

*République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*



***Ecole Nationale Polytechnique
Département de Génie Mécanique***

**Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme
d'Ingénieur d'Etat en Génie Mécanique**

Thème

**Rénovation de l'ascenseur du bâtiment
Génie Electrique de l'ENP**

Etudié et présenté par :

Mr. REFFIS Kacem

Proposé et dirigé par : Mr. A. SMAILI

Mr. O. STIHI

Mr. M. LATRECHE

Promotion juin 2014

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو دراسة المصعد العاطل الموجود في قسم الهندسة الكهربائية التابع للمدرسة الوطنية المتعدد التقنيات لهدف إعادة تأهيله.

الخطوة الأولى هي جمع المعلومات عن مختلف أنواع المصاعد الموجودة ثم نقوم بتعريف وتشخيص النظام من أجل الكشف عن العطل والخلل الموجود في الأجهزة العاطلة ثم نقوم بدراسة بعض الأجهزة الرئيسية.

في نهاية هذا العمل نقوم باقتراح الحلول الممكنة لمختلف هذه القضايا، يعقبه تقييم لهذه الحلول لكي نصل في النهاية للاختيار الأفضل.

كلمات مفتاحية: المصعد، المحرك، نظام الأمن، علبة التحكم.

Résumé:

Le but de ce travail est l'étude de l'ascenseur endommagé du département de Génie électrique de l'Ecole Nationale Polytechnique pour le remettre.

La première étape consiste à rassembler des informations sur les différents types d'ascenseur puis identifier et diagnostiquer le système dans le but de détecter les problèmes de fonctionnement et les organes défaillants, ainsi qu'étudier quelques organes principaux.

À la fin de ce travail on propose différentes solutions possibles pour ces problèmes, suivi d'une évaluation de chaque une pour arriver finalement à choisir la meilleure solution.

Mots clés : Ascenseur, Treuil, Système parachute, Armoire de commande.

Abstract:

The aim of this work is the study of the dysfunctional elevator of the Electrical Engineering Department of the "Ecole Nationale Polytechnique" in order to make it functional again.

The first step consists of gathering information about the different types of elevators, then identifying and diagnosing our system in order to detect the operational problems and the damaged parts, in addition to studying of some principal organs.

At the end of this work, we propose different possible solutions for these problems, after evaluating each one of them, then we choose the most convenient solution.

Keywords: Elevator, Winch, Parachute system, Control cabinet.

Remerciements

Je remercie DIEU le tout puissant qui m'a donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Je remercie mes chers parents et mes frères
pour leur encouragement

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à mes promoteurs
Messieurs : SMAILI Arezki, STIHI Omar LATRACHE
Mohamed qui m'ont donné l'occasion de travailler sur un
sujet pratique et passionnant, et pour leurs conseils
judicieux et aide précieuse, pour leur encadrement
et leur disponibilité.

Je remercie les membres du jury qui ont accepté
d'examiner mon travail.

Je tiens enfin à remercier l'ingénieur automatique
BEHLOULI Asma pour ses informations sur la partie
automatique et aussi le technicien Nacer pour son
volontariat et mes camarades pour leur
disponibilité et encouragements.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

*À Mes très chers parents qui ont toujours été source
de volonté et de courage tout le long de mon parcours d'étude ;*

À mes chers frères ;

À mes chères sœurs ;

À tous mes amis

Kacem, Mounir, Nasredine Et Ilyes

*À tous mes collègues du l'Ecole Préparatoire et l'Ecole Nationale
Polytechnique Surtout Smail, Salah, Bayoub, Nadir, Abd
Alghani, Younes Et Abd Almadjid*

À tous mes collègues du département Génie Mécanique

Et À tous ceux qui m'ont soutenue de près ou de loin. . . .

Kacem

Liste des figures :

Le titre de la figure	Page
Figure I.1 : L'élévateur Otis avec moteur à vapeur sorti en 1862	5
Figure I.2 : Les ascenseurs hydrauliques	7
Figure I.3 : treuil à réducteur vis sans fin	8
Figure I.4 : à moteur-treuil planétaire	8
Figure I.5 : Réducteur planétaire	8
Figure I.6 : Moteur à attaque directe (couramment appelé "Gearless" ou sans treuil),	9
Figure I.7 : à moteur-treuil	9
Figure I.8 : à moteur à attaque directe	9
Figure II.1 : Débris aux alentours de l'ascenseur	12
Figure II.2 : Eaux usées dans la cuvette de l'ascenseur	12
Figure II.3 : vidange des eaux de la cuvette	13
Figure II.4 : Evacuation des débris	13
Figure II. 5 : la plaque signalétique de la charge maximale	13
Figure II. 6 : le tableau des boutons de commande	14
Figure II. 7 : Câble de traction coté treuil	14
Figure II.8 : Câble de traction coté pont.	14
Figure II.9 : Câble de sécurité coté parachute	15
Figure II.10 : Câble de sécurité coté cuvette	15
Figure II.11 : Sert câble	15
Figure II.12 : Poulie d'adhérence	16
Figure II.13 : poulies de renvoi	17
Figure II.14 : poulies de renvoi	17
Figure II.15 : Poulie tendeuse du câble du système de sécurité	17
Figure II.16 : Poulie inférieure d'iso-nivelage	18
Figure II.17 : Contre poids	18
Figure II.18 : Système de levage	19
Figure II.19 : Réducteur de vitesse	20
Figure II.20 : Couple : roue –vis sans fin	20
Figure II.21 : Disque de freinage	20
Figure II.22 : Sabots de freinages démontés	20
Figure II.23 : Moteur triphasés CA	21
Figure II.24 : Moteur CC	21
Figure II.25 : Redresseur de courant	21
Figure II.26 : moteur à courant continu	21
Figure II.27 : Armoire de commande	22
Figure II.28 : Système d'iso-nivelage	22
Figure II.29 : Etat des rails au niveau de la cuvette	23
Figure II.30 : Dimensions du Profilé	23
Figure II.31 : Fin de course de fermeture des portes	23
Figure II.32 : Fin de course de position	23
Figure II.33 : Amortisseurs de réception	24
Figure II.34 : système parachute	25
Figure II.35 : moteur de porte	25
Figure II.36 : Porte de palier	25
Figure II.37 : Le pont de l'ascenseur	26

Figure II.38 : Protection d'un câble électrique	26
Figure III.1 : l'entourage de l'ascenseur après le Nettoyage	29
Figure III.2 : Armoire de commande de type VVVF	32
Figure III.3 : treuil de type VVVF	33
Figure IV.1 : la composition de câble	36
Figure IV.2 : les caractéristiques des câbles	37
Figure IV.3 : Interpolation linéaire	41
Figure IV.4 : Schéma de système de freinage	45
Figure V.1 : la cabine	50
Figure V.2 : le rail	50
Figure V.3 : La gaine	51
Figure V.4 : la poulie	51
Figure V.5 : porte poulie	52
Figure V.6 : assemblage porte poulie et poulie d'adhérence	52
Figure V.7 : le pont	52
Figure V.8 : supporte de contre poids	53
Figure V.9 : assemblage contre poids	53
Figure V.10 : palie	54
Figure V.11 : assemblage des pouilles de renvois	54
Figure V.12 : salle de machinerie	54
Figure V.13 : assemblage ascenseur	55
Figure V.14 : simulation sur le câble	56
Figure V.15 : Simulation sur le pont	57

Liste des tableaux :

Le titre de tableau	La page
Tableau II.1. Récapitulatif de diagnostic	28
Tableau A.1 : les différents types des treuils existants	-
Tableau A.2 : les différents types des armoires existés	-
Tableau A.3 : plan d'entretien	-

Nomenclature

Symboles	Unités	Significations
$A \text{ ‰}$		Allongement
L	m	La largeur de la cabine
Z	m	La profondeur de la cabine
H	m	La hauteur de la cabine
S	m ²	La surface
$M_i \text{ } i=1, 2...8$	kg	La masse
P	kg	La masse de la cabine vide
M_{cp}	kg	La masse de contre poids
Q	kg	La charge totale
C_s		Coefficient de sécurité
C_r	kg	La charge de rupture
D	mm	Diamètre de la poulie
d	mm	Diamètre de câble
n		Nombre des câbles
m		Nombre des poulies de mouflage
$N_i \text{ } i=1,2$	Tr/min	La vitesse de rotation de l'arbre
V	m/s	La vitesse linéaire de la cabine
P	W	Puissance
η		Rendement
ω_1	rad/s	La vitesse angulaire
R	mm	Rayon
C	N/m	Le couple
M_t	N.m	Moment de torsion
Cad	N.m	Couple d'adhérence
N	N	La force normale
T	N	La force tangentielle
f		Coefficient de frottement
a et b et c	M	La longure
F	N	Force de rappelle
X		Nombre des ressorts
F_b	N	La force magnétique
C_{max}	kg	La charge maximale dans la cabine
τ_a	N/m ²	Contrainte max de torsion

Table de Matières

<u>Introduction générale</u>	1
 <u>Chapitre I Généralités sur les ascenseurs</u>	
I.1 Introduction	5
I.2 Historique des ascenseurs	5
I.3 les différents types d'ascenseurs.....	6
I.3.1 ascenseur hydraulique.....	6
I.3.2 ascenseurs à traction à câbles.....	8
I.4 organes principaux d'un ascenseur	10
I.5 conclusion	11
 <u>Chapitre II Identification et diagnostic de l'ascenseur</u>	
II.1. Introduction	13
II.2. Etat de lieu	13
II.2.1. Environnement du travail.....	13
II.3. Identification et diagnostique de l'ascenseur	14
II.3.1. Cabine.....	14
II.3.2. Câbles.....	15
II.3.3. Poulies.....	17
II.3.4. Contre poids	19
II.3.5. Système de levage.....	20
II.3.6. L'armoire de commande automatique	23
II.3.7. Système d'iso-nivelage	23
II.3.8. Rails :	24
II.3.9. Capteurs :	24
II.3.10. Systèmes d'amortissement.....	25
II.3.11. Limiteur de vitesse.....	25
II.3.12. Système Parachute	26
II.3.13. Portes des paliers et les moteurs des portes.....	26
II.3.14. Pont	27
II.3.15. Câbles électriques.....	27
II.4. Récapitulatif de diagnostic	28
II.5. Conclusion	29
 <u>Chapitre III : opération effectué sur l'ascenseur</u>	
III.1. Introduction	31
III.2. Opérations effectués sur l'ascenseur	31
III.2.1. Nettoyage de l'entourage de l'ascenseur	31
III.2.2. Préparation métallographique.....	31
III.2.3. Déblocage de la Porte du palier de sous-sol	31
III.2.4. Déplacement de la cabine	32
III.2.5. Ouverture du porte palier	32
III.3. Démarches proposés pour remettre l'ascenseur en marche	32
III.3.1. Changement les organes défaillants.....	32

III.3.2. Achat de nouveaux organes pour l'ascenseur	34
III.3.3. Entretien sur les organes non défaillants	34
III.4. Conclusion	34

Chapitre IV : Dimensionnement les organes principaux de l'ascenseur

IV.1 Introduction	36
IV.2 Dimensionnement des câbles	36
VI.2.1 Composition des câbles	36
VI.2.2 Choix du type de câble	36
IV.2.3. Calculs relatifs aux câbles de notre ascenseur	38
IV.3 Dimensionnement du treuil	42
IV.3.1 Réducteur	42
IV.3.2 dimensionnement de système de freinage.....	45
IV.3.3 dimensionnement du moteur	48

Chapitre V : Conception sous Solid Works

V.1. Introduction	50
V.2. Conception des pièces	50
V.3. Etude statique :	56
V.3.1. Câble	56
V.3.2. Pont	57
V.4. Conclusion	57

Conclusion générale	59
----------------------------------	-----------

Bibliographies

Annexes

Introduction générale

Introduction Générale

Depuis la plus haute antiquité, l'homme a toujours cherché un moyen mécanique qui lui permette de soulever des poids lourds et réduire considérablement les efforts nécessaires au déplacement des charges et des personnes dans le sens vertical en réduisant le temps.

De nos jours, les ascenseurs jouent un rôle important même indispensable dans la vie quotidienne, car :

- ✓ Ils assurent le déplacement des personnes dans les hauts bâtiments et les gratte-ciels qui sont devenus de plus en plus présents dans les villes modernes.
- ✓ Ils assurent le déplacement des poids lourds, surtout dans les grands chantiers de construction urbaine.
- ✓ Ils permettent d'économiser le temps et l'énergie.

Au sein du département de Génie Electrique à l'Ecole Nationale Polytechnique il y a un ascenseur à traction de câbles qui a été construit en 1960 par l'Entreprise OTIS. Malheureusement, depuis plus d'une vingtaine d'années, l'ascenseur est en panne et en mauvais état : une fuite d'eau a oxydé les organes de système, le système de freinage est démonté et l'entourage de l'ascenseur est inondé.

L'ascenseur comporte de vieilles machines mécaniques et électriques nécessitant un entretien permanent pour garantir son bon fonctionnement, le passage par un moteur à courant continu pour la régulation de vitesse n'est plus nécessaire pour ramener une charge mécanique à fonctionner à vitesse variable.

On veut envisager des solutions qui nécessitent tout de même un certain investissement, pour remettre en marche l'ascenseur avec le même équipement qu'il dispose actuellement. Ces solutions constituent à plus d'un titre un défi que nous voulions relever, vu que l'ascenseur est de technologie largement dépassée.

Tout d'abord, pour approfondir nos connaissances dans le domaine des ascenseurs, on va devoir analyser ses composants et comprendre leurs fonctionnements pour éventuellement participer à leur dépannage en cas de problèmes.

Par ailleurs, une fois l'ascenseur remis en marche, il permettra à l'école de garantir une fluidité de déplacement des personnes et des équipements.

Nous allons organiser le travail comme suit :

Dans le premier chapitre on présente des généralités sur les ascenseurs, leurs différents types et leurs organes principaux.

Ensuite, dans le deuxième chapitre, nous allons aborder avec plus de détails la définition, le rôle et les diagnostics apportés aux différents organes de l'ascenseur

Introduction Générale

Dans le troisième chapitre, nous allons présenter les opérations effectuées au niveau de l'ascenseur, ensuite, on sera amené à proposer des solutions aux pannes détectées, et choisir la meilleure solution envisagée.

Le quatrième chapitre portera sur le dimensionnement des organes principaux de l'ascenseur, pour aboutir aux contraintes que nous devons respecter aux plus tard dans la réparation et/ou le remplacement.

Le dernier chapitre concerne la conception de l'ascenseur, à l'aide de logiciel SolidWorks en commençant par la conception de toute pièce séparément, puis faire l'assemblage pour avoir à la fin la totalité de l'ascenseur ;on va aussi faire une étude statique de quelques organes.

Chapitre I

Généralités sur les ascenseurs

I.1. Introduction

Dans ce chapitre on va citer les différents types d'ascenseurs qui existent dans le monde, ensuite on voit la composition principale, les avantages et les inconvénients de chaque type.

I.2. Historique des ascenseurs

Depuis la plus haute antiquité les hommes ont cherché un moyen de favoriser le déplacement vertical des charges.

Le recours à un grand nombre d'intervenants n'étant pas toujours pratique, il fallait trouver une solution pour diminuer l'effort de traction. Ce sont sans doute les Romains qui ont résolu ce délicat problème. Pour assouvir leur passion des jeux, les Romains ont construit des cirques dont la machinerie était très complexe, permettant des jeux de scènes à faire pâlir la majorité de nos théâtres modernes. Les gladiateurs avaient les honneurs de cabines hissées par un système de cabestan, poulies et cordes.

À Rome, des archéologues ont trouvé au Colisée et dans les Palais des Césars, des gaines verticales correspondant, vraisemblablement, à l'installation de monte-charge. Avec ou sans contrepoids, les systèmes de levage vont se multiplier au fil des siècles pour transporter toujours les charges les plus lourds, pour construire toujours plus haut. Mais son déplacement est assuré par la traction à bras, ce qui n'était pas vraiment pratique... ni très sûr. Il fallut attendre le XIX^{ème} siècle pour, enfin, motoriser ce qui allait devenir l'ascenseur ou le monte-charge moderne.[10]

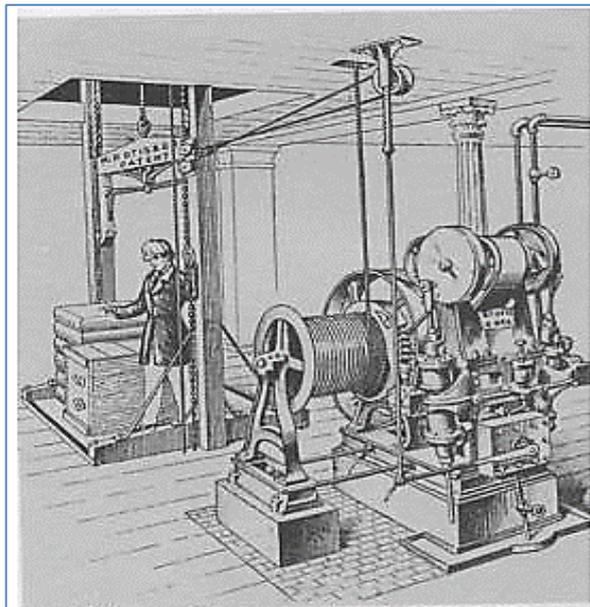


Figure I.1 L'élévateur Otis avec moteur à vapeur sorti en 1862[4]

Les XVIIe et XVIIIe siècles voient apparaître de nouvelles idées et surtout un nouveau besoin : le transport vertical des personnes. La "chaise volante" fait son apparition au château de Versailles et au Palais Mazarin vers 1743. Équilibrée au moyen d'un contrepoids, son déplacement est assuré par la traction à bras. C'est seulement au XIXe siècle que le transport vertical des personnes et des charges prend toute son importance, en raison notamment de l'industrialisation.

En 1853 Démonstration du frein de chute par Elisha Otis au Crystal Palace. En 1854, Elisha Otis dota l'ascenseur d'un système de limiteur de vitesse déclenchant un système appelé frein parachute, Le 23 mars 1857, date à laquelle Otis installa le premier ascenseur du monde, dans le magasin de E. V. Haughwout & Company, marchands de porcelaine et de verrerie françaises, à l'angle de Broadway et de Broome Street à New York.

En 1880 c'est en Allemagne cependant qu'on pensera à un ascenseur électrique, les moteurs électriques et transformateurs se développant pour l'industrie et pour certaines installations ferroviaires utilisant la traction par câble à partir de treuils fixes. Construction en 1884, en Angleterre, du premier système d'ascenseur continu, plus couramment nommé Paternoster, composé "d'une chaîne de cabines ouvertes dans lesquelles les passagers montent ou descendent sans que l'ascenseur ne s'arrête". Le système connut un vif succès dans la première moitié du XXe siècle car il permettait d'écouler un plus grand nombre de personnes, plus rapidement. [4]

I.3. Différents types d'ascenseur

On distingue essentiellement deux familles d'ascenseur :

- les ascenseurs hydrauliques.
- les ascenseurs à traction à câble,

En règle générale, ces deux types utilisent l'énergie électrique pour déplacer les cabines verticalement (moteur électrique à courant continu ou alternatif).

I.3.1. Ascenseur hydraulique

a) Principe

Comme toute machine hydraulique la pompe met sous pression l'huile qui pousse le piston hors du cylindre vers le haut. Lorsque la commande de descente est programmée, le bypass (vanne) de la pompe permet de laisser sortir l'huile du cylindre vers le réservoir. [4]

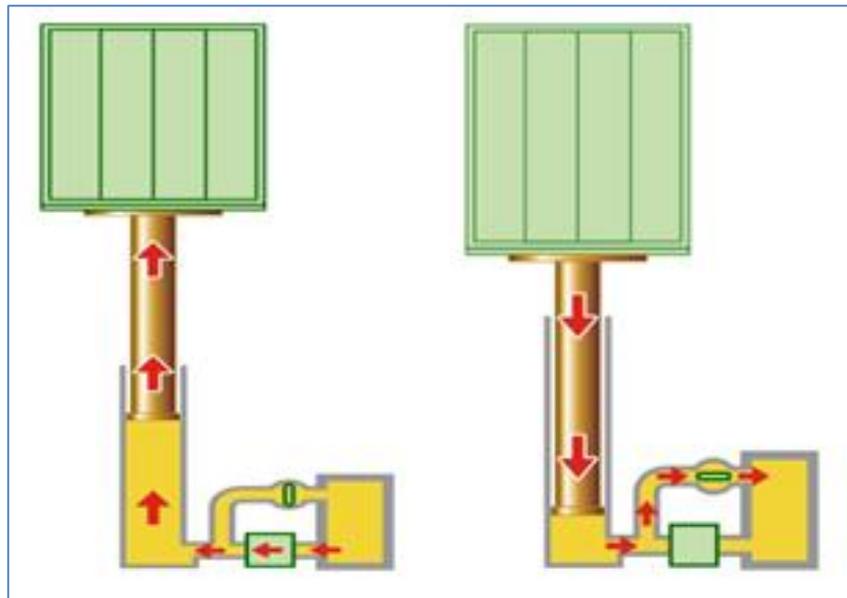


Figure I.2 : Ascenseur hydraulique

b) Description

Les ascenseurs hydrauliques sont utilisés en général pour satisfaire des déplacements relativement courts de l'ordre de 15 à 18 m maximums.

Plusieurs modèles existent sur le marché. On citera les principaux ascenseurs hydrauliques :

- à cylindre de surface,
- à cylindre enterré,
- télescopiques à cylindre de surface.

Ce type d'ascenseur n'est pas très présent sur le marché.

c) Énergie

Énergétiquement parlant les ascenseurs hydrauliques posent un problème dans le sens où il n'y a pas de contrepoids qui équilibre la cabine comme dans les systèmes à traction à câble par exemple. [4]

d) Avantages et inconvénients

Ci-dessous, on trouvera les principaux avantages et inconvénients des ascenseurs hydrauliques :

Avantages :

- Précision au niveau du déplacement (mise à niveau).
- réglage facile de la vitesse de déplacement.
- ne nécessite pas de cabanon de machinerie.
- implantation facile dans un immeuble existant.

Inconvénients :

- course verticale limitée à une hauteur entre 15 et 18 m.
- risque de pollution du sous-sol.
- consommation énergétique importante.
- nécessite de renforcer la dalle du sol.

I.3.2. ascenseurs à traction à câbles

a) Description

Les ascenseurs à traction à câbles sont les types d'ascenseurs que l'on rencontre le plus notamment dans les bâtiments tertiaires.

Ils se différencient entre eux selon le type de motorisation :

- à moteur-treuil à vis sans fin,
- à moteur-treuil planétaire,
- à moteur à attaque directe (couramment appelé "Gearless" ou sans treuil),



Figure I.3 : treuil à réducteur vis sans fin



Figure I.4 : à moteur-treuil planétaire



Figure I.5 : Réducteur planétaire



Figure I.6 : Moteur à attaque directe (couramment appelé "Gearless" ou sans treuil),

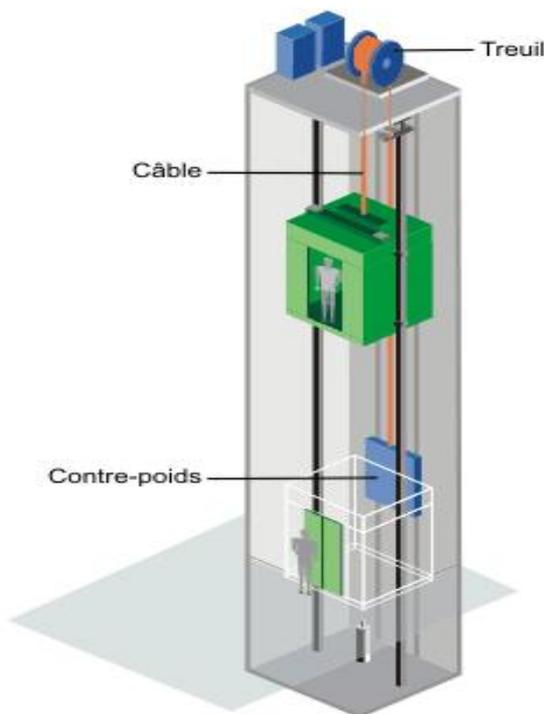


Figure I.7 : à moteur-treuil

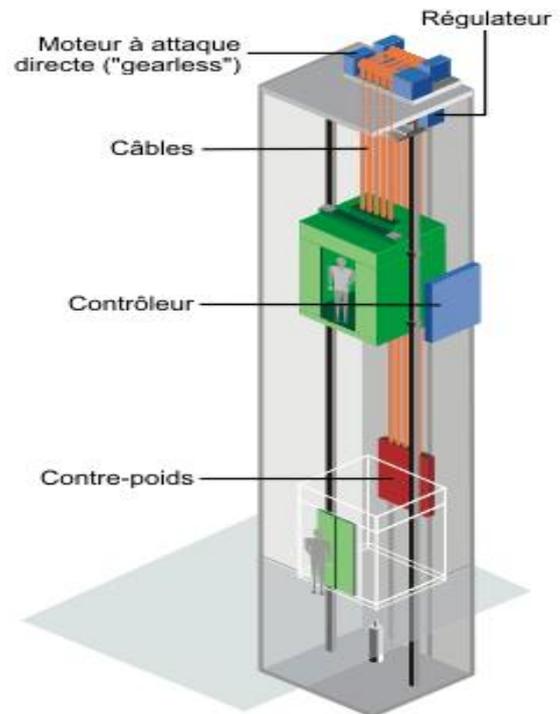


Figure I.8 : à moteur à attaque directe

b) Énergie

Énergétiquement parlant les ascenseurs à traction à câbles sont plus intéressants que les ascenseurs hydrauliques dans le sens où le contre-poids réduit fortement la charge quelle que soit le type de motorisation.

c) Avantages et inconvénients

Ci-dessous, on trouvera les principaux avantages et inconvénients des ascenseurs à traction à câble :

Avantage :

- course verticale pas vraiment limitée.
- suivant le type de motorisation précision au niveau de la vitesse et du déplacement.
- rapidité de déplacement.
- efficacité énergétique importante.
- pas de souci de pollution.

Inconvénients :

- En version standard, nécessite un cabanon technique en toiture.
- exigence très importante sur l'entretien.

I.4. Organes principaux d'un ascenseur

Puisque il existe deux types d'ascenseurs, chaqu'un à sa composition :

I.4.1. Composition des ascenseurs hydrauliques

Les ascenseurs hydrauliques se composent principalement :

- d'une cabine,
- des guides,
- d'un ensemble pistons-cylindres hydrauliques placé sous la cabine de l'ascenseur,
- d'un réservoir d'huile,
- d'un moteur électrique accouplé à une pompe hydraulique,
- d'un contrôleur,
- système de sécurité,

I.4.2. Composition des ascenseurs à traction à câbles

Quel que soit le type, les ascenseurs à traction à câbles comprennent généralement :

- Une cabine,
- un contrepoids,
- des câbles reliant la cabine au contrepoids,
- des guides,
- un système de traction au-dessus de la cage de l'ascenseur,
- Des Roues,
- Des capteurs,
- Des portes,
- Un Moteur des portes,
- Une boîte de commande,
- Un Réducteur de vitesse,
- Un moteur électrique,
- Un système de freinage,
- Un systèmes de sécurité.

I.5. Conclusion

La diversité et les complexités des domaines des ascenseurs induisent à une concurrence entre les constructeurs, pour apporter de nouvelles améliorations, et du confort aux utilisateurs.

Nous avons cité dans ce chapitre quelques exemples sur les systèmes utilisés dans la réalisation des ascenseurs.

Chapitre II :
Identification et diagnostic de
l'ascenseur

II.1. Introduction

L'ascenseur, objet de ce PFE, se trouve au département de Génie Electrique à l'Ecole National Polytechnique, sa double vocation : d'ascenseur et de monte charges le rend indispensable pour ce département, notamment pour acheminer des équipements lourds, pédagogiques ou de recherche, aux différents étages. Construit dans les années soixante par l'entreprise multinationale OTIS. Actuellement, cet ascenseur est à l'état d'arrêt depuis longtemps. Le but de départ était de rénover cet ascenseur. On a commencé d'abords, à diagnostiquer tous les composants des organes principaux mécaniques et électriques, afin de dégager un plan d'action et la stratégie à entreprendre pour mener à bien les tâches nécessaires pour atteindre ce but.

II.2. Etat de lieu

II.2.1. Environnement du travail

Avant de commencer notre diagnostic sur l'ascenseur, on doit d'abords signaler l'état du lieu déplorable, ou l'accès vers le milieu de travail était pratiquement impossible. La cuvette de l'ascenseur, utilisée comme dépotoir, était complètement inondée des eaux usées et de tout type d'ordures. Les alentours et à quelques mètres autour, étaient pleins de débris de tout genre (châssis de tables, mobiliers usagés, transformateurs, composants électriques, ferrailles ...etc.) .Il est à signaler aussi, les infiltrations des eaux pluviales et une fuite d'eau de la conduite de réseaux, vers le voisinage et la cuvette de l'ascenseur.

Les figures : II.1 et II.2 montrent l'état de dégradation par corrosion, de la poulie de tendeuse, des guides de la cabine et des contrepoids, des amortisseurs, suite à l'immersion prolongée dans les eaux usées.



Figure II.1 : Débris aux alentours de l'ascenseur Figure II.2 : Eaux usées dans la cuvette de l'ascenseur



Figure II.3 : Vidange des eaux de la cuvette



Figure II.4 : Evacuation des débris

II.3. Identification et diagnostique de l'ascenseur

En générale, à l'exception des organes cités ci-dessus et la partie immergée du câble, le reste des organes sont en état apparent acceptable. Le pronostic quant au changement ou non du câble relève d'un spécialiste en sécurité dans le domaine. Certains organes se trouvent démontés et abandonnés, tel que les composants du système de freinage. Les organes électriques de l'armoire de commande, le système d'ajustement de la cabine et les fins de course, sont complètement rouillés ou grillés. Les systèmes de motorisation et de levage d'une technologie longtemps dépassée. Le diagnostic détaillé est présenté dans l'ordre, pour les organes des trois parties essentielles de l'ascenseur à savoir, la partie mécanique, la partie électrique et la partie des organes de sécurité.

II .3.1. Cabine

La cabine est l'élément principal de l'ascenseur, c'est l'endroit où peuvent accéder les passagers ou/et la charge à transporter. Elle est conçue pour transporter une charge maximale de 700 Kg ou 9 personnes comme l'indique la plaque signalétique de la figure II.5.



Figure II.5 : La plaque signalétique de la charge maximale

Elle comporte les organes suivants :

a) Porte de la cabine :

C'est une porte télescopique, Qui se déplace avec la cabine, elle se ferme automatiquement au démarrage de l'ascenseur, lorsque le fin de course d'ouverture est libéré et celui de la fermeture est actionné par cette porte. Un petit moteur électrique est alors alimenté, entraîne le contre poids d'un balancier qui permet aisément l'ouverture ou la fermeture de la porte de la cabine.

b) Commande :

Le système de commande de la cabine est composé de quatre boutons poussoir indépendants pour monter ou descendre du rez-de-chaussée jusqu' au 2ème étage.



Figure II.6 : Le tableau des boutons de commande

Diagnostic :

L'aspect général de la cabine est acceptable, elle apparait en très bon état. Les mécanismes Fonctionnent correctement et la porte s'ouvre et se ferme normalement sans aucun problème. Le moteur, les fins de course et le système balancier sont en très bon état.

II.3.2. Câbles**a) Câble de traction**

Les câbles de notre ascenseur en nombre de quatre assurant la liaison entre la cabine et le contrepoids, sont renvoyés par une poulie de renvoi vers le tambour du treuil pour assurer le levage de la cabine. Ces câbles sont appelés câbles de traction et ont un diamètre de 14 mm, chaque câble est composé de brins de 19 fils et des torons de 18 brins.



Figure II.7 : Câble de traction coté treuil



Figure II.8 : Câble de traction coté pont.

II.3.3. Poulies

L'ensemble du système est composé de neuf poulies qui ont différents rôles à jouer : la transmission ou le renvoi du mouvement, l'adhérence ou la tension du câble.

a) Poulie d'adhérence

Cette poulie de diamètre égal à 750 mm, possède quatre gorges, fixée à la sortie du réducteur de vitesse, à travers le câble de traction, entraîne le système : cabine - contre poids et joue un rôle de volant d'inertie.



Figure II.12 : Poulie d'adhérence

Diagnostic :

La rotation est facile, même aux manœuvres manuelles, ne contient aucune fissure et les paliers sont convenablement lubrifiés, malgré l'arrêt prolongé.

b) Poulies de renvoi :

Quatre de ces poulies sont à quatre gorges et ont un diamètre de 650mm, deux d'entre elles (Figure II.13) sont fixées sur deux poutres verticales à la base de l'ascenseur pour transférer le mouvement de rotation du treuil vers les poulies de suspension, fixées sur le pont.

Les deux autres poulies (Figure II.14) renvoient le mouvement du treuil vers la cabine.

La cinquième poulie de renvoi, a un diamètre de 750mm et suspension le contre poids.



Figure II.13 Poulies de renvoi



Figure II.14 Poulies de renvoi

Diagnostic : Les cinq poulies sont en parfait état.

c) La poulie tendeuse

Supportée par un petit contre poids, elle maintient le câble de sécurité constamment tendu, et entraîne la poulie du limiteur de vitesse, qui, en cas où la vitesse de la cabine dépasse de 30% la vitesse max, elle actionne un bras qui agit sur deux sabots qui freinent le câble du parachute. Cette poulie a un diamètre de 340 mm et est située à la cuvette au bas de la cage de l'ascenseur.



Figure II.15 : Poulie tendeuse du câble du système de sécurité

Diagnostic :

Cette poulie est bloquée suite à une couche épaisse de rouille. Elle peut être réutilisée après une opération d'entretien.

d) Deux poulies d'iso-nivelage

Elles ont un diamètre de 415 mm, et sont utilisées pour transférer le mouvement de la cabine vers le système iso-nivelage qui commande le positionnement de la cabine en son mouvement de translation, notamment, l'arrêt de la cabine au niveau des portes des étages.

Cette poulie est entraînée par une chaîne dont les maillons ont un pas de 25 mm.

Diagnostic : La partie mécanique extérieure du système d'iso-nivelage (poulies et chaîne) est en très bon état.



Figure II.16 : Poulie inférieure d'iso-nivelage

II.3.4. Contre poids :

Il est constitué d'une arcade métallique comportant une traverse supérieure à laquelle sont fixés les câbles de suspension. L'arcade comporte 20 masses métalliques superposées, probablement, en fonte ou en acier (environ 40 kg/masse) qui équilibrent le poids de la cabine augmenté de la moitié de la charge utile.



Figure II.17 : Contre poids

Diagnostic : Quelques masses situées à la partie inférieure sont attaquées par la rouille, nécessitant un peu d'entretien.

II.3.5. Système de levage

Le système de levage situé au sous sol, est composé de deux parties distinctes :

- Une première partie mécanique qui comporte le moteur, le réducteur de vitesse et le frein.
- Une deuxième partie électrique qui comporte le moteur électrique à courant alternatif, la génératrice, le moteur à courant continu.

L'ensemble est déposé sur un socle en béton armé.



Figure II.18 : Système de levage

a) Treuil :

L'installation ne possède pas un tambour où s'enroule le câble, le câble est renvoyé par les poulies de renvoi. Le treuil qui existe est très vieux, et une technologie très dépassée, il se compose de :

b) Réducteur de vitesse :

C'est un réducteur à roue et vis sans fin, où l'engrenage de la roue est accouplé à une vis sans fin pour obtenir la réduction. Dans ce cas, les arbres d'entrée et de sortie sont donc orthogonaux donnant un rapport de transmission $r=1/48$.

Ce type de mécanisme permet d'obtenir une réduction importante de la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée, et est donc adapté pour la transmission de couples importants. D'autant plus, la réduction élevée de la vitesse, rend le système irréversible, ce qui lui donne une sécurité supplémentaire. En revanche, la transmission de l'énergie se fait avec un rendement très faible, mais dans ce genre d'application peu importe le rendement.



Figure II.19 : Réducteur de vitesse

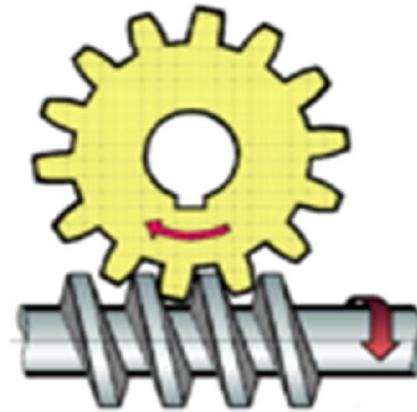


Figure II.20 : Couple : roue –vis sans fin

Diagnostic :

Bien que, ce réducteur est robuste et est en bon état de marche, il est d'une vieille technologie, son adaptation avec une nouvelle motorisation s'avère difficile, d'autant plus, l'indisponibilité des pièces de rechange rend sa maintenance quasi impossible.

c) Système de freinage

C'est un «Frein électromagnétique à ressorts à manque de courant ». Ce sont des freins mono disques à deux faces de friction. En l'absence de tension aux bornes de l'inducteur, les ressorts exercent une pression sur le disque d'armature mobile. Celle-ci vient comprimer le rotor et ainsi créer un couple de freinage. Avec la tension sur l'inducteur, le frein est débloqué par l'action d'un champ électromagnétique.

Pour débloquer le frein, on alimente la bobine de l'inducteur avec une tension continue. Le champ magnétique ainsi généré attire alors, le disque d'armature mobile contre l'inducteur en s'opposant à la force exercée par les ressorts. Le rotor n'est donc plus soumis à la force exercée par les ressorts et peut tourner sans entrave. Sur le module de base le couple de freinage peut être réduit à l'aide de l'anneau de réglage.



Figure II.21 Disque de freinage



Figure II.22 Sabots de freinages démontés

Diagnostic :

Le système de freinage a été démonté, beaucoup d'accessoires sont égarés (les éléments d'assemblage, les garnitures des sabots, les ressorts de rappel). La réutilisation de ce système dépend de la disponibilité de la pièce de rechange

d) Partie électrique

La partie électrique du système de levage est composée : à l'entrée, un moteur à courant alternatif triphasé (Figure II.25), alimenté par le réseau électrique. Qui, de sa part, entraîne une génératrice de courant continu, (Figure II. 25). A la sortie de la génératrice, le courant alimente le moteur à courant continu (Figure II. 24), Qui entraîne la vis sans fin à l'entrée du réducteur.



Figure II.23 : Moteur triphasés CA



Figure II.24 : Moteur CC



Figure : II.25 Redresseur de courant



Figure II.26 : moteur à courant continu

Diagnostic :

Cablage démonté, borniers des boites électrique égarés, matériel vétuste, la possibilité de remise en marche n'est pas sur, la non disponibilité des pièces de rechange rend sa maintenance couteuse et difficile. La motorisation telle quelle est maintenant est dépassée elle doit être complètement remplacée, les fonctions assurées par cette partie actuellement, peuvent être remplacées par un matériel plus compact et beaucoup plus fiable et plus sécurisant.

II.3.6. L'armoire de commande automatique :

L'armoire de commande (Figure II.27) est d'une ancienne technologie ses composants (contacteurs, relais, actionneurs, etc.) sont du type électromécaniques. Elle est l'organe le plus important d'un ascenseur. C'est elle qui mémorise les appels et des renvois destinés à déplacer la cabine ; c'est elle qui commande le démarrage et l'arrêt du moteur, l'ouverture de la porte de la cabine. En fait, c'est le cerveau de l'ascenseur.

Diagnostic :

L'armoire de commande est en arrêt, ses composants sont en défaillance totale, complètement rouillés ou grillés, la réutilisation de cette armoire est impossible.

II.3.7. Système d'iso-nivelage :

C'est un système électromécanique composé principalement d'une barre verticale et d'un ensemble de contacteurs électriques (Figure II.28).

La barre verticale du système d'iso-nivelage, entraînée en rotation par la poulie.

Inférieure du système, au moyen d'un couple d'engrenage conique, déplace en rotation un actionneur qui agit sur un ensemble de contacteurs réglables en position, disposés sur un plan circulaire horizontal. Ce positionnement permet de commander avec précision l'arrêt du plancher de la cabine aux étages ainsi que et l'ouverture et la fermeture automatiques des portes.

Diagnostic :

Contacteurs grippés aucun ne fonctionne, attaqués par la rouille, ce mode de commande est totalement dépassé.



Figure II.27 Armoire de commande



Figure II.28 Système d'iso-nivelage

II.3.8. Rails :

Ils sont utilisés pour le guidage en translation verticale de la cabine et du contre poids. ils sont en acier profilé en 'T', fixés tout au long des parois de la cage.

- Distance entre les rails de la cabine : 1510 mm
- Distance entre les rails du contre poids : 850 mm



Figure II.29 : Etat des rails au niveau de la cuvette

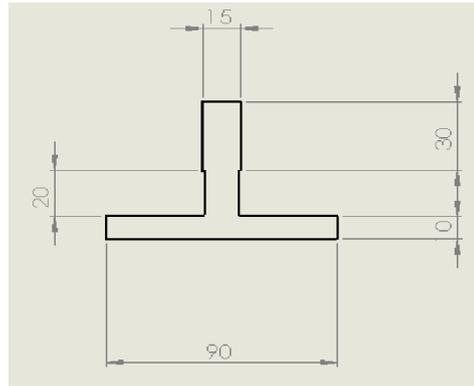


Figure II.30 : Dimensions du Profilé

Diagnostic :

Les rails sont en bon état, ils doivent être bien graissés. La partie inférieure est très rouillée et doit être nettoyée à la brosse métallique en présence d'un liquide anti corrosion approprié.

II.3.9. Capteurs :

Les différents capteurs utilisés sont des capteurs mécaniques du type fin de course à galet :

- Fin de course de positions des paliers. (étages)
- Fin de course de positions extrêmes haute et basse.
- Fin de course de fermeture et d'ouverture de la porte de l'ascenseur.
- Fin de course de fermeture et d'ouverture de la porte des portes des étages.
- Capteur surcharge.



Figure II.31 Fin de course de fermeture des portes



Figure II.32 Fin de course de position

Diagnostic :

Toutes les fins de course sont en bon état, nécessitant un léger nettoyage et un bon graissage. Quant au fin de course de position basse est complètement grippé suite à la couche épaisse de rouille, il nécessite donc, un changement.

II.3.10. Systèmes d'amortissement**a) Amortisseurs de réception**

Ce type d'amortisseur est destiné à assurer une réception douce de la cabine à phase du ralentissement et l'arrêt absolu au niveau du sous sol. Ils sont en général placés au fond de cuvette à l'aplomb des traverses inférieures des étriers cabine et contrepoids.

Ils sont en nombre de trois, deux amortissent les chocs de la cabine et le troisième pour amortir la réception du contre poids lorsque celui-ci est au niveau du sous-sol (Figure II.33).



Figure II.33 Amortisseurs de réception

Diagnostic :

Les trois amortisseurs étaient complètement immergés dans les eaux usées, autrement dit, ils ont une couche de rouille épaisse, l'un des deux amortisseurs de réception de la cabine est dessoudé de sa place. Ils nécessitent un entretien et une remise en place.

II.3.11. Limiteur de vitesse

Le limiteur de vitesse C'est le système qui contrôle la vitesse de translation de la cabine, il se déclenche si la cabine dépasse la vitesse maximale V_{max} , estimée à $1,3 V_{nom}$.

Diagnostic :

En très bon état apparent.

II.3.12. Système Parachute :

Figure II.34 : système parachute

Organe mécanique destiné à arrêter et à maintenir à l'arrêt la cabine ou le contre poids sur ses guides, en cas de survitesse à la descente ou à la rupture des organes de suspension.

Diagnostic :

Câble sans aucun dommage apparent, pas de corrosion. En bon état d'utilisation.

II.3.13. Portes des paliers et les moteurs des portes

Les portes des paliers de l'ascenseur fonctionnent automatiquement, elles sont commandées en ouverture et en fermeture par des actionneurs électriques situés sur le toit de cabine.

Ces portes de type télescopique, ont une largeur de 900mm et 2000mm de hauteur.

Par contre on ne peut se prononcer sur l'état des moteurs de portes qu'après l'alimentation en courant électrique du circuit de l'ascenseur.

Diagnostic :

Toutes les portes des différents paliers sont en bonne état, sauf celle du sous-sol qui se trouve en position de coincement. A réparer. Le moteur à tester.



*Figure II.35 : moteur de porte**Figure II.36 : Porte de palier*

II.3.14. Pont :

Le pont se trouve à l'extrémité supérieure de la cage, il supporte les poulies de renvoi qui entraînent la cabine et le contre poids. Sa structure en profilé en H250 lui permet de supporter des charges importantes.

Diagnostic :

En très bon état, aucune anomalie n'est à signaler.

*Figure II.37 : Le pont de l'ascenseur*

II.3.15. Câbles électriques

Les câbles électriques sont utilisés pour l'alimentation des différents organes de l'ascenseur y compris l'éclairage de la cabine. Ils sont convenablement protégés dans des gaines robustes.

Diagnostic :

Apparemment, ils sont en bon état, mais il faut un test de confirmation.

*Figure II.38 : Protection d'un câble électrique*

Après l'identification et le diagnostic de notre ascenseur, on peut récapituler les pronostics et les décisions à prendre quant à sa remise en marche.

II.4. Récapitulatif de diagnostic

Tableau II.1 Récapitulatif de diagnostic

Elément	Action à entreprendre
La cabine	En bon état
Porte de la cabine	Nettoyage et graissage du système balancier
Tableau de commande	A nettoyer et à entretenir seulement
Les câbles de traction	La partie rouillée à inspecter par un spécialiste en sécurité
Câble du système de sécurité	La partie rouillée à inspecter par un spécialiste en sécurité
Sert câble	En bon état
Poulie d'adhérence	En bon état, Nettoyage et graissage
Poulie tendeuse	Nettoyage à la brosse métallique et graissage
Poulies de renvoi supérieures	En bon état Nettoyage et graissage
Les poulies de renvoi inférieures	En bon état, Nettoyage et graissage
Poulies d'iso-nivelage	En bon état, Nettoyage et graissage
Le contrepoids	En bon état, à Nettoyer
Moteur	A Conserver ou non selon le matériel adopté. A prospecter pour un système d'une nouvelle motorisation avec un tableau de commande électronique. Après avoir fait un dimensionnement adéquat.
Réducteur de vitesse	
Système de freinage	
Moteur triphasé CA	
Génératrice de CC	
Moteur à courant continu	
Armoire de commande	
Système d'iso-nivelage	
Rails	En bon état, Nettoyage et graissage
Fin de course Haut	Bon état
Fin de course Bas	Bon état

Fins de course de palier	Bon état
Fins de course portes étages	Bon état
Fins de course porte ascenseur	Bon état
Fins de course surcharge	Bon état
Amortisseurs de réception	Opération de Soudage pour l'amortisseur séparé de sa plaque
Limiteur de vitesse	En bon état, mais il faut le changé
système d'amortissement de contre poids	En bon état
Système Parachute	En bon état, mais il faut le changé
Porte de la cabine	En bon état, Nettoyage et graissage
Porte palier du sous-sol	En bon état, Nettoyage et graissage
Porte de rez-de-chaussée	En bon état, Nettoyage et graissage
Porte de 1er étage	En bon état, Nettoyage et graissage
Porte de 2ème étage	En bon état, Nettoyage et graissage
Moteur des portes paliers	Apparemment, en bon état, mais à changer
Système de fermenteur des portes	En bon état, Nettoyage et graissage
Le pont	En bon état
Les câbles électriques	Apparemment, en bon état, mais à vérifier

II.5. Conclusion

Dans ce chapitre on a eu l'occasion de comprendre le principe de fonctionnement de tous les organes de l'ascenseur.

L'étape de diagnostic est pertinente dans notre projet, car elle nous permet de déduire l'état de dégradation de tous les organes de notre ascenseur. Elle nous donne aussi une image claire sur les choix qui y existent, ce qui nous permet de proposer des démarches de solutions à ces problèmes au chapitre suivant.

Chapitre III

Opérations effectuées sur l'ascenseur

III.1. Introduction

Dans ce chapitre on présente les opérations pratiques effectuées sur l'ascenseur en vue de le préparer avant d'entamer la réparation. On a proposé aussi les démarches à suivre pour la rénovation de l'ascenseur à son état normal.

III.2. Opérations effectuées sur l'ascenseur

On a fait quelques opérations sur l'ascenseur pour avoir l'état des organes.

III.2.1. Nettoyage l'entourage de l'ascenseur



Figure III.1 : l'entourage de l'ascenseur après le Nettoyage

On a dégagé toute la ferraille existante autour de l'ascenseur, et on a utilisé une pompe pour l'évacuation de l'eau existée dans sa cuvette.

III.2.2. Préparation métallographique

On a enlevé la couche de rouille sur toutes les surfaces des pièces suivantes :

Poulie tendeuse

Système d'amortissement

Capteur de fin de course bas

Rails de la cabine et du contre-poids (la partie immergé dans l'eau)

En utilisant deux produits, le "Dégrippant" et le "fluide des freins", pour nous faciliter les tâches de nettoyage et d'enlever la couche rouillée, puis on les a remis à leur état normale, après on a contrôlé l'état de la dégradation de ces pièces, et on a remarqué qu'elles sont en bon état.

III.2.3. Déblocage de la Porte du palier de sous-sol

On a nettoyée les rails de poussière en utilisant les mêmes produits précédents.

III.2.4. Déplacement de la cabine

Au début, on a voulu entrer à l'intérieur de la cabine pour voir son état, mais c'était impossible car on a trouvé que la cabine était entre le premier et le deuxième étage, pour y remédier, on a décidé de déplacer la cabine manuellement jusqu'au palier, en utilisant un volant de manœuvre.

III.2.5. Ouverture du porte palier

L'ouverture des portes se fait automatiquement par un moteur des portes, mais cette fois il n'y a pas de commande et de courant électrique pour alimenter le moteur. Une solution a été trouvée pour ouvrir la porte, c'est d'utiliser l'accès d'urgence.

III.3. Démarches proposés pour remettre l'ascenseur en marche

Pour rénover l'ascenseur on propose les démarches suivantes :

III.3.1. Changement les organes défectueux

Après le diagnostic qu'on a fait, on a décidé de changer les organes suivants :

a) L'armoire de commande :

Acheter une nouvelle armoire de commande, et On a choisi la suivante :

- ✓ Le choix de l'armoire de commande :



Figure III.2 : Armoire de commande de type VVVF

Cette armoire dépend de Treuil VVVF, c'est la dernière technologie, elle présente un confort aux utilisateurs et une grande précision, mais son coût est élevé.

b) Le moteur, et le système de freinage

Pour régler le problème au niveau du moteur et frein, on a trois solutions possibles à choisir :

- Changer le moteur et le frein
- Changer le moteur et réparer le frein
- Changer tous les deux par un treuil en un seul bloc contient un moteur, un frein et un réducteur.

Parmi ces possibilités On a choisi la dernière possibilité :

✓ **Le choix de treuil**

On a bien su qu'il y a plusieurs types de treuil, et ont les mêmes caractéristiques de puissances et de vitesse de rotation. Ils se différencient en termes de forme, de précision et de confort. Alors on a choisi, parmi les différents types des treuils cités sur l'annexe, le type suivant :

Le type : **YJ160 (VVVF)**



Figure III.3 : treuil de type VVVF

La commande de ce type des moteurs est faite à travers des variateurs de vitesse (vvvf) c'est le type moderne des ascenseurs surtout la conforme.

On a choisi ce type de treuil parce que :

- Il a besoin d'une salle de machinerie, qui est disponible dans notre cas.
- Il est plus confortable ;
- Il a une précision d'arrêt très élevé ;
- La puissance et la vitesse de rotation variable selon le besoin du client.
- Mais, il coûte beaucoup plus cher que les autres types

c) **Moteur des portes :**

Malgré le moteur des portes est en bon état, on a proposé de le changer, parce que le courant continu ne sera plus disponible au plus tard.

d) **Les câbles de traction, Système parachute, Limiteur de vitesse :**

On vu dans la partie diagnostic que ces organes sont en bon état, mais on propose de les changer (question de la durée de vie).

III.3.2. Achat de nouveaux organes pour l'ascenseur

Pour améliorer la sécurité et le confort de l'ascenseur, on a proposé d'ajouter à notre ascenseur les éléments suivants :

-un système de communication entre la cabine et une salle de contrôle, qui est utilisé en cas d'urgence.

-un système qui détecte les obstacles devant la porte de la cabine lors de fermeture de la porte.

III.3.3. Entretien des organes non défaillants

Afin de faire la réparation de l'ascenseur, on propose de Lubrifier tous les endroits où il y a les frottements pour diminuer les résistances dues aux frottements des pièces en mouvement. Car une bonne lubrification augmente le rendement en réduisant les pertes mécaniques dues aux frottements.

On propose de suivre le plan d'entretien périodiquement voir l'annexe.

III.4. Conclusion

Dans ce chapitre on a proposé des solutions pour les problèmes qu'on a trouvés au niveau de diagnostic. On a choisi, aussi, le type de treuil et l'armoire de commande à changer. Ensuite on a ajouté quelques organes à l'ascenseur pour améliorer et augmenter la sécurité des utilisateurs.

Le changement de quelques organes de l'ascenseur nous oblige à faire un dimensionnement d'autres organes principaux défaillants, ce qui est traité dans le chapitre suivant.

Chapitre IV :
**Dimensionnement des organes
principaux de l'ascenseur**

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre on fait le dimensionnement des éléments principaux de l'ascenseur en utilisant les lois des résistances des matériaux, désignée souvent par RDM, c'est la science du dimensionnement. C'est une discipline particulière de la mécanique des milieux continus qui permet de concevoir une pièce mécanique, objet utilitaire. Ce dimensionnement fait appel à des calculs qui prévoient le comportement de l'objet dont la conception doit réunir les meilleures conditions de sécurité, d'économie et d'esthétique.

IV.2 Dimensionnement des câbles :

Les règles de sécurité des câbles d'un ascenseur particulier ou d'un élévateur prennent en compte le risque de Traction, défauts du matériel suite à son usure ou à sa rupture

VI.2.1 Composition des câbles :

Sous la dénomination de câble, on désigne, d'une manière générale, un ensemble de fils métalliques qui constituent un élément de travail formant un corps unique. Ces fils métalliques sont enroulés de façon hélicoïdale sur une ou plusieurs couches, généralement autour d'un fil métallique central, formant les torons qui, à leur tour, sont enroulés de façons hélicoïdale autour d'un noyau ou âme, et forment les câbles à torons multiples.

Ces câbles, considérés comme des éléments, peuvent également se recâbler sur une âme, formant ainsi des câbles « grelins », ou bien être placés l'un à côté de l'autre, en aussières et convenablement cousus, pour former les câbles plats d'équilibre ou de tension.

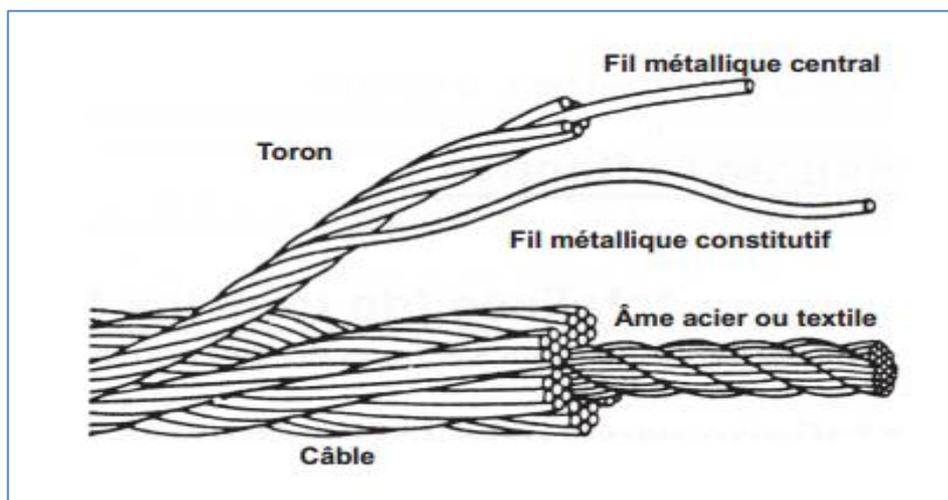


Figure IV.1 : la composition de câble

VI.2.2 Choix du type de câble :

On va chercher le diamètre du câble et trouver le nombre nécessaires de câbles à notre ascenseur, mais d'abord on doit choisir le type de câble, parce qu'il existe plusieurs types, et

chaqu'un a des caractéristiques spécifiques comme sa résistance à la rupture. On propose comme début de faire les calculs sur le câble suivant :

Câble à sept torons. Chaque toron est composé de 19 fils (câblage croisé préformé et âme en acier).

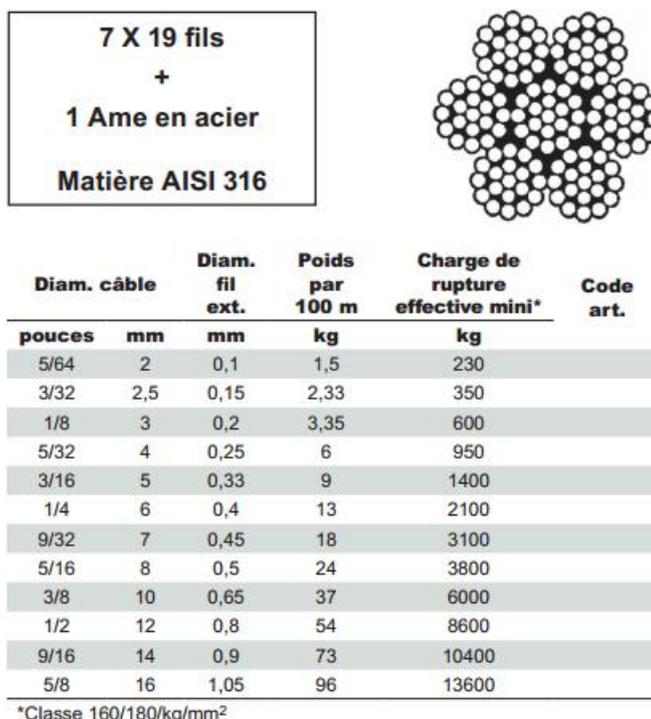


Figure IV.2 : Caractéristiques des câbles

IV.2.2.a) Allongement, élasticité :

L'allongement d'un câble soumis à un effort de traction a plusieurs causes :

Le fluage et l'allongement de l'acier des fils élémentaires, la mise en place en raison de la constitution hélicoïdale des câbles des torons sur l'âme en acier, des fils dans les torons.

L'allongement se manifeste pendant l'utilisation, d'une part par un allongement définitif lorsque le câble est soumis aux premières tensions du contre poids et de la cabine avec sa charge et les surcharges éventuelles nécessitées par les essais : cet allongement peut atteindre 4 % de la longueur du câble au début de son utilisation jusqu'à 8 % près dans une certaine période de plusieurs mois ; d'autre part, par un allongement dû à l'élasticité qui s'est conservée lors des chargements ou déchargements de la cabine.[1]

On sait que l'allongement relatif est donné par la relation :

$$A \% = \frac{\text{charge (N/mm}^2\text{)}}{\text{module d'élasticité (N/mm}^2\text{)}} * 1000 \quad \text{(IV.1)}$$

IV.2.2.b) Force de rupture

Elle varie suivant la résistance des fils qui entrent dans la composition des torons du câble. Au-delà d'une certaine tension, la limite d'élasticité du câble est atteinte.

Les câbles de suspension s'enroulent sur la poulie de levage du treuil et sont soumis, comme nous le verrons lors de l'étude de l'adhérence, à une tension de flexion qui se produit sur la longueur de l'arc embrassé par le câble et, par conséquent, à un travail qui provoque l'usure puis la rupture des fils par fatigue. La flexion du câble est d'autant plus importante quand le diamètre de la poulie motrice est plus faible. [1]

En raison de son domaine d'application qui porte sur les appareils soumis aux normes de dimensionnement, nous examinons successivement la détermination des câbles dans ces trois cas. En premier lieu (et ceci est valable pour les trois normes), le choix d'un câble, sa composition et le nombre de câbles d'un appareil dépendent :

- De la nature de l'installation (ascenseur ou monte-charge) ;
- Du trafic que supportera l'appareil ;
- De la vitesse du câble (et non de la vitesse de la cabine lorsque il y a mouflage) ;
- Du mode d'entraînement (par adhérence ou par treuil à tambour ;
- Du mode d'égalisation des tensions des divers câbles ;
- De l'atmosphère du milieu ambiant (humide, corrosive, etc...) ;
- De toute autre spécificité de l'appareil.

IV.2.3. Calculs relatifs aux câbles de notre ascenseur :

Pour dimensionner les câbles de notre ascenseur, il faut d'abord connaître ses caractéristiques (la charge maximale, le poids de la cabine vide et le poids du lest éventuel) :

- La classe de l'ascenseur :

Notre ascenseur est utilisé pour transporter les Personnes et le matériel de travaux pratique, donc est de classe I (voir l'Annexe).

- Charge de l'ascenseur = le poids de lest + la charge maximale.
- La cabine de l'ascenseur a été construit pour déplace une charge de 700 kg.
- Type de l'ascenseur : notre ascenseur est de traction direct, il n'y a Pas de poulie de mouflage.
- La course de la cabine : la cabine se déplace sur une trajectoire de 1684.5 cm = 16.485 m.
- Les dimensions de la cabine :
- La largeur de la cabine est de : $L=1400 \text{ mm} = 1.4 \text{ m}$
- La profondeur de la cabine est de : $Z=1700 \text{ mm} = 1.7 \text{ m}$
- La hauteur de la cabine est de : $H=2200 \text{ mm} = 2.2 \text{ m}$

IV.2.3.a) Calcul du poids de la cabine vide : [1]

- La surface utile de la cabine est : $1.4 * 1.7 = 2.38 m^2$
- Surface latérale de la cabine : $2 * (1.4 + 1.7) * 2.2 = 13.64 m^2$
- La masse de la surface latérale de la cabine :
- La masse de la surface totale des côtés, augmentée de 10% à raison de 11.50 kg/m² ; [1]

$$D'où : M_1 = 11.5 * 13.64 * 1.1 = 172.546 kg$$

- La masse de plancher : elle est à raison de 110Kg/m² pour l'appareil avec 675 à 2000 Kg de charge ; d'où : [1]

La surface de plancher : $1.4 * 1.7 = 2.38 m^2$

- La masse de plancher est de : $M_2 = 110 * 2.38 = 261.8 kg$

La masse de Toit :

- La surface de toit est $S = 2.38 m^2$;
- La masse de toit : $M_3 = 20 * 2.38 = 47.6 kg$.
- La masse d'Arcade [1]:

Partie fixe de 60Kg + 80Kg/m de largeur de la cabine de 675Kg à 2000 Kg de charge ;

Et puisque la largeur de la cabine est de 1.4 m, on aura :

- La masse de l'arcade est : $M_4 = 60 + (80 * 1.4) = 172 kg$.
- La masse de Parachute [1]:

Elle est de type à prise instantanée : $M_5 = 40 kg$.

- La masse des accessoires [1]:

$$M_6 = 80 kg$$

- La masse de la porte de la cabine est [1]:

La porte a une partie fixe de 80 kg + 25 Kg/m² de surface de la porte pour la partie mobile ;

$$M_7 = 80 Kg + 25 * 2 = 130kg$$

- Poids mort de la cabine vide :

$$P = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 + M_7 = 903.46Kg$$

Alors on peut déduire la charge $Q =$ le poids de lest + la charge maximal ; d'autre part, le poids de lest égale : le poids de la cabine vide + la moitié de la charge maximal.

$$M_{cp} = P + 1/2 * C_{max} \quad (IV.2)$$

$M_{cp} = 903.46 + 350 = 1253.46$ Kg. C'est la masse de lest.

$$D'où: \quad Q = 1253.46 + 700 = 1953.46 \text{ kg.}$$

IV.2.3.b. Calcul de diamètre du câble

Le coefficient de sécurité C_s est défini par le quotient de la charge de rupture nominale C_r de la nappe de câble par la charge statique maximale M portée par la nappe en service normal :

$$C_s = \frac{C_r}{M} \quad (IV.3)$$

M est alors égal à la somme de la charge utile Q du « poids mort » avec p et la masse de la nappe de câble M_g .

$$M = Q + P + M_g. \quad (IV.4)$$

C_s doit avoir un minimum de 12 pour cet appareil et le rapport D/d un minimum de 40. Choisissons 47 pour avoir une marge. Le diamètre d du câble devra donc être : [1]

$$d = D/47 = 650/47 = 13.82 \text{ mm}$$

Dans la valeur de M ci-dessous on néglige M_g qui est faible devant $Q + P$;

$$\text{On a :} \quad C_r = C_s * M$$

$$C_r = C_s * (Q + P) \quad (IV.5)$$

On reportant les valeurs numériques :

$$C_r = 12 * (1953.46 + 903.46) = 34283.04 \text{ kg.}$$

Ceci est la charge de rupture effective ; pour obtenir la charge de rupture nécessaire, il convient de faire intervenir le coefficient de câblage qui est de 0.85.

$$C_r \text{ Devient :} \quad C_r = \frac{34283.04}{0.85} = 40332.99 \text{ kg.}$$

La charge de rupture est égale au produit de la charge de rupture d'un câble par le nombre n et par le type de mouflage m (deux brins, trois brins etc.) :

$$C_r = (C_r \text{ d'un cable}) * n * m. \quad (IV.6)$$

Nous avons vu que le diamètre du câble pour $C_s=12$ est 13.82 mm, ce qui conduit à un diamètre entre 12mm et 14 mm (voir le tableau IV.2).

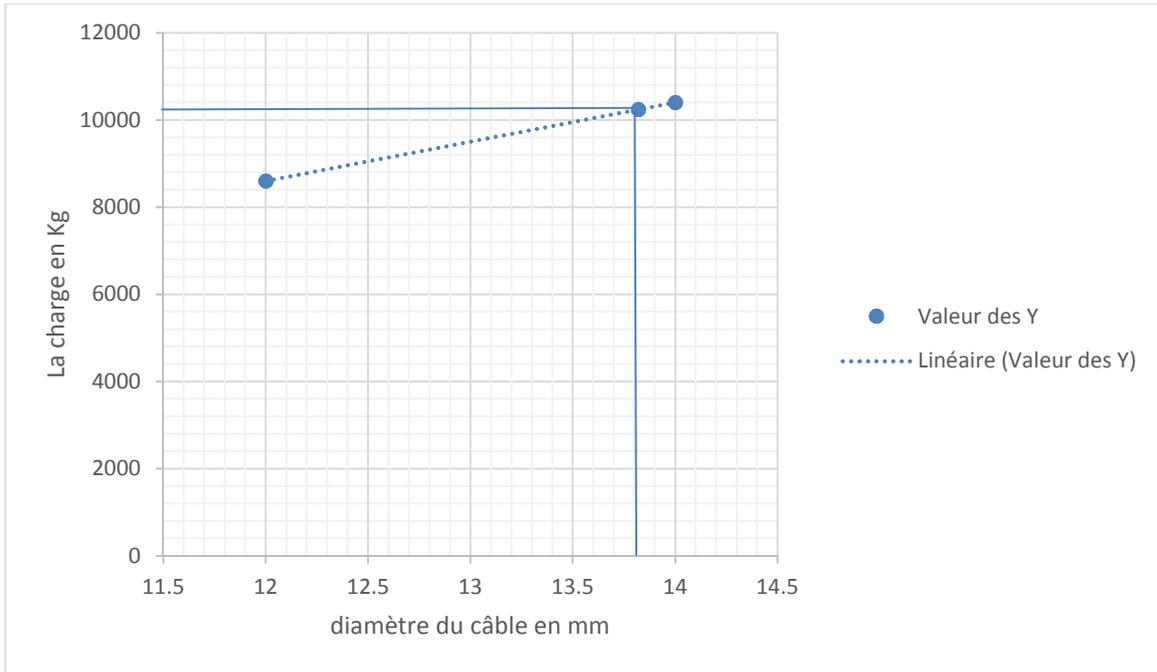


Figure IV.3 : Interpolation linéaire

On fait interpolation linéaire et on trouve la charge équivalente à un diamètre de 13.82mm :

$$\frac{C_r - 8600}{13.82 - 12} = \frac{10400 - 8600}{14 - 12}$$

$$\Rightarrow C_r = 10238 \text{ Kg.}$$

Donc :

Pour un diamètre de 13.82, un câble support une charge de 10238 Kg.

$$n = \frac{40332.98}{10238} = 3.94 \text{ soit } 4 \text{ câbles.}$$

On peut alors choisir 4 câbles de 14 mm, c'est ce qu'on a trouvé dans l'ancienne installation.

IV.3 Dimensionnement du treuil :

Le treuil se compose de :

IV.3.1 Réducteur

a) Choix des matériaux :

- **Matériau de la roue à vis sans fin :**

Le matériau fondamental est le bronze, la fonte et le laiton sont moins fréquents. Les roues en matière plastique sont utilisées pour les puissances plus basses (amortissent des chocs, sans bruit) et les engrenages ne transmettant pas la puissance. Pour raisons d'économie, les roues en bronze sont fabriquées comme composées (couronne en bronze, roue en acier ou en fonte). La coulée centrifuge convient parfaitement dans ce cas.

Un fort pourcentage de Sn 10-12% dans les bronzes est optimal (excellentes qualités de frottement, haute résistance au grippage, bon rodage), mais ces bronzes sont coûteux. Il n'est possible de justifier leur utilisation que dans les engrenages chargés et pour la vitesse de glissement >10 m/s. Néanmoins, aussi dans ces cas nous cherchons les bronzes Sn-Ni et d'autres pour les remplacer. Pour les vitesses $v=4-10$ m/s, il est possible d'utiliser les bronzes avec un pourcentage de Sn égal à 5-6 %.

Pour les vitesses $v < 4$ m/s, les bronzes sans étain, moins coûteux, conviennent, par exemple le bronze d'aluminium ou celui au plomb et le laiton. Ces bronzes sont relativement durs et résistants, mais leur résistance au grippage et leurs qualités relatives au rodage sont moins bonnes. C'est pourquoi la vis sans fin correspondante doit avoir une haute dureté de surface ($HRC > 45$). Pour des raisons d'économie, il est possible, pour les roues de grandes dimensions, d'utiliser la combinaison : vis sans fin en bronze et roue en fonte.

- **Matériau de la vis sans fin :**

Pour les vis sans fin, on utilise un acier non allié ou allié qui permet le traitement thermique de durcissement superficiel (trempe à HRC 45-50, carburation et trempe à HRC 56-62 et nitruration). Les flancs des dents sont meulés, éventuellement polis. Pour la vis sans fin nitrurée, on peut omettre le meulage et n'effectuer que le polissage. Les vis sans fin en acier traité thermiquement ou ayant subi un recuit de normalisation ne sont utilisées que pour les puissances moins importantes et les vitesses périphériques moins élevées.

b) Calcul énergétique et de puissance :

Données :

Vitesse d'entrée réducteur : $N_1 = 610$ tr/min

Vitesse linéaire de la cabine : $v = 1$ m/s

Puissance d'entrée 12 chevaux = 9 KW

Les réducteurs à roue à vis sans fin ont des rendements faibles (entre 0.35-60) considèrent dans notre dimensionnement un rendement de : $\eta=0.5$

Puissance à la sortie de réducteur est

$$P_2 = \eta * P_1 \quad (\text{IV.7})$$

$$P_2 = 0.5 * 9000 = 4500 \text{ w}$$

Calcul la vitesse de l'entrée de réducteur en radium :

$$\omega_1 = \frac{2 * \pi * N}{60} \quad (\text{IV.8})$$

$$\omega_1 = \frac{2 * \pi * 610}{60}$$

$$\omega_1 = 63.88 \text{ rads}^{-1}$$

D'autre part la vitesse linéaire de la cabine est environ 1 m/s

On a diamètre de la poulie d'adhérence est de 750 mm

D'où :

$$V = R * \omega_2 \quad (\text{IV.9})$$

$$\Rightarrow \omega_2 = V/R = 1/0.75 = 1.33 \text{ rads}^{-1}$$

La vitesse de sortie de réducteur est de $1.33 \text{ rads}^{-1} = 12.7$ tr/min

Le couple d'entrée :

$$C_1 = \frac{P}{\omega_1} \quad (\text{IV.10})$$

$$C_1 = \frac{9000}{63.88} = 140.9 \text{ N/m}$$

Donc le couple de sortie est de :

$$C_2 = \frac{P_2}{\omega_2} \quad (\text{IV.11})$$

$$C_2 = \frac{4500}{1.33} = 3383.46 \text{ N/m}$$

Le rapport de transmission de réduction :

$$R = \frac{N_{roue}}{N_{vis\ sans\ fin}} = \frac{N_2}{N_1} \quad (IV.12)$$

$$R = \frac{1.33}{63.88} = 1/48$$

c. Dimensionnement des arbres :

Les arbres du réducteur sont sollicités en torsion et en flexion. Dans cette phase du projet, la flexion ne peut pas être prise en compte, parce qu'on ne connaît ni les forces qui chargent les arbres, ni les distances entre les appuis, ni la localisation des forces entre les appuis.

Donc, pour obtenir des valeurs indicatives des diamètres des arbres, on va faire leur dimensionnement en torsion et pour tenir compte de l'existence de la flexion, on va travailler avec des valeurs admissibles τ_a réduites (usuellement $\tau_a = 10 \div 12 \text{ N/mm}^2$).

La relation de dimensionnement préliminaire est :

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_t}{\pi \cdot \tau_a}} \quad (\text{IV.13})$$

On prend $\tau_a = 12$

Pour la vis : le diamètre de l'arbre

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 140.9 \cdot 1000}{\pi \cdot 12}} = 39.1 \text{ mm}$$

Pour la roue : le diamètre de l'arbre

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 3383460}{\pi \cdot 12}} = 112.82 \text{ mm}$$

IV.3.2 dimensionnement de système de freinage

Le frein à deux sabots fixes ou articulés, est de type à manque de courant

a) Détermination la force nécessaire de freinage :

Soit Cad le couple d'adhérence à obtenir, R le rayon extérieur de la poulie de frein.

Effort tangentiel nécessaire.

$$T = \frac{Cad}{R} \quad (\text{IV.14})$$

D'où si f désigne le coefficient de frottement

Formule de Colomb :

$$N = \frac{T}{f} \quad (\text{IV.15})$$

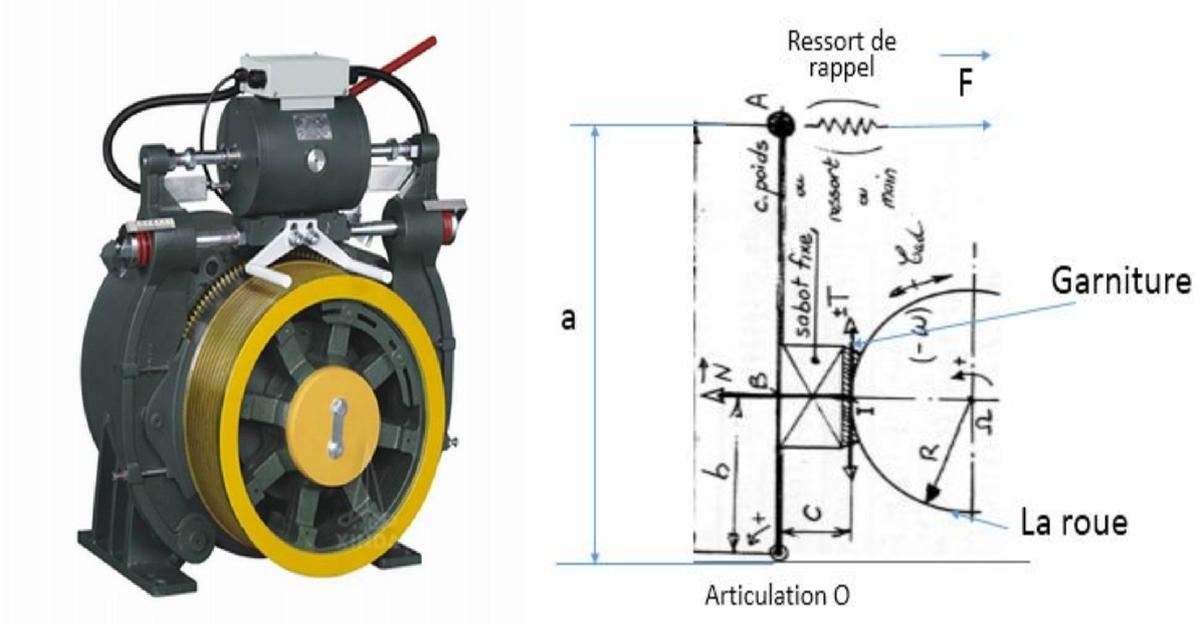


Figure IV.4 : Schéma de système de freinage

Calcul de l'effort à assurer en bout de levier :

$$\sum M_{/O} = 0 \quad (IV.16)$$

Soit selon le sens de rotation de la poulie

$$-a * F + b * N \pm c * T = 0 \quad (IV.17)$$

D'où

$$F \geq \frac{b.N \pm cT}{a} \quad (IV.18)$$

$$F \geq \frac{Cad}{f * R} * \frac{b \pm f * c}{a} \quad (IV.19)$$

Où pour une F donné

$$Cad = F * f * R * a / (b \pm f * c) \quad (IV.20)$$

b) Application numérique :

On veut dimensionner le ressort, autre mendie cherche la force de rappel nécessaire F du ressort appliqué sur la roue pour but de mettre l'ascenseur en arrêt.

- Le couple d'adhérence appliqué sur le système de freinage est le couple d'entré réducteur
Cad= 140.9 N/m.

On propose :

Le rayon de la roue : $R=250$ mm

Les dimensions de frein -voir figure VI.4 -:

$$a = 360\text{mm}$$

$$b = 140\text{mm}$$

$$c = 70\text{mm}$$

c) Le coefficient de frottement de garniture

Selon les lois de Coulomb, qui constituent un premier modèle simpliste mais souvent suffisant, ces valeurs ne dépendent que de la nature des matériaux mis en présence et de l'état de leurs surfaces ; elles sont indépendantes des formes des surfaces de contact, de leurs dimensions, des pressions de contact et de la vitesse de glissement. La complexité du modèle doit être adaptée au besoin. La tribologie indique l'ensemble des facteurs à considérer si un modèle trop simple ne convenait pas. [5]

La différence entre le coefficient de frottement et le coefficient d'adhérence étant souvent faible, les deux valeurs peuvent être confondues. Voici quelques valeurs numériques pour les coefficients d'adhérence (glissement) : [4]

- Acier / acier : 0,2 (0,15)- 0.3
- Acier / glace : 0,02 (0,02)
- Acier / bronze : 0,1 (0,05) avec lubrification onctueuse.
- Acier / garnitures de freins : 0,4 (0,25)
- Pneu / route sèche : 0,8 (0,5)
- Pneu / route mouillée : 0,5 (0,35)

On choisit :

Acier / garnitures de freins :

$$f = 0.25 ;$$

D'où

La force de rappel du ressort nécessaire pour arrêter le déplacement de la cabine est de :

$$F \geq \frac{140.9}{0.25 \cdot 0.25} * \frac{0.140 + 0.25 \cdot 0.070}{0.360}$$

$$F \geq 986.3 \text{ N}$$

Si on utilise x ressorts sur notre système de freinage, alors la force de rappel de chaque ressort devient :

$$F_1 \geq \frac{F}{x} \quad (\text{IV.21})$$

On propose 2 ressorts dans notre système :

Alors, la force de rappel de chaque ressort devient :

$$F_1 \geq \frac{986.3}{2}$$

$$F_1 \geq 493.15 \text{ N}$$

d) Dimensionnement de la bobine :

Pour déplacer la cabine lors d'un appel, il faut libérer la roue de frein par une bobine qui crée une force magnétique F_b contre les forces de rappels des ressorts tel que :

$$F_b \geq F_1 \quad (\text{IV.22})$$

Donc pour notre installation, on a besoin d'une bobine qui crée une force $F_b \geq 986.3 \text{ N}$.

IV.3.3 dimensionnement du moteur

a) Explication de la charge appliquée sur le moteur :

Le contrepoids équilibre le poids mort de la cabine avec sa demi-charge. On a donc un gain important de l'énergie par rapport au système à tambour non équilibré (sans contrepoids) dans lequel le moteur doit soulever $P + C_{max}$, alors que dans le cas présent, il ne souleve que $C_{max}/2$.

Ainsi, le déséquilibre maximal égale $C_{max}/2$, et peut se porter :

- Soit côté cabine lorsque celle-ci est à pleine charge.
- Soit côté contrepoids lorsque la cabine est vide.

Lorsque la charge est égale à $C_{max}/2$ (demi-charge) l'égalité précédente traduit l'équilibre indifférent.

De sorte que le fonctionnement d'un ascenseur ou d'un monte-charge se situe entre quatre valeurs opposés deux à deux :

- 1) Charge maximale (cabine à pleine charge) en montée.
- 2) Charge minimale (cabine à vide) en descente.

Dans ces deux cas, on dit que l'appareil fonctionne à couple positif maximal. Le moteur d'entraînement doit fournir un couple entraînant, le couple résistant étant dû à la charge en

cabine (cabine à pleine charge en montée) et au surplus de charge du contrepoids (cabine vide en descente).

- 1) Charge maximale (cabine à pleine charge) en descente.
- 2) Charge minimale (cabine à vide) en montée.

On dit alors pour 3) et 4) que l'appareil fonctionne à couple négatif maximal. Le moteur d'entraînement doit fournir un couple résistif, le couple moteur étant dû à la charge en cabine (cabine à pleine charge en descente) et surplus de charge du contrepoids (cabine vide en montée). [1]

Entre les deux valeurs opposées positive et négatives du couple, se situent les valeurs intermédiaires dues aux variations de charge de l'appareil. [1]

Le rendement de l'installation, et plus particulièrement du treuil, intervient très sensiblement. Pour éviter un glissement du système du côté où la charge solliciterait par gravité, les gorges dans lesquelles passent les câbles de suspension sont taillées dans la masse suivant un profil spécial. Les câbles s'y encastrent en pression de sorte que lorsque la poulie tourne, le mouvement de l'ensemble, cabine, contrepoids s'effectue... On dit que l'entraînement a lieu par adhérence.

Le coefficient de frottement, grâce à la forme des gorges est tel qu'aucun glissement ne peut s'effectuer pendant le mouvement.

b) Caractéristiques du moteur pour notre ascenseur :

Alors le moteur monte une charge maximale égale à la moitié de la charge maximale en sens positif ou négatif, environ 3500 N.

A la fin il nous faut un moteur qui a une vitesse de rotation au minimum de 650 tr/min avec un variateur de vitesse, et avec une puissance de 9 kW voire le partie dimensionnement de réducteur.

IV.4 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons dimensionné les éléments les plus pertinents de l'ascenseur qui sont les câbles, le réducteur de vitesse et le système de freinage ainsi que le moteur.

Dès à présent, on peut généralement faire le dimensionnement de n'importe quel ascenseur de ce type en suivant le même raisonnement, en changeant seulement les valeurs de leurs caractéristiques : la charge à soulever, la puissance, le coefficient de sécurité...

Chapitre V :
Conception sous SolidWorks

IV.1. Introduction

L'utilisation de logicielle SolidWorks est très important pour la conception en 3D, il nous permet de faire la conception de pièces même à grande complexité, l'assemblage des pièces nous ramène à la fin au produit finale voulu, il nous donne aussi les déplacements et les déformations calculés par rapport aux matériaux et contraintes appliquées.

Dans cette partie on présente les principales pièces de l'ascenseur construites sur SolidWorks, puis on voit les différents déplacements et déformations de ces dernières après leur appliquer des contraintes de différents types.

Pour se faire, on fait varier la contrainte sur chaque pièce puis on analyse les résultats obtenus afin d'avoir une idée sur ses performances.

IV.2. Conception des composants principaux de l'ascenseur

Dans la conception de ces composants on respecte les mesures réelles :

- **Cabine :**

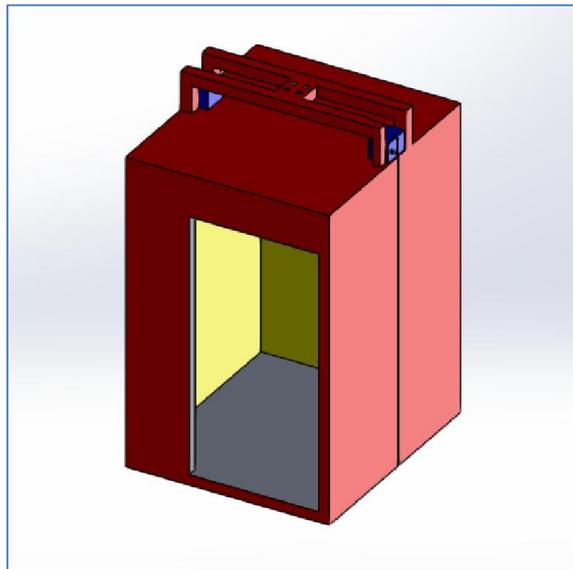


Figure V.1 : la cabine

- **Rails :**

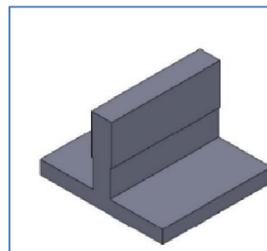


Figure V.2 : le rail

- **Gaine :**

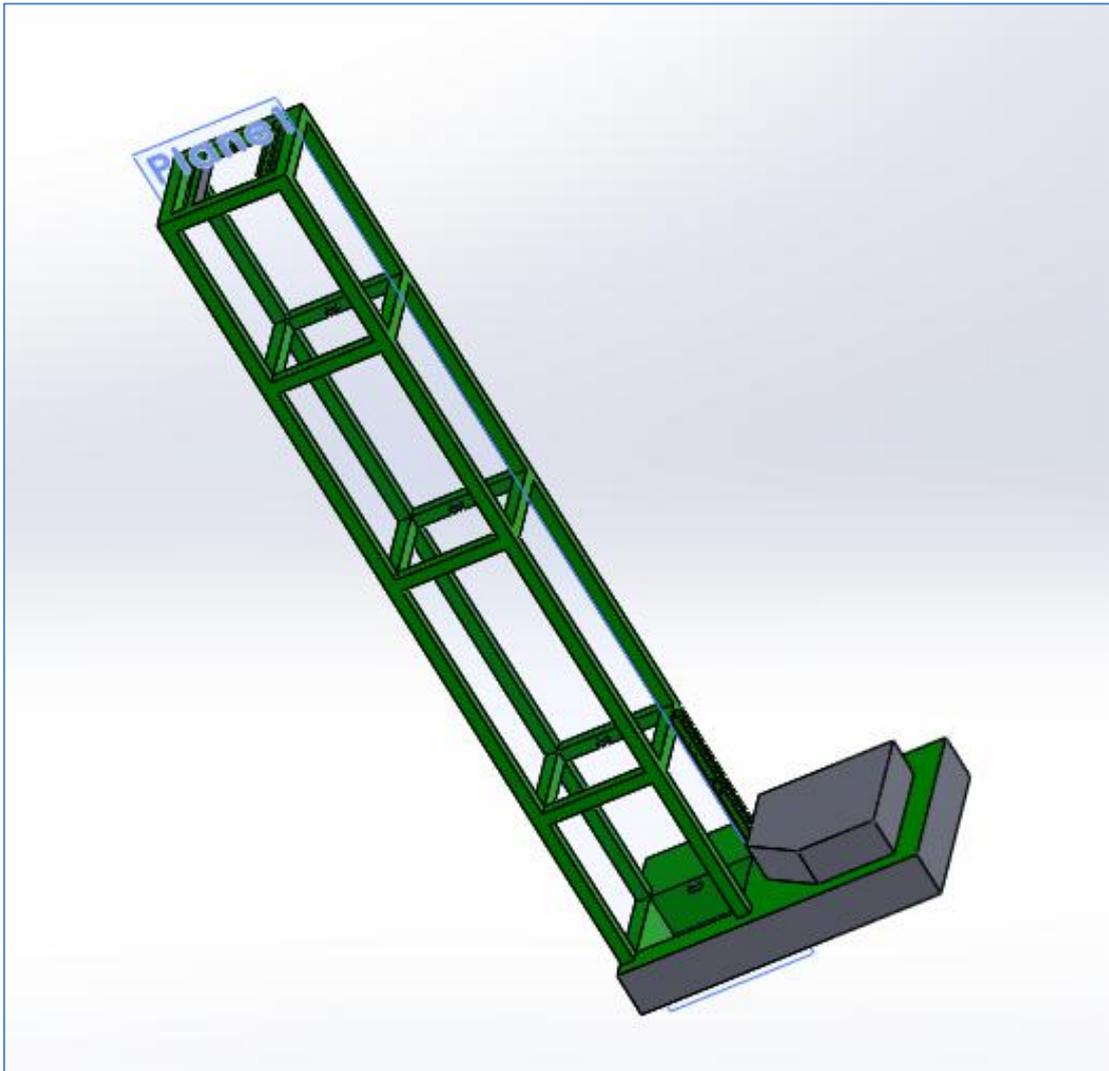


Figure V.3 : La gaine

- **Poulie :**

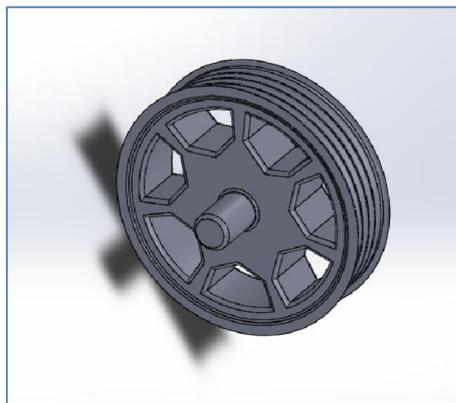


Figure V.4 : la poulie

- **Porte poulie d'adhérence :**

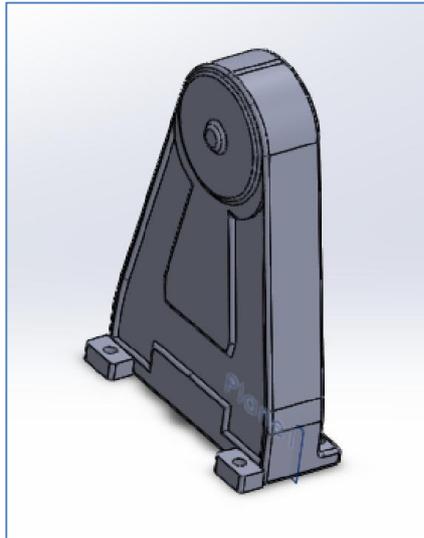


Figure V.5 : porte poulie

- **Assemblage poulie d'adhérence :**

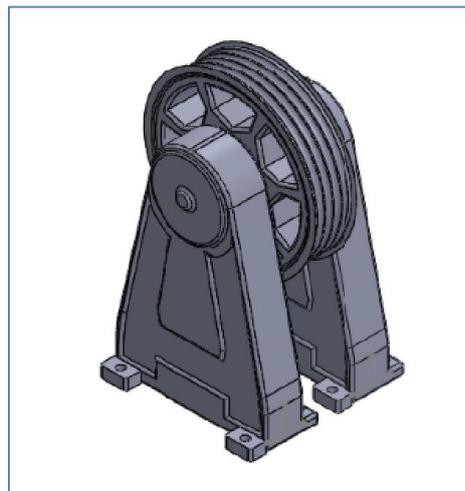


Figure V.6 : assemblage porte poulie et poulie d'adhérence

- **Pont :**

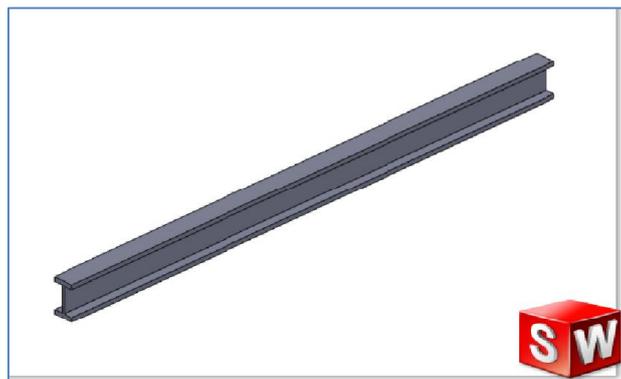


Figure V.7 : le pont

- **Support de contre poids :**

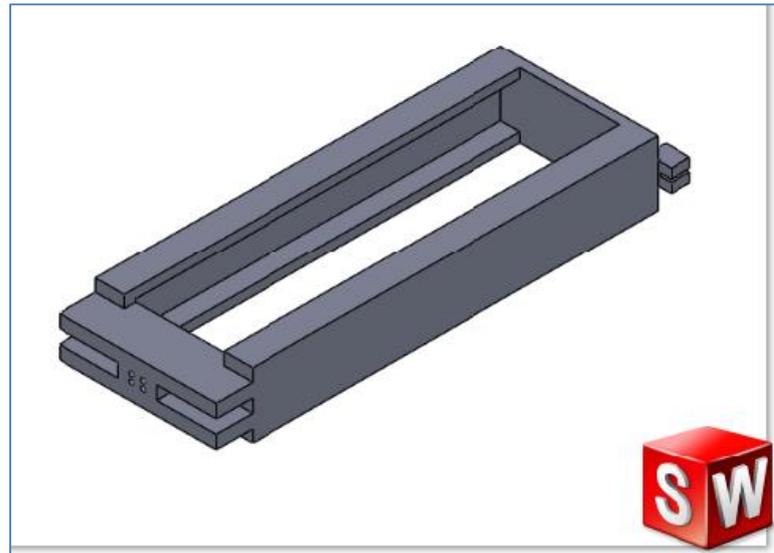


Figure V.8 : supporte de contre poids

- **Assemblage contre poids :**

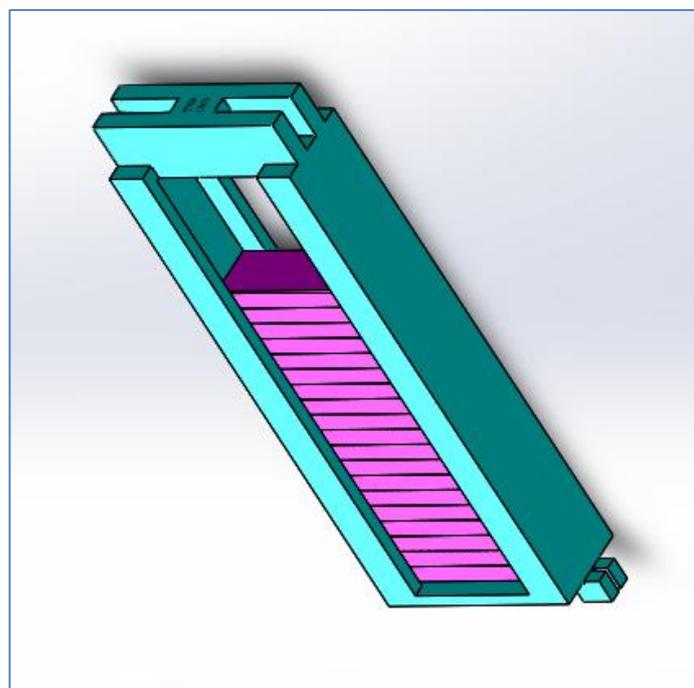


Figure V.9 : assemblage contre poids

- Palier :

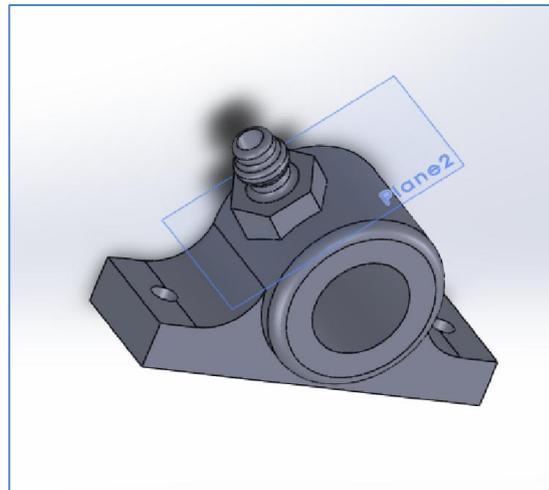


Figure V.10 : palier

- Assemblage des poulies de renvoi sur la gaine :

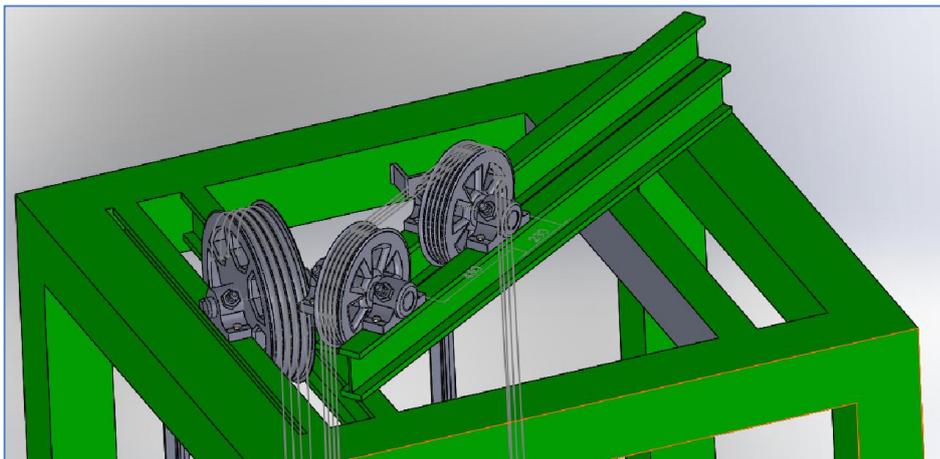


Figure V.11 : assemblage des poulies de renvois

- Salle de motorisation :

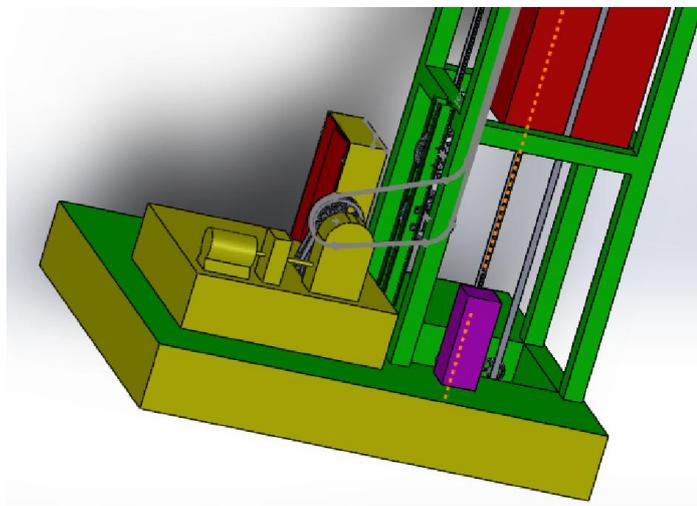


Figure V.12 : salle de machinerie

- **Assemblage Ascenseur :**

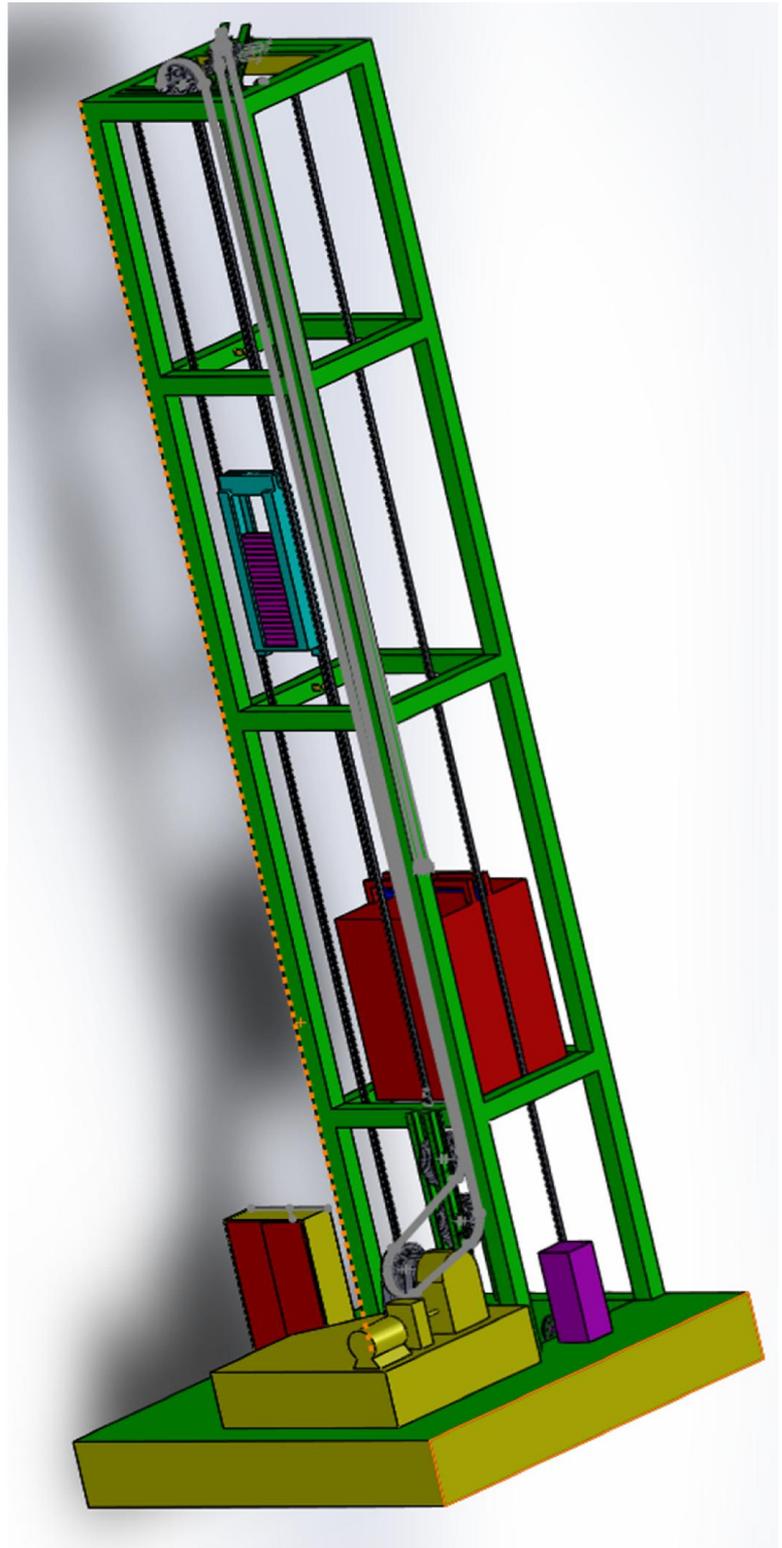


Figure V.13 : assemblage ascenseur

IV.3. Étude statique de quelques organes

1. Câbles

Les câbles sont soumis à une contrainte de traction, on applique une force de traction de 900 N à un câble de 14 mm :

Le matériau utilisé : 90 MnCrV8.

Limite de traction : $1930 \times 10^6 \text{ N/m}^2$

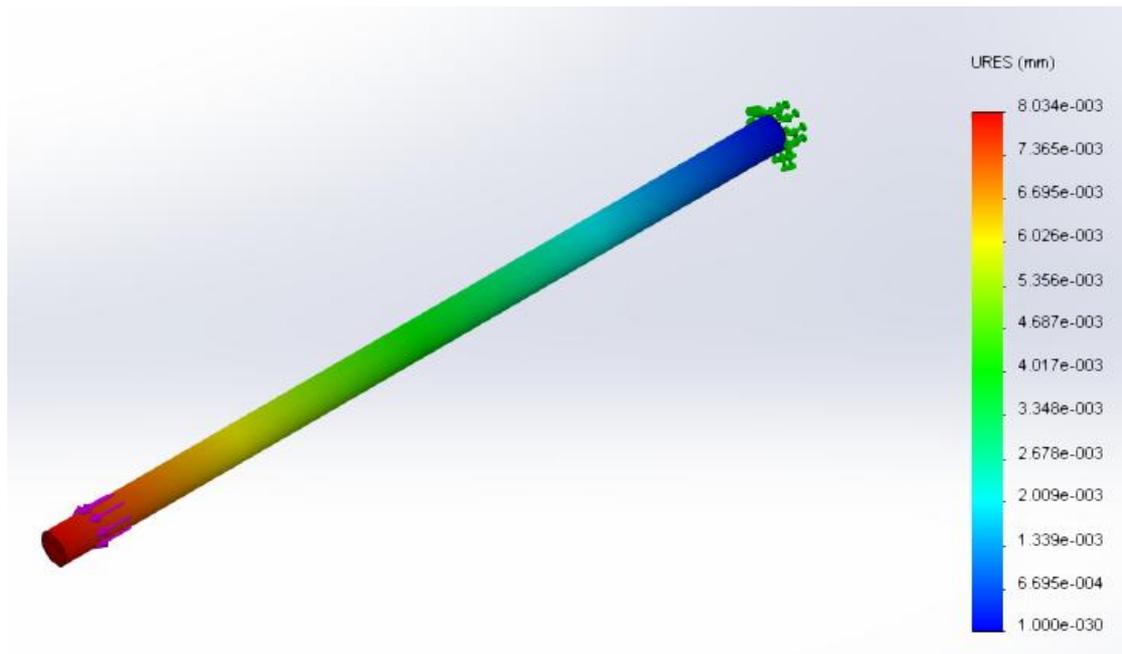


Figure V.14 : simulation sur le câble

Depuis la figure ci-dessus :

Le déplacement maximal : 8.034×10^{-3} mm.

Le déplacement minimal : 1.000×10^{-30} mm.

2. Pont :

Si on applique une force de 400N sur le pont comme indiqué sur la figure suivante, on trouve les résultats suivants :

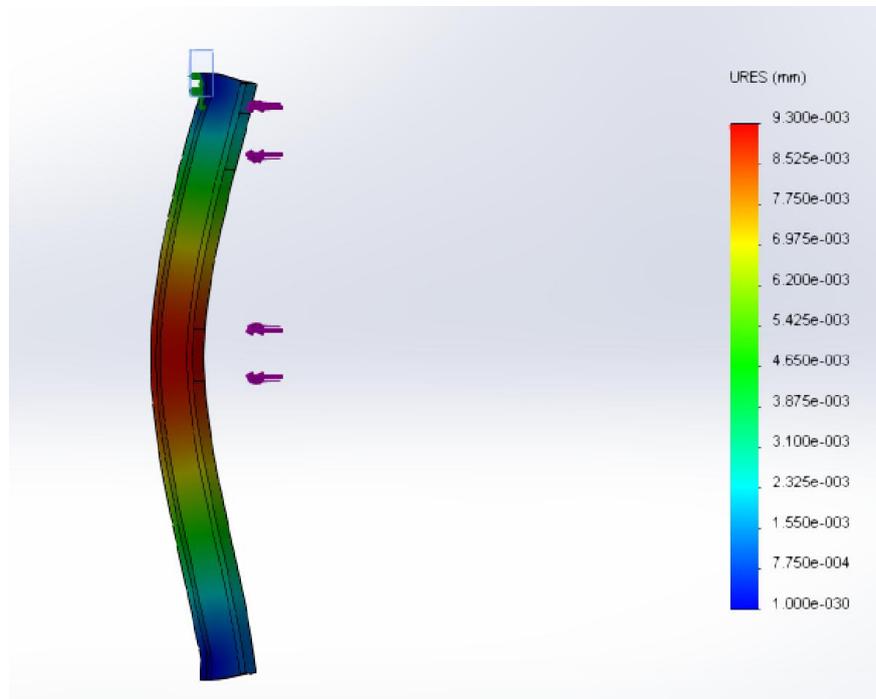


Figure V.15 : Simulation sur le pont

Le matériau utilisé : Acier de construction.

Limite de traction : $430 \text{ e}6 \text{ N/m}^2$

La zone rouge représente le déplacement maximal.

La zone bleue représente le déplacement minimal.

Le déplacement maximal : $9.3 \cdot \text{e}-0.03 \text{ mm}$.

Le déplacement minimal : $1.00 \cdot \text{e}-30 \text{ mm}$

IV.3. Conclusion :

Dans ce chapitre on a conçu les différentes pièces de l'ascenseur, on les a assemblées pour avoir sa totalité.

Nous avons simulé les effets de contraintes sur les câbles et le pont, on a obtenu les résultats pour la contrainte de traction de câbles, et pour la flexion du pont.

Ces résultats nous donnent les caractéristiques des matériaux utilisés, ce qui nous permet de valider le coefficient de sécurité choisi.

Le choix de matériaux a été prouvé judicieux par les résultats de la simulation, en effet la simulation a montré que les déplacements sont faibles.

Conclusion générale

Conclusion Générale

Ce projet m'a donné l'occasion d'appliquer les études que j'ai faites à l'ENP pendant les années précédentes, tel que le dimensionnement des différents organes. On a découvert le principe de fonctionnement de l'ascenseur en détail tels que système parachute, iso-nivelage, régulateur de vitesse...

Durant ce projet, j'avais l'occasion de rencontrer plusieurs entreprises qui travaillent sur le domaine des ascenseurs, ils m'ont donné les informations sur ce sujet.

On a pu identifier tous les organes principaux du système, détecter les différents problèmes existants et désigner les organes défaillants. Après le diagnostic, des solutions ont été proposées, ces solutions nous permettent de remettre en marche l'ascenseur et d'améliorer la sécurité et le confort des utilisateurs.

On a conçu sur le logiciel 3D SolidWorks tous les organes de l'ascenseur ensuite on les a assemblées pour obtenir le système entier de l'ascenseur, on a pu aussi faire une simulation sur SolidWorks.

On avait pour but de finir ce projet et remettre en marche l'ascenseur, mais malheureusement on n'a pas pu y aboutir à cause des obstacles, on peut citer :

- Il nous faut des équipements (matériels) de réparation.
- Il faut une équipe de travail pour m'aider (le moteur et la cabine sont très lourds par exemple).
- Il faut tenir compte de la partie automatique et électrotechnique dans ce sujet, d'où le besoin d'une équipe dans ces domaines.
- Les fuites d'eau : l'une est dépannée et l'autre n'est malheureusement pas réglée jusqu'à maintenant.

Vu l'importance et diversité du projet on a besoin de travailler en groupe, contenant des mécaniciens, des automaticiens et des électrotechniciens.

Il est préférable que ce projet soit proposé pour un trinôme : un mécanicien et un automaticien et électrotechnicien, et de le réaliser comme un PFE les prochaines années. Ces étudiants peuvent utiliser ce document pour entamer directement la remise en marche de l'ascenseur (la pratique).

Bibliographies :

- 1- Louis-jacques SESIA, “Ascenseur et monte-charge” 2^e édition refondue, Moniteur.
- 2- Renseignement pratiques câbles, ILSA catalogue 11, MEILI products.
- 3- ‘Catalogue de chantier’ de l’entreprise national des ascenseurs et monte-charge.
- 4- Wikipédia.
- 5- Cours de 4^{ème} année Eléments de machine.
- 6- http://fr.wikipedia.org/wiki/Liaisons_mécaniques_avec_frottement
Dernière consultation : le 3/5/2014.
- 7- [http://www.deblock.fr/levage/les-cables-standards/?page=7,](http://www.deblock.fr/levage/les-cables-standards/?page=7)
Dernière consultation : le 14/04/2014.
- 8- [http://www.deblock.fr/catalogue/index.html#/\(c\)%202011/8](http://www.deblock.fr/catalogue/index.html#/(c)%202011/8)
Dernière consultation : le 20/04/2014.
- 9- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Coefficient_de_sécurité,](http://fr.wikipedia.org/wiki/Coefficient_de_sécurité)
Dernière consultation : le 24/05/2014.
- 10- MONTE CHARGE DOSSIER TECHNIQUE (MEDIA -- Bâtiment les Arcades - Route de St Paul -26700 PIERRELATTE : 04.75.04.01.39 : 04.75.98.94.51 Email : media.media@wanadoo.fr)

Annexe

- 1. Les treuils et armoires de commande existant sur le marché**
- 2. Normes sur les câbles**
- 3. Plan d'entretien de l'ascenseur**

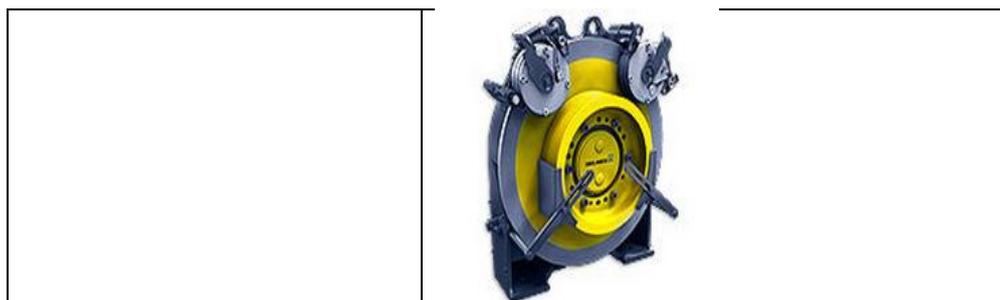
1. Les treuils et armoires de commande existants sur le marché

a. Les treuils :

Tableau A.1 les existants dans le marché

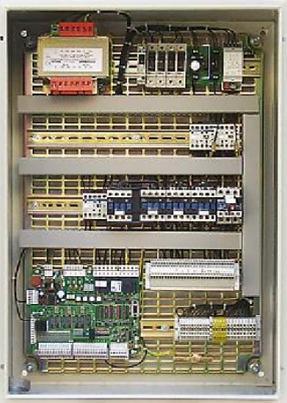
Types et Caractéristiques	L'image
<p>les moteurs synchrones sont les plus simples et les plus utilisés ces moteurs marchent avec tous les types des commandes (one speed ; tow speed ; vvvf) * ils nécessitent une salle machine pour les installer en plus ils contiennent des réducteurs</p>	
<p>la vitesse et la puissance sont disponibles et variables selon le besoin du Client</p>	
	
	

<p>Type : YJ160</p> <p>La commande de ce type des moteurs faite à travers des variateurs de vitesse (vrvf) c'est le type moderne des ascenseurs sur toute question de conforme mais il coûte beaucoup plus cher que les autres types</p> <p>la vitesse et la puissance sont disponibles et variables selon le besoin de client</p>	
<p>Type : roomless</p> <p>Les moteurs « roomless » sont en réalité des moteurs synchrones mais l'avantage de ces moteurs qu'ils ne nécessitent pas une salle machine pour les installer, on peut les installer directement dans la gaine de l'ascenseur (fixé sur les rails) et en plus ces moteurs ont des petites tailles par rapport aux autres moteurs, car ils ne contiennent pas des réducteur</p>	 



b. Les armoires

Tableau A.2 : les différents types des armoires des commandes existants

Types	Caractéristiques	Avantages	Inconvénients	Image
VVVF	Cette armoire dépende du Treuil VVVF, c'est la dernière technologie	- Le confort - Une précision très importante	Le cout est très élevé	
Armoire 2 speeds	Cette armoire fonctionne avec les treuils à deux vitesses	Elle a un confort acceptable et la précision d'arrêt normale		 

1 Les normes

1.1 La masse de la cabine

La norme P82 210 a estimé le poids de tous les éléments de la cabine :

La masse de la cabine est composée de la somme des masses suivantes :

- masse de la surface totale des côtés, augmentée de 10% à raison de 11,5 kg/m².
- masse du plancher à raison de :
 - 70kg/m² pour appareils de 300 à 600 kg de charge
 - 110 /m² pour appareils de 600 à 2000 kg de charge
 - 220 kg/m² pour appareils au-dessus de 2000 kg de charge
- masse du toit à raison de 20 kg/m².
- Masse de l'arcade à raison de :
 - Partie fixe de 60 kg +
 - 60 kg/m de largeur de cabine 300 kg à 600 kg de charge
 - 80 kg/m de largeur de cabine 675 kg à 1200 kg de charge
 - 120 kg/m de largeur de cabine 1271 kg à 2000 kg de charge
 - 180 kg/m de largeur de cabine au-dessus de 2000 kg de charge
- Masse du parachute :
 - À prise instantanée : 40 kg
 - À prise amortie : 100 kg
- Masse des accessoires : 80 kg.
- Masse de la porte de la cabine :
 - Partie fixe de 80 kg + 25 kg/m² de surface de porte
- Masse des poulies de mouflage : 30 kg environ par poulie.

1.2 Calcul du rapport entre le diamètre de câble et le diamètre de la poulie

Appareils soumis encore à la norme P 82-201

Le point essentiel de la détermination des câbles est donné par l'article 2.1.2.1 de la norme P 82-202 : le rapport D/d du plus petit diamètre primitif D de la poulie (ou des poulies) utilisée sur une installation au diamètre d du câbles doit être au moins égale à 40. Le d doit être pris dans la totalité s'il s'agit d'un câble 6 torons et peut être ramené à 0.825 fois sa valeur pour les câbles à 8 torons.

1.3 Le coefficient de sécurité

Intervient ensuite le coefficient de sécurité défini par le quotient de la force de rupture minimale de la nappe de câbles par la force statique maximal. La valeur ainsi obtenue doit être supérieure ou au moins égale à la valeur C_s de l'abaque de la figure suivante :

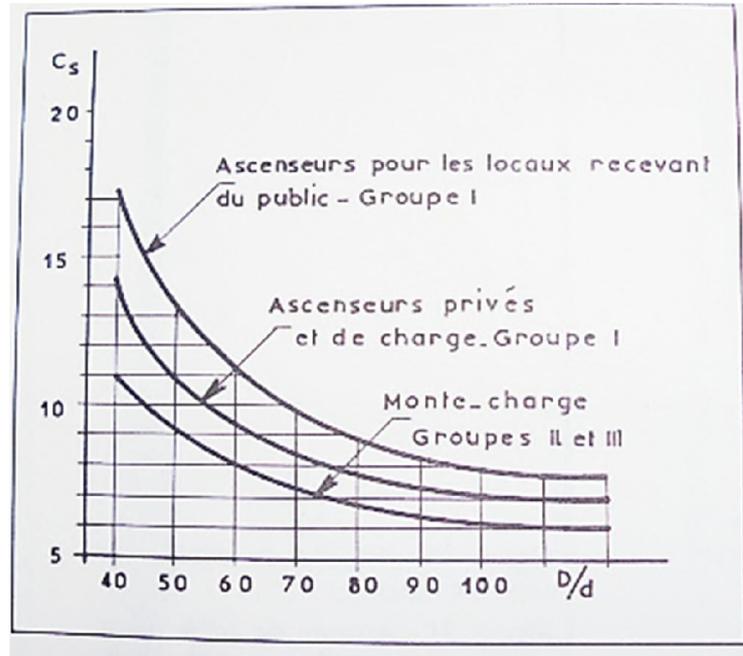


Figure A.2.1 : le coefficient de sécurité des câbles

Cet abaque donne pour trois cas différents, les valeurs de C_s en fonction du rapport D/d :

Ascenseur pour le publique (groupe I) ;

Ascenseur privés et de charge (groupe I) ;

Monte-charge des groupes II et III.

On voit d'après ces trois courbes que le coefficient de sécurité minimale peut descendre à 6 pour une valeur D/d égale à 120. Mais ce rapport ne se présente pratiquement pas. Le diamètre maximal des poulies actuellement utilisées est de 800 mm et le diamètre des câbles, lorsque cette dimension se présente, est de l'ordre de 11 de sorte que le rapport est alors égal à 72 environ et C_s égal à 7. Ainsi la norme, n'imposant qu'un minimum de 2 câbles, la rupture de l'un ramènerait le coefficient de sécurité à 3.5. C'est une lacune que les constructeurs comblent d'eux-mêmes en adoptant des coefficients nettement supérieurs à ceux que leur impose ce texte et dont la nouvelle norme P 82-210 tient d'ailleurs compte.

Déjà, dans son projet de novembre 1965, la commission internationale pour la réglementation des ascenseurs et monte-charge prenait comme valeur :

Coefficient de sécurité minimal de 12 pour 3 câbles et plus ;

Coefficient minimal de 16 en cas de suspension à 2 câbles.

Nous verrons que ces valeurs ont été reprises dans la rédaction de la norme européenne.

Appareils soumis à la norme P 82-210

Compte tenu du diamètre minimal fixé à 8 mm, la norme P 82-210 impose un rapport D/d entre le diamètre primitive de la poulie D (ou du tambour en cas de traction directe) et le diamètre nominal du câble d , d'au moins 40 quel que soit le nombre de torons (d étant le diamètre fictif, soit 0.825 fois le diamètre réel pour les câbles à 8 torons).

En outre, les ascenseurs pouvant transporter des pesons, il convenait de prévenir toute possibilité d'accident par suite de la rupture de la suspente ; aussi des coefficients des sécurités importants ont-ils été adoptés et marquent par rapporte à l'ancienne norme une nette amélioration.

Les valeurs minimales de ces coefficients sont les suivant :

- 12 dans le cas de treuil à adhérence avec 3 câbles ou plus ;
- 16 dans le cas de treuil à adhérence avec 2 câbles.

Le coefficient de sécurité est défini comme étant le rapport entre la force de rupture de la suspension (obtenue en multipliant la force de rupture minimale d'un câble par le nombre de câbles et de brins dans le cas d'un mouflage) et la force statique suspendue. Celle-ci est la somme de la force nominale de l'ascenseur, du poids mort de la cabine, du poids des câbles sur la longueur de la course et des charges supplémentaires apportées par le ou les câbles pendentifs et éventuellement les éléments de compensation.

2 Plan d'entretien de l'ascenseur

3.1 - Réglementation

En application du décret n° 2004-964 du 9 septembre 2004 et de son arrêté d'application du 18 novembre 2004, un contrat unique dit « à prestations minimales obligatoires » doit être souscrit pour tout appareil concerné. En outre, il appartient à la personne publique de décider de la nécessité de souscrire un contrat de type étendu, portant sur des prestations complémentaires.

En tout état de cause, le contrat dit « étendu », doit inclure les prestations minimales obligatoires.

Les documents suivants peuvent être utiles pour la rédaction du contrat (A noter que ces deux documents n'ont aucun caractère obligatoire) :

- la norme AFNOR EN 13015 (janvier 2002) intitulée : « Maintenance pour les ascenseurs et les escaliers mécaniques – Règles pour les instructions de maintenance » ;
- le fascicule de documentation AFNOR FD P82-022 intitulé : « Guide pour l'élaboration d'un contrat d'entretien à clauses minimales réglementaires et d'un contrat d'entretien étendu à caractère volontaire ».

3.1.1 - Les dispositions minimales

Ainsi que le dispose l'article R.125-2, du Code de la Construction et de l'Habitation :

« L'entretien d'un ascenseur a pour objet d'assurer son bon fonctionnement et de maintenir le niveau de sécurité résultant de l'application du décret n° 2000-810 du 24 août 2000 relatif à la mise sur le marché des ascenseurs ou de l'application des articles R.125-1-2 à R.125-1-4 ».

Il en résulte que le propriétaire de l'installation doit prendre les dispositions minimales suivantes :

1) Pour les opérations et vérifications périodiques :

(Conformément aux termes de l'article 2 de l'Arrêté du 18 novembre 2004)

1-1 : l'intervalle entre deux visites d'entretien ne peut pas être supérieur à 6 semaines ;

1-2 : la vérification toutes les six semaines de l'efficacité des serrures des portes palières et, s'il y a lieu, des dispositifs empêchant ou limitant les actes portant atteinte au verrouillage des portes palières ;

1-3 : l'examen semestriel du bon état des câbles et la vérification annuelle des parachutes ;

1-4 : le nettoyage annuel de la cuvette de l'installation, du toit de cabine et du local des machines ;

1-5 : la lubrification et le nettoyage des pièces ;

Le contenu de ces prestations est détaillé dans le tableau ci-après.

Annexe

Tableau A.3 : plan d'entretien

**Liste des opérations minimales d'entretien et fréquences minimales de vérification
(ascenseurs électriques & hydrauliques)**

Opérations minimales d'entretien : Liste des pièces ou mécanismes à vérifier	Intervalle maximum de 6 semaines	Fréquence minimale semestrielle	Fréquence minimale annuelle
Cuvette, toit de cabine, local des machines (propreté-éclairage)			X
Anti-rebond & contact (1)			
Amortisseurs			
Moteur d'entraînement & convertisseurs ou générateur ou pompe hydraulique			
Réducteur			
Poulie de traction			X
Frein		X	
Armoire de commande			
Limiteurs de vitesse (cabine & contrepoids) et poulie de tension (1)			X
Poulies de déflexion /renvoi /mouflage			
Guides cabine & contrepoids / vérin			
Coulisseaux ou galets cabine & contrepoids / vérin			
Câblage électrique			
Cabine	X		
Parachute et/ou moyen de protection contre les mouvements incontrôlés de la cabine en montée ou tout autre dispositif anti-chute (soupape rupture, réducteur de débit pour ascenseurs hydrauliques...)			X
Câbles ou chaînes de suspension et leurs extrémités		X	
Baies palières			
1-Vérification de l'efficacité des verrouillages et contacts de fermeture	X		
2-Vérification course, guidage & jeux			
3-Vérification câble, chaîne ou courroie & lubrification			
4-Vérification mécanismes de déverrouillage de secours			
5- dispositif limitant les possibilités d'actes de vandalisme	X		
Porte de cabine			
1-Vérification verrouillages et contacts de fermeture	X		
2-Vérification course, guidage & jeux			
3-Vérification câble, chaîne ou courroie & lubrification			
4-Vérification des mécanismes de déverrouillage de secours			
5-Vérification efficacité du dispositif de réouverture	X		
Palier : précision d'arrêt et de nivelage	X		
Dispositifs hors course de sécurité			X
Limiteur de temps de fonctionnement du moteur			
Dispositifs électriques de sécurité			
1- Vérification du fonctionnement			
2-Vérification de la chaîne de sécurité			

Lors de la signature du contrat, l'entreprise d'entretien remet au propriétaire à titre d'information un Document décrivant l'organisation de son plan d'entretien.

2) Pour les Opérations occasionnelles :

2-1 : la réparation ou le remplacement, si elles ne peuvent pas être réparées, des petites pièces de l'installation, telles que définies à l'article 8 de l'arrêté du 18 novembre 2004, au titre des clauses 69 minimales, lorsqu'elles présentent des signes d'usure excessive.

Lorsque des pièces importantes de l'installation, autres que celles mentionnées ci-dessus, sont usées, le propriétaire doit faire procéder à leur réparation ou à leur remplacement si elles ne peuvent pas être réparées.

La vétusté, lorsqu'elle est invoquée, correspond à l'état de dégradation d'un bien ou d'une chose, résultant du seul effet de l'âge, indépendamment de l'usage qui en a été fait, avec notamment, pour conséquence une altération de ses performances initiales ou des propriétés basiques telles que l'isolement, la conductivité, la porosité, le délitage, etc.

En tout état de cause, la réparation ou le remplacement des pièces ne doit pas porter atteinte au niveau de sécurité attesté par le marquage CE de l'appareil. Il appartient donc au titulaire de s'en assurer et d'en apporter la preuve.

2-2 : les mesures d'entretien spécifiques destinées à supprimer ou atténuer les défauts présentant un danger pour la sécurité des personnes ou portant atteinte au bon fonctionnement de l'appareil qui auront été repérés lors du contrôle technique ;

2-3 : en cas d'incident, les interventions pour dégager des personnes bloquées en cabine ainsi que le dépannage et la remise en fonctionnement normal de l'ascenseur.