8-Conclusion..... 68

PARTIE 4 : Consolidation de la structure 69

1. Introduction : 70

2. Cornière à ailes égales : 70

3. Cornière utilisée : 70

4. Assemblage : 70

Chapitre 5 : Assemblage final et calcul des coûts: 71-77

Partie 1 : Assemblage : 72

1. Système assemblé : 73

2. Dessin de définition : 74

Partie 2 : Calcul des coûts : 75

1. Coût des composantes du système : 76

2. Calcul des pertes en 2015 : 77

3. Conclusion : 77

Conclusion générale.....78

Liste des figures.....79-80

Liste des abréviations.....81

Introduction générale

Dans un environnement économique concurrentiel et incertain, la compétitivité est un objectif vital pour l'entreprise de demain; Elle nécessite des réponses concrètes telles que la bonne exploitation de l'appareil productif, les bonnes conditions du travail et la maîtrise de la qualité du produit; Le domaine automobile n'a pas fait l'exception et il est devenu aujourd'hui l'un des domaines les plus sensibles du monde, cette sensibilité est accrue par les grandes sommes d'argent investies afin de garantir la satisfaction du client en terme qualité, coût et délai.

La bonne exploitation de l'appareil productif est la mission principale de la fonction production, cette fonction qui est devenue aujourd'hui l'un des pôles stratégiques et la fonction clé permettant aux entreprises de progresser vers l'efficacité, la rentabilité et la productivité.

Afin d'améliorer la rentabilité l'atelier maintenance a un but primordial qui est de veiller au bon fonctionnement de la chaine de production et surtout celui de la chaine de manutention qui relie les départements de l'usine en réduisant les temps d'arrêt.

Le travail qu'on m'avait confié consistait à trouver une solution pour une table élévatrice qui relie toutes les lignes de production du département tôlerie vers le département peinture, ne pouvant pas se permettre que celle-ci s'arrête sous n'importe quelle circonstance la maintenance devient alors insuffisante et ne peut garantir l'atteinte de cet objectif. Pour accomplir notre but et obtenir un fonctionnement avec un « zéro arrêt » j'ai opté pour la conception d'un système d'élévation secondaire capable de remplacer le système actuel de la table quand celui-ci n'est pas en mesure de fonctionner.

J'ai commencé dans un premier temps par étudier le système actuel, appliquer l'analyse fonctionnelle pour trouver toutes contraintes et les fonctions de la table élévatrice, générer des concepts en se basant sur l'analyse fonctionnelle, choisir le concept optimal, choisir la méthode d'élévation adéquate, l'étude et le dimensionnement grâce à la RDM et la méthode des éléments finis de tous les organes et composantes qui relient notre table à notre système, et enfin de compte comparer le coût de création du projet aux pertes subies pendant les arrêts .

Chapitre 1 :

Présentation du groupe Renault Nissan et l'usine Renault Tanger Méditerranée

« Ce chapitre présentera l'organisme d'accueil Groupe Renault à travers son site Renault Tanger Méditerranéen en décrivant sa structure interne et mettant en relief son département tôlerie avec ses différentes unités. »

1- Présentation du groupe Renault :

Présidé par Paul CARVALHO, le groupe Renault est un constructeur automobile, multimarques possédant des usines et des filiales à travers le monde entier (Figure 1-1). Sa stratégie se manifeste dans le positionnement durable comme le constructeur automobile généraliste européen le plus rentable.

« Drive the change », un simple slogan que Renault a pris non seulement pour faire de la publicité, mais aussi une devise portant une valeur riche, étant le changement.

Renault est une Firme multinationale, présente dans le monde entier. Cette présence est soutenue par d'autres marques comme Nissan et Samsung Motors. De sorte, le groupe Renault est placé dans les premiers mondiaux en chiffre et vente de véhicules.

En 2010, Renault est classé 10ème constructeur automobile mondial (en nombre total de véhicules produits), selon l'OICA 201015.

Figure 1- 1 Positionnement du groupe Renault dans le monde

En 27 mars 1999, l'alliance Renault- Nissan a vue naissance comme étant la première fusion industrielle et commerciale entre une entreprise française et une autre japonaise. Un véritable succès qui met en évidence la puissance du système de production français et la culture japonaise d'amélioration continue. L'objectif sur lequel est fondé ce partenariat été la mutualisation d'expertise, le partage de technologies et le développement à l'international.

2- RENAULT TANGER MEDITERRANEE :

2-1 : PRESENTATION DE L'USINE :

Vue sa position géographique, véritable carrefour entre l'Europe et l'Afrique, le gouvernement marocain a visé d'intégrer le royaume dans un plan de développement ouvert sur les offres européennes, et le domaine automobile s'est imposé comme un domaine évident pour parvenir à cet objectif. Pour cette raison l'alliance Renault-Nissan, en 2012, a inauguré un vaste complexe industriel situé à Tanger qui s'ajoute à l'usine de Casablanca (SOMACA) dont Renault détient 80 %.

Figure 1- 2 Vue réelle et portrait de conception de l'usine

En 2012, cette usine d'une capacité de 400 000 véhicules par an, démarre avec la production de deux nouveaux modèles : Lodgy et Dokker, également décliné en version véhicule particulier. Ce site permettra d'augmenter les volumes et d'élargir l'offre de la gamme M0.

Site de conception entièrement nouveau, l'usine de Tanger s'inscrit dans la politique environnementale du groupe Renault. Elle est le résultat d'un partenariat unique entre le Royaume du Maroc, Renault et Veolia Environnement. Dans cet esprit écologique, les émissions de CO2 ont été réduites de 98 % (par rapport à une usine d'une capacité de production équivalente), soit environ 135 000 tonnes de CO2 évitées par an. En outre, l'usine Renault Tanger n'émettra aucun rejet d'eaux usées d'origine industrielles dans le milieu naturel.

Coté formation, Renault et l'état marocain ont créé une Institut de Formation aux Métiers de l'Industrie Automobile (IFMIA), un dispositif de formation important qui positionne la ville de Tanger au meilleur niveau en terme métier automobile.

2-2 FICHE TECHNIQUE RENAULT-NISSAN :

- **Produits fabriqués** : LODGY ; SANDERO ; DOKKER
- **Nombre de lignes de montage** : 2 lignes Tanger 1 et Tanger 2
- **Certifications de l'usine** : ISO 14001.
- Superficie : 300 hectares, dont 220 hectares de bâtiments couverts.
- **Date de création** : 16 janvier 2008.

Capacité de production :

- 1 ère phase du projet : 30 véhicules/heure, 200 000 véhicules/an.
- 2ème phase du projet : 60 véhicules/heure, 400 000 véhicules/an.

- **Forme juridique et répartition du capital** : S.A. Caisse de dépôt et de gestion 47.6%, Renault SAS 52.4% du capital de Renault Tanger Méditerranée.

- **Directeur Usine** : Paul CARVALHO.

Le choix de la ville de Tanger est légitime par plusieurs raisons dont les principales sont :

- **Situation géographique** : à l'extrémité nord du Maroc, Tanger est à 14 kms des côtes espagnoles via le détroit de Gibraltar.

- **Situation stratégique** : Tanger est bordée par l'océan Atlantique à l'ouest et la mer Méditerranée au nord et à l'est. Cette position stratégique de Tanger a conduit à la réalisation du pont franc Tanger-Méditerranée, leader international en transbordement de conteneurs, situé à 40 kms à l'est de la ville.

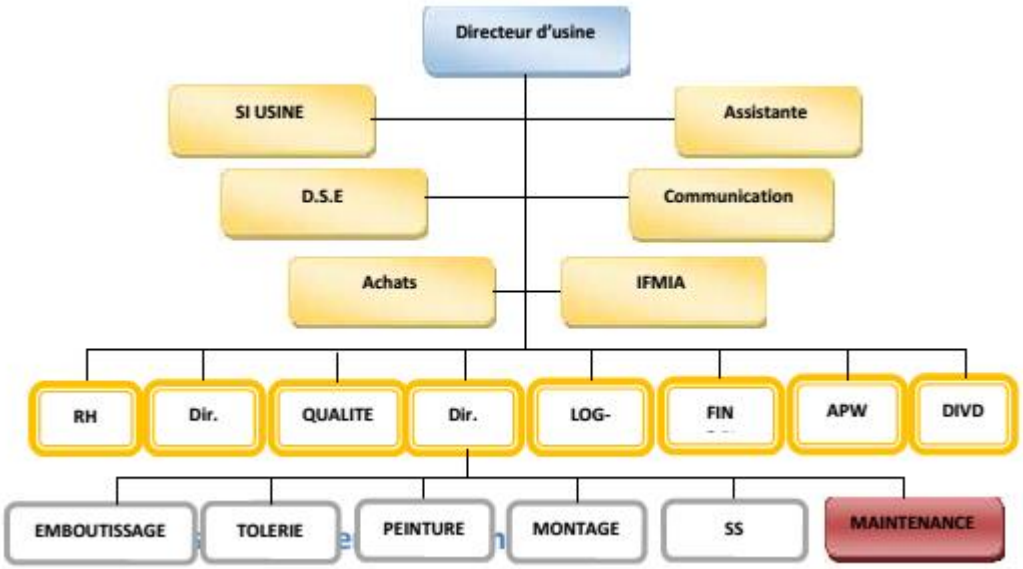
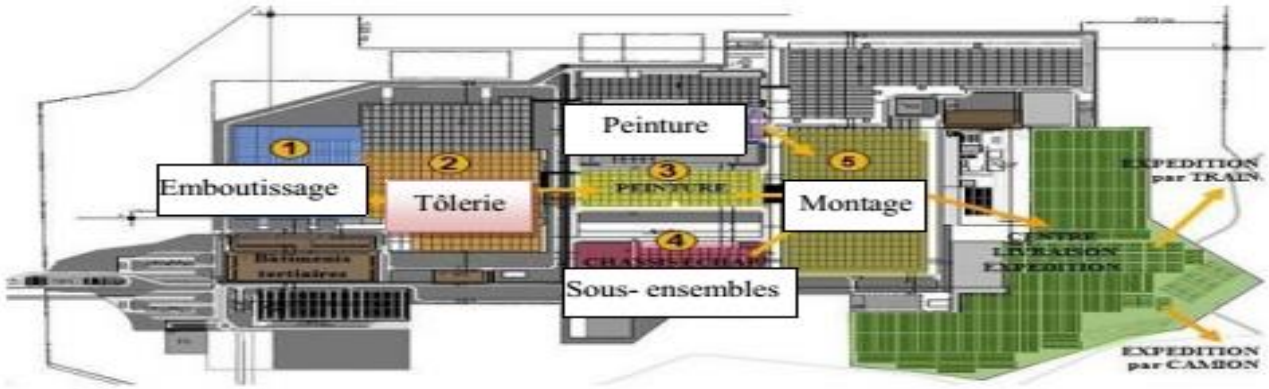


Figure 1- 3 Organigramme de l'usine

2-3 PROCESSUS DE FABRICATION :



1. **L'emboutissage** : L'emboutissage est un procédés qui comporte 3 opérations : Déroulage des bobines, découpage des flans et enfin emboutissage des flans.

Déroulage des bobines

Découpage des flans

Emboutissage des flans

Figure 1- 4 Etapes d'emboutissage

Dans le département d'emboutissage les pièces en tôle nécessaires à la fabrication des caisses des voitures sont réalisées. Dans ce département travaillent 260 salariés, en trois équipes.

L'emboutissage représente la première étape du processus de fabrication d'un véhicule. Le département a une superficie de 23.500 mètres carrés. Le département emboutissage dispose de trois lignes de presse de fabrication, une ligne GP (grosse presse), une ligne TGSE (très grande simple effet), et une ligne GSE (grande simple effet).

La tôle arrive dans ce département en bobines. Le poids d'une bobine varie de 3 à 4 tonnes pour les plus petites et 25 tonnes pour les plus grosses. Les bobines sont stockées dans le parc bobines qui a une capacité de stockage équivalente à 382 bobines.

Pour la coupure de la tôle le département dispose d'une ligne de découpe PAL

Chaque jour, dans le département d'emboutissage 227 tonnes de tôle sont utilisées. Ainsi, la production journalière est de 52000 pièces.

100% de l'activité du département d'emboutissage est destinée au département Tôlerie Tanger.

2. la tôlerie (champs d'études) : Les pièces de tôle issues de l'atelier d'emboutissage constituent un puzzle qu'il reste maintenant à assembler pour constituer la "caisse en blanc", prête à peindre. Ce stade comporte 4 opérations : assemblage de l'armature, assemblage des cotes de caisse, conformation géométrique et enfin assemblage de la caisse.

Figure 1- 5 Etapes de tôlerie

Le département de tôlerie représente la 2ème étape du processus de fabrication d'une voiture. Le département a une superficie totale de 44 200 mètres carrés.

Les pièces en tôle obtenues à l'emboutissage arrivent ici, où elles sont soudées entre elles par soudure par points et, avec les éléments mobiles (les portes et les capots) forment la carrosserie d'une voiture.

Dans le département tôlerie travaillent 1200 employés répartis sur 5 ateliers : Soubassement, base roulante, côtés de caisses, assemblage général, et ferrage/ouvrants.

Dans le département tôlerie, comme dans les autres départements de fabrication, chaque salarié reçoit de manière gratuite l'équipement individuel de protection : des gants spéciaux, des tabliers, des salopettes, et en particulier, pour ce département, des lunettes spéciales qui protègent les yeux des ouvriers contre les projections de soudure.

Les premiers postes sur un flux de tôlerie sont ceux de soudure des unités avant, et des unités arrière. Après la soudure, les unités avant et arrière sont transférées dans le flux de la base roulante l'assemblage avec l'unité arrière préparée dans l'atelier base roulante.

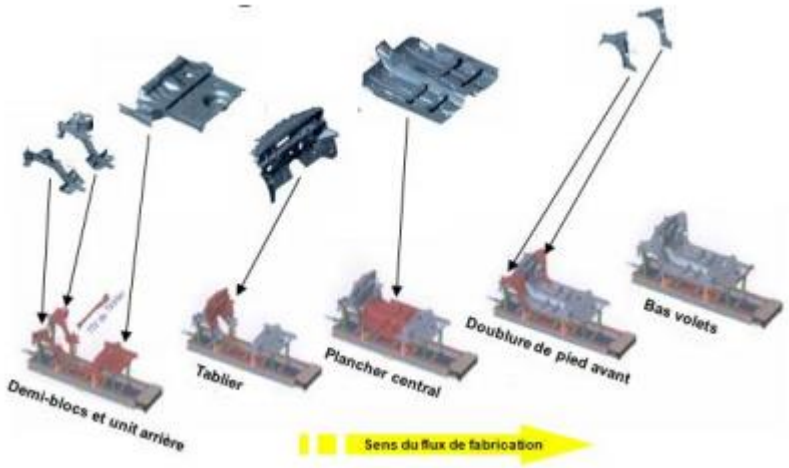


Figure 1- 6 Les articles de l'atelier soubassement

Ensuite la base roulante arrive sur la ligne assemblage général suivant le même flux, et les côtés de caisses sont assemblés sur la première ligne de l'assemblage.

Ici, la caisse commence à prendre forme. Sur la deuxième ligne de l'assemblage général, le pavillon est fixé sur la caisse.

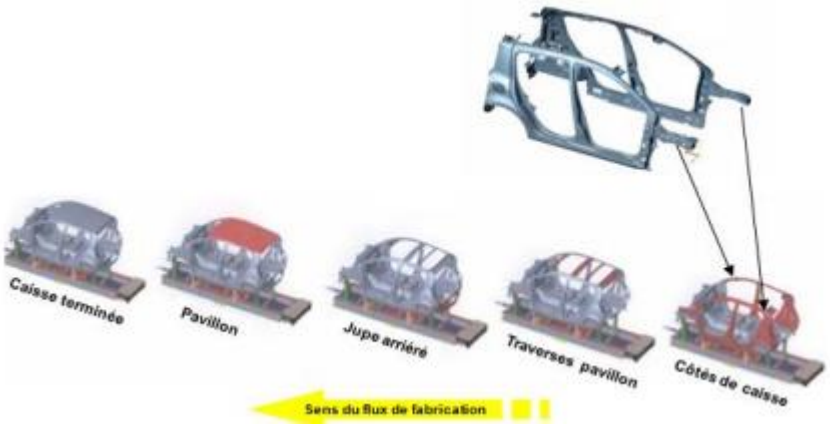


Figure 1- 7 Les articles de l'atelier AG, CDG et base roulante

Apres l'assemblage de la dernière pièce fixe- le pavillon, la caisse est transportée à l'aide d'un élévateur à la ligne ferrage, sur laquelle on réalise l'assemblage des ouvrants (portes, capots, portes de coffre).

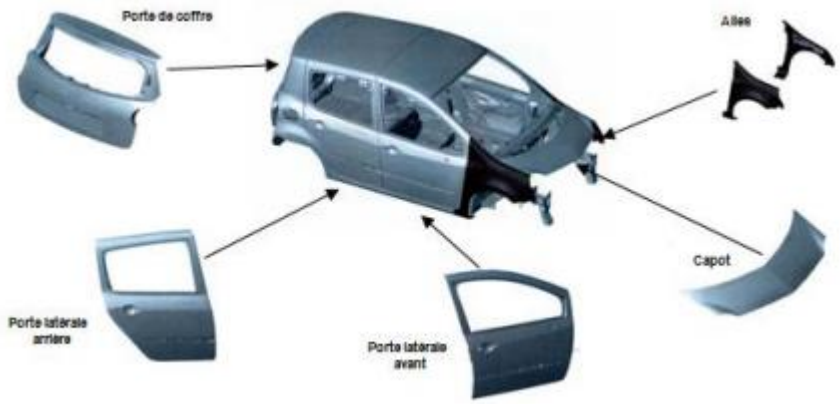


Figure 1- 8 Les articles de l'atelier ferrage

Après le montage des portes et des capots, les caisses sont transportées à l'aide d'un élévateur pour être envoyées vers le département de peinture.

En général, dans l'usine on travaille en trois équipes (de 6h00 à 14h00, de 14h00 à 22h00 et de 22h00 à 6h00)

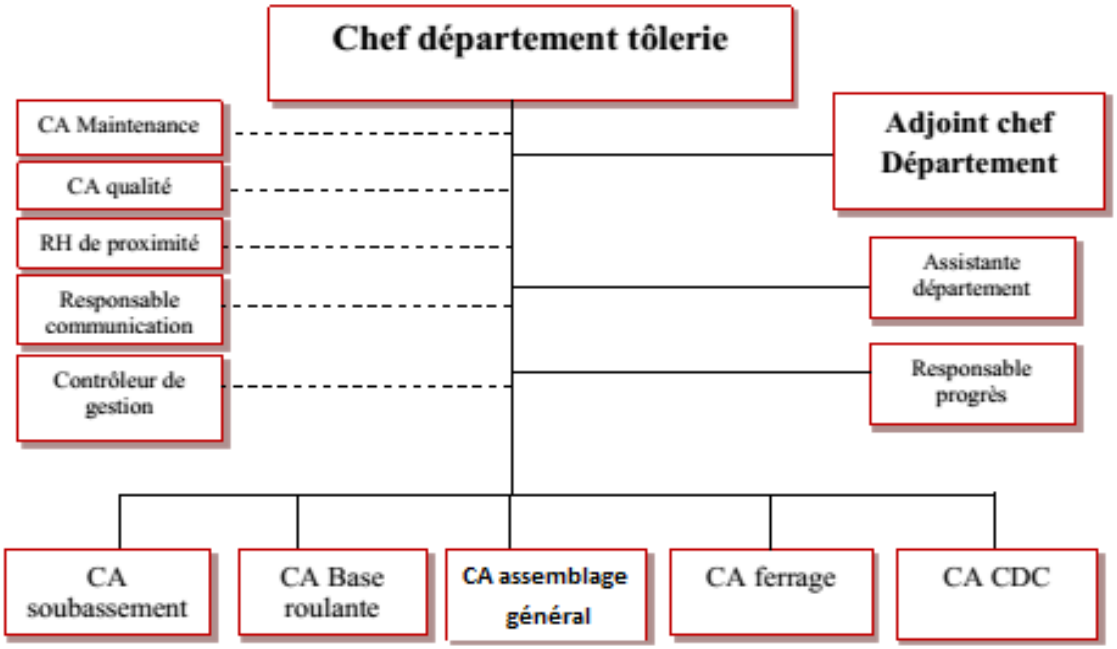


Figure 1- 9 Organigramme du département tôlerie

3. Peinture :

Le département Peinture, troisième étape du processus de fabrication a pour missions de protéger la caisse contre la corrosion et lui donner l'aspect final répondant aux exigences de qualité.

Le département de peinture a une superficie de 24.853 Mètres carrés et un effectif de 280 employés (à termes 479). L'activité du département peinture consiste dans la peinture de Lodgy et la KF67. C'est également ici que certaines pièces de rechange et des boucliers sont peintes.

Le processus de fabrication peut être décomposé en 4 phases principales :

1- Traitement de la surface :

En sortie de Tôlerie, la caisse est immergée dans des bains successifs comprenant : le dégraissage, l'immersion-phosphatation, qui assure une première protection contre la corrosion, les rinçages à l'eau industrielle et déminéralisée, la cataphorèse qui dépose par électrolyse une résine protectrice sur la carrosserie, permettant une bonne adhérence des couches de peinture et une répartition des épaisseurs adéquate.

2-Mastic :

Figure 1- 10 Application du mastic

Ensuite, le mastic est appliqué sur les jonctions de tôle pour assurer l'étanchéité et l'anti-gravillonnage du dessous de caisse.

3-ABV

Figure 1- 11 Application de la peinture sur la caisse

Apprêt : Il s'agit d'une couche de peinture mate à fort pouvoir couvrant, de teinte voisine de celle de la laque qui prépare l'application de la peinture (laque).

Base (laques) : application robotisée

Vernis : Il s'agit d'une couche finale qui donne un aspect brillant pour augmenter la dureté générale de la couche de peinture.

4-Cire :

Est une opération manuelle qui consiste à injecter dans les corps creux un produit liquide (cire) pour assurer la protection des accostages. Pour chaque caisse on applique 12L de peinture et 18 kg de mastic. Enfin à l'extrême nord, se trouve le bâtiment peinture boucliers d'une superficie de 6000 m² et une hauteur allant de 10 à 16 m, dans ce bâtiment seront peints les boucliers plastiques des véhicules.

Le processus peinture bouclier passe par plusieurs étapes, à savoir :

Essuyage avant marouflage du bouclier : c'est la première étape du processus, elle s'effectue par des chiffons non tisses imprégné par l'ALLCOOL ISOPROPANOL et ce pour éliminer les impuretés et pour préparer le bouclier aux traitements suivants.

Marouflage : il consiste à cacher une partie de bouclier en utilisant des rubans adhésifs et papier marouflage.

Essuyage cabine : elle s'effectue manuellement par un chiffon non tisse qui est le TAGRAG pour éliminer toute sorte de poussière.

Flâmmage : c'est le premier traitement robotisé du processus, il a pour finalité d'assurer l'adhérence de la couche peinture à l'aide de la flamme.

Apprêt Base Vernis : cette phase consiste à appliquer la peinture intermédiaire (apprêt), la teinte colorée (base) et la peinture brillante (le vernis).

Contrôle : Ce contrôle effectué juste après l'application ABV est primordial puisqu'il permet d'évaluer la qualité des applications robotisées.

Dé marouflage partiel : Cette étape consiste à enlever le tiro d'arrêtage afin de permettre un bon étalement de l'application au niveau de la frontière partie marouflée et celle qui est non marouflée.

Etuvage : les boucliers passe une durée de 40 min à une température de 82°C pour les permettre d'acquérir les caractéristiques finales. Après l'opération d'étuvage le bouclier passe un temps de refroidissement

Contrôle et finition : dont le but est de contrôler l'aspect et d'apporter les rectifications et les corrections nécessaires pour rendre la pièce conforme aux exigences de la qualité.

4. Montage :

A cette dernière étape du processus de fabrication, la caisse peinte reçoit successivement tous les équipements du véhicule : habillages, sellerie, circuits électriques, vitrages et bien entendu éléments mécaniques (moteur, boîte de vitesse…) produits sur un autre site.

A l'entrée de la caisse dans l'atelier, les portes sont démontées afin de faciliter les opérations du montage puis elles partent sur une ligne parallèle pour y être préparées. Les images ci-dessous présentent en détail les différentes opérations effectuées dans ce département.

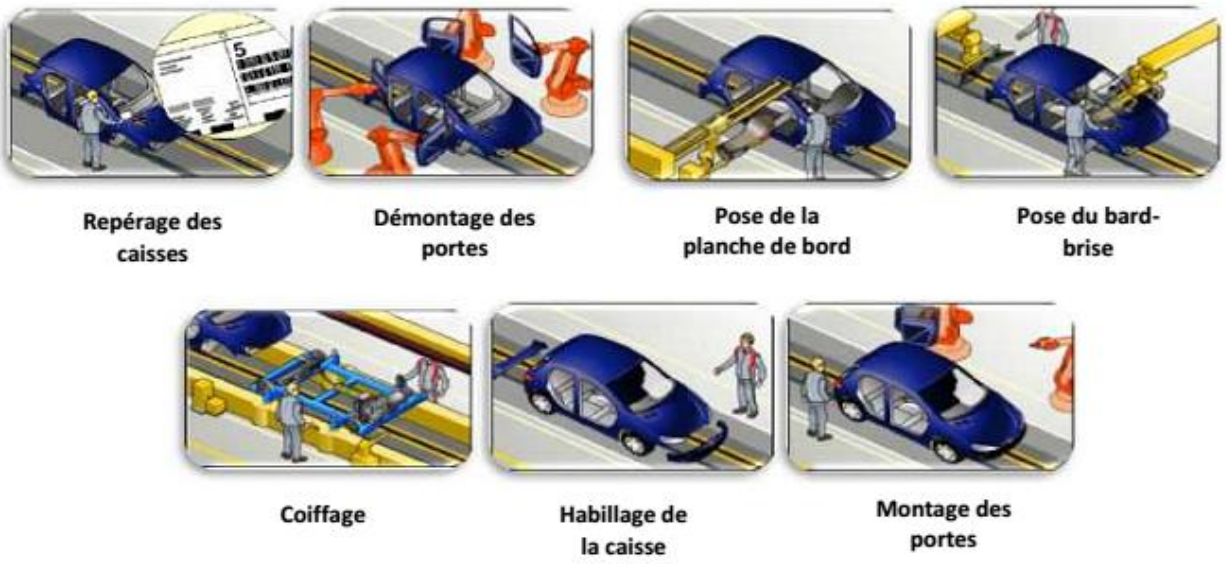


Figure 1- 12 Opérations de montage

5. Contrôle :

Le véhicule subit d'abord un contrôle complet de ses équipements électroniques (réglages des phares, vérification du fonctionnement des voyants, systèmes d'alerte, de sécurité, de confort…). Les véhicules déclarés conformes sont ensuite testés sur bancs de roulage ou sur pistes pour vérifier le bon fonctionnement de tous leurs organes mécaniques. A chacune de ces étapes, les éventuels défauts sont aussitôt corrigés.

Une fois contrôlés, les véhicules seront livrés à leurs clients tout en respectant les trois points coût, qualité, délai.

Chapitre 2 :

Présentation du projet d'étude

« Ce chapitre présentera l'intérêt de ce projet ainsi que son impact sur la productivité de toute l'usine »

1-INTRODUCTION

Dans le département tôlerie la manutention des différentes parties de caisses ainsi que les caisses suivant toute la chaine d'assemblage jusqu'au département peinture est assurée grâce à des tables à rouleaux et des tables élévatrices, les caisses sont montées sur des luges qui permettent le déplacement sur les rouleaux des tables.

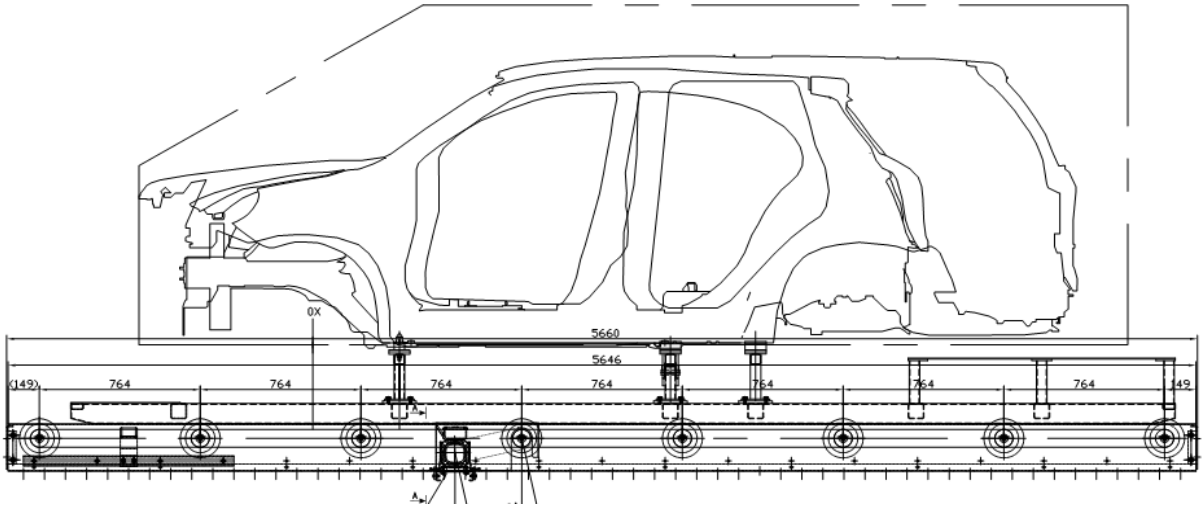


Figure 2- 1 Dessin de l'ensemble caisse, luge et table à rouleaux

Figure 2- 2 vue réelle de la table à rouleaux

Figure 2- 3 Vue réelle de l'ensemble caisse, luge et table à rouleaux

2- PLAN D'IMPLANTATION

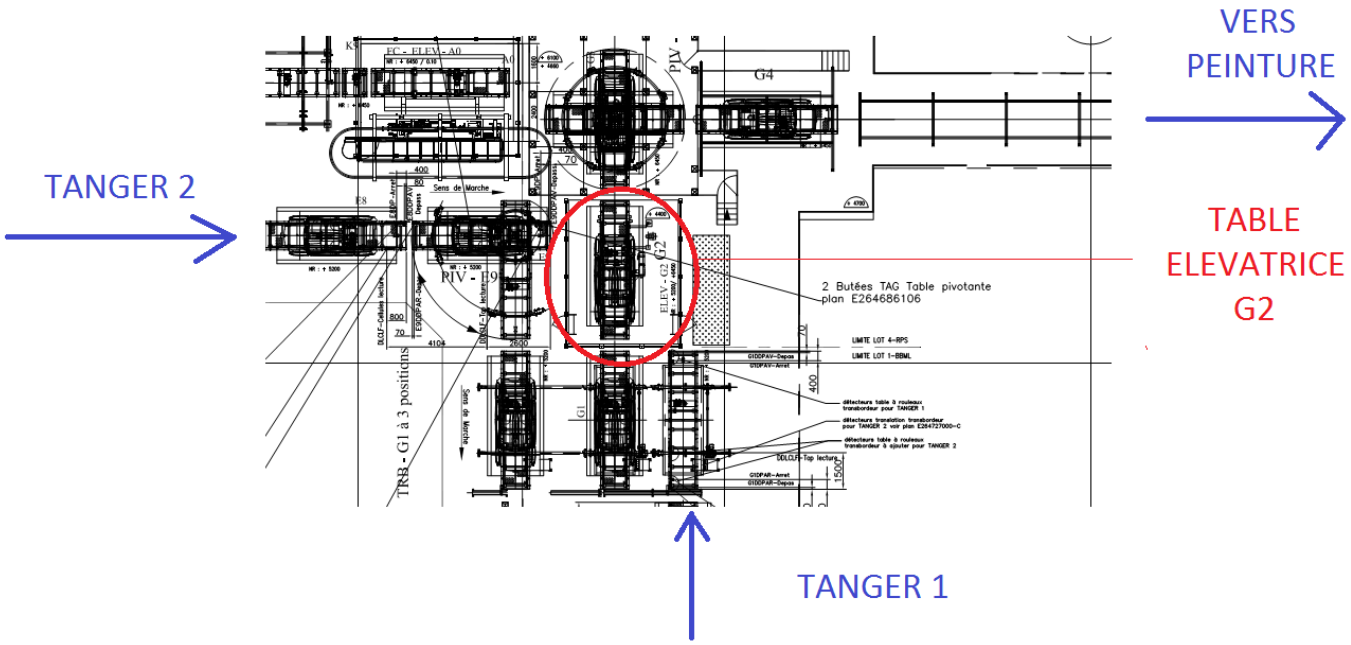


Figure 2- 4 Sens de manutention vers atelier peinture

Ce plan d'implantation montre la dernière partie du chemin parcouru par les caisses assemblées qui parviennent de Tanger 1 et de Tanger 2, ces caisses passent par différent types de tables à rouleaux (fixes, à translation, à pivot et élévatrices)

La table élévatrice G2 assure l'élévation de la caisse du niveau inférieur G1 (table de translation) vers le niveau supérieur G3 (table pivotante) afin que la caisse puisse atteindre la voie destinée vers l'atelier peinture.

3-PROBLEMATIQUE

Comme on peut le voir sur le plan d'implantation les voies de manutention de Tanger 1 et de Tanger 2 se regroupent à la sortie de l'atelier tôlerie suivant les tables (G1-G2-G3- G4) ce qui signifie que c'est un chemin critique car une défaillance quelle que soit son ampleur sur l'unes des tables causera l'arrêt de tout le processus de fabrication. L'atelier tôlerie devra s'arrêter pour manque de places sur la chaine de manutention ce qui causera l'arrêt automatique de l'atelier peinture et montage pour baisse de flux de production.

4-HISTORIQUE DES DEFAILLANCES

La politique maintenance de l'usine Renault repose sur la maintenance préventive et corrective (la maintenance systématique est rarement utilisée). La maintenance préventive est appliqué sur les tables (G1-G2-G3- G4), d'après l'historique des défaillances les tables (G1-G2-G3) ne sont jamais tombées en panne et n'ont jamais nécessité une intervention pendant leur fonctionnement, cependant la table G2 (Zlift K1) rencontre depuis fin 2014 des pannes répétitives et entraine l'arrêt de la chaine de production suite à la longue période de réparation.

La méthode d'analyse des risques a été appliquée après chaque défaillance.

4-1 METHODE D'ANALYSE DES RISQUES (MBR)

Afin de prévenir les risques associés à un procédé, un certain nombre de méthodologie ont été développées pour procéder à une analyse systématique des risques et leurs conséquences.

Ces méthodologies servent à mettre en évidence toutes les sources de dangers, à identifier les risques posés par les éléments du système et de leurs interactions, à anticiper des dérives et mettre en place des mesures de sécurités pour d'une part éviter que ces déviations apparaissent et de l'autre part en limiter les conséquences dans le cas où elles peuvent être corrigées. L'application de méthodes d'analyse de risques permet donc de regrouper un certain nombre de données dans le but de maintenir à tout instant l'installation en sécurité que ce soit en fonctionnement normal ou en marche dégradée.

4-2 Application de la MBR sur la table G2 ZLIFT

4-2-1 première défaillance 08/12/2014

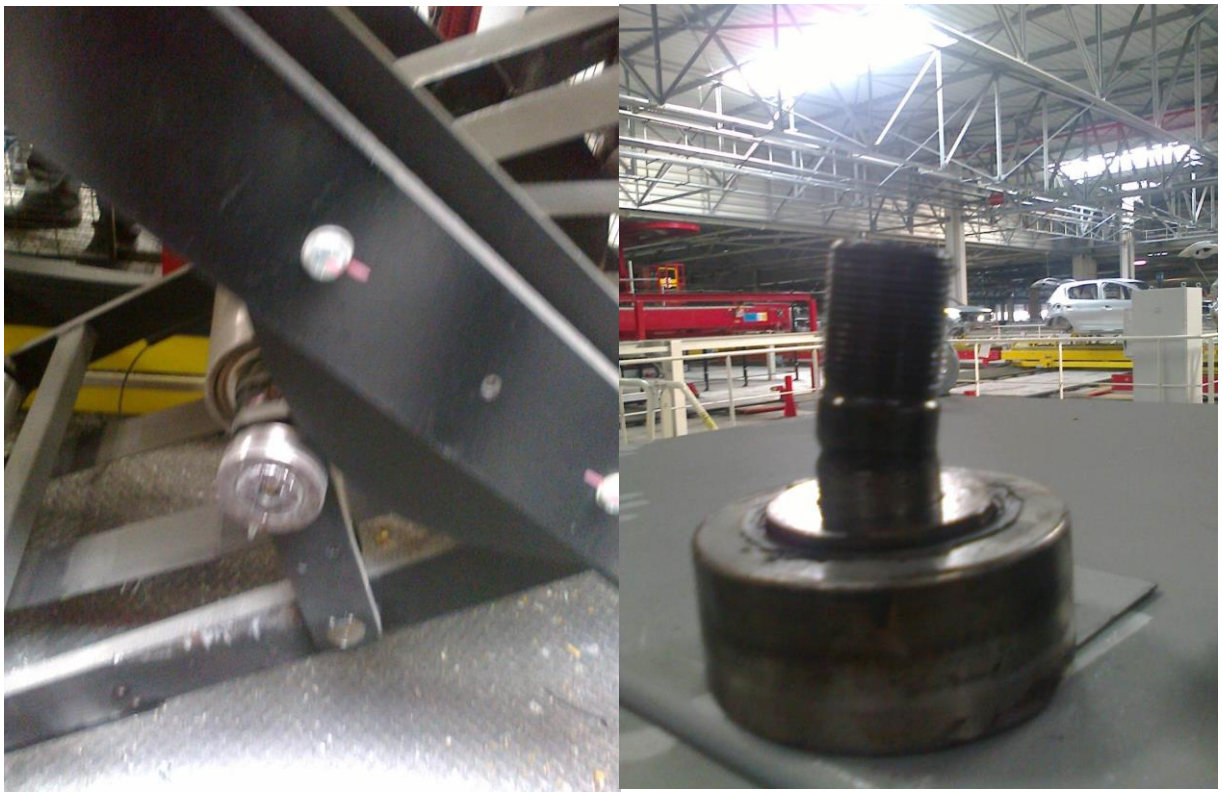


Figure 2- 5 Axe du galet déformé

RENAULT RTE. Tanger	MBR	VALIDATION HIERARCHIQUE MAHRAOUI Chef Atelier	 BALOU CUET Maint.	IDENTIFICATION N° :

1.- Informations générales

Titre de la panne:	Blocage palette au moment de déchargement de la tab K1 vers K0			OT Simon:
Date: 08/12/2014	Equipe : S	Atelier: MANUT	Ligne-Machine: TAB K1	
Heure début: 12H40	Heure appel: 12H40	Participants à la rédaction du document:		o
Tps Arrêt équip 56 min	Début inter.: 12H42	o A. MAANAN	o Y.KOUTARI	o A.SOUSSI
Tps arrêt ligne: 56min	Durée inter.: 56min	o R.JARBOUA	o ZIDANI	o A.MAIMOUNE
Production perdue:	Marche de substitution utilisée? ☐Oui ■Non			Heure début:

2.- Antécédents

- Avant la panne, existait-il des signes annonciateurs (bruit, fuites, réarmement, ...) ? ☐ Oui ■ Non
- Une maintenance préventive existe-t-elle sur cet équipement ? ■Oui ☐Non A-t-elle été réalisée ? Oui ■n Date : 15/08/2012
- S'agit-il d'une panne répétitive ? ☐Oui ■Non A-t-on réalisé une modification ? ☐Oui ■Non Date : _____
- Souvenir d'une panne similaire ? ■ui ☐ Non Où et Quand ? Table K1 tanger 1

DESCRIPTION DE LA PANNE

3.-Avant toute action, comment le premier intervenant a-t-il trouvé l'installation quand le problème a été détecté ?

4.- Quelles actions ont réalisé les premiers intervenants avant de faire appel à la maintenance ?

de	à	durée	Actions réalisées	Résultat
12h40	12h41	2	rarment de la zone	palette geometrie bloquée

5.- Déroulement des actions réalisées par la maintenance jusqu'au redémarrage

de	à	durée	Actions réalisées	Résultat
12H42	12H45	3	Commande manuelle table K0	La palette ne bouge plus
12H45	12H47	2	Commande manuelle de l'élévateur K0	NOK manque de sécurité
12H47	12H55	9	Vérification l'état mécanique de la table K1	Table k1 inclinée au niveau BAS
12H55	13H00	5	Evacuation manuellement de la palette géométrie de K1 vers K0	OK
13H00	13H05	5	Consultation programme automate pour vérifier les conditions de descente de l'élévateur vers le niveau zéro	OK
13H05	13H08	3	Montée de la table élévatrice K1 par commande manuelle	OK
13H08	13H10	2	La mise en place des biquelles de securité	OK
13H10	13H12	2	Démontage du galet	OK
13H12	13H17	5	approvisionnement du galet de rechange	OK
13H17	13H20	3	changement du galet	OK
13H20	13H22	2	Elimination des béquilles de sécurité et test manuel	deplacement de la caisse avec la luge AG vers K2
13H22	13H27	5	mettre la table sur la position bas	
13H27	13H32	5	dechargement manuel de la luge du R5 vers K1	dechargement automatique de la luge
13H32	13H36	4	supprission des chunt de depanage	OK
13H36	13H37	1	Lancement en mode automatique	

Utilisation d'une méthode de diagnostic (MRHD, Maxer, ...) Oui ☒ Non ☐ Document associé: _____

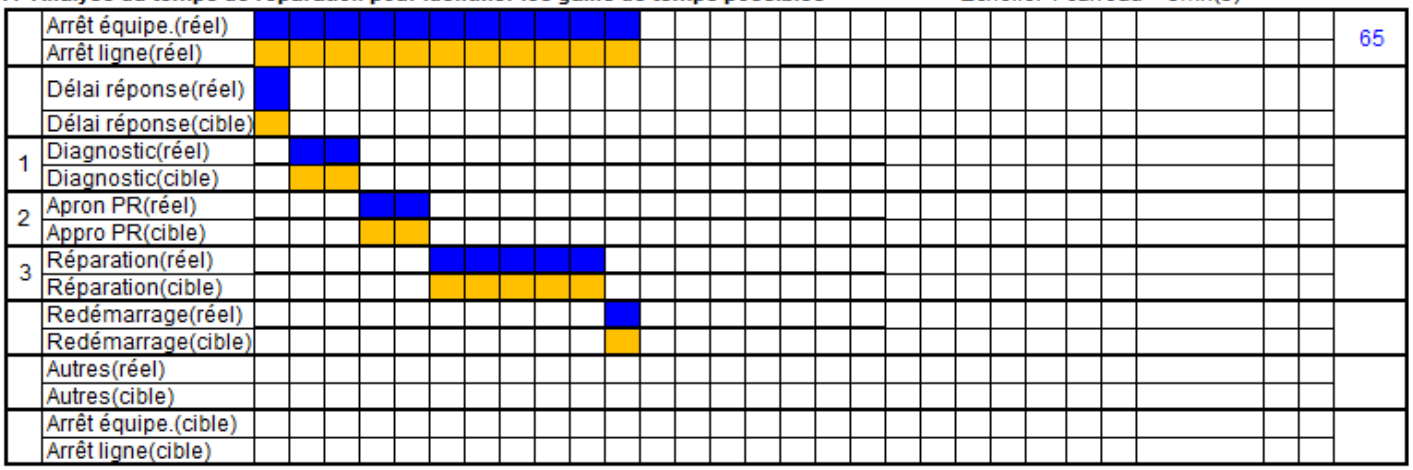
6.- Résumé de la panne

Détail du défaut (Schéma si besoin)	Actions correctrices réalisées		
	Changement du galet		
	Suite à donner	Délai	Pilote
	Vérification de serrage de l'ensemble des galets des tables	imm	Wassad

Autres documents associés: _____

Analyse du temps de réparation nécessaire ?	5 pourquoi nécessaires ?	Recours nécessaires à un spécialiste ?
■ Oui ☐ Non	■ Oui ☐ Non	Oui ■ Non

7.- Analyse du temps de réparation pour identifier les gains de temps possibles Echelle: 1 carreau = 5mn(s)



8.- Sélection du TOP 3 des pertes de temps pour analyse et actions complémentaires:

1) diagnostic	2) Réparation	3)approvisionnement
pas de perte	pas de perte	retard de livraison

9.- Recherche de la cause première de l'arrêt (5 pourquoi ?) : jusqu'à la cause initiale sur laquelle une action est possible.

1er Pourquoi	Arrêt table K1
2ème Pourquoi	Axe port Galet déformé
3ème Pourquoi	desserage d'Axe port Galet
4ème Pourquoi	blocage du galet
5ème Pourquoi	

	Plan d'action	Resp.	Délai Prévu	Délai Réal.
1)	Analyse avec le fournisseur	Maimoune	S52	
2)				
3)				

11.- Plan d'action de standardisation-capitalisation:			Resp.	Prévu	Réal.	VALIDATION HIÉRARCHIQUE DES ACTIONS RÉALISÉES	
Extension à d'autres équipements similaires	■ Oui	☐ Non					
Rectification du plan de maintenance préventive	☐ Oui	■ Non					
Rédaction d'un document, fiche technique	☐ Oui	■ Non					
Mise en place d'une formation, leçon ponctuelle	☐ Oui	■ Non					
Inscription dans la LUP accidentologie	☐ Oui	■ Non				Chef Atelier	CU Maint.

4-2-2 DEUXIEME DEFAILLANCE 04/02/2015

Figure 2- 6 Articulation cassée

RENAULT *RTE.Tanger* Tolerie	**MBR**	VALIDATION HIERARCHIQUE IS MBR / Chef Atelier / CUET Maint.	IDENTIFICATION N° :

1.- Informations générales

Titre de la panne: Défaut Manutention G2				OT Simon:
Date: 04/02/2015	Equipe:B	Atelier:	Ligne-Machine:	ML
Heure début 6h28	Heure appel: 6h28	Participants à la rédaction du document:		
Tps Arrêt équip.: 119min	Début interv.: 6h28min	o MAANAN	o JARBOUA	
Tps arrêt ligne: 86 min	Durée interv.: 119min	o MAIMOUNE	o HAIDI	
Production perdue:	Marche de substitution utilisée? ☐ Oui ■ Non			Heure début:

2.- Antécédents

- Avant la panne, existait-il des signes annonciateurs (bruit, fuites, réarmement, ...) ? ☐ Oui ■ Non
- Une maintenance préventive existe-t-elle sur cet équipement ? ■ Oui ☐ Non A-t-elle été réalisée ? ☐ Oui ■ Non Date : _
- S'agit-il d'une panne répétitive ? ☐ Oui ■ Non A-t-on réalisé une modification ? ☐ Oui ■ Non Date : ____
- Souvenir d'une panne similaire ? ☐ Oui ■ Non Où et Quand ?

DESCRIPTION DE LA PANNE

3.-Avant toute action, comment le premier intervenant a-t-il trouvé l'installation quand le problème a été détecté ?

Défaut RLV arrêt table G2	

4.- Quelles actions ont réalisé les premiers intervenants avant de faire appel à la maintenance ?

de	à	durée	Actions réalisées	Résultat
6h28			réaremement de la ligne	NOK

5.- Déroulement des actions réalisées par la maintenance jusqu'au redémarrage

de	à	durée	Actions réalisées	Résultat
6H28	6h32	4	Déf RLV arrêt table G2	
6h32	6h38	6	Vérification mécanique de la table	Axe articulation cassé
6h38	6h40	2	Mise en place des béquais	
6h40	6h42	2	Démontage de l'axe	
6h42	6h45	3	Vérification de l'usure et les autres composant.	Bague cassé alésage au niveau du ciseau
6h45	6h58	13	Appel Maintenance centrale	Prise de mesure de la bague
6h58	7h00	2	Activation retour luges	
7h00	7h05	5	Appel Kaizen pour assister chargé l'alésage	
7h05	7h20	15	Recherche de l'axe et la bague en stock	
7h20	7h30	10	Démontage de la bague cassé	
7h30	7h45	15	Pas de bague de rechange --> prise de mesure pour confectionner d'une autre (matière acier)	
7h45	7h55	10	Soudage de la bague + ajustage	OK
7h55	8h00	5	Descente de la table pour libérer les courroies	OK
8h00	8h10	10	Montage de l'axe et ajustage des courroies	OK
8h10	8h20	10	Shuntes des détecteurs rupture courroies pour avoir la manipulation	OK
8h20	8h27	7	Test manu OK, enlèvement des shuntes et réduction de la vitesse de la table	OK
8h27		119	Test manu Auto	OK

Utilisation d'une méthode de diagnostic (MRHD, Maxer, ...) ☐ Oui ■ Non Document associé: _____

6.- Résumé de la panne

Détail du défaut (Schéma si besoin)	Actions correctrices réalisées
	Confection d'une bague et chargement de l'alésage Contrôle de l'ensemble de la table

Suite à donner

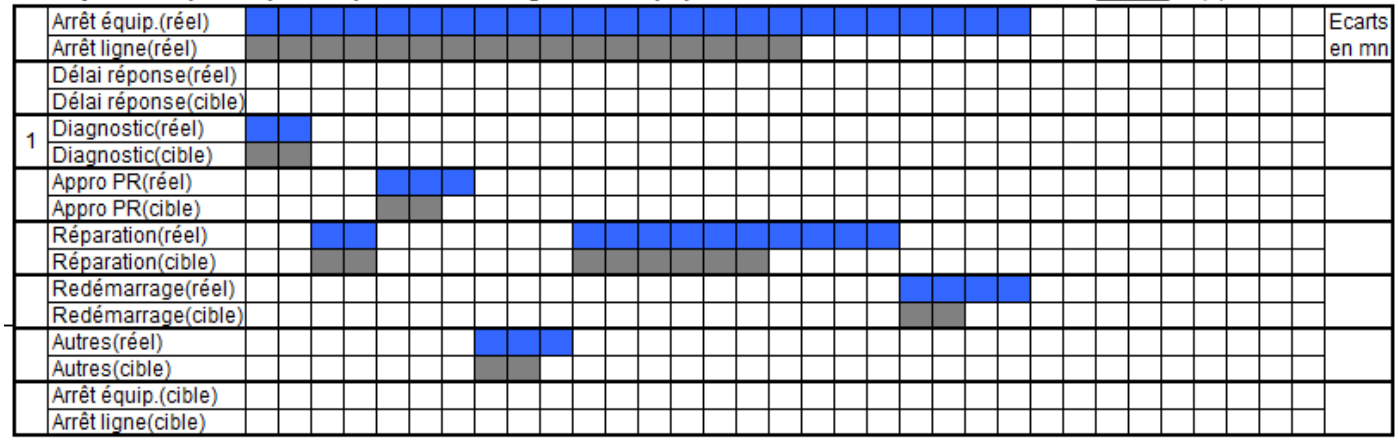
Actions	Pilote	Delai
Changement de l'ensemble du ciseau	Jarboua	
Réclamation auprés du fournisseur	Maimoune	04-févr

MAANAN Ayoub: présence fournisseur le vendredi 07/02 à 11h

Autres documents associés: _____

Analyse du temps de réparation nécessaire ?	5 pourquoi nécessaires ?	Recours nécessaires à un spécialiste ?
■ Oui ☐ Non	■ Oui ☐ Non	■ Oui ☐ Non

7.- Analyse du temps de réparation pour identifier les gains de temps possibles Echelle: 1 carreau = _____mn(s) 5'



8.- Sélection du TOP 3 des pertes de temps pour analyse et actions complémentaires:

1) Réparation	2)	3)
Difficulté d'ajusté la bague modifier et la souder		

	Action correctrice	Progrès attendu	Gain Tps	Resp.	Délai Prévu	Délai Réal.
1)	Confection des axes et les bagues de rechange	Gain en Temps de réparation	25min	Afara	S07	
2)						

9.- Recherche de la cause première de l'arrêt (5 pourquoi ?) : jusqu'à la cause initiale sur laquelle une action est possible.

1er Pourquoi	Axe articulation casé
2ème Pourquoi	Bague d'articulation déformée
3ème Pourquoi	Usure de l'articulation
4ème Pourquoi	" Attente expertise fournisseur le vendredi 07/02"
5ème Pourquoi	

10.- Actions à réaliser pour éviter la réapparition de l'arrêt:

	Plan d'action	Resp.	Délai Prévu	Délai Réal.
1)	Lancement d'un chantier de vérification des ensembles des tables (K1 et G1 Tanger1&2), au niveau des articulations	Maanan	S08	
2)	Mise à disposition au PHF l'ensemble les coussinets de rechange	Jarboua	S09	
3)	Contrôle périodique des axes et bagues (MAJ PMP) avec démontage des articulations	El-haibi	S08	

11.- Plan d'action de standardisation-capitalisation:

			Resp.	Prévu	Réal.	VALIDATION HIÉRARCHIQUE DES ACTIONS RÉALISÉES		
Extension à d'autres équipements similaires	■ Oui	☐ Non						
Rectification du plan de maintenance préventive	☐ Oui	■ Non						
Rédaction d'un document, fiche technique	■ Oui	☐ Non	Wassad	S07				
Mise en place d'une formation, leçon ponctuelle	☐ Oui	■ Non						
Inscription dans la LUP incidentologie	☐ Oui	■ Non				IS MBR	Chef Atelier	CU Maint.

5-OBJECTIF DE L'ETUDE

On se basant sur l'historique des défaillances, sur les méthodes et types de maintenances utilisées ainsi que sur l'expérience des membres de l'atelier maintenance, nous avons décidé de créer un système secondaire d'élévation pour la table élévatrice G2 qui sera fonctionnel en mode dégradé afin d'assurer le fonctionnement de la table en cas de panne et n'intervenir pour sa réparation que pendant les heures hors production.

Chapitre 3 :

Etude du système actuel et génération des concepts

« Dans ce chapitre on entamera une étude détaillée du système élévateur ainsi que toutes ses interactions avec l'environnement et suivant les résultats obtenus on procèdera à la génération des concepts »

1-TABLE ELEVATRICE G2 ZLIFT
1-1-INTRODUCTION

La table Zlift est une table élévatrice à courroies plates et à double ciseaux, entraînées par la motorisation électrique à l'extérieur de la table.

1-2- DESSIN ET VUE REELLE

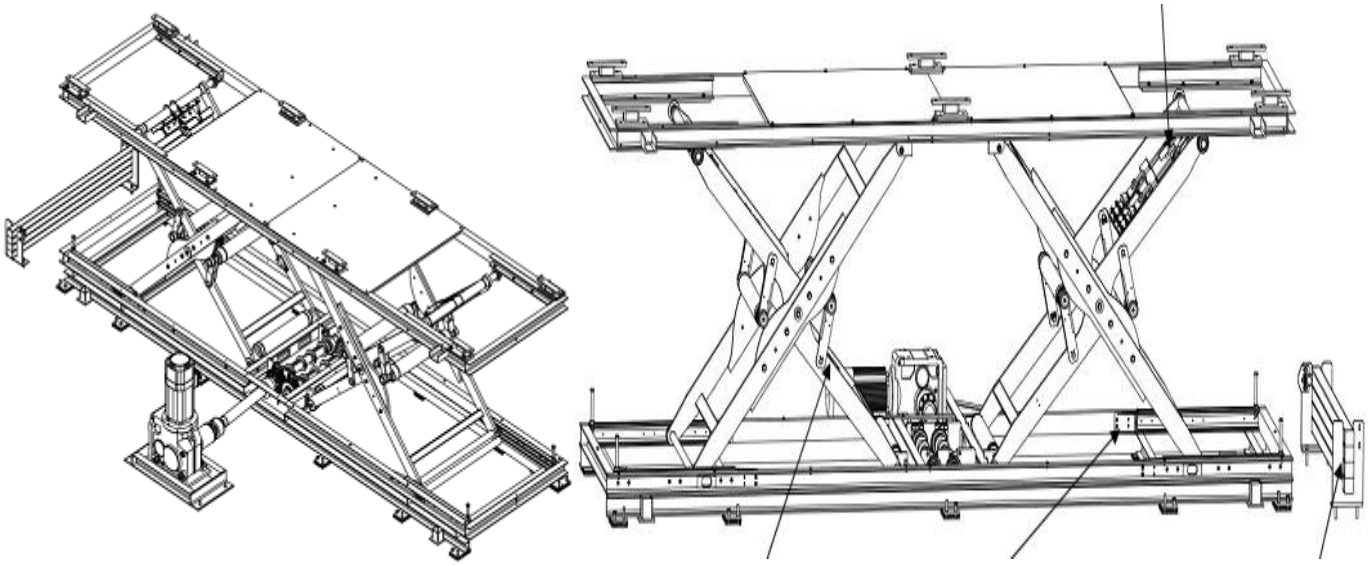


Figure 3- 1 Dessin de la table élévatrice G2 Zlift

Figure 3- 2 Vue réelle de la table G2 Zlift

1-3 Caractéristiques techniques

N° de fabricant. :	DI10PT357-5000-01
Année de construction :	2011
Charge admissible :	3500 kg charge répartie
Longueur de la Table :	5000 mm
Largeur de la table :	1200mm
Hauteur de l'ensemble mini :	500mm
Course utile :	1250 mm
Puissance du moteur :	7,5 kW
Vitesse de montée :	7 m/min
Vitesse de descente :	7 m/min
Tension de branchement :	400 V 50 Hz tri
Tension de freinage :	400 V AC
Type de protection :	IP 54
Courroies plates :	2 x 2 x100 mm
Poids propre :	1600 kg
Niveau sonore :	< 70 dB(A)
Protection entre plateau :	Non
Dispositif antichute :	Non
Codeur absolu à câble :	Non

2-ANALYSE FONCTIONNELLE

2-1-METHODE RESEAU

2-1-1-RECHERCHE INTUITIVE

Soulever la table	vérins, moteur à vis sans fin, supports
Résister aux forces	limite élastique, dimensionnement, flambement, voilement, facteur de sécurité
Résister aux vibrations	mécanisme de guidage

2-1-2-EXAMEN DE L'ENVIRONNEMENT

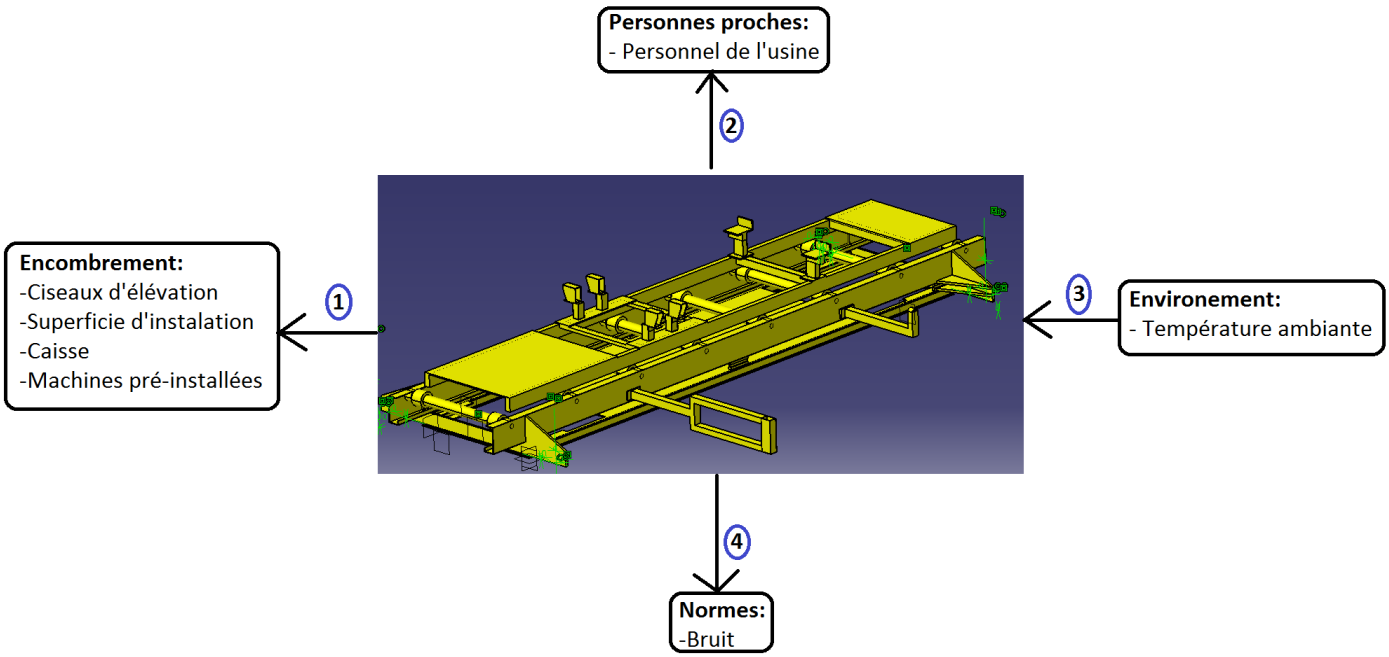


Figure 3- 3 Examen de l'environnement du futur système d'élévation

(1) Faire en sorte que le nouveau système d'élévation n'affecte d'aucune manière l'ancien mécanisme

(2) Le nouveau mécanisme doit assurer la sécurité des opérateurs pendant son fonctionnement

(3) Le système ne doit être affecté par aucune source de chaleur

(4) Le mécanisme doit respecter les normes en ce qui concerne le nombre de décibels

2-1-3-LA METHODE SAFE

Opérations d'utilisation	Fonctions relevées
Le système d'élévation par ciseaux tombe en panne et je dois découpler et accoupler le système secondaire	Faciliter le raccordement Raccordement rapide

2-1-4-EXAMEN DES EFFORTS

Contraintes	Fonctions
Le système doit permettre à la table d'effectuer un mouvement de translation vertical	Résister aux efforts de poussée Respecter les vitesses de descentes et de montés Ne pas générer des vibrations

2-1-5-Analyse d'un produit de référence

Notre produit de référence dans ce que cas est le système d'élévation actuel de la table (1-1INTRODUCTION)

2-1-6-Utilisation des normes

Norme	Objectif
niveau sonore	< 50 dB(A)
Sécurité	Protection du personnel

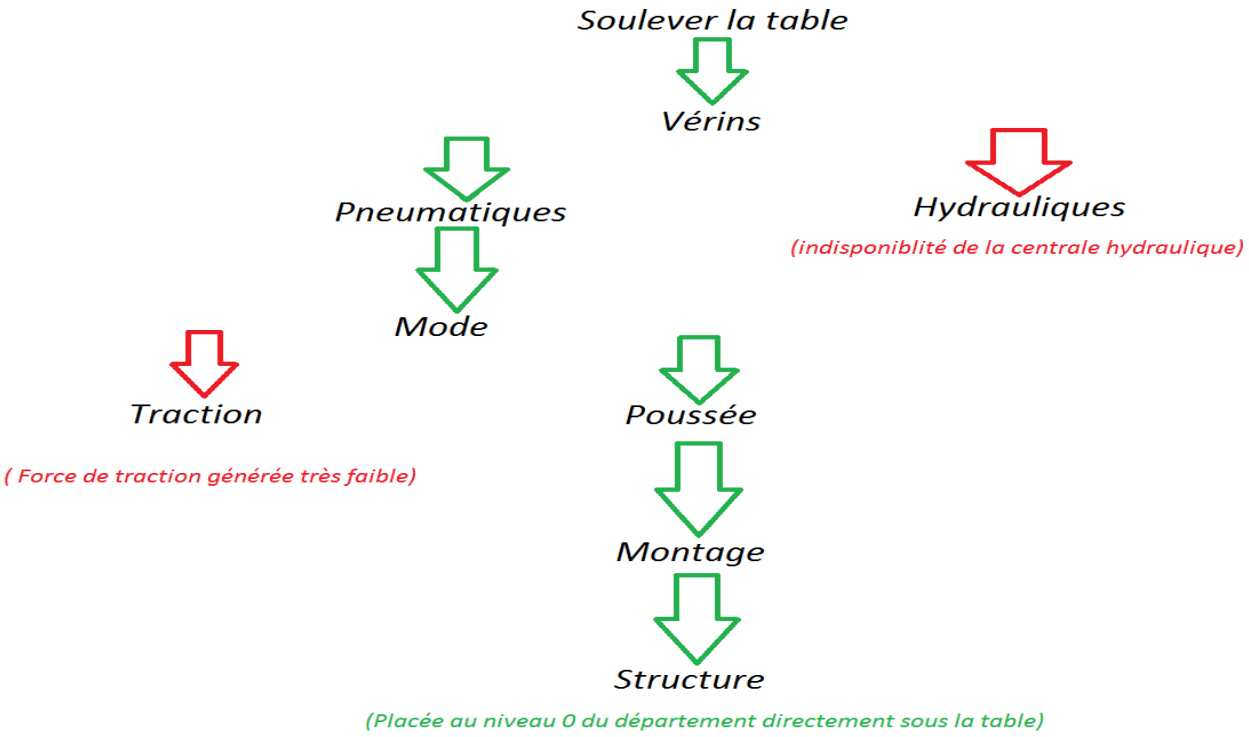
3-Caractériser les fonctions (Cri Ni Flex)

Fonction		Critère de conception	Niveau	Flexibilité
Assurer l'élévation de la table		Respecter la course	1250 mm	C<=1250 mm
		Gêner une force de levée	F> Poids de la table	F>= 24525 N
Etre adaptable	Prendre en compte la superficie	6x5 m		

4-Génération de concepts

4-1-Premier concept

4-1-1 Présentation



- Lever la table grâce à quatre vérins pneumatiques car le département tôlerie ne dispose pas de centrale hydraulique

- Les vérins doivent être en mode poussée vu l'insuffisance de la force générée en traction

- Suite à l'encombrement sous la table les vérins doivent être légèrement décalés et montés sur une structure qui sera bâtie sur le niveau 0 s'élevant jusqu'au niveau 1

4-1-2 CONCEPT 1

Grâce aux fonctions obtenues par la méthode réseau j'ai procédé au prototypage du premier concept à base de vérins pneumatiques, pour cela j'ai utilisé le logiciel CATIA V5

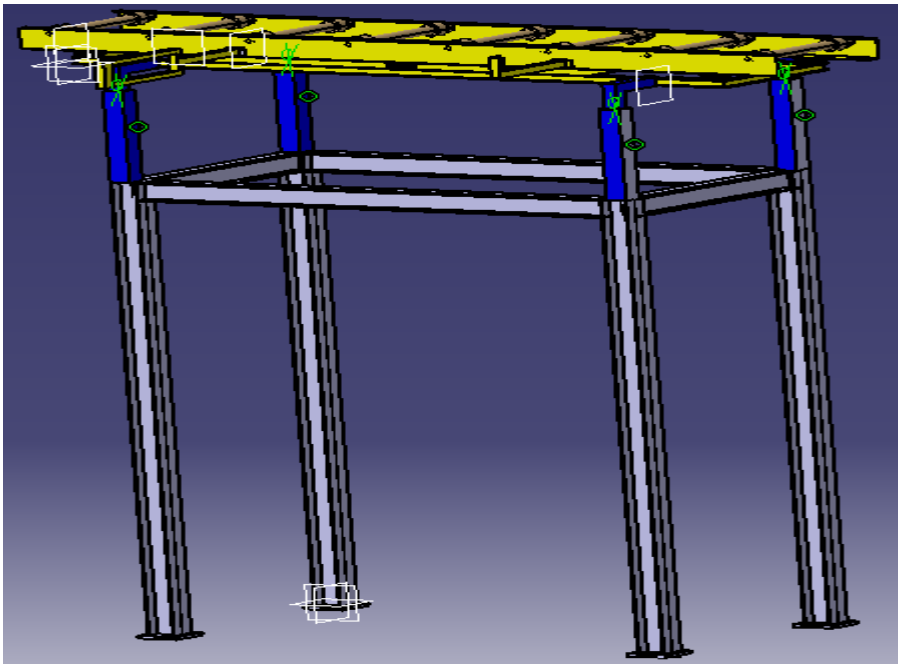


Figure 3- 4 Vue globale du concept 1 (CATIA V5)

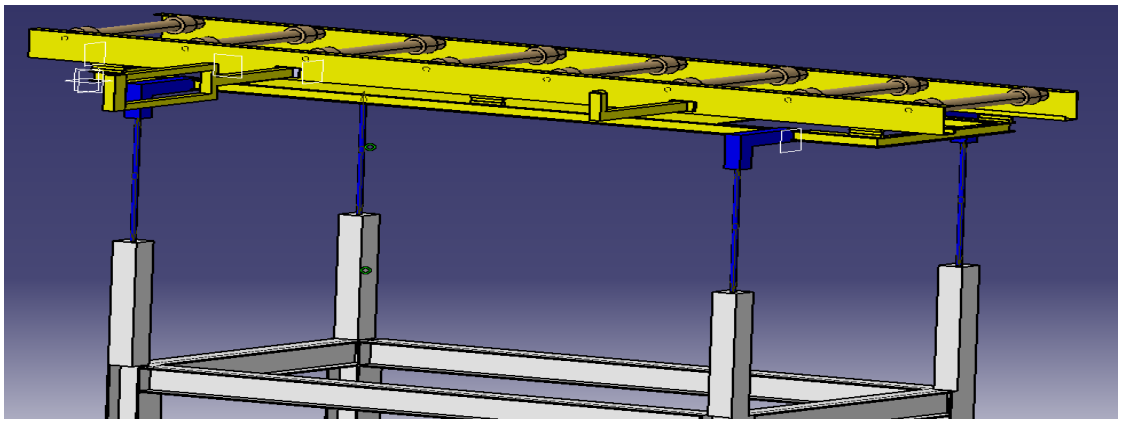


Figure 3- 5 Table en fin de course (CATIA V5)

4-1-3 ANALYSE DU CONCEPT 1

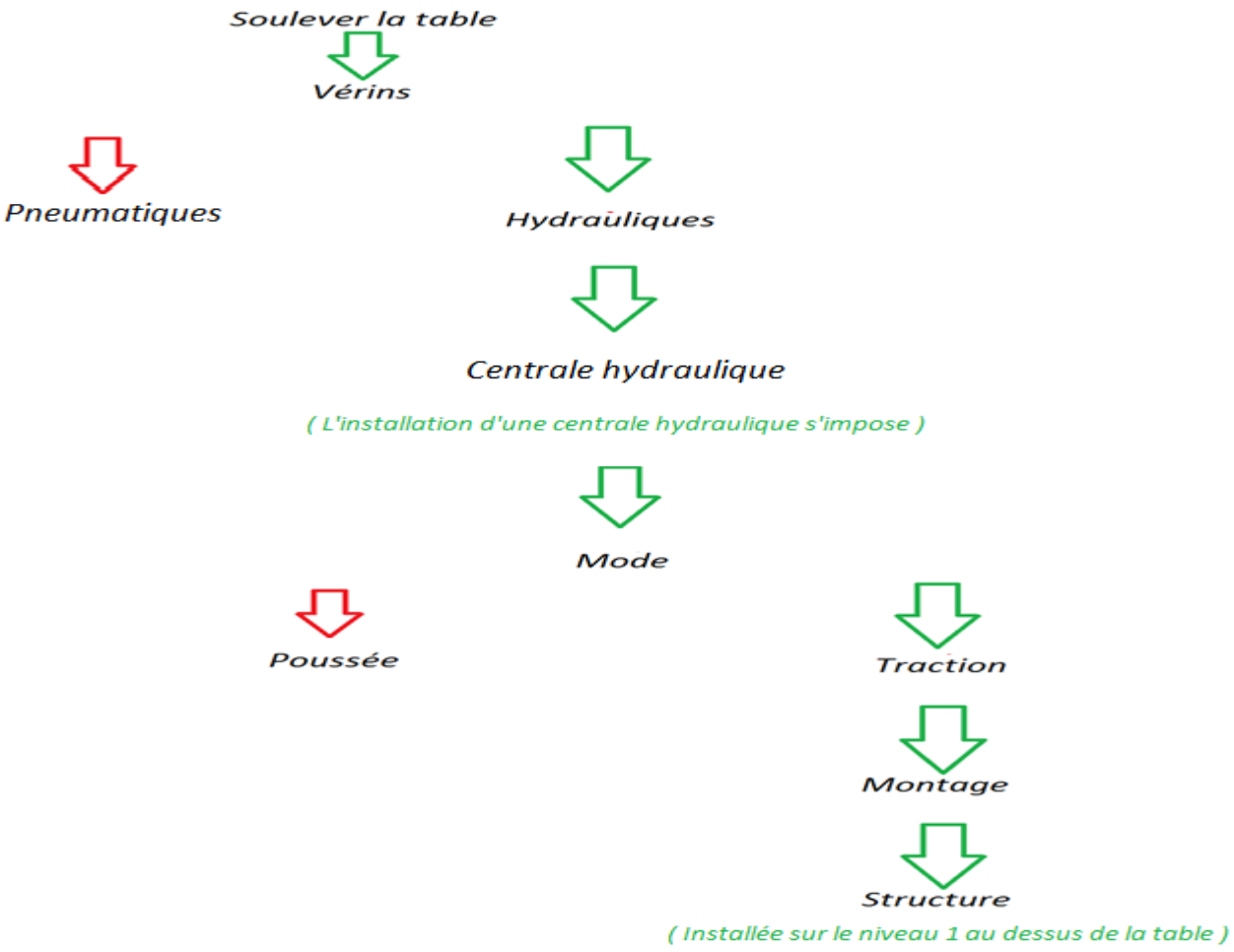
Avantages	Inconvénients
Coût : les vérins pneumatiques sont les moins chers dans la catégorie vérins	Coût : La structure sera très couteuse
Montage : facilité de montage et d'alimentation	Encombrement : la structure posera un problème de logistique au niveau 0
Disponibilité : les vérins pneumatiques sont disponibles dans le marché avec une grande variété	fiabilité : les vérins pneumatiques ne sont pas adaptés à des mécanismes de précision, on pourrait faire face à des problèmes d'alignement des tables suite à un défaut du compresseur

4-1-4 Conclusion

Ce concept pose plusieurs problèmes financiers, techniques et logistiques donc la création d'un nouveau concept s'impose.

4-2 Deuxième concept

4-2-1 Introduction



- Installation d'une centrale hydraulique

- Lever la table grâce à des vérins hydrauliques en mode traction

- Installer une structure au-dessus de la table pour ne pas gêner la logistique au niveau 0

4-2-2 CONCEPT 2

Pour le deuxième prototype j'ai utilisé des vérins hydrauliques en mode traction et une structure qui favorise ce mode de fonctionnement :

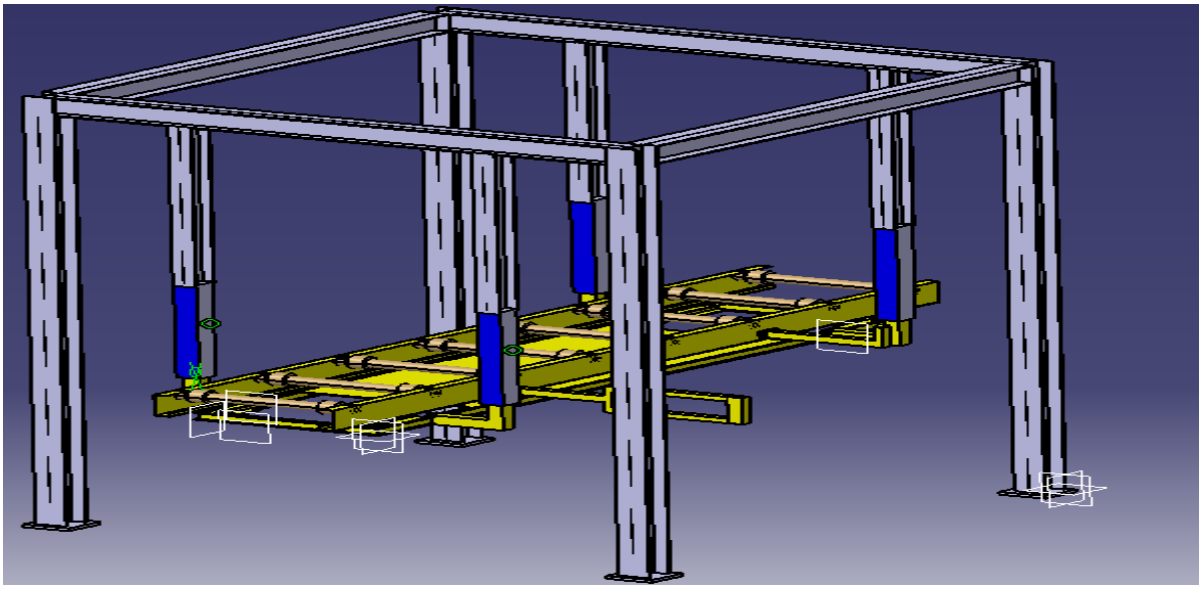


Figure 3- 6 Vue globale du concept 2 (CATIA V5)

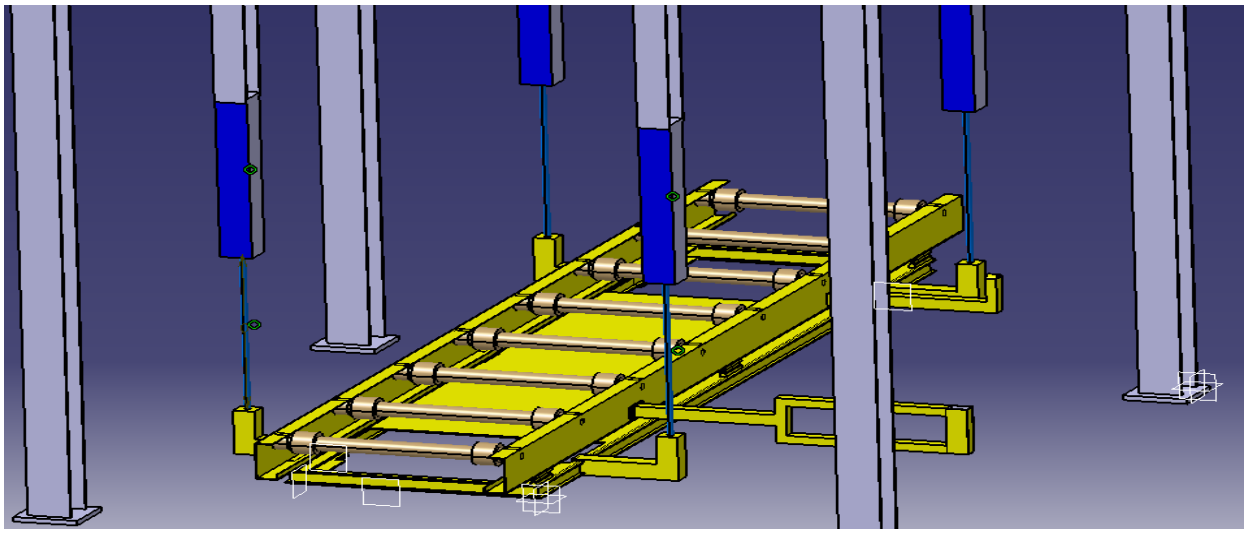


Figure 3- 7 Table en position fin course (CATIA V5)

4-2-3 Analyse du concept 2

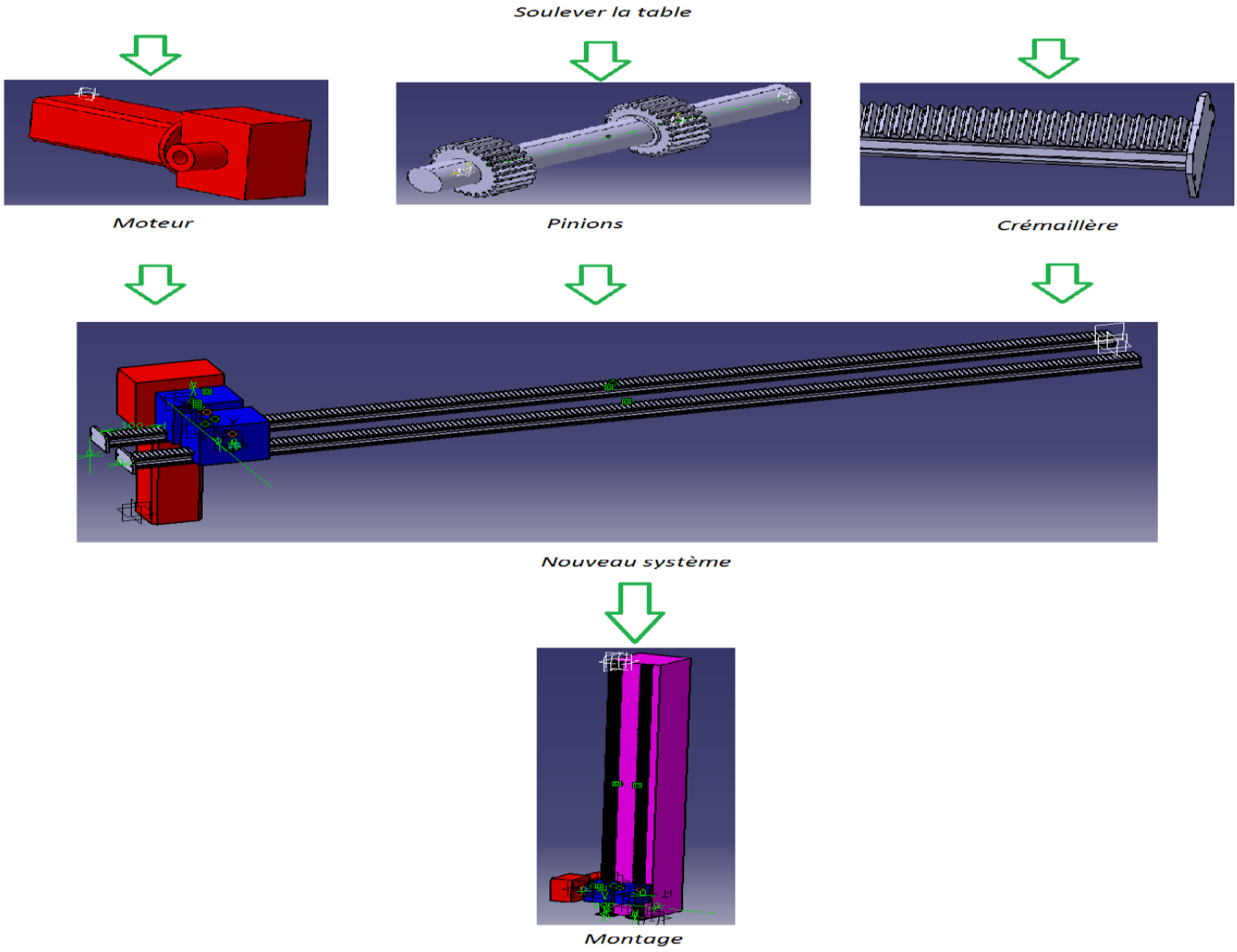
Avantages	Inconvénients
Performance : système capable de soulever la table en respectant la vitesse de levée et l'alignement	Coût : Quatre vérins hydrauliques couteront très chers sans compter le coût de la structure et de la centrale hydraulique

4-2-4 Conclusion

Le prix du deuxième concept ne justifie pas la résolution du problème, une solution à base de vérins n'est pas adéquate, il faut alors trouver un système qui combine entre performance et coût.

4-3 Troisième concept

4-3-1 Introduction



- Le nouveau système est à base de crémaillères fixes et pinions mobiles qui ont une liaison pivot avec les blocs

- La rotation des pinions est transmise par des moteurs mobiles via un axe de rotation, ces moteurs sont fixés aux blocs et se déplacent avec le mouvement

- Le système est fixé sur quatre piliers et les blocs ont une fixation rigide avec les supports de la table

4-3-2 CONCEPT 3

Le troisième prototype est purement mécanique, actionné par quatre moteurs qui font tourner quatre engrenages à l'intérieur de quatre blocs élévateurs, ce bloc est relié à la crémaillère fixe grâce à une liaison glissière

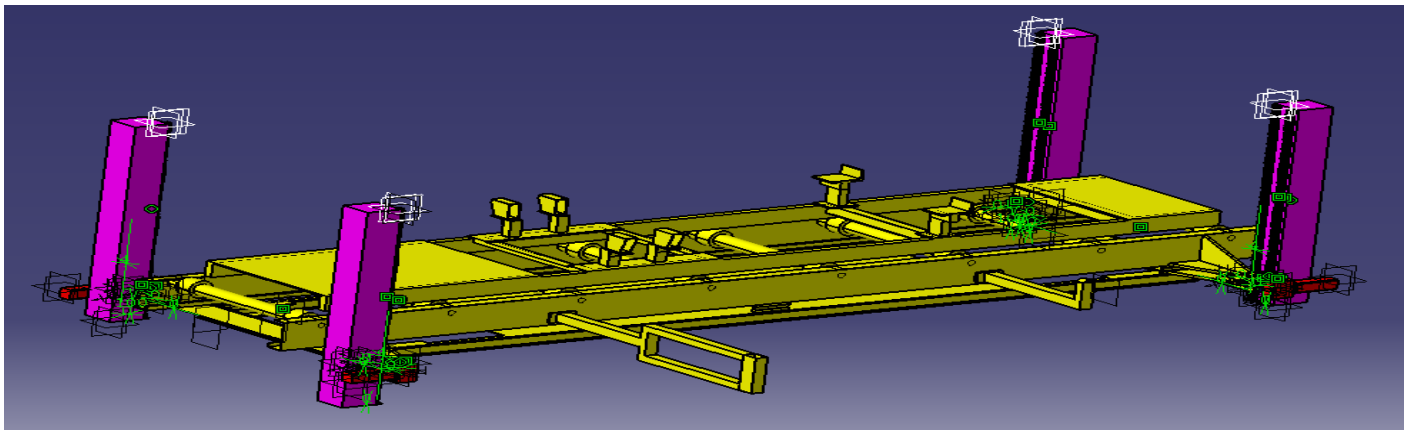


Figure 3- 9 Vue globale du concept 3 (CATIA V5)

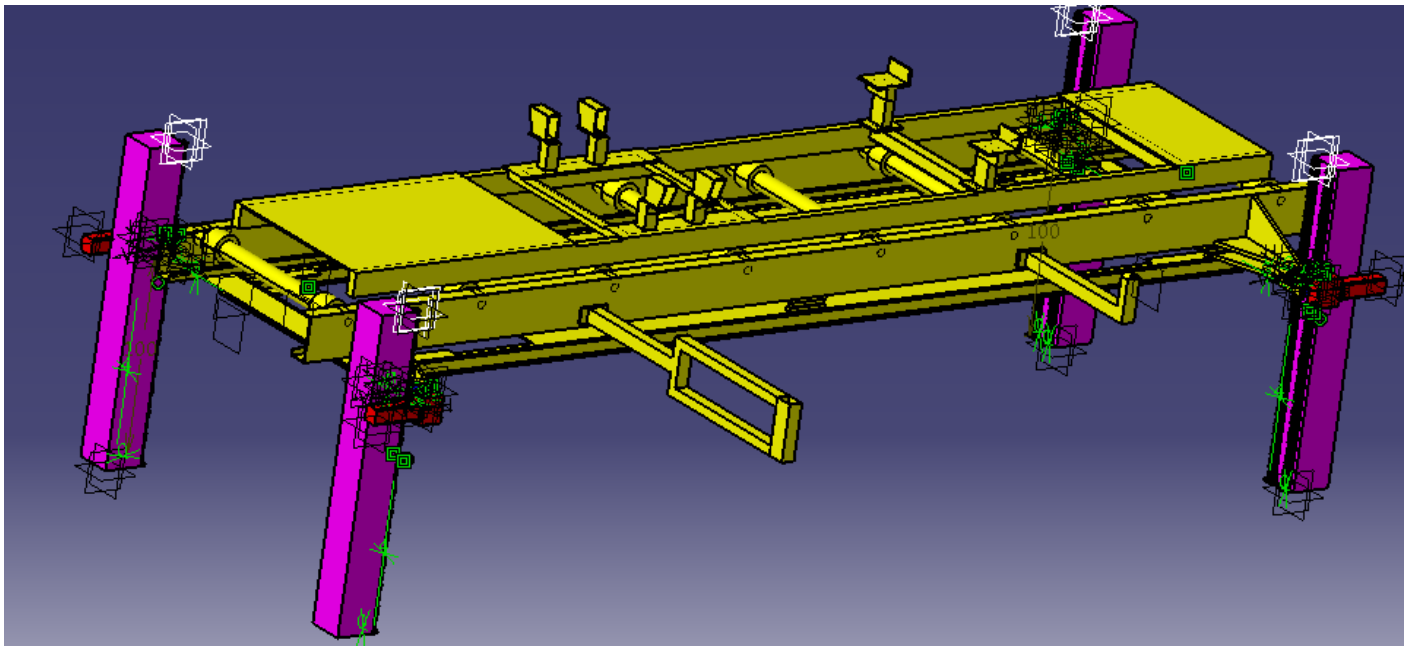


Figure 3- 9 Table en position fin de course (CATIA V5)

4-3-3 Analyse du concept

Avantages	Inconvénients
Ergonomie : Système simple, facile à monter et à accoupler	Montage : Besoin de quatre piliers pour fixer les crémaillères
Maintenance : Maintenabilité d'une crémaillère classique	Source du mouvement : Besoin de quatre moteurs
Encombrement : le système est adapté à notre superficie ainsi qu'au système actuel	Alignement : synchronisation entre quatre moteurs

5- Conclusion

Le concept 3 s'avère être le système le plus adéquat car il respecte toutes les contraintes auxquelles on fait face :

1. Ne gêne pas le système actuel
2. L'accouplement ne se fait qu'une seule fois pendant le montage
3. Inutile de le désaccoupler
4. Respecte la superficie de la zone table G2
5. Disponibilité dans le marché

Chapitre 4 :

Etude, positionnement et dimensionnement du système

« Dans ce chapitre on procédera à dimensionner et à positionner les différents composants du système du concept 3 via la méthode des éléments finis »

Partie 1 :

Choix des supports d'élévation

1-SUPPORTS D'ELEVATION

1-1 PROCEDURE DE CONCEPTION

1-1-1 CONTRAINTES

Le support qu'on doit créer doit respecter certaines contraintes :

- La longueur du support doit respecter la largeur de la caisse avec une marge de sécurité au cas où on fabriquera une caisse plus large

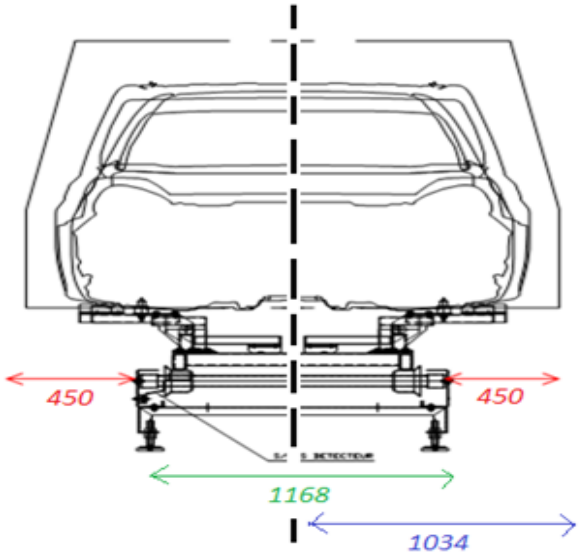


Figure 4- 1 Vue de face de l'ensemble table, luge et caisse

On prendra 450 mm comme distance de sécurité. La longueur du support pourra atteindre L=2068 mm

- La position de fixation ne doit pas gêner le système actuel (le support doit être fixé entre la table Zlift et la table à rouleaux)

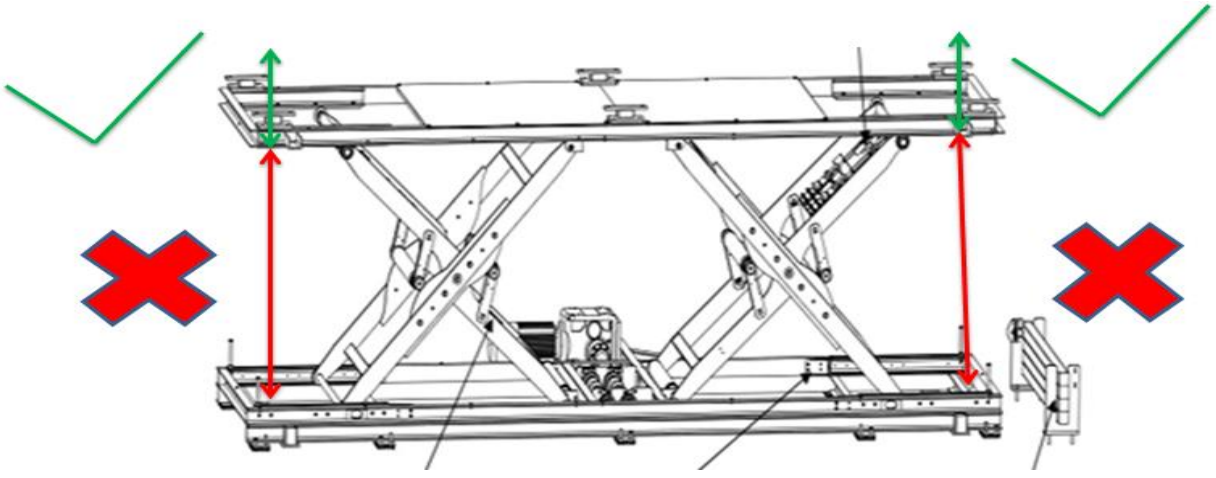


Figure 4- 2 Zone permise et non permise

- Les supports doivent avoir une hauteur minimale de 65 mm pour ne pas augmenter la course de la table qui se trouve déjà au maximum

- Les supports doivent supporter la charge appliquée => obtenir un facteur de sécurité de Fs=1.5

1-2 TYPE DU SUPPORT

1-2-1 POUTRELLE IPE

On va commencer notre test avec une poutrelle IPE de dimension arbitraire pour des raisons de performances et d'économie puis grâce à la RDM et à la méthode des éléments finis on pourra choisir la dimension adéquate de notre support, pour cela on utilisera les logiciels Abaqus et RMD6

2-TEST 1 : IPE 100

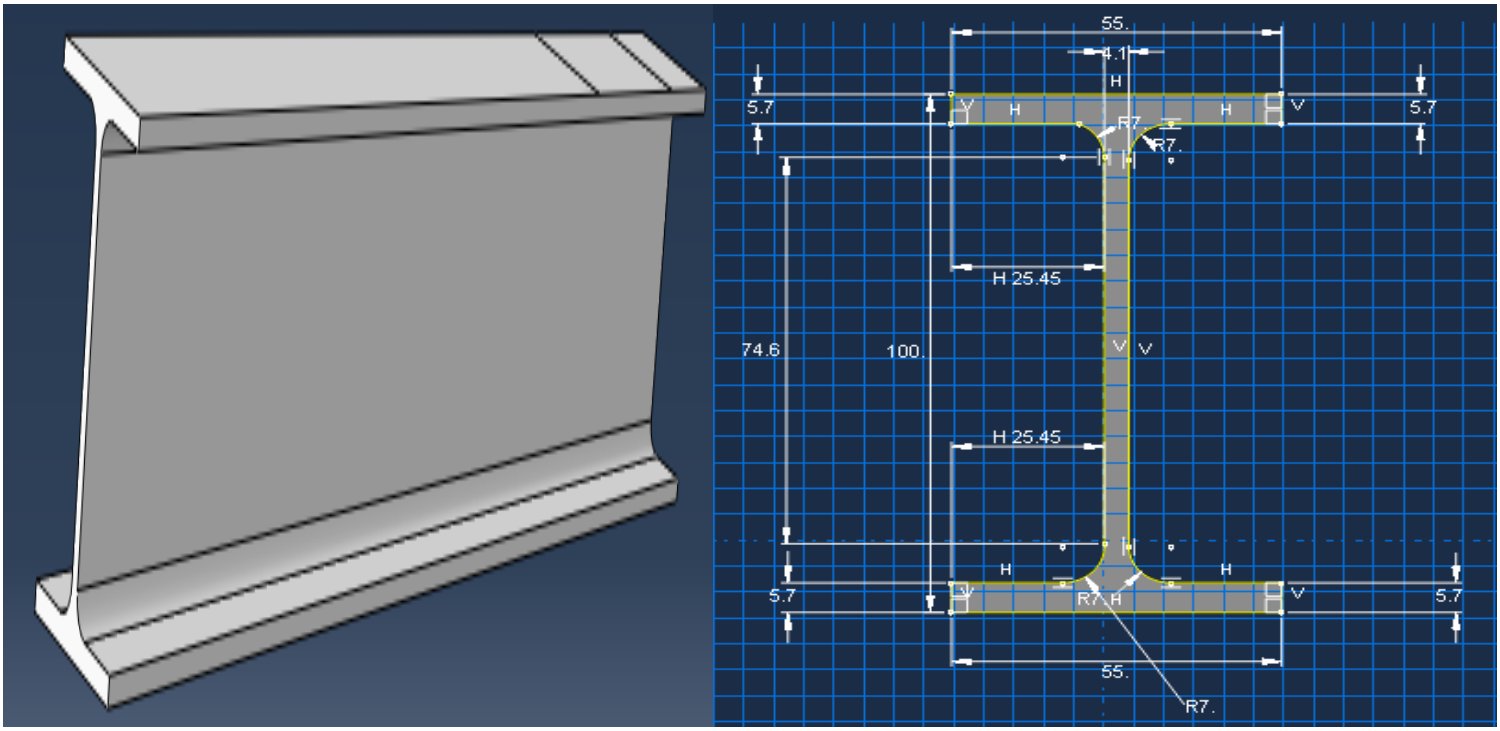


Figure 4- 3 Dimensions de la poutrelle IPE 100 (réalisé sur ABAQUS)

Matériau	Acier laminé à chaud S235
Limite élastique	235 MPA
Module de Young	210 GPA
Co-poisson	0.3

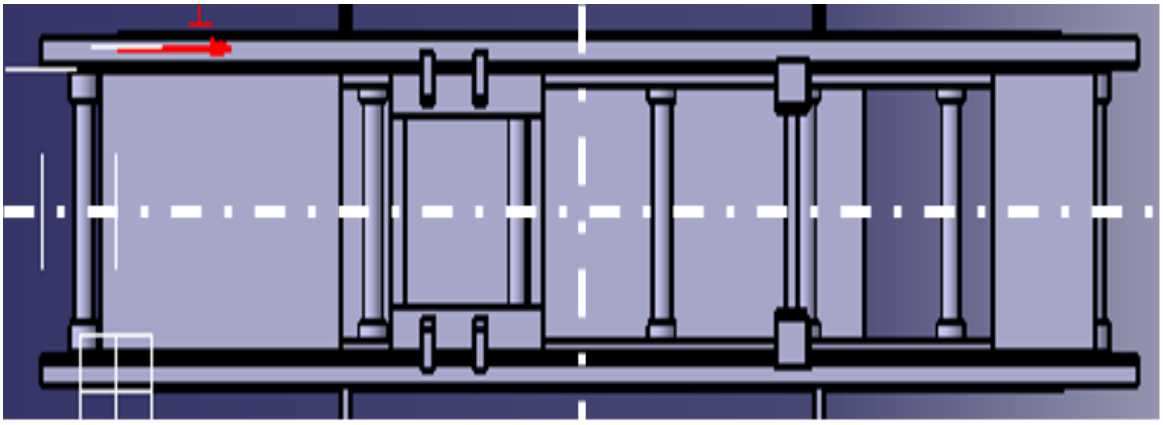


Figure 4- 4 Plans de symétrie

CALCUL DES FORCES APPLIQUEES

Puisqu'on a deux plans de symétrie on peut donc travailler uniquement sur le ¼ de la table ce qui revient à travailler sur un seul support

Masse volumique de l'acier	7860kg_m^3
Volume total	0.246 m^3
Volume de la table supérieure (Luge + table à rouleaux)	0.245 m^3
Poids de la table supérieure	7860*0.245*9.81= 18891.117 N
Poids de la caisse	400 Kg*9.81= 3924 N
Poids de la table supérieure plus caisse	22814.5 N
Force supérieure appliquée sur le support	22814.5/4= 5703.625 N
Volume de la table inférieure Zlift	0.001 m^3
Poids de la table inférieure Zlift	0.001*7860*9.81= 77.1 N
Force inférieure appliquée sur le support	77.5/4= 19.3 N

RDM6

Avant d'entamer un calcul raffiné par éléments finis on va tout d'abord faire un calcul primitif grâce au logiciel RDM 6 en appliquant les forces appliquées par la table sur les supports d'élévation

CHOIX DE LA LONGUEUR DU SUPPORT

1ER TEST AVEC LA LONGUEUR MAXIMALE : L=1034 MM

RESULTATS OBTENUS (RDM6)

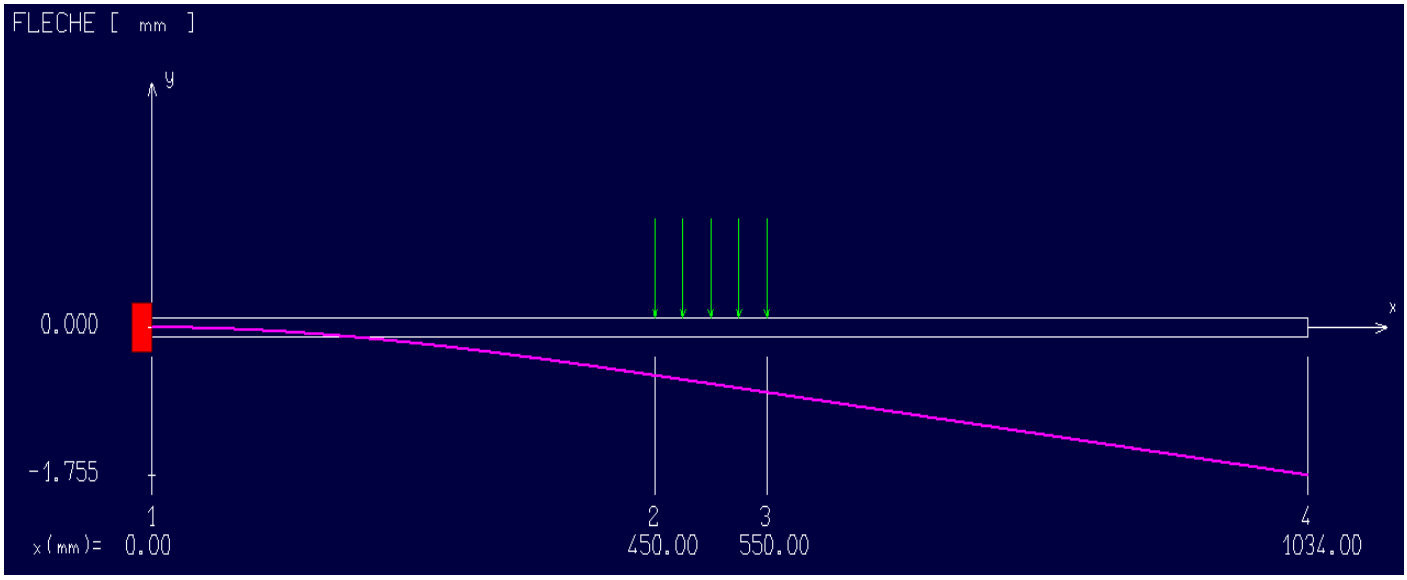


Figure 4- 6 Flèche pour une IPE de L=1034 mm (RMD6)

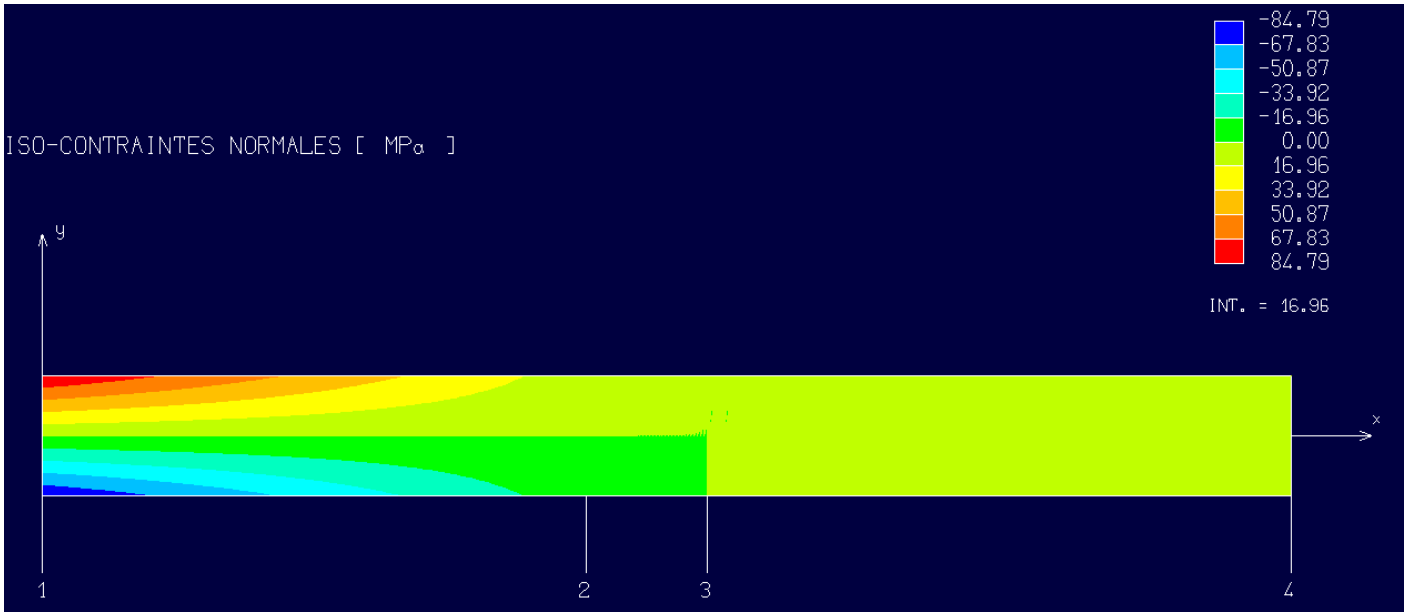


Figure 4- 6 Contraintes normales pour IPE de L=1034 mm (RMD6)

Flèche	-1.755 mm
Contrainte de Von-mises	84.79 MPA
Facteur de sécurité	Fs=(Re/Cv)=(235/84.79)=2.77

2EME TEST AVEC LA LONGUEUR MINIMAL L=550 MM

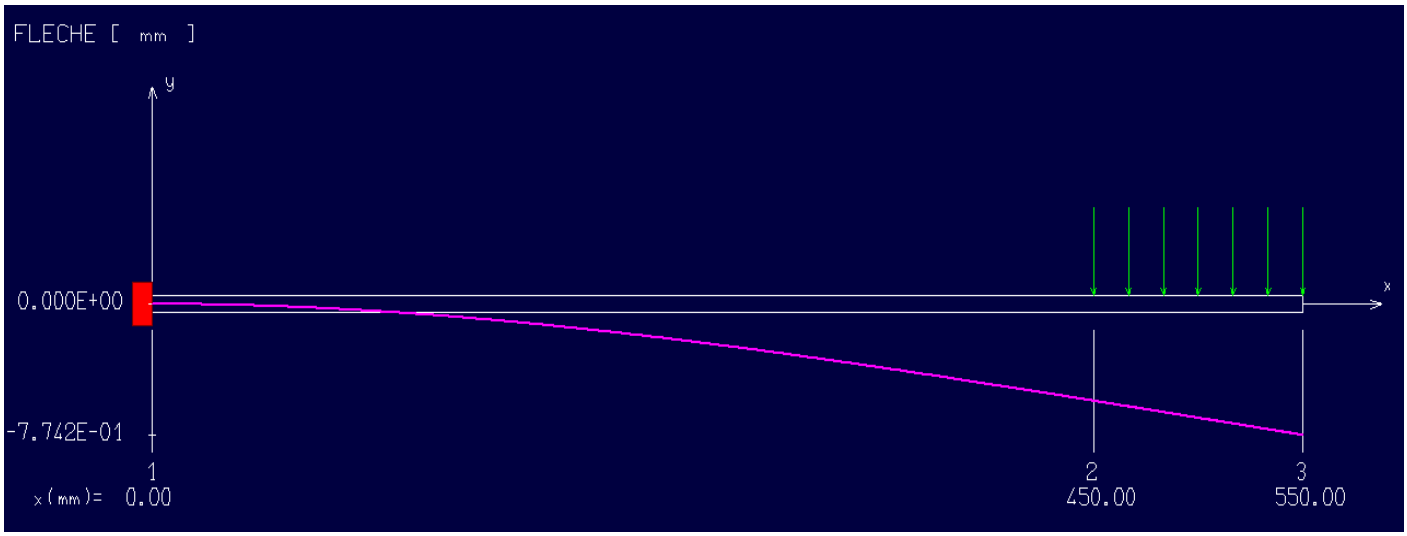


Figure 4- 8 Flèche pour une IPE de L=550 mm (RDM6)

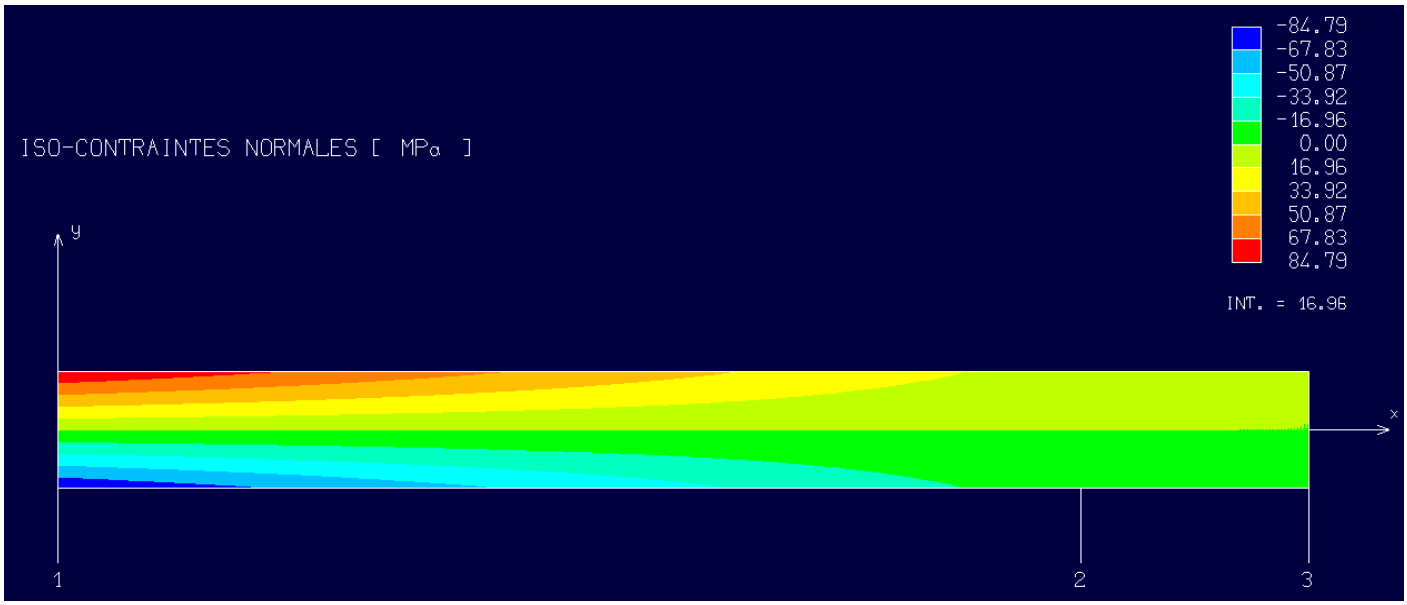


Figure 4- 8 Contraintes normales pour IPE de L=550 mm (RDM6)

Flèche	-7.74 E^-1 mm
Contrainte de Von-mises	84.79 MPA
Facteur de sécurité	Fs=(Re/Cv)=(235/84.79)=2.77

ANALYSE DES RESULTATS

En comparant les résultats on constate qu'en utilisant le support de longueur minimale (L=550 mm) à contrainte égale on réduit la flèche de presque la moitié.

La contrainte de Von-Mises (84.79 MPA) reste très faible par rapport à la limite élastique, le facteur de sécurité est très grand

CONCLUSION

- ⇨ On va opter pour le support de longueur L=550 mm

- ⇨ On devra choisir une gamme de poutrelle IPE inférieure à celle qu'on a utilisé (IPE100)

3-TEST 2 : POUTRELLE IPE AA 80

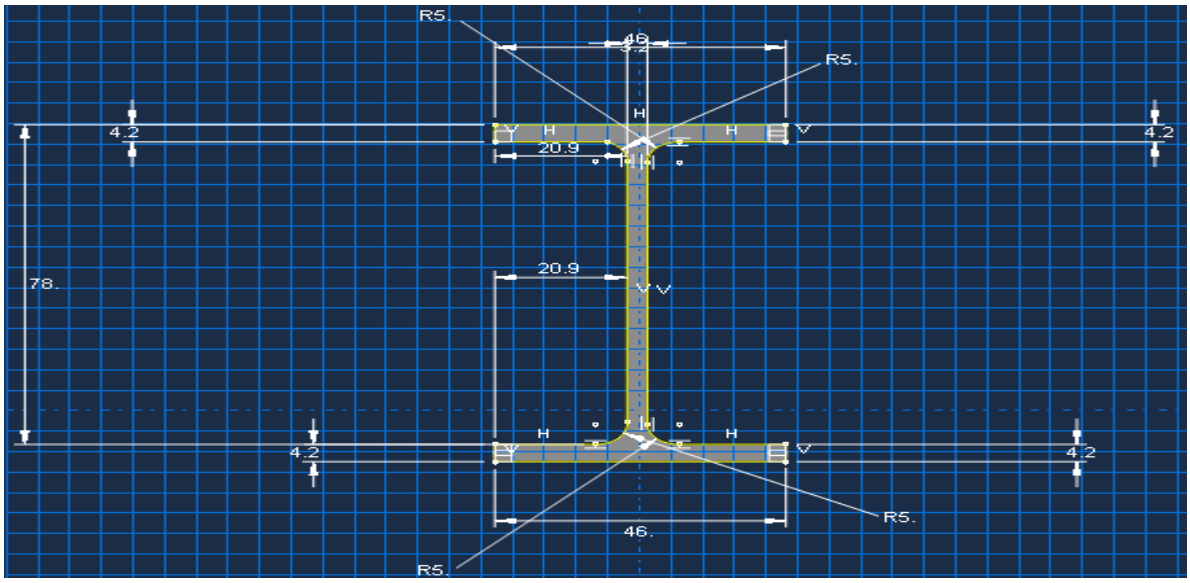


Figure 4- 9 Dimensions de la poutrelle IPE80AA (ABAQUS)

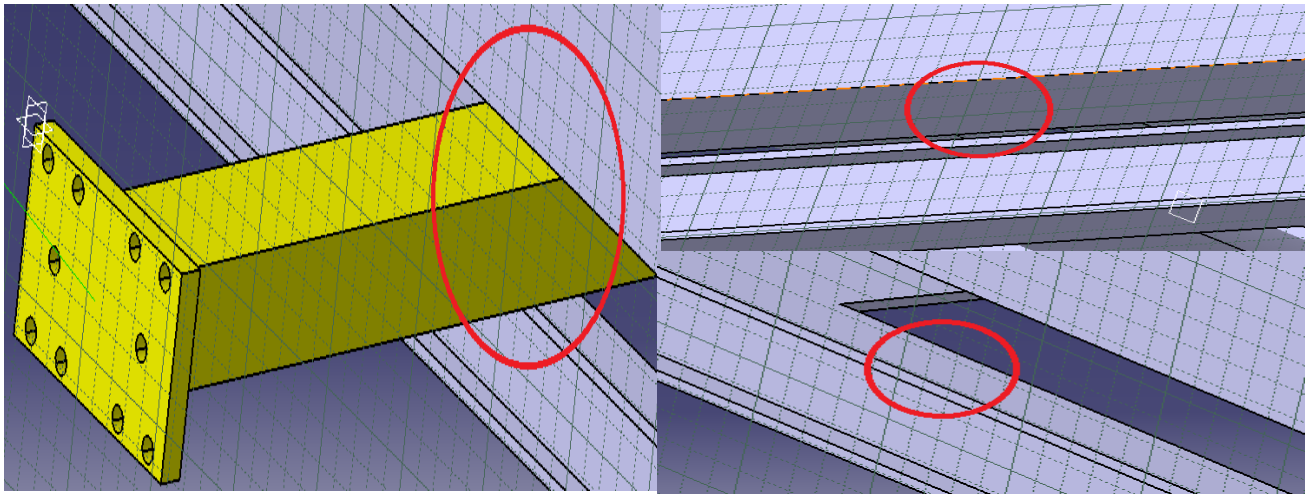


Figure 4- 10 surfaces de contact (Catia V5)

Calcul des Pressions appliquées

Force supérieure appliquée sur le support	5703.625 N
Taille de la surface supérieure	100(largeur de la surface de contact)*46(largeur du support)= 4600 mm²
Pression supérieure	5703.625/ (100*46)= 1.24 MPA
Force inférieure appliquée sur le support	19.3 N
Taille de la surface inférieure	50(largeur de la surface de contact)* 46(largeur du support)= 2300 mm²
Pression inférieure	19.3/ (50*46)= 0.0084 MPA

Etude du support avec la méthode des éléments finis (ABAQUS)

Application des forces et de l'encastrement

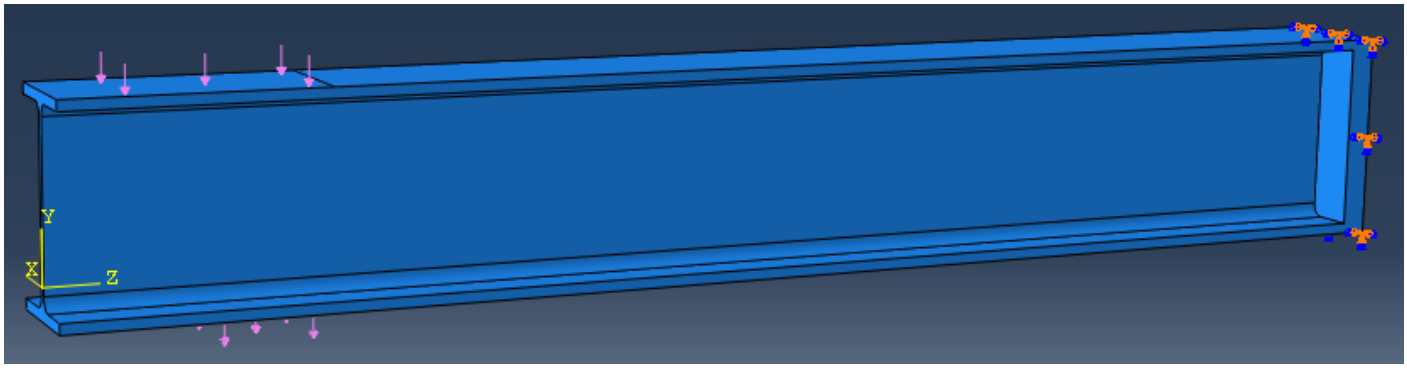


Figure 4- 11 Application des forces (ABAQUS)

MAILLAGE GROSSIER

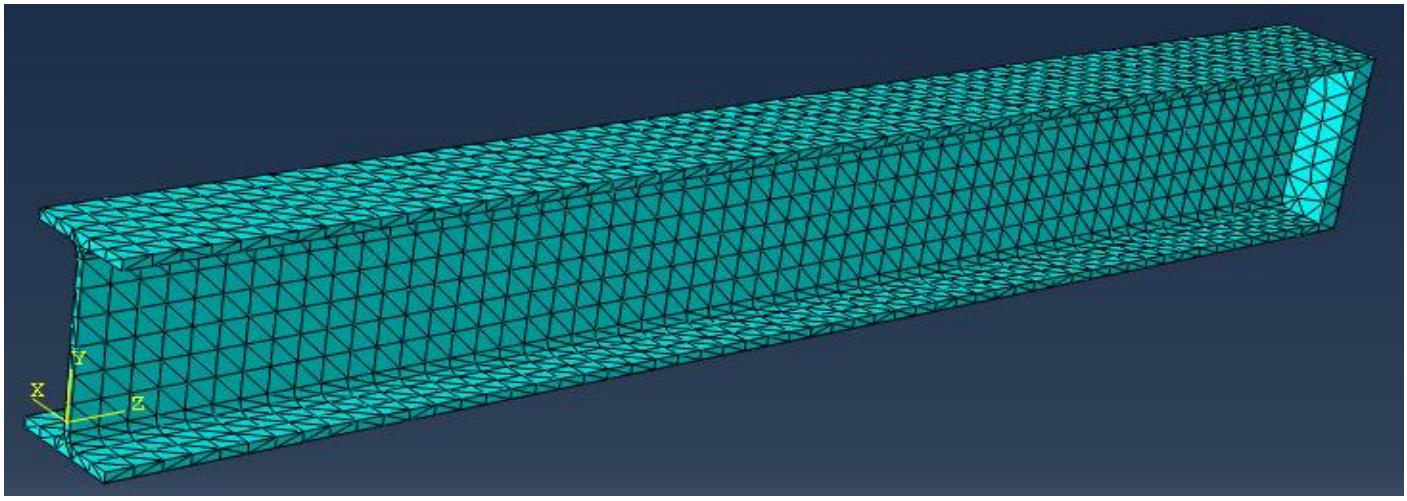


Figure 4- 12 Application du maillage grossier (ABAQUS)

Type de l'élément global	Elément Poutre (tétraédrique)
Taille de l'élément global	10 mm

Résultats obtenus

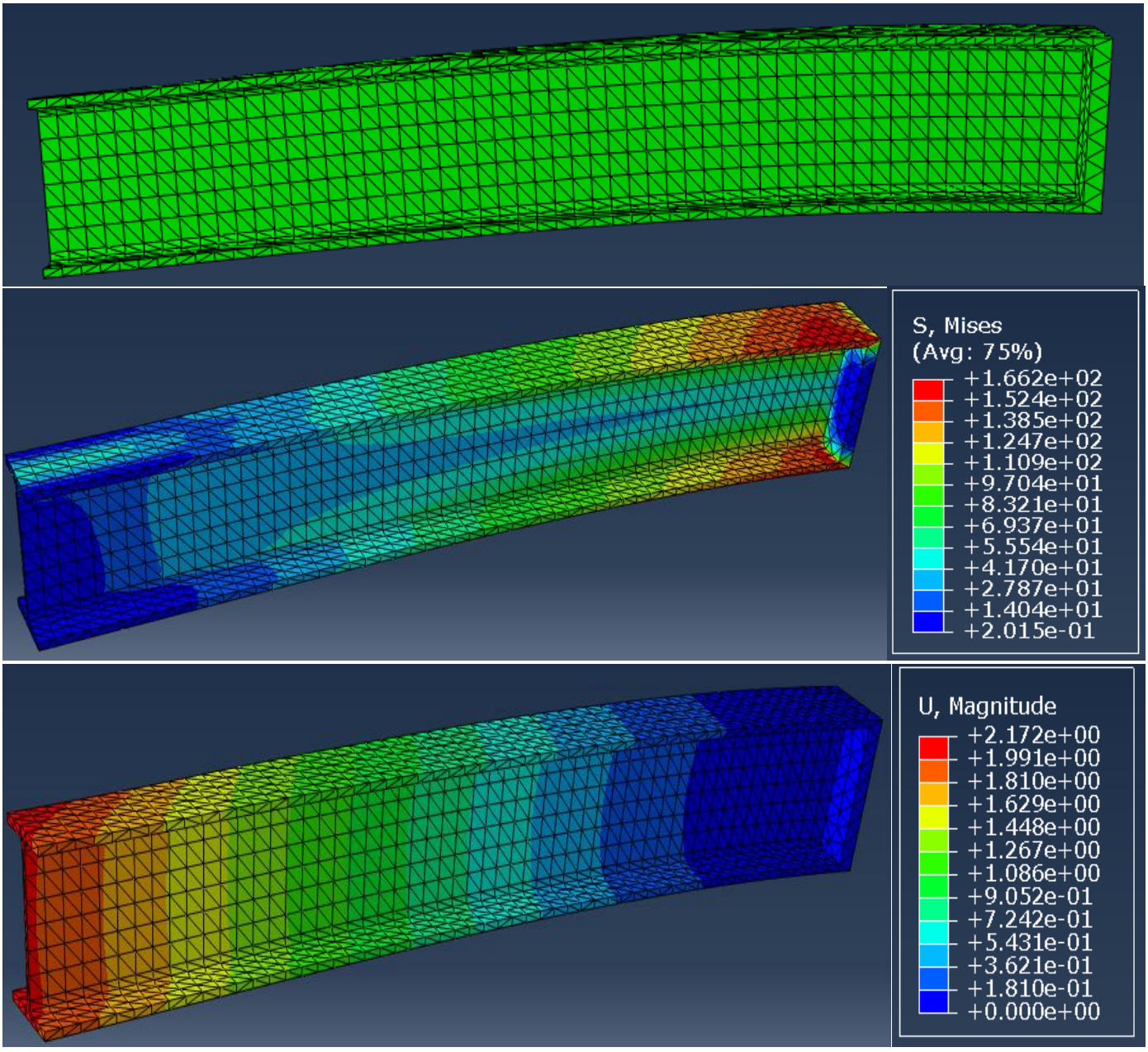


Figure 4- 13 Résultats obtenus pour le maillage grossier (ABAQUS)

Flèche	+2.172 mm
Contrainte de Von-mises	166.2 MPA
Facteur de sécurité	Fs=(Re/Cv)=(235/166.2)=1.41

MAILLAGE AFFINE

On va procéder à affiner le maillage dans la zone de concentration de contrainte qui est la zone près de l'encastrement

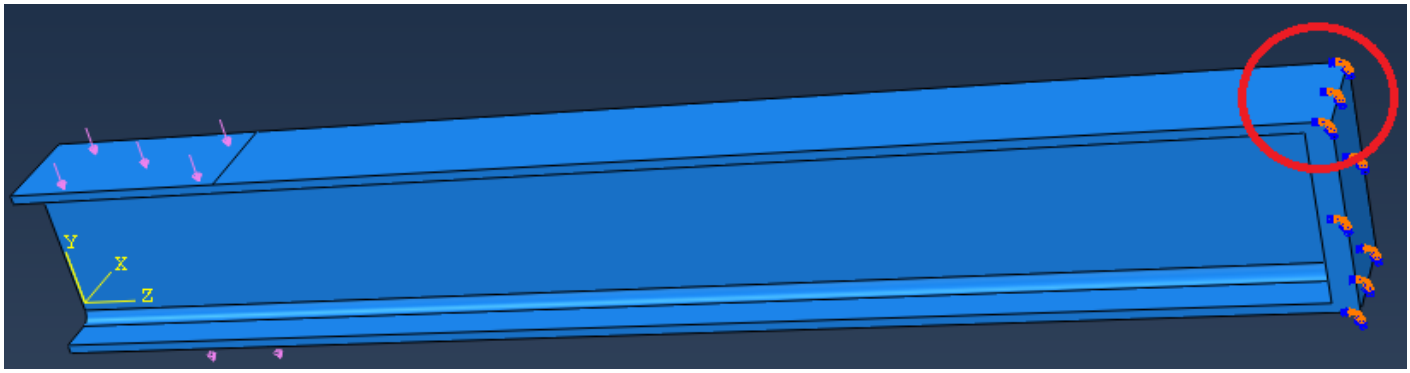


Figure 4- 14 Zone d'affinage du maillage de la poutrelle I80AA (ABAQUS)

Maillage appliqué

Type de l'élément global	Elément Poutre (tétraédrique)
Taille de l'élément global	4 mm
Taille de l'élément à l'encastrement	1 mm

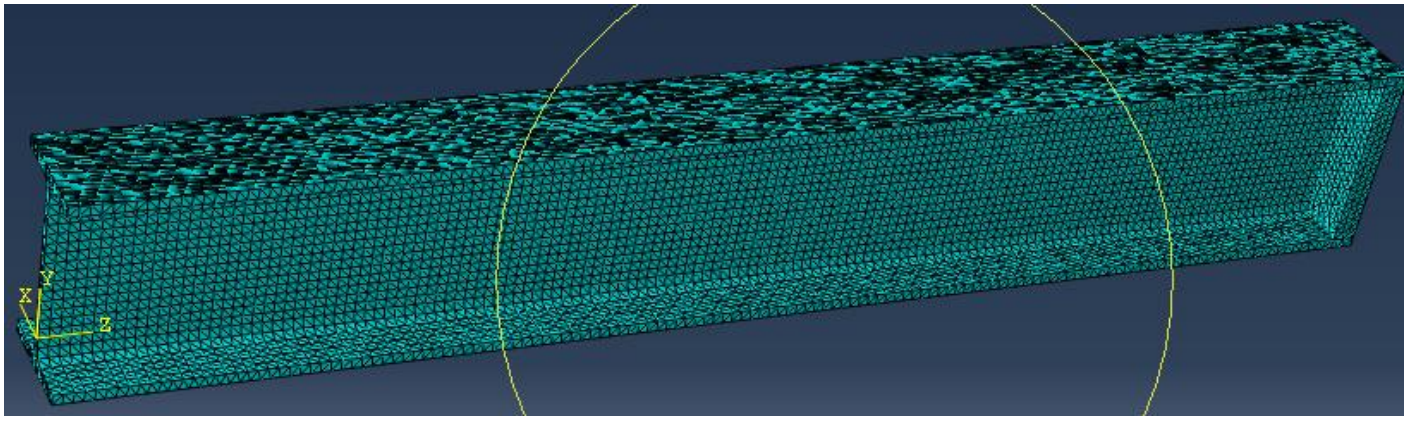


Figure 4- 15 Maillage globale (4mm) appliqué

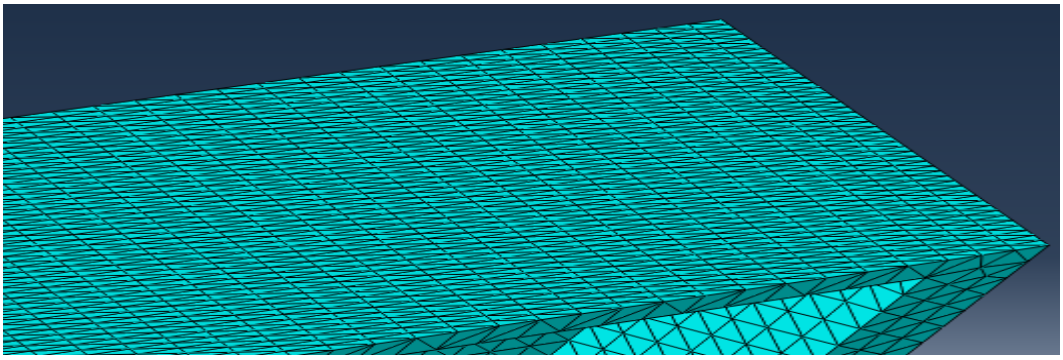


Figure 4- 16 Maillage local à l'encastrement (1mm) appliqué (ABAQUS)

RESULTATS OBTENUS

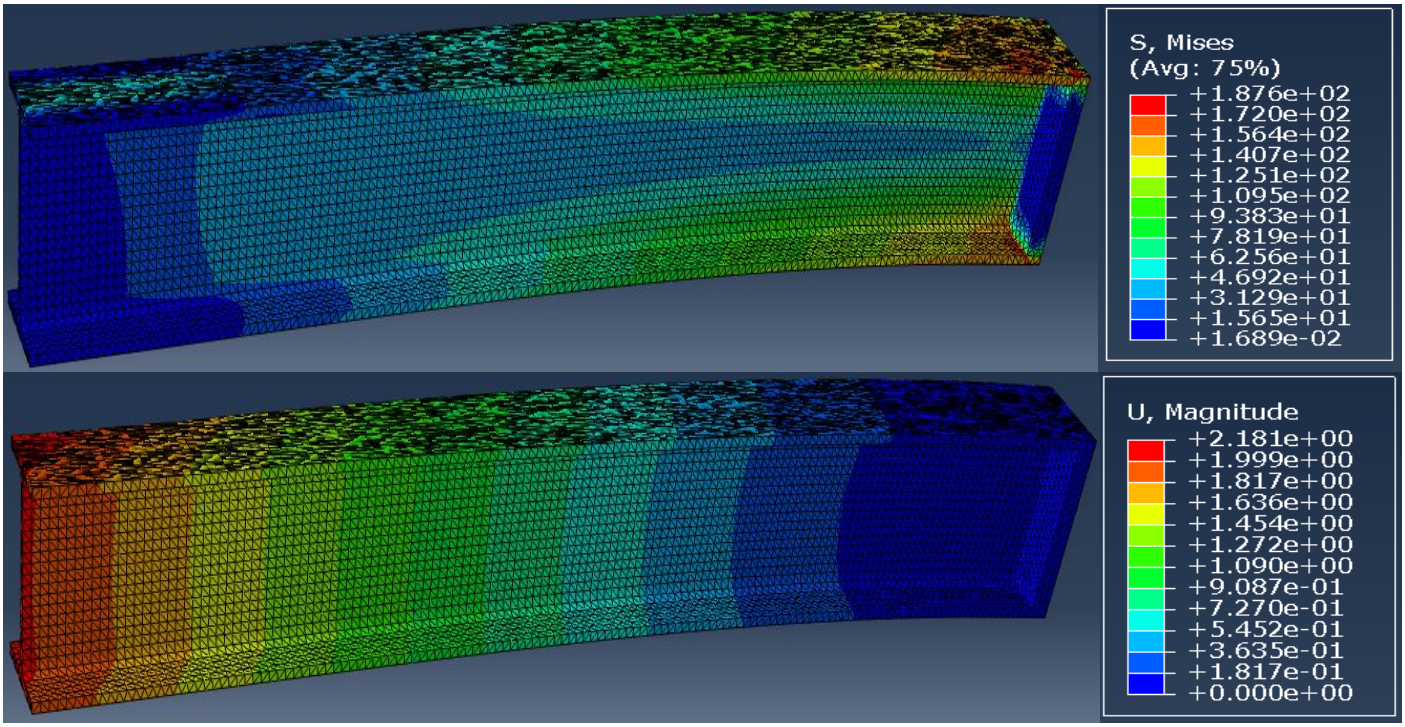


Figure 4- 17 Résultats obtenus pour le maillage affiné (ABAQUS)

Flèche	+2.181 mm
Contrainte de Von-mises	187.6 MPA
Facteur de sécurité	Fs=(Re/Cv)=(235/166.2)=1.25

Conclusion

Après l'application du maillage raffiné on a constaté une augmentation de la contrainte de Von-mises donc un facteur de sécurité plus faible, on devra choisir une autre poutrelle pour qu'on puisse se rapprocher de notre objectif (fs = 1.5)

4-TEST 3 : POUTRELLE IPE 80

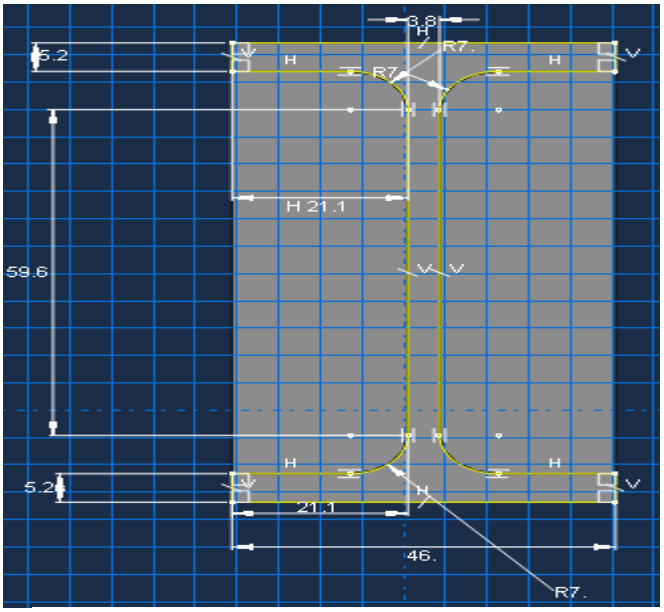


Figure 4- 18 Dimensions de la poutrelle IPE80 (ABAQUS)

MAILLAGE APPLIQUE

Type de l'élément global	Elément Poutre (tétraédrique)
Taille de l'élément global	4 mm
Taille de l'élément au raffinage	1 mm

RESULTATS OBTENUS

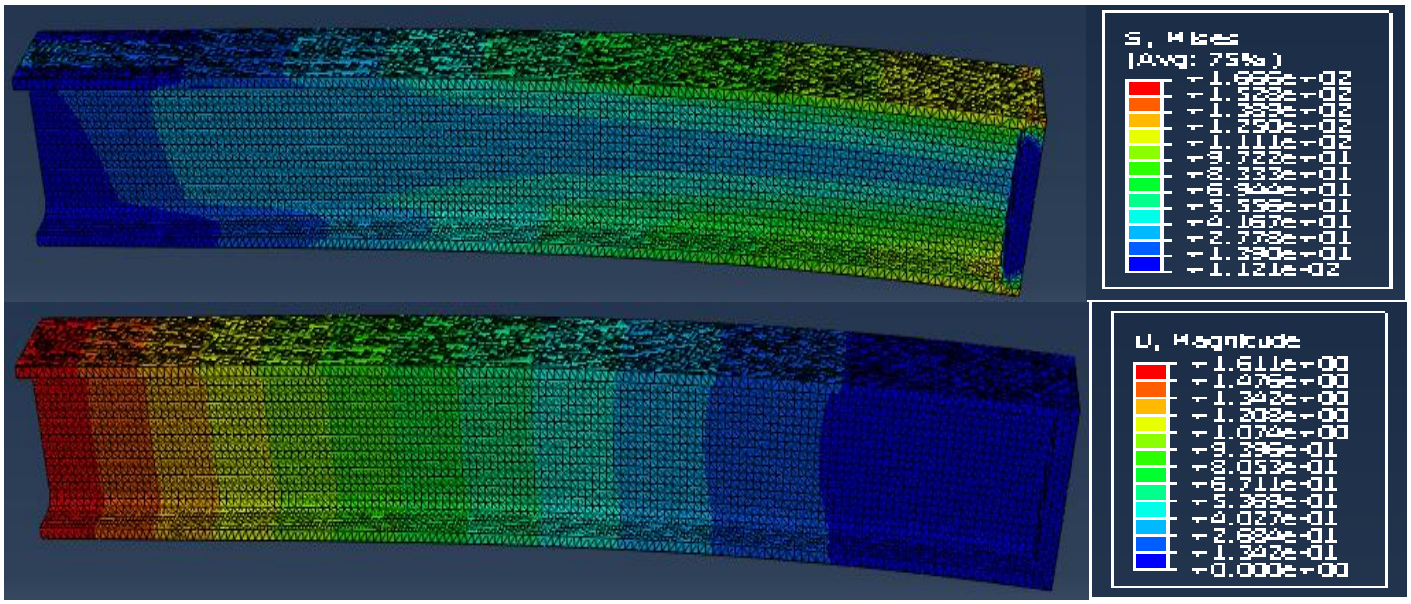


Figure 4- 19 Résultats obtenus pour IPE80 (ABAQUS)

Flèche	+1.611 mm
Contrainte de Von-mises	166.6 MPA
Facteur de sécurité	Fs=(Re/Cv)=(235/166.2)=1.41

Conclusion

La poutrelle IPE 80 est la poutrelle la plus adéquate à notre système car elle respecte les dimensions de la table et elle nous donne un facteur de sécurité (1.41) très proche du facteur imposé comme objectif (1.5)

5- Positionnement du support

Dans cette étape on va grâce au logiciel (Catia V5) et à la méthode des éléments finis essayer de trouver la position optimale des supports qui sera celle qui donne la flèche minimale à la table.

Le raffinage du maillage ne sera pas notre préoccupation, on utilisera un maillage grossier pour nos tests et on comparera les résultats.

ETAPE 1 : détermination du centre de gravité

On va commencer par déterminer la position du centre de gravité G afin de placer les supports à distance égale de sa position.

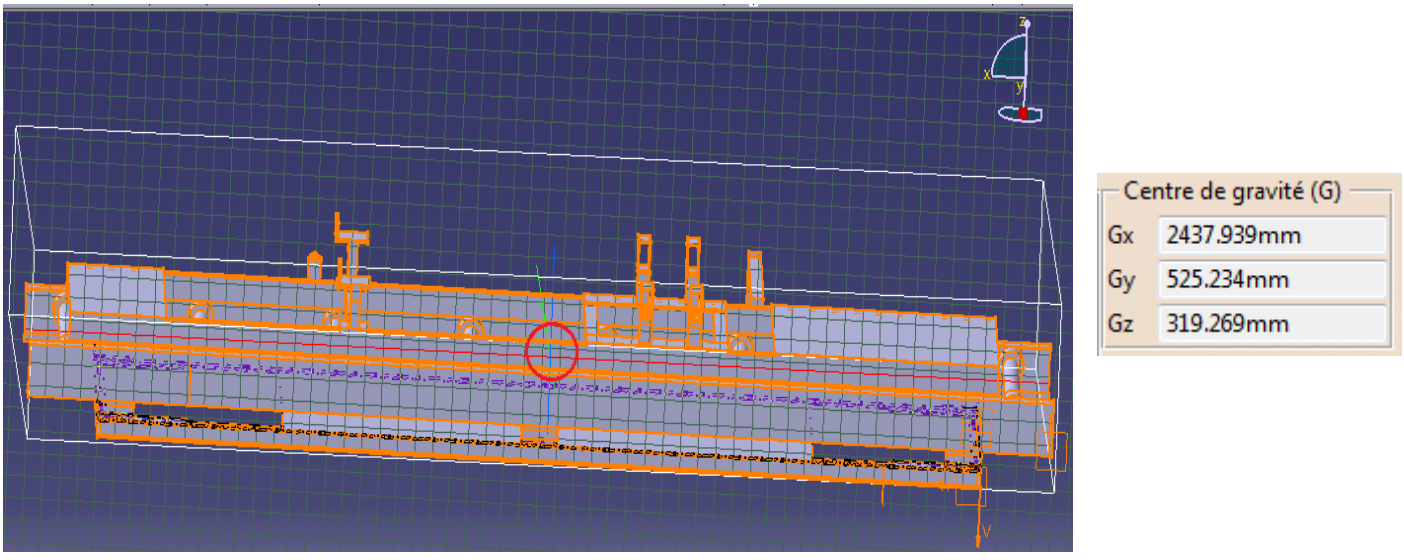


Figure 4- 20 Position du centre de gravité

ETAPE 2 : CALCUL DE LA FLECHE

Dans cette étape on effectuera des tests sur la table soumise au poids de la caisse (400 kg) à différentes distances du centre de gravité jusqu'à ce qu'on trouve la position optimale.

TEST 1 : 1500 MM DU CENTRE DE GRAVITE

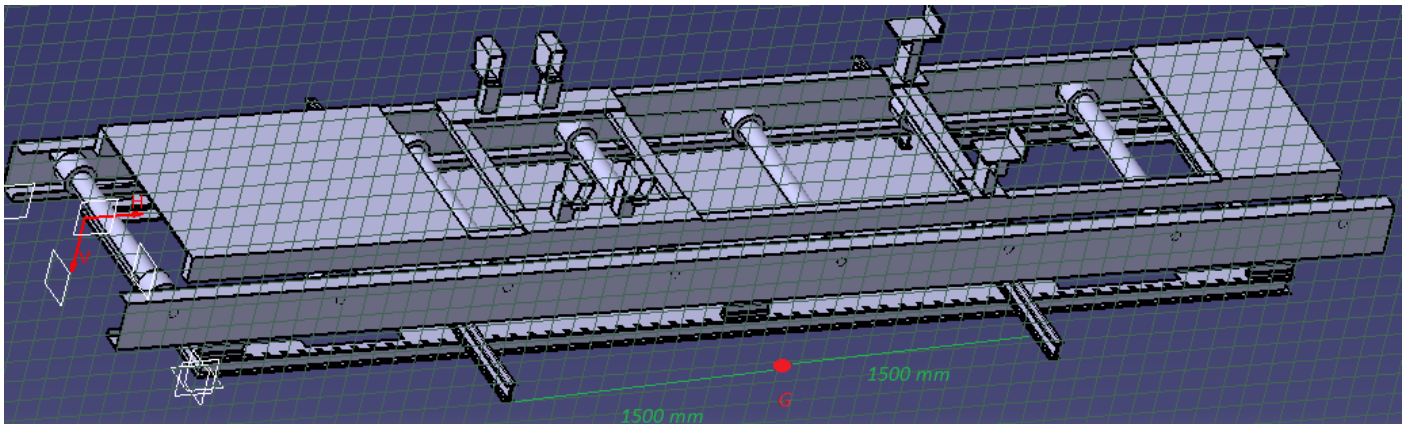


Figure 4- 21 Position des supports à 1500 mm

APPLICATION DU POIDS DE LA CAISSE ET DE L'ENCASTREMENT

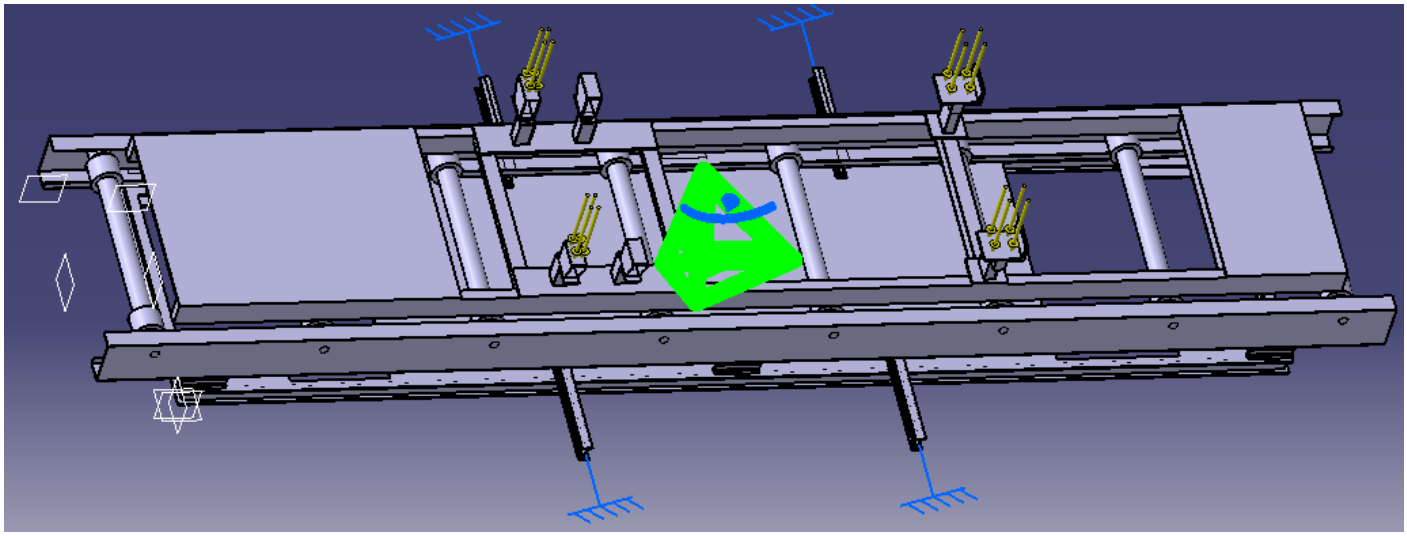


Figure 4- 22 Application du poids de la caisse et de l'encastrement

RESULTATS : TRANSLATION AUX NŒUDS

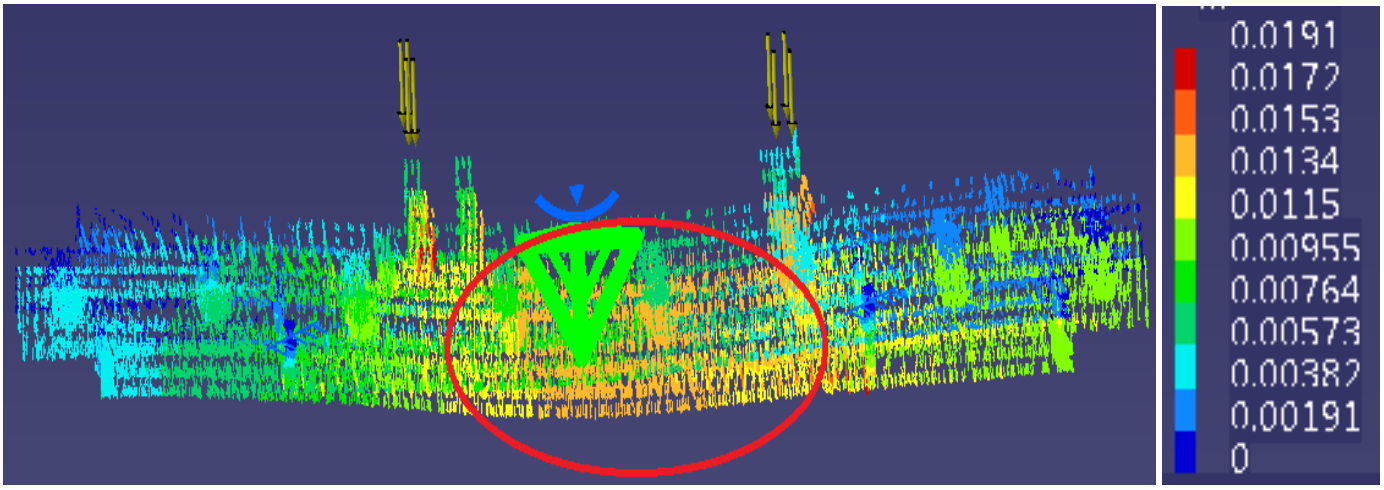


Figure 4- 23 Translation aux nœuds à 1500 mm du point G

On s'intéressera uniquement aux déplacements qui affectent la table et on ignorera la luge

Position de la flèche	Couleur	Flèche maximale
Milieu de la table	Orange	0.0172 mm

TEST 2 : 1250 MM DU CENTRE DE GRAVITE

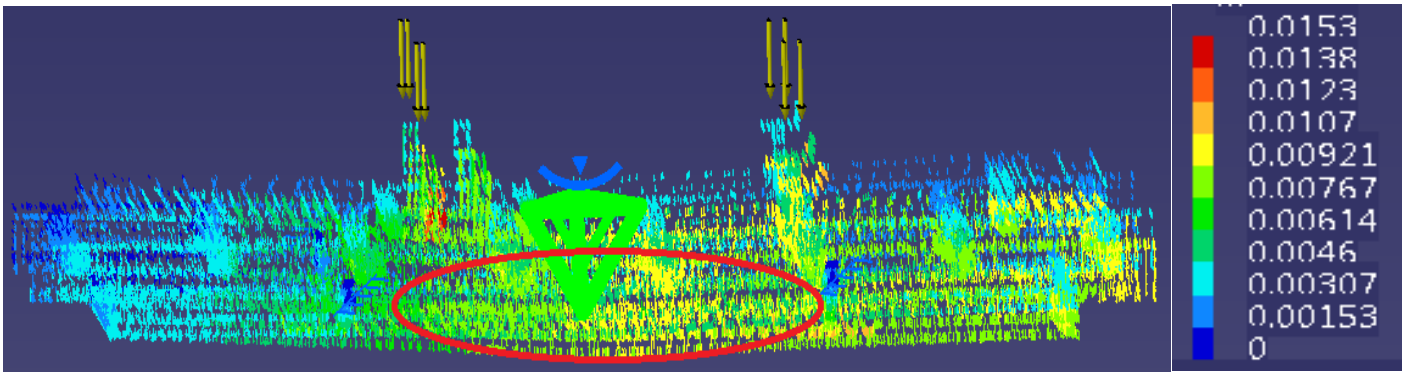


Figure 4- 24 Translation aux nœuds à 1250 mm du point G

Résultats : Translation aux nœuds

Position de la flèche	Couleur	Flèche maximale
Milieu de la table	Orange	0.0138 mm

Test 3 : 1000 mm du centre de gravité

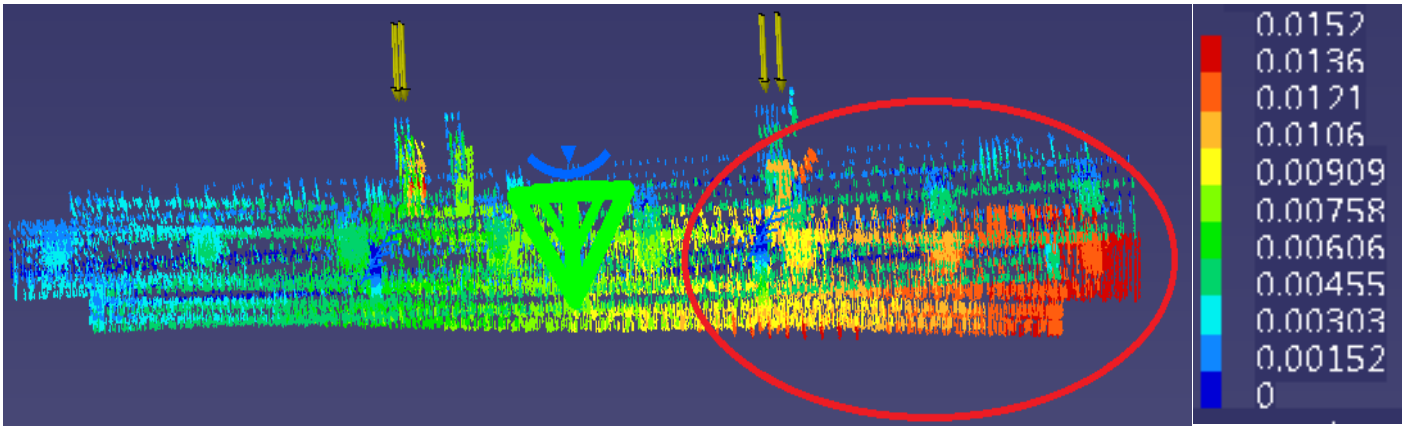


Figure 4- 25 Translation aux nœuds à 1000 mm du point G

Position de la flèche	Couleur	Flèche maximale
extrémité de la table	Rouge	0.0152 mm

6-CONCLUSION

Grâce aux résultats obtenus on va positionner chaque support à 1250 mm du centre de gravité car c'est la position où on obtient la flèche la plus faible de la table

POSITION FINALE DES SUPPORTS

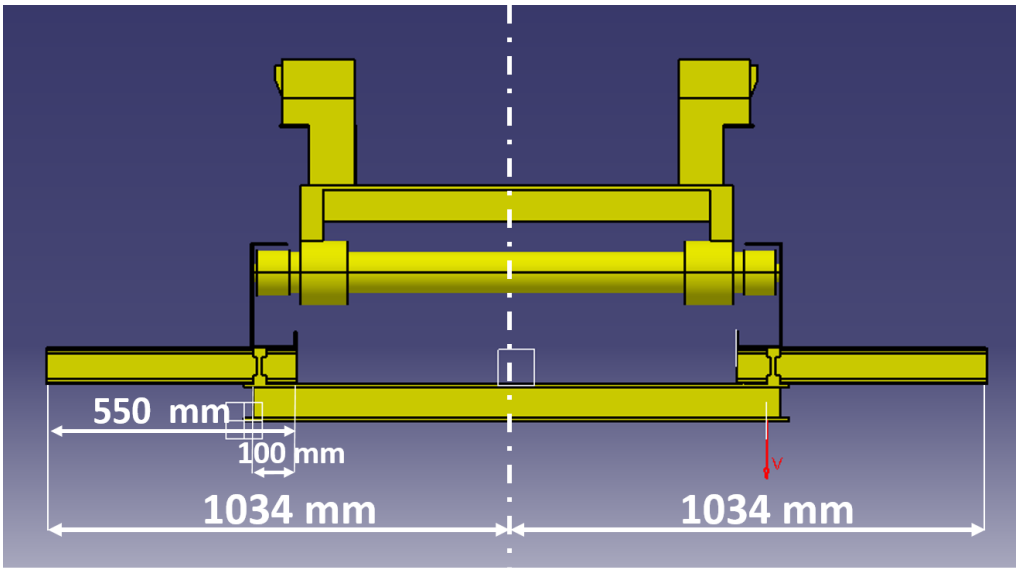


Figure 4- 26 Position des supports : Vue de Face

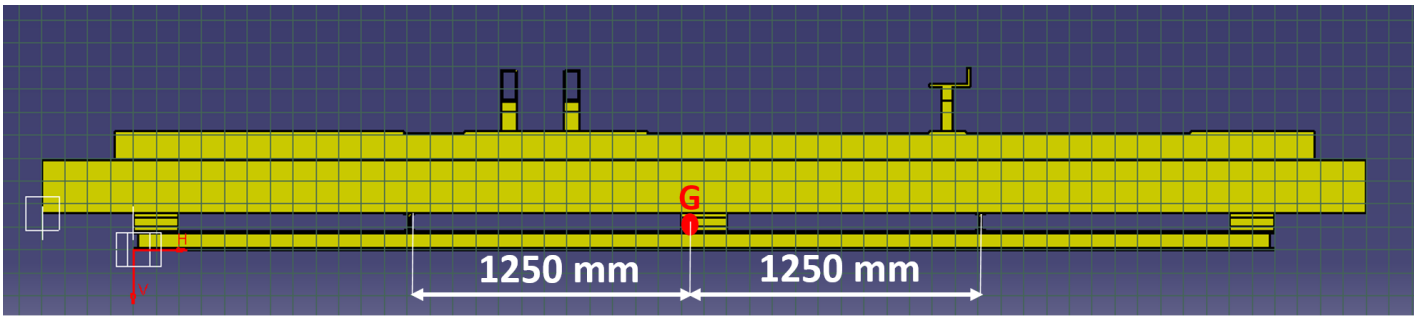


Figure 4- 27 Position des supports : Vue de droite

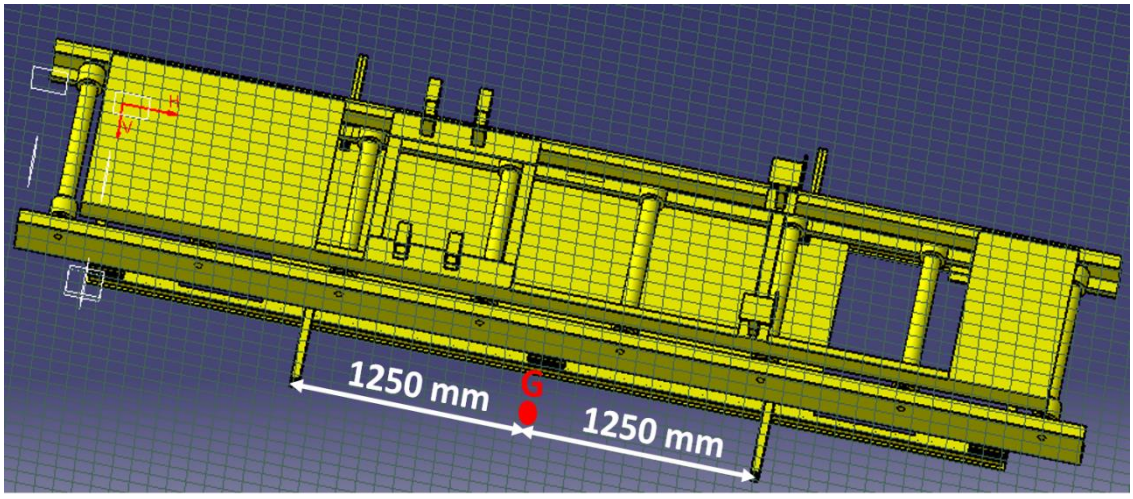


Figure 4- 28 Position des supports : Vue Globale

Partie 2 :

Choix du bloc élévateur LEANTECHNIK LIFGO

1-INTRODUCTION :

Dans cette étape on va procéder au choix du bloc élévateur adéquat à notre système

2-PRESENTATION DU PRODUIT

Lifgo® 5 est la série d'engrenages arborant la plus grande résistance et la plus grande longévité de LEANTECHNIK. Tous les modèles Lifgo® sont équipés d'une crémaillère dotée d'un guidage à rouleaux quadruple. L'engrenage est de cette manière particulièrement précis, résistant et peut faire face aux défis les plus grands en matière de vitesse et de synchronisme, En quelques gestes, le modèle standard de Lifgo® se transforme en un engrenage Lifgo® linéaire, ce qui évite de nouvelles acquisitions onéreuses. Lifgo® linéaire peut être utilisé avec une crémaillère à montage fixe ou, si besoin est, avec un élévateur à montage fixe et une crémaillère mobile. Il est possible d'assembler un grand nombre de crémaillères pour effectuer de longues courses avec déplacement horizontal et vertical

3-Modèles et caractéristiques techniques

Référence / Caractéristique Technique		Unité	5.0	5.1	5.2	5.3
Force de levage max	Fmax	N	2000	3800	6000	15900
Couple	Mz max	Nm	380	650	1100	3300

On devra vérifier si notre système pourra soulever la charge imposée ainsi que résister au couple appliqué par le support IPE

4-ETUDE DU SYSTEME

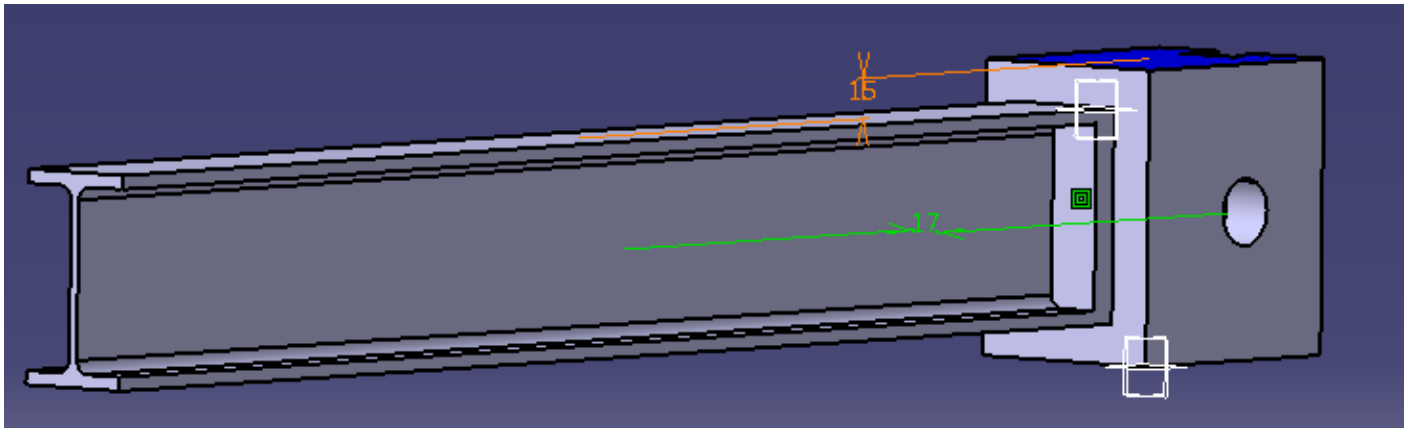


Figure 4- 29 Poutrelle IPE fixée au bloc Lifgo

4-1 ETUDE STATIQUE

Notre support poutrelle IPE 80 sera encastrée sur le bloc Lifgo donc le moment appliqué sur l'encastrement sera appliquer sur le bloc, pour calculer le moment on utilisera le logiciel RDM 6

APPLICATION SUR RDM6

INSERTION DES PROPRIETES ET FORCES APPLIQUEES SUR LA POUTRELLE IPE80

Figure 4- 30 contraintes et propriétés appliquées

Résultats obtenus

Moment à l'encastrement	Mz = 2861 Nm
Réaction à l'encastrement	Ry = 5723 N

4-2 Etude dynamique

Pour que notre étude soit toujours valable en statique notre système doit opérer avec une faible accélération pour que l'impact sur les forces soit très faible, pour cela nous devons choisir la vitesse, l'accélération, la décélération ainsi que le temps parcourut pour chaque distance.

Notre système opérera de cette manière :

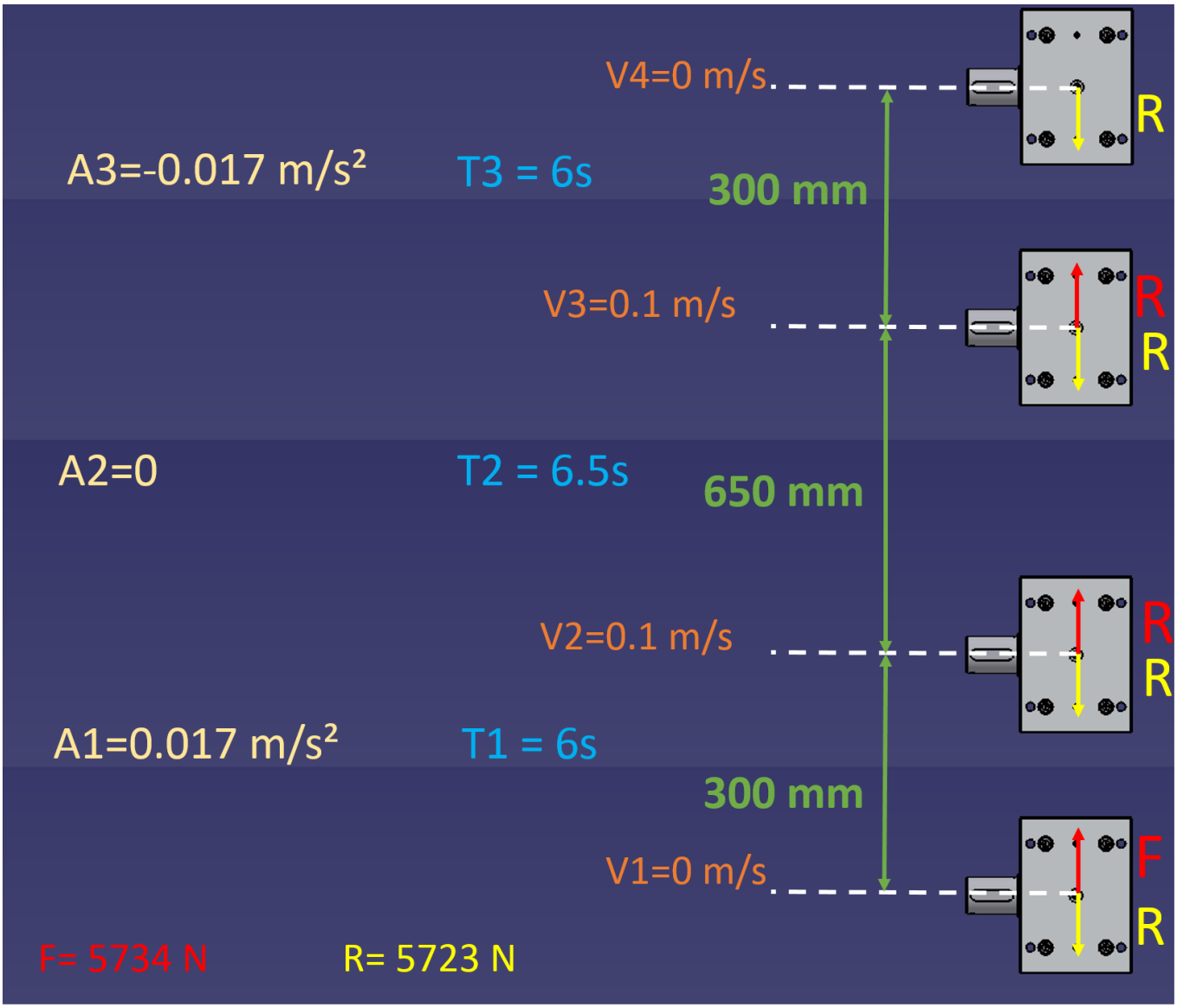


Figure 4- 31 Mode opératoire du système en dynamique

MODE OPERATOIRE

Notre système doit parcourir une distance de 1.25 m cette distance sera divisée en trois :

- Une distance de 0.3 m parcourue en 6 secondes avec une accélération de 0.017 m/s² afin que notre système atteigne une vitesse de 0.1 m/s

- Une distance de 0.65 m parcourue en 6.5 secondes où notre système aura une vitesse constante de 0.1 m/s et accélération nulle

- Une distance de 0.3 m parcourue en 6 secondes avec une décélération de 0.017 m/s² afin que notre système freine

IMPACT DYNAMIQUE

Pour que notre système puisse se déplacer il aura besoin de fournir une force égale au poids plus la masse fois son accélération avec R qui représente la réaction au niveau du bloc qui est la réaction au niveau du support (5723N) et F la force fournie par le bloc

Selon la deuxième loi de Newton $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$ on aura :

$$F - R = mA1 \Rightarrow F = mA1 + R \Rightarrow F = (583.4\ kg)*(0.017\ m/s^2) + 5723\ N$$

$$\Rightarrow F = 5733\ N$$

(F : la force de levage ; R : la réaction au niveau du bloc ; A1 : accélération du système en montée)

Notre système aura besoin d'appliquer une force de 5733 N pour soulever le support à une vitesse de 0.1 m/s.

On remarque que le poids de notre système augmente de (5733-5723= 10 N = 1.02 Kg) qui est une faible augmentation ce qui affecte très peu notre étude statique

6-CHOIX FINAL

En comparant nos résultats avec les caractéristiques de chaque bloc on remarque que la force de levage du bloc 5.2 (6000 N) est supérieure à la réaction obtenue (5733 N) donc la première condition est respectée mais quand on compare le couple appliqué (2861 Nm) on remarque qu'il est inférieur à la résistance au couple du bloc 5.2 (1100 N) donc le choix optimale sera le bloc 5.3 qui respecte les deux conditions.

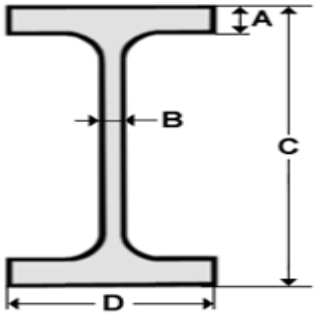
Partie 3 :

Choix des colonnes de fixation

1-INTRODUCTION

Au cours de cette étape on va procéder à l'étude, au choix et au dimensionnement des colonnes porteuses de notre système.

2-TEST 1 : POUTRELLE IPE100



IPE	A Epaisseur de la Semelle	B Epaisseur de l'âme	C Hauteur de l'âme	D Largeur de la Semelle	Acier
100	5.7	4.1	100	55	S235

Notre poutrelle aura une hauteur de :

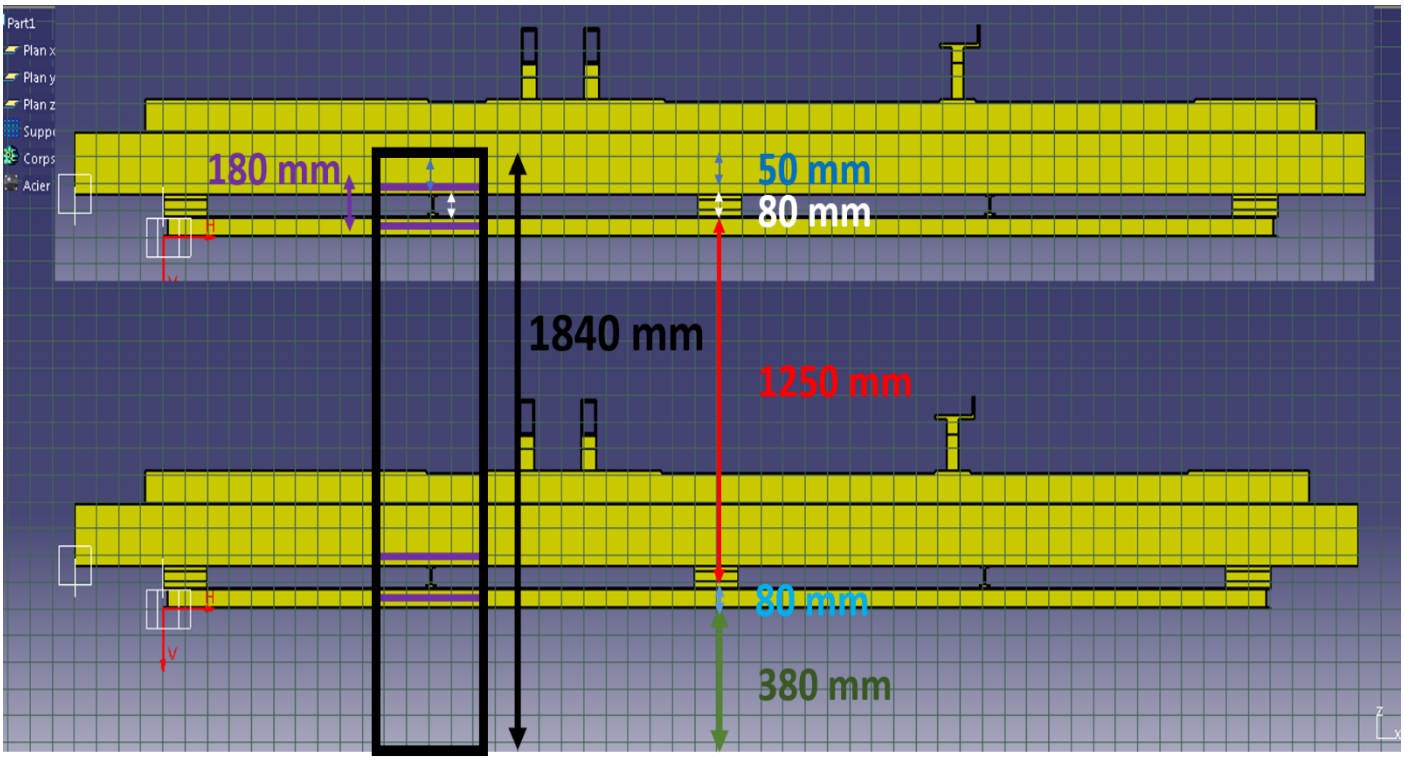


Figure 4- 32 Hauteur des colonnes

380 mm (position minimale de la table par rapport au sol) + 80 mm (épaisseur de la table Zlift) + 1250 mm (course de la table) + 80 mm (hauteur de la poutrelle IPE) + 50 mm (distance de fixation de la poutrelle IPE et le bloc 5.3)= 1840 mm

ETUDE SUR CATIA V5 : GENERATIVE STRUCTURAL ANALYSIS

APPLICATION DES FORCES

Un couple de 2861 Nm est appliqué sur le bloc qui le transmet à travers la crémaillère à la colonne

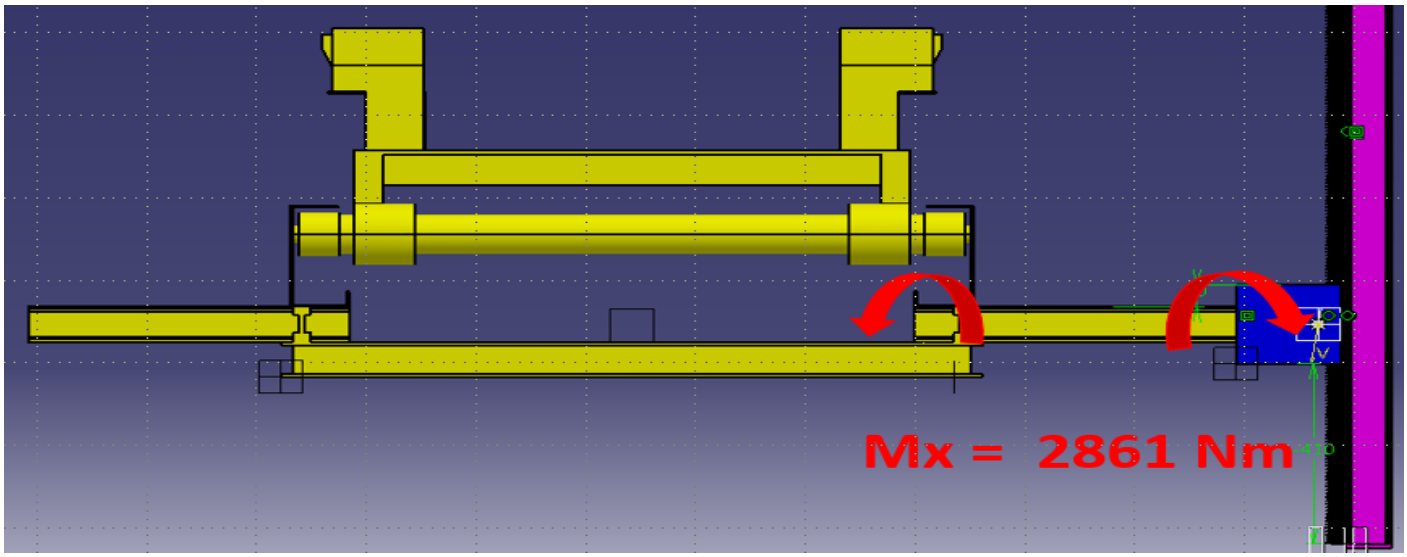


Figure 4- 33 Couple appliqué sur le bloc

2-1 POIDS DU BLOC 5.3

Selon des données du constructeur le bloc pèse 16.15 kg

$$P_{bloc} = 16.15 * 9.81 = 159\ N$$

2-2 POIDS DE LA CREMAILLERE

Détermination du poids grâce à Catia

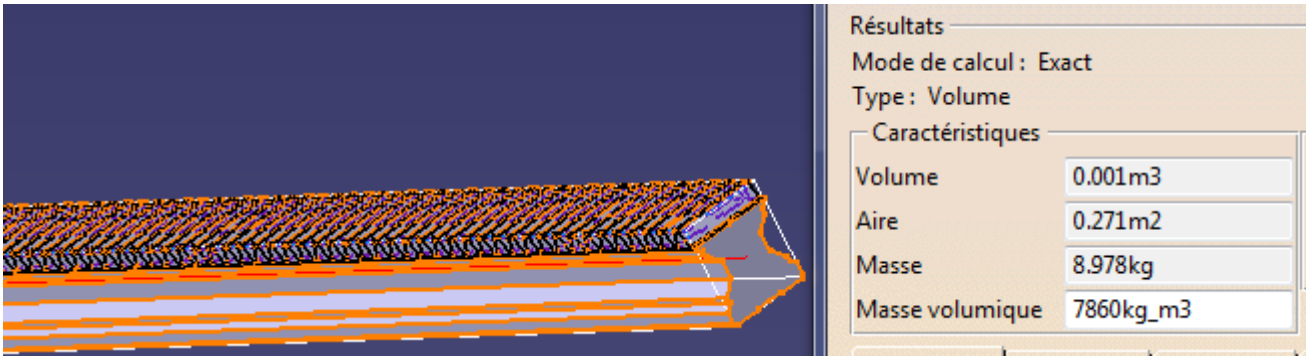


Figure 4- 34 Détermination du poids de la crémaillère

$$P_{crémaillère} = 8.978 * 9.81 = 88\ N$$

Dans l'atelier générative structural analysis on va appliquer les forces ainsi que l'encastrement à notre poutrelle IPE 100.

Puisque le couple appliqué, le poids du bloc et de la crémaillère ne sont pas directement appliqués sur la colonne on va créer une pièce virtuelle qui représentera le bloc et la crémaillère où le couple ainsi que les poids seront appliqués.

On appliquera le couple suivant l'axe « x » :

Mx = - 2861 Nm

Et la somme des poids suivant l'axe « z » :

Pbloc + Pcrémaillère = -159 + -88 =- 247 N

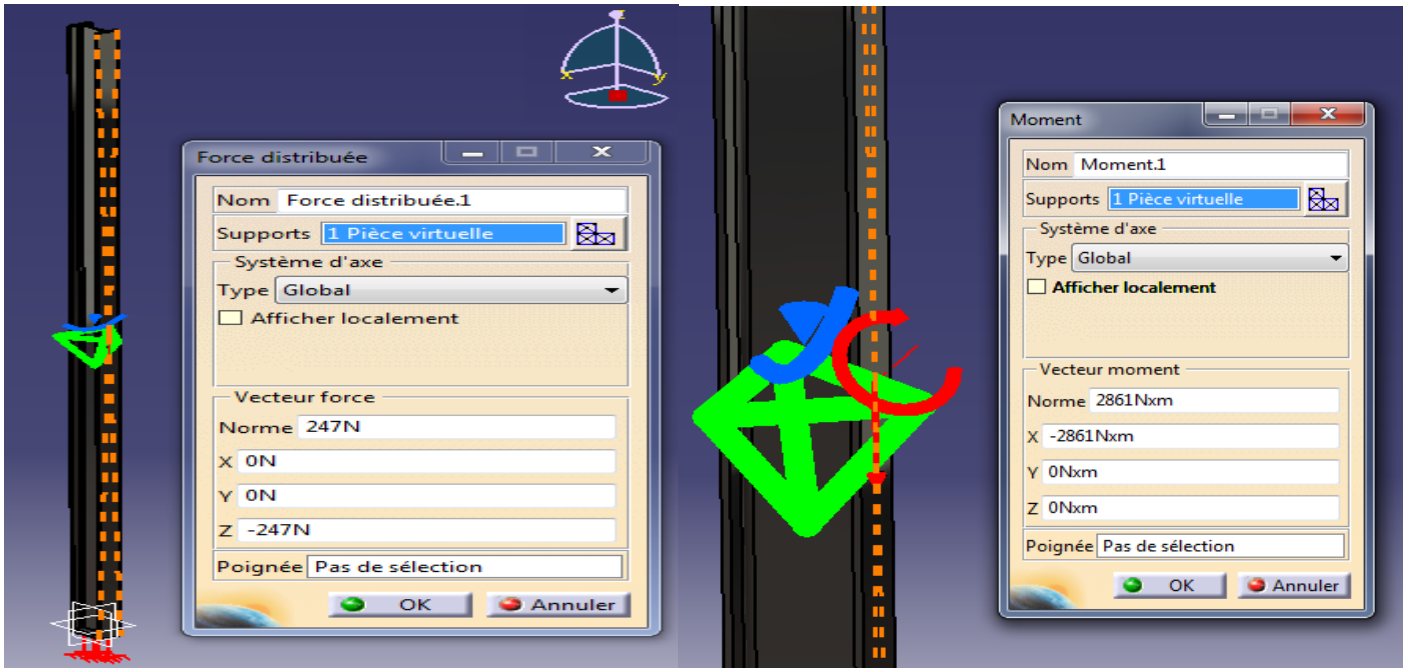


Figure 4- 35 Application du poids et du couple sur la pièce virtuelle

2-3 MAILLAGE APPLIQUE

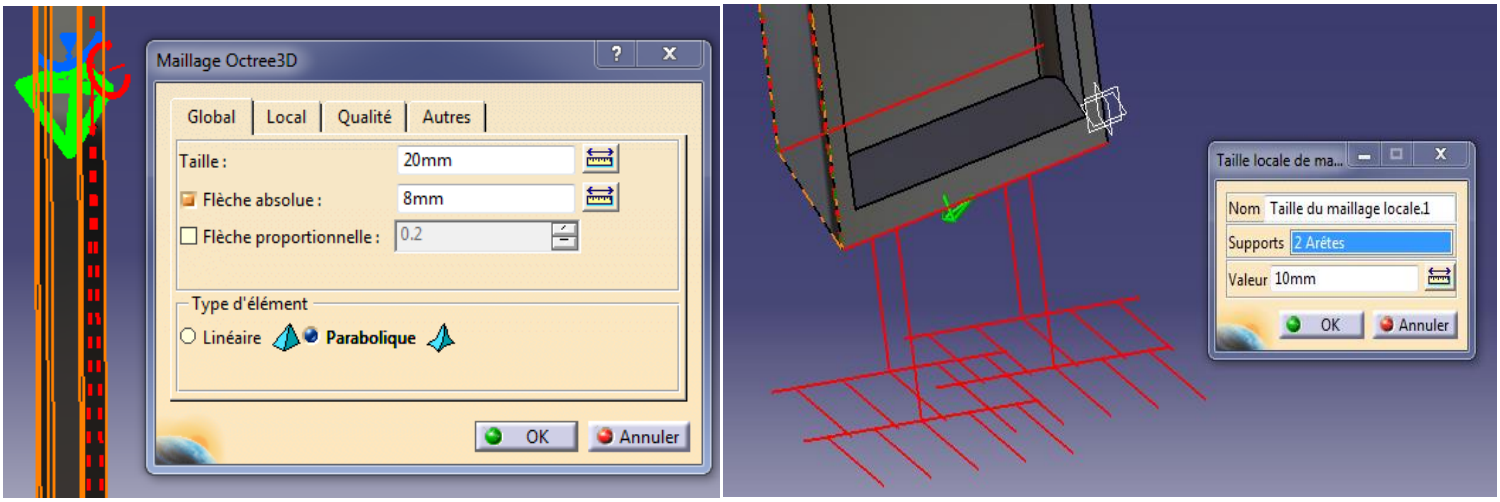


Figure 4- 36 Maillage globale et local appliqué

Maillage	type du maillage	taille du maillage
Global	Tétraédrique	20 mm
Local à l'encastrement	Tétraédrique	10 mm

2-4 Résultats obtenus

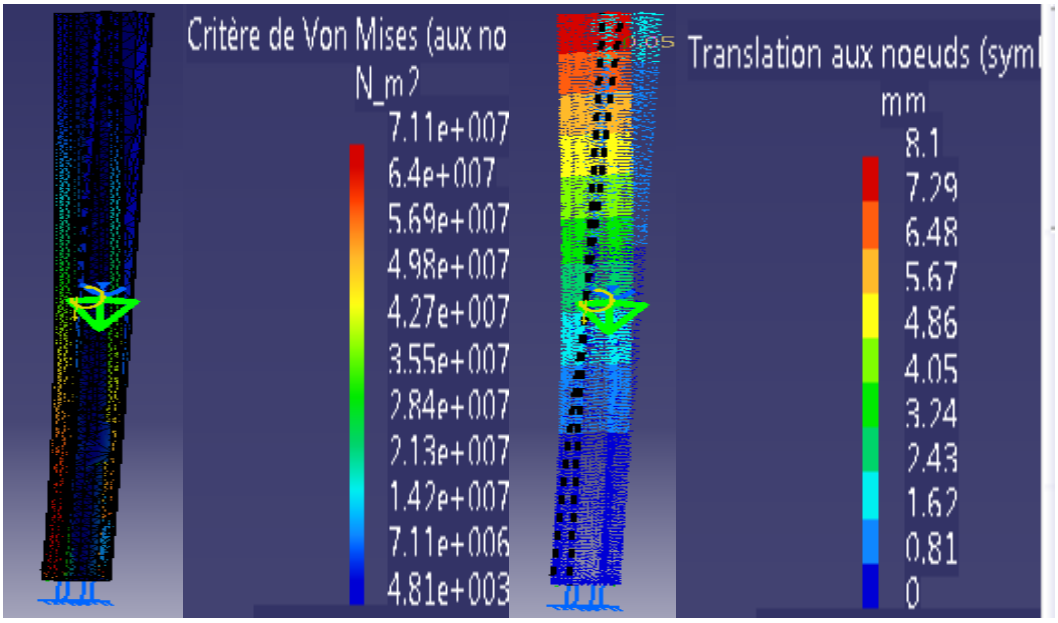


Figure 4- 37 Résultats obtenus IPE100

Contrainte de Von-Mises	71.1MPA
Facteur de sécurité	Fs=(Re/Cv)=(235/71.1)=3.3
Flèche	8.1 mm

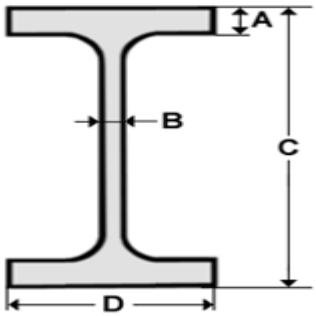
2-5 ANALYSE DES RESULTATS

En analysant les résultats on constate qu'on obtient un facteur de sécurité très élevé mais par contre notre colonne fléchie considérablement, deux choix s'offrent à nous :

- Utiliser une poutrelle de gamme supérieure (IPE 120,140)
- Renforcer la colonne actuelle (Profilé UPE, Fer Plat)

Notre choix dépendra de la longueur de la flèche, du coût et de l'homogénéité du matériau.

3-TEST 2 : POUTRELLE IPE 120



IPE	A Epaisseur de la Semelle	B Epaisseur de l'âme	C Hauteur de l'âme	D Largeur de la Semelle	Acier
120	6.3	4.4	120	64	S235

3-1 RESULTATS OBTENUS

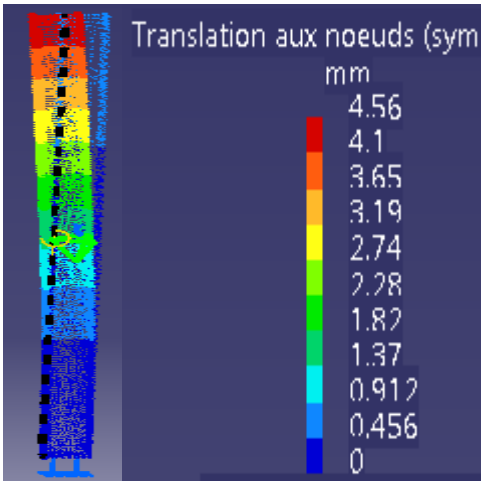


Figure 4- 38 Résultats obtenus IPE120

Flèche	4.56 mm

4-TEST 3 : POUTRELLE IPE 140

4-1 RESULTATS OBTENUS

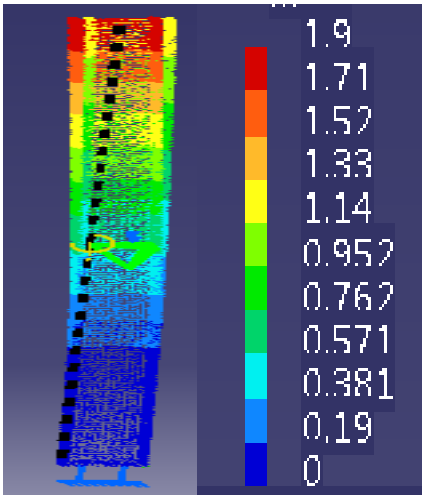


Figure 4- 39 Résultats obtenus IPE140

IPE	A Epaisseur de la Semelle	B Epaisseur de l'âme	C Hauteur de l'âme	D Largeur de la Semelle	Acier
140	6.9	4.7	140	73	S235

Flèche	1.9 mm

5- TEST 4 : POUTRELLE IPE 100 AVEC AJOUT D'UN PROFIL UPE 80

5-1TECHNIQUES DE RENFORCEMENT DE POUTRELLES

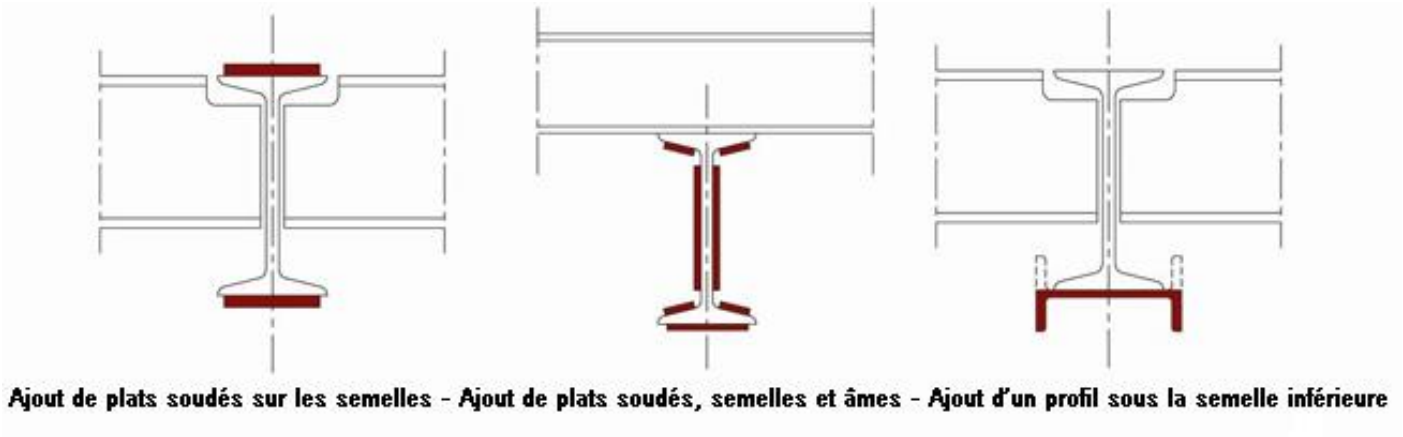
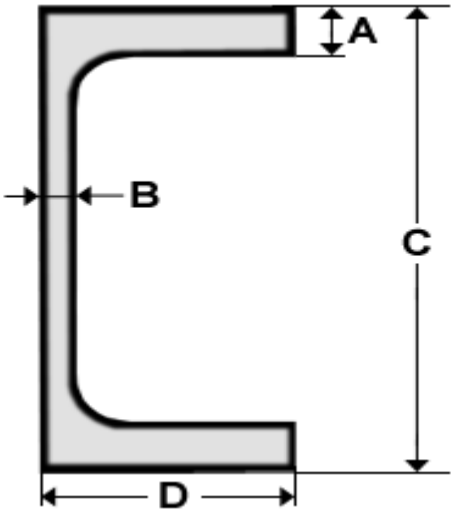


Figure 4- 40 Techniques de renforcements de poutrelle

Les renforts de la section d'acier initiale sont effectués par des adjonctions de plats et/ou de profilés métalliques qui sont fixés à la poutre d'origine par des opérations de soudage, de boulonnage ou de collage. Ces renforts sont généralement disposés sous la semelle inférieure, ou éventuellement sur l'âme des profils existants. La semelle supérieure peut également être renforcée lorsqu'elle est accessible.



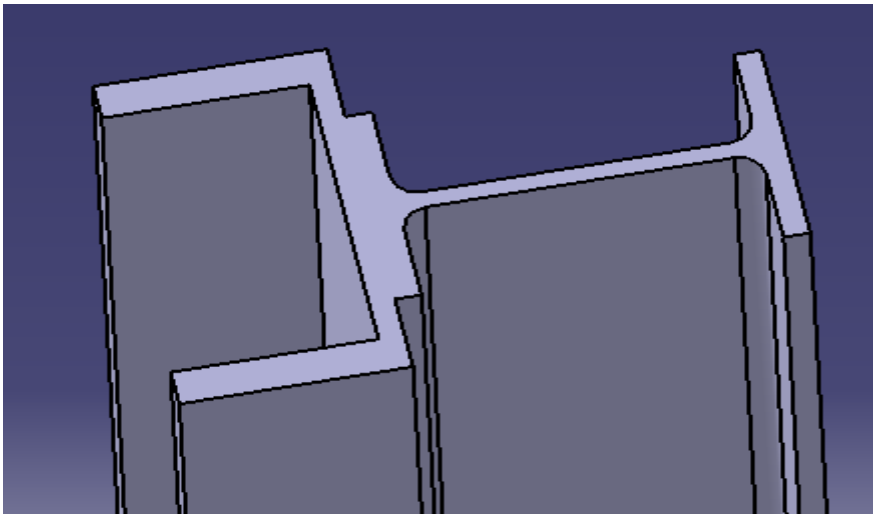
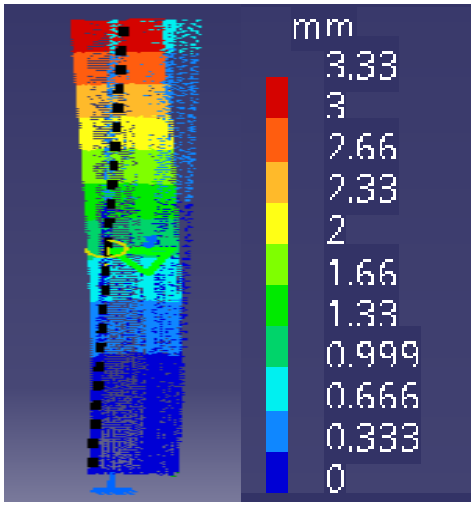


Figure 4- 41 Ajout du profilé UPE80

UPE	A Epaisseur de la Semelle	B Epaisseur de l'âme	C Hauteur de l'âme	D Largeur de la Semelle	Acier
80	8	5	80	45	S235

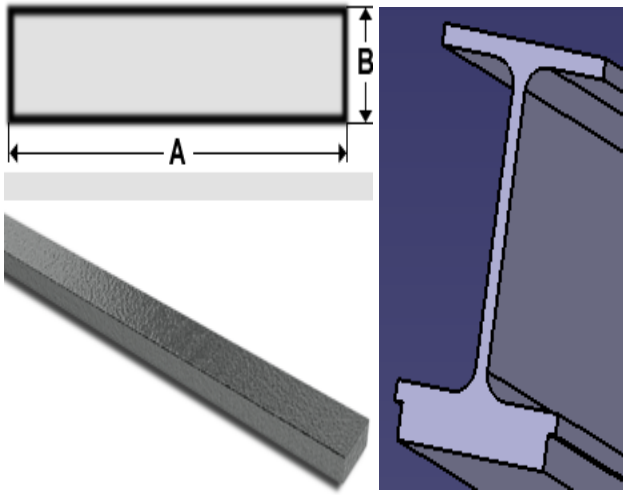
5-2 RESULTATS OBTENUS



Flèche	3.33 mm

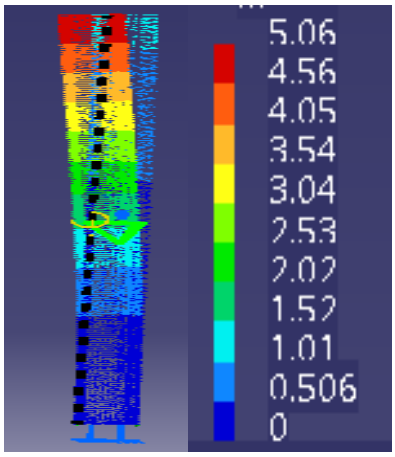
Figure 4- 42 Résultats obtenus IPE100 avec UPE80

6- TEST 2 : POUTRELLE IPE 100 AVEC AJOUT D'UN FER PLAT (50X10)



Profilé	A Largeur	B Epaisseur	Acier
Fer plat	50	10	S235

5-1 RESULTATS OBTENUS



Flèche	5.06 mm

Figure 4- 43 Résultats obtenus IPE100 avec fer plat (50x10)

7-comparaison des résultats

Profilé	Flèche	Coût pour 1840 mm
IPE120	4.56 mm	55.22 euros
IPE140	1.9 mm	66.18 euros
IPE100 + UPE80	3.33 mm	87.74 euros
IPE100 + FER PLAT (50x10)	5.06 mm	66.26 euros

8- Conclusion

D'après les résultats obtenus on constate que le choix d'une colonne IPE140 est le choix le plus économique et le plus performant car c'est la colonne qui fléchie le moins au prix le moins cher.

Partie 4 :

Consolidation de la structure

1-INTRODUCTION

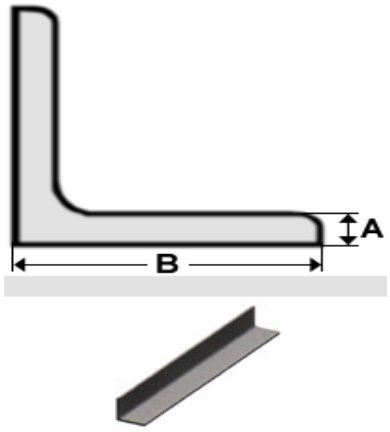
Pour que notre système opère dans les meilleures conditions les colonnes d'élévation doivent être stables et résister aux vibrations donc leur consolidation s'impose.

2-CORNIERES A AILES EGALES

La cornière permet l'assemblage d'une structure et sa consolidation, tout particulièrement au niveau de ses angles. Le terme « cornière » couvre de nombreux domaines d'activités comme le mobilier, l'imprimerie, l'urbanisme, etc. On trouve ces pièces en différents matériaux en fonction de leur usage (métal, bois).

3-CORNIERE UTILISEE

Puisqu'on utilise des colonnes IPE140 les cornières adéquates par rapport à la dimension des colonnes sont (L 50)



Cornière	A Epaisseur	B Hauteur Ailes	Acier
L50	5	50	S235

4-ASSEMBLAGE

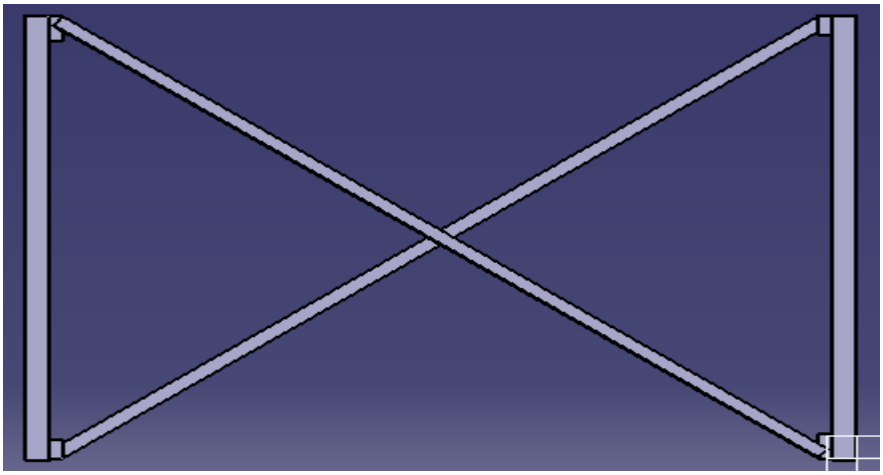


Figure 4- 44 Cornières assemblées aux colonnes

Chapitre 5 :

Assemblage final et calcul des coûts

« Dans ce chapitre on procédera à l'assemblage des différentes composantes du système et au calcul des coûts »

Partie 1 :

Assemblage

1- SYSTEME ASSEMBLE

Après avoir dimensionné tous les organes du système on peut maintenant procéder à l'assemblage grâce au logiciel CATIA V5

1-1 VUE GLOBALE

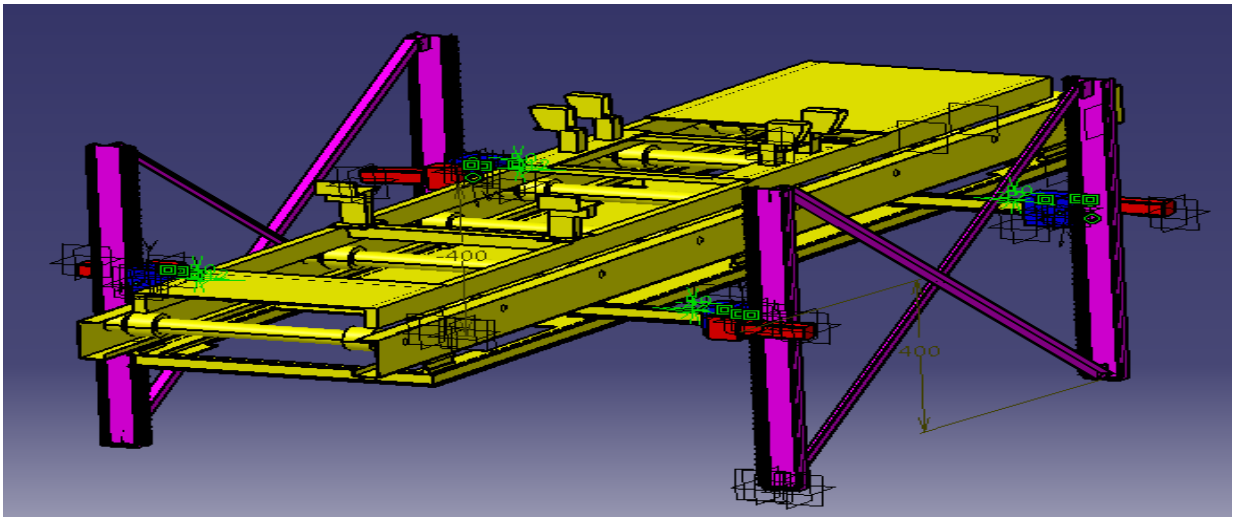


Figure 5- 1 Vue globale du système

1-2 VUE DE FACE

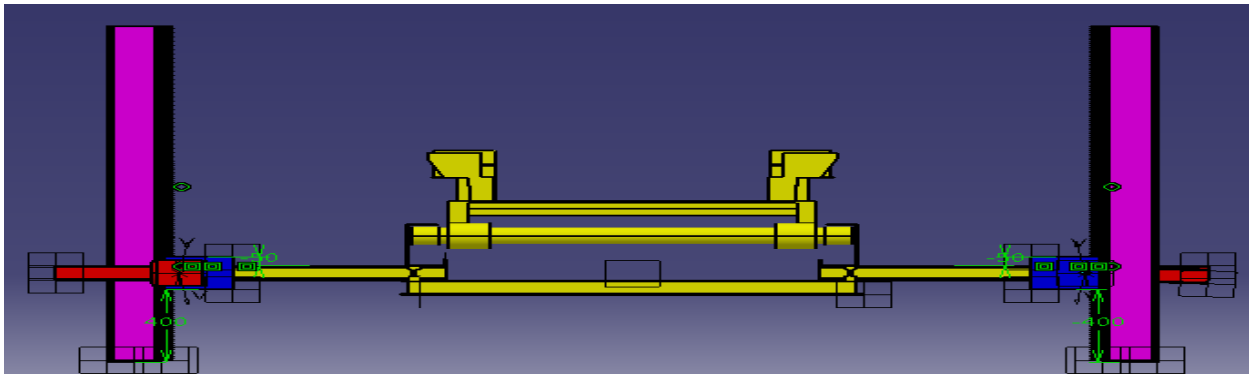


Figure 5- 2 Vue de face du système

1-3 VUE DE DROITE

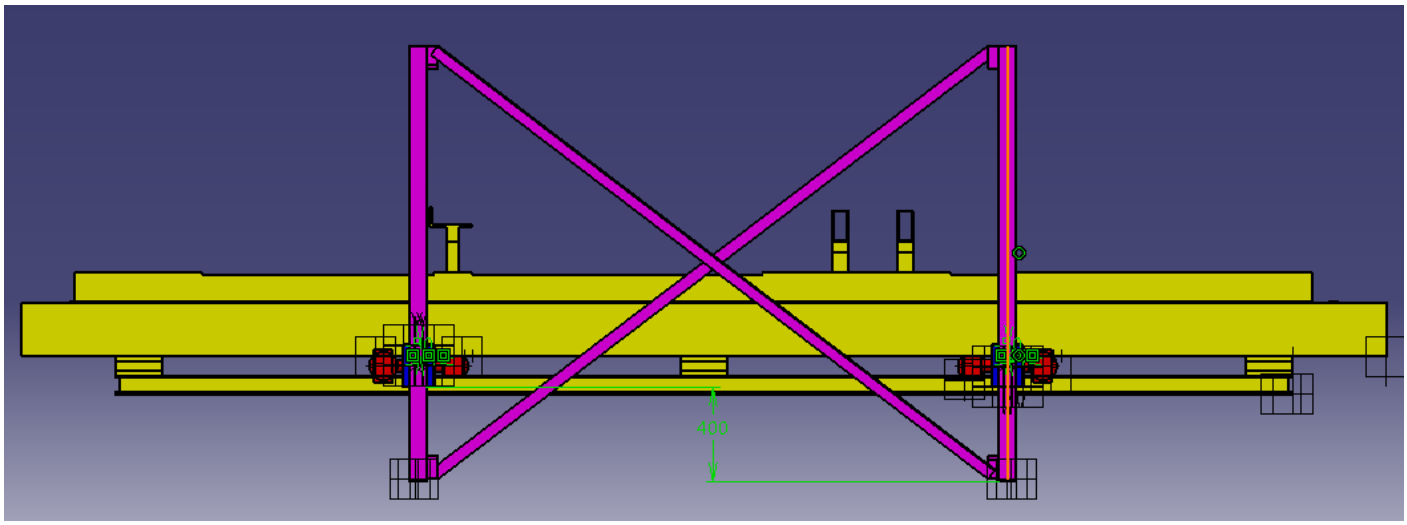


Figure 5- 3 Vue de droite du système

2-DESSIN DE DEFINITION

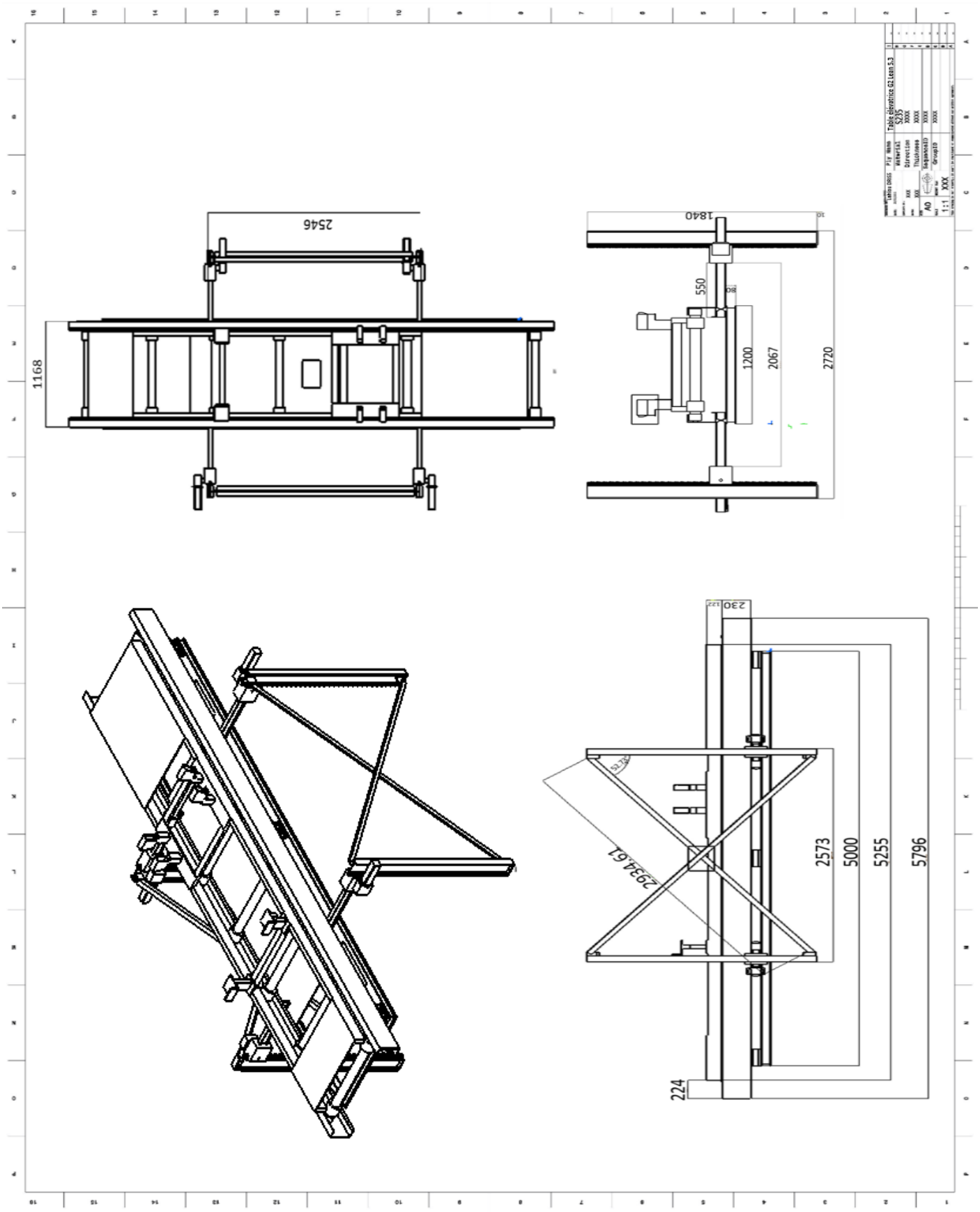
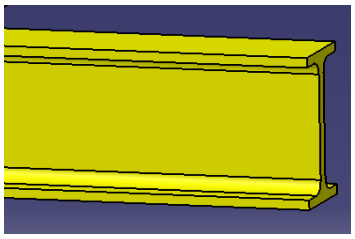
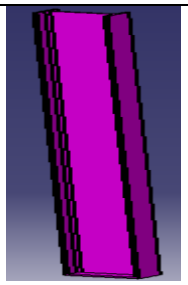


Figure 5- 4 Dessin de définition

Partie 2 :

Calcul des coûts

1- COUT DES COMPOSANTES DU SYSTEME

Article	référence	société	prix unitaire en euro	nombre	prix total en euro
+ moteur électrique +pivot +pignon + crémaillère +système de lubrification	Lifgo linéaire 5.3	LEANTECHNIK AG www.leantechnik.com/fr	12183.19	4	48732.76
	poutrelle IPE80	Metalaladecoupe www.metalaladecoupe.com	13.53	4	54.12
	colonne IPE140	Metalaladecoupe www.metalaladecoupe.com	66.18	4	264.72
	cornière à ailes égales L50	Metalaladecoupe www.metalaladecoupe.com	32.8	4	131.20
				Prix total	**49182.8**

- Notre projet coutera environ 533 604 MAD nous devons comparer cette somme avec les pertes causées par les arrêts de la table

2-CALCUL DES PERTES EN 2015

2-1 PRODUCTION REELLE (JANVIER 2015 => AVRIL 2015)

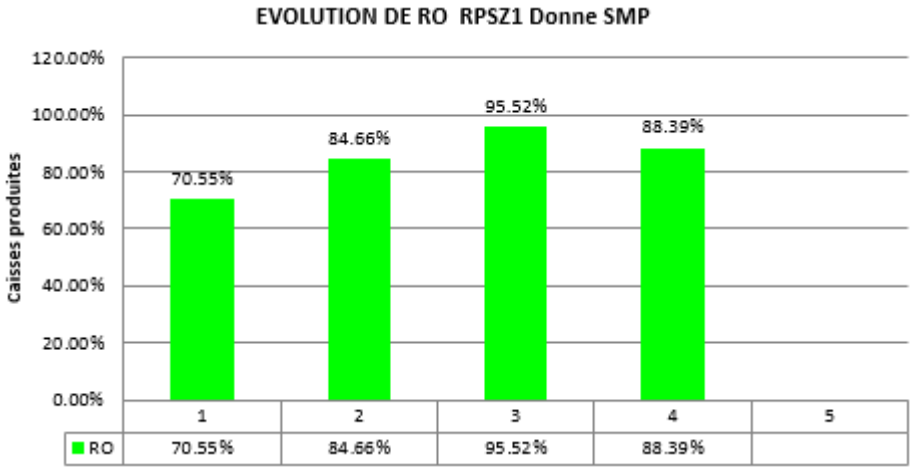


Figure 5- 5 Production réelle par mois

Jours de travail par période	104 jours	heures de travail par période	1 344 heures
moyenne des heures de travail	336 h/mois	production théorique par jour	1 047 caisses/jour
production théorique par période	10 8888 caisses	production théorique par mois	27 222 caisses/mois
production réelle par période	92 315 caisses	Moyenne de la production réelle par mois	23 079 caisses/mois
moyenne des caisses produites	68 caisses/heure	Prix moyen d'une caisse	900 euros
durée de l'arrêt du 04/02/2015 (voir page 23)	2 heures	coût de la perte en euros	122 400 euros

3-CONCLUSION

Comme on peut le voir sur le tableau pour un arrêt de 2 heures l'usine perd environ 1 329 436 MAD uniquement dans le département tôlerie, cette perte coûte le double (533 604 MAD) du projet proposé sans compter que les calculs effectués concernent uniquement la période de janvier à avril 2015 et qu'un futur arrêt de la table coûtera d'avantage à l'usine .

L'implantation de ce système est une chose primordiale qui fera gagner l'usine un gain productif et économique.

Conclusion générale

Pour finir au court de ce stage j'ai pu créer, étudier et simuler un système élévateur d'une table élévatrice ce qui m'a permis d'apprendre et de maitriser différents logiciels de conception, d'étude et d'analyse tel que Catia V5 avec ses différents ateliers (Part design, Assembly design, DMU Kinematics, Generative structural analysis et Drafting)

Le système que j'ai créé sera capable de remplacer le système actuel en cas de panne de celui-ci en fonctionnant en mode dégradé, sa mise en marche peut se faire rapidement car son accouplement avec la table sera permanent ce qui permettra de gagner un temps précieux et surtout de réduire les pertes, la réalisation de ce système est devenu primordiale car elle assurera la continuité de la production en permettant au personnel de la maintenance de n'intervenir que pendant les heures hors production.

Pour atteindre cet objectif, j'ai commencé par le choix du type des supports d'élévation en optant pour les poutrelles IPE, pour choisir leur grade et leur résistance mécanique j'ai utilisé différents logiciels de conception comme RDM6 pour la définition de la longueur et le logiciel ABAQUS qui est spécialisé en éléments finis pour définir le grade optimale en analysant la limite élastique et les déplacements des nœuds ; Puis j'ai effectué une recherche pour définir le bloc élévateur qui contient un engrenage actionné par un moteur qui se déplace avec le mouvement et qui est relié à une crémaillère fixe par une liaison glissière, ce choix était basé sur l'étude de la force de levage et la résistance au couple dynamique ; Puis j'ai définis le type et le grade des piliers de fixation en étudiant leur résistance mécanique et leur flèche après application des forces d'élévation et finalement j'ai pu assembler tous ces organes grâce au logiciel Catia V5.

Pour mettre fin à ce rapport, ce stage m'a permis de mettre en pratique les connaissances que j'ai acquis tout au long de mon parcours à la faculté des sciences et techniques de Fès et reste pour moi la meilleure occasion pour donner vie à mes connaissances théoriques.

Enfin je souhaite que ce rapport puisse être à la hauteur des attentes de mes professeurs, des membres du département tôlerie de l'usine Renault ainsi qu'aux lecteurs.

Liste des figures

Figure 1- 1 Positionnement du groupe Renault dans le monde 6
Figure 1- 2 Vue réelle et portrait de conception de l'usine 7
Figure 1- 3 Organigramme de l'usine 9
Figure 1- 4 Etapes d'emboutissage 9
Figure 1- 5 Etapes de tôlerie 10
Figure 1- 6 Les articles de l'atelier soubassement 11
Figure 1- 7 Les articles de l'atelier AG, CDG et base roulante 11
Figure 1- 8 Les articles de l'atelier ferrage 12
Figure 1- 9 Organigramme du département tôlerie 12
Figure 1- 10 Application du mastic 13
Figure 1- 11 Application de la peinture sur la caisse 14
Figure 1- 12 Opérations de montage 15

Figure 2- 1 Dessin de l'ensemble caisse, luge et table à rouleaux 18
Figure 2- 2 vue réelle de la table à rouleaux 18
Figure 2- 3 Vue réelle de l'ensemble caisse, luge et table à rouleaux 19
Figure 2- 4 Sens de manutention vers atelier peinture 19
Figure 2- 5 Axe du galet déformé 21
Figure 2- 6 Articulation cassée 23

Figure 3- 1 Dessin de la table élévatrice G2 Zlift 28
Figure 3- 2 Vue réelle de la table G2 Zlift 28
Figure 3- 3 Examen de l'environnement du futur système d'élévation 30
Figure 3- 4 Vue globale du concept 1 (CATIA V5) 32
Figure 3- 5 Table en fin de course (CATIA V5) 32
Figure 3- 6 Vue globale du concept 2 (CATIA V5) 34
Figure 3- 7 Table en position fin course (CATIA V5) 34
Figure 3- 9 Vue globale du concept 3 (CATIA V5) 36
Figure 3- 9 Table en position fin de course (CATIA V5) 36

Figure 4- 1 Vue de face de l'ensemble table, luge et caisse 40
Figure 4- 2 Zone permise et non permise 40
Figure 4- 3 Dimensions de la poutrelle IPE 100 (réalisé sur ABAQUS) 41
Figure 4- 4 Plans de symétrie 42
Figure 4- 6 Flèche pour une IPE de L=1034 mm (RMD6) 43
Figure 4- 6 Contraintes normales pour IPE de L=1034 mm (RMD6) 43
Figure 4- 8 Flèche pour une IPE de L=550 mm (RDM6) 44
Figure 4- 8 Contraintes normales pour IPE de L=550 mm (RDM6) 44
Figure 4- 9 Dimensions de la poutrelle IPE80AA (ABAQUS) 45
Figure 4- 10 surfaces de contact (Catia V5) 45
Figure 4- 11 Application des forces (ABAQUS) 46

Figure 4- 12 Application du maillage grossier (ABAQUS) 46
Figure 4- 13 Résultats obtenus pour le maillage grossier (ABAQUS) 47
Figure 4- 14 Zone d'affinage du maillage de la poutrelle I80AA (ABAQUS) 48
Figure 4- 15 Maillage globale (4mm) appliqué 48
Figure 4- 16 Maillage local à l'encastrement (1mm) appliqué (ABAQUS) 48
Figure 4- 17 Résultats obtenus pour le maillage affiné (ABAQUS) 49
Figure 4- 18 Dimensions de la poutrelle IPE80 (ABAQUS) 50
Figure 4- 19 Résultats obtenus pour IPE80 (ABAQUS) 50
Figure 4- 20 Position du centre de gravité 51
Figure 4- 21 Position des supports à 1500 mm 52
Figure 4- 22 Application du poids de la caisse et de l'encastrement 52
Figure 4- 23 Translation aux nœuds à 1500 mm du point G 52
Figure 4- 24 Translation aux nœuds à 1250 mm du point G 53
Figure 4- 25 Translation aux nœuds à 1000 mm du point G 53
Figure 4- 26 Position des supports : Vue de Face 54
Figure 4- 27 Position des supports : Vue de droite 54
Figure 4- 28 Position des supports : Vue Globale 54
Figure 4- 29 Poutrelle IPE fixée au bloc Lifgo 57
Figure 4- 30 contraintes et propriétés appliquées 57
Figure 4- 31 Mode opératoire du système en dynamique 58
Figure 4- 32 Hauteur des colonnes 61
Figure 4- 33 Couple appliqué sur le bloc 62
Figure 4- 34 Détermination du poids de la crémaillère 62
Figure 4- 35 Application du poids et du couple sur la pièce virtuelle 63
Figure 4- 36 Maillage globale et local appliqué 63
Figure 4- 37 Résultats obtenus IPE100 64
Figure 4- 38 Résultats obtenus IPE120 65
Figure 4- 39 Résultats obtenus IPE140 65
Figure 4- 40 Techniques de renforcements de poutrelle 66
Figure 4- 41 Ajout du profilé UPE80 66
Figure 4- 42 Résultats obtenus IPE100 avec UPE80 67
Figure 4- 43 Résultats obtenus IPE100 avec fer plat (50x10) 67
Figure 4- 44 Cornières assemblées aux colonnes 70

Figure 5- 1 Vue globale du système 73
Figure 5- 2 Vue de face du système 73
Figure 5- 3 Vue de droite du système 73
Figure 5- 4 Dessin de définition 74
Figure 5- 5 Production réelle par mois 77

Liste des abréviations

RTE : Renault Tanger exploitation.

IFMIA : Institut de Formation aux Métiers de l'Industrie Automobile.

AG : Assemblage générale.

OICA : Organisme international des constructeurs automobile.

CU : chef d'unité.

CA : chef d'atelier.

AP : agent de production.

SMP : suivi des moyens de production.

Dtcy : dépassement temps cycle.

RC : Ralentie de chaîne.

PV : passage en petite vitesse.

BM : Berliet moyen.

RO : rendement opérationnel.

RP : rendement propre.

TCT : tombé de chaîne Tôlerie.

UET : unité élémentaire de travail.

PSR : point de soudure par résistance.

DIVD : Division Ingénierie Véhicule Décentralisée.

APW : alliance productivity why.