

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

BADJI MOKHTAR ANNABA-UNIVERSITY جامعة باجي مختار عنابة  
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA



FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIORAT  
DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

## MEMOIRE

PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

## INTITULE

**Etude et amélioration d'un palan électrique  
(semi portique DEMAG 8 Tonnes)**

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNIQUES

FILIERE : GENIE MECANIQUE

SPECIALITE : MECATRONIQUE

PRESENTE PAR : LABIODE ANIS

DIRECTEUR DU MEMOIRE : MR. MEKHILEF SLIMANE

DEVANT LE JURY

PRESIDENT : PR. LAOUARLAKHDAR.

EXAMINATEURS: PR. BOUCHELAGHEM ABDELAZIZ.

Dr. BENGHERSALLAH MOHIEDDINE.

Dr. MEKHILEF SLIMANE.

MR. MANSOURIMOHAMED

Année: 2015/2016

# REMERCIEMENT

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon Directeur de mémoire Monsieur **Mekhilef Slimane**. Je le remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes Les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques Ont Guidé mes réflexions et ont accepté à me rencontrer et répondre à mes questions Durant mes recherches.

Je remercie mes très chers **parents**, qui ont toujours été là Pour moi, « Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni Efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis Redevable d'une éducation dont je suis fier ».

Je remercie mon frère **Nazim**, pour leur encouragement. Je remercie très spécialement **Lotfi** et **Mohammed Salah**, les ingénieurs de FERROVIAL ou J'ai passé Mon stage pratique pour leur soutien inconditionnel.

Enfin, je remercie tous mes Ami(e)s que j'aime tant, **Nazim, hamza, ala eddine, Et Lyes**, Pour leur sincère amitié et confiance. À tous ces intervenants, je présente Mes remerciements, mon respect et ma Gratitude.

## **DEDICACE**

Je dédie ce mémoire à mes **chers parents**

**Mon père et ma mère** pour leur patience, leur amour, leur soutien et  
Leurs encouragements.

A mon **frère**

Ainsi que toute **la famille LABIODE**

A **mes amies et mes camarades**

A la **promomécatronique**

Sans oublier tous **les professeurs de département mécanique**

**LABIODE ANIS**

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>(1)</b>
<b>PROBLEMATIQUE.....</b>	<b>(2)</b>
<b>CHAPITRE 1 : GENERALITES</b>	
<b>1. GENERALITES SUR LES PALANS</b>	
1.1.Généralités sur les appareils de levage.....	(3)
1.2.Les différents types d'engins de levage.....	(3)
1.3. Les caractéristiques fondamentales des appareils de levages.....	(4)
1.4.Généralités sur les Palans.....	(5)
1.5. Les différents types de palans.....	(6)
1.6.Les différents mécanismes d'un palan.....	(7)
1.7. Les différents types de commandes.....	(9)
<b>2. ÉLÉMENTS PRINCIPAUX DU PALAN ÉLECTRIQUE</b>	
2.1.Construction du notre palan électrique a câble DEMAG.....	(13)
2.2.Câbles et chaînes.....	(14)
2.2.1.Câble.....	(14)
2.2.1.1.Les câbles peuvent être.....	(15)
2.2.1.2. Mode de câblage et désignation des câbles.....	(16)
2.2.1.3. Choix du câble.....	(17)
2.2.1.4.Fixation du câble.....	(17)
2.2.1.5. Guide câble.....	(19)
2.2.2. Chaîne.....	(21)
2.2.3.Poulies.....	(22)
2.2.4.Tambours.....	(23)
2.2.4.1. Les différents types du tambour.....	(23)
2.2.5.Crochet.....	(24)
2.2.5.1. Chape de suspension de palan.....	(26)
2.2.6.Les moteurs.....	(26)
2.2.6.1.Moteurs de translation.....	(26)

2.2.6.2.Construction et vue éclatée.....	(27)
a.Vue.....	(27)
b. Construction.....	(28)
2.2.6.3.Moteur de levage.....	(29)
2.2.6.4.Moteur de direction.....	(29)
2.2.7. Réducteur.....	(30)
2.2.8.Freins.....	(30)
2.2.9.Boite à boutons de commande.....	(32)
2.2.9.1.Schéma électrique.....	(33)

## **CHAPITRE 2 : CALCUL DU PALAN ELECTRIQUE**

1. Description du palan.....	(35)
2. Mécanisme de levage.....	(37)
A. Crochet.....	(37)
B. Tambour.....	(37)
B.1. Tambour avec gorges.....	(38)
C. Mouflage.....	(40)
3. Choix du moteur de levage du poids.....	(41)
4. Calcul du rapport de réduction « i ».....	(44)
5. Choix du câble.....	(44)

## **CHAPITRE 3 : LES CAPTEURS**

1. Définition.....	(47)
1.1. Principales caractéristiques des capteurs.....	(49)
1.2. Classification.....	(49)
1.3. Type de sortie.....	(50)
1.4. Principes physiques courants exploités par les capteurs.....	(51)
2. Détecteur de position.....	(51)
2.1. Introduction.....	(51)
2.2. Interrupteur de fin de course.....	(52)
2.3.Détecteur de proximité photoélectrique.....	(58)

2.3.1. Méthode de la barrière.....	(62)
2.3.2. Méthode rétro réfléchive.....	(64)
2.3.3. Méthode diffuse.....	(65)
2.3.4. Méthode convergente.....	(66)
2.3.5. Méthode du champ fixe.....	(67)
2.3.6. Méthode spéculaire.....	(68)
3. Solutions proposées.....	(69)
3.1. Solution proposée « 1 ».....	(69)
3.1.1. Description.....	(69)
3.1.2. Choix du capteur.....	(69)
3.1.3. Construction.....	(70)
3.1.4. Schéma principal de l accordement.....	(70)
3.1.5. Lieu d'installation des capteurs fin de course.....	(71)
3.2. Solution proposée « 2 ».....	(72)
3.2.1. Description.....	(72)
3.2.2. Choix du capteur.....	(73)
3.2.3. Construction.....	(73)
3.2.4. Schéma principal de laccordement.....	(74)
3.2.5. Lieu d'installation des capteurs photocellules.....	(75)
3.3. Solution proposée « 3 ».....	(77)
3.3.1. Description.....	(77)
3.3.2. Choix du capteur.....	(78)
3.3.3. Construction.....	(78)
3.3.4. Schéma principal de l accordement.....	(78)
3.3.5. Lieu d'installation des capteurs photocellules.....	(79)
4. Schéma électrique de semi-portique.....	(82)
4.1. Schéma de puissance.....	(82)
4.2. Schéma de commande.....	(83)
<b>CHAPITRE4 : ENTRETIEN D'UN PALAN ÉLECTRIQUE</b>	
1. Réparation et révision générale.....	(84)

1.1. Technologie de réparation.....	(84)
2. Palan d'entretien.....	(84)
2.1. Vérification journalière.....	(84)
2.2. Vérifier les pièces suivantes.....	(86)
2.3. Maintenance du réducteur.....	(86)
2.4. Crochet de charge.....	(87)
2.5. Roulements.....	(87)
2.6. Assemblage per vis.....	(87)
3. Inspection périodique de fonctionnement.....	(87)
<b>Conclusion.....</b>	<b>(89)</b>

## **Liste des figures :**

### **Chapitre 1 :1. GENERALITES SUR LES PALANS**

**Figure 1.1 :** Commande mobile la long de poutre

**Figure 1.2 :** Commande fixe au chariot

**Figure 1.3 :**Commande fixe à la portée

**Figure 1.4 :** Commande radio à distance

### **Chapitre 1 :2. ÉLÉMENTS PRINCIPAUX DU SEMI PORTIQUE DEMAG 8T**

**Figure 1.5 :** Les éléments du palan électrique

**Figure 1.6 :** Câble métallique et câble non métallique

**Figure 1.7 :** Câble (7\*19)

**Figure 1.8 :** Les différents types des câbles

**Figure 1.9 :** Les différentes fixations du câble

**Figure 1.10 :** Guide câble

**Figure 1.11 :** Les différentes étapes d'installation de guide-câble

**Figure 1.12 :** Types des chaines

**Figure 1.13 :** Poulies

**Figure 1.14 :** Tambour

**Figure 1.15 :** Crochet a simple corne

**Figure 1.16 :** Crochet double corne

**Figure 1.17 :** Les moteurs de translation de semi-portique

**Figure 1.18 :** La translation du semi portique (pont mono poutre)

**Figure 1.19 :** Moteur de levage

**Figure 1.20 :** Moteur de direction du tambour

**Figure 1.21 :** Réducteur du moteur électrique

**Figure 1.22 :** Types des freins

**Figure 1.23 :** Electrofrein

**Figure 1.24 :** Boite à commande

**Figure 1.25:** Schéma électrique de la boite à commande

### **Chapitre 2 :**

**Figure 2.1 :** Photos du notre palan et notre semi-portique

**Figure 2.2 :** Dispositif de serrage

**Figure 2.3 :** Tambour avec gorges

**Figure 2.4 :** Angle d'inclinaison des rainures

**Figure 2.5 :** Mouflage

**Figure 2.6 :** Structure de câble

### **Chapitre 3 :**

**Figure 3.1 :** Capteur et transmetteur

**Figure 3.2 :** Capteurs mécanique électrique et mécanique pneumatique

**Figure 3.3 :** Interrupteurs de fin de course

**Figure 3.4 :** Organes de commande

**Figure 3.5 :** Limites mécaniques et points de commutation des organes de commande

**Figure 3.6 :** Points de commutation des relais

**Figure 3.7 :** Champ de compensation

**Figure 3.8 :** Détecteur de proximité photoélectrique

**Figure 3.9 :** Circuit de l'émetteur du faisceau lumineux

**Figure 3.10 :** Circuit du récepteur détectant le faisceau lumineux

**Figure 3.11 :** Spectre électromagnétique

**Figure 3.12 :** Réponse spectrale d'un phototransistor et spectres d'émission des DEL

**Figure 3.13 :** Méthode de la barrière

**Figure 3.14 :** Le faisceau efficace et les obturateurs

**Figure 3.15 :** Le faisceau efficace ajusté par des collimateurs

**Figure 3.16 :** Méthode rétro-réflexive

**Figure 3.17 :** Détection avec lumière polarisée

**Figure 3.18 :** Méthode diffuse

**Figure 3.19 :** Méthode convergente

**Figure 3.20 :** Méthode du champ-fixe

**Figure 3.21 :** Méthode spéculaire

**Figure 3.22 :** Capteur fin de course «TELEMECANIQUE-ZCMD21 »

**Figure 3.23 :** Schéma électrique de l'accordement

**Figure 3.24 :** Lieu d'installation des capteurs fin courses pour notre palan électrique

**Figure 3.25 :** Capteur Photoélectrique « carlo-gavazzi » Type PC50CNR10RP

**Figure 3.26 :** Réflecteur pour capteur photocellule

**Figure 3.27 :** Schéma électrique de l'accordement

**Figure 3.28 :** Lieu d'installation des capteurs photocellules haut

**Figure 3.29 :** La distance de sécurité du capteur photocellule haut

**Figure 3.30 :** Capteur photoélectrique « télémécanique Schneider OsiSense XU »

**Figure 3.31 :** Schéma électrique de l'accordement

**Figure 3.32 :** Lieu d'installation de capteur photoélectrique bas gauche

**Figure 3.33 :** Lieu d'installation de capteur photoélectrique bas droite

**Figure 3.34 :** La distance de sécurité du capteur photoélectrique bas

**Chapitre 4 :**

**Figure 4.1 :** Schéma technologique de réparation d'un palan électrique.

## Liste des symboles :

$\mu$  : Le coefficient de frottement

$p$  : La profondeur de la gorge

$d$  : Le diamètre de câble

$t$  : Le pas

$D$  : Le diamètre du tambour

$h$  : La hauteur

$B$  : Longueur du câble utilise pour la première hauteur

$Q$  : Le poids de la charge

$S_0$  : Le poids élève après le mouflage

$I$  : Nombre de brins

$\eta$  : Le rendement du moufle

$N_{1MAX}$  : La tension du câble

$Q_{max}$  : La charge maximum à soulever

$g$  :Attraction

$VL$  : La vitesse de levage

$VC$  :La vitesse du câble

$nt$ :La fréquence de rotation du tambour

$P_{t max}$  :La puissance maximum exigée sur le tambour

$C_{t max}$  : Le couple maximum sur le tambour

$W_t$  : La vitesse angulaire du tambour

$\eta$  :Le rendement de la réduction

$P_m$  : La puissance sur le moteur

$P_{m ch.}$  : Puissance du moteur choisi

$P_{m cal}$  : Puissance du moteur calculé

$i$  :Rapport de réduction

$n_m$  : Fréquence de rotation du moteur de levage

$N_{1max}$  : L'effort maximal du câble

$K$  : Le coefficient de sécurité

**[N] R** : La tension de rupture du câble

**DEL** : L E D : Lumière, émetteur, diode

**T O R** : Tout ou rien

**BN**: Brown: Marron

**BK**: black: Noir

**BU**: Blue: Bleu

**BKWH**: Black white: Noir ET Blanc

**GY**: Grey: Gris

**WH**: white: Blanc

**N.C** : Contact fermé

**N.O** : Contact ouvert

**COM** : Commun

**m 3** : Moteur de levage

**m4** : Moteur de direction

**1 m 5 – 2 m 5** : Moteurs de translation

**b1...b7** : Boutons poussoirs

**a1** : Sectionneur générale

**c115** : Contacteur générale

**c118** : Contacteur levage montée

**c 122** : Contacteur levage descente

**c 124** : Contacteur direction droite

**c127** : Contacteur direction gauche

**c134** : Contacteur translation avant

**c 136** : Contacteur translation petite vitesse

**c 137** : Contacteur translation arrière

**c139** : Contacteur translation grand vitesse

**m 113** : Transformateur de commande

**m 113.1** : Transformateur de signal

# **INTRODUCTION**

## **Introduction :**

Dans le cadre de ma formation de master en Génie Mécanique à l'Université Badji Mokhtar Annaba, je suis amené, à l'issue de mon cursus, à réaliser un projet de fin d'études (PFE). Le but de ce projet est d'être confronté à une situation professionnelle qui est à la fois d'ordre scientifique et technique. Il regroupe donc l'ensemble des qualités que doit posséder un ingénieur dans son travail quotidien.

Il s'agit d'une étude minutieuse et à la fois détaillée d'un appareil de levage et manutention (palan électrique), c'est une unité de commande électrique et mécanique destinée à soulever, ou déplacer des charges au moyen d'un tambour lié à un câble métallique ou une chaîne. Le palan électrique est puissant et peut être très utile et efficace pour sa facilité d'entretien et l'exigence de procédures d'exploitations simples.

L'approche utilisée comprend une analyse détaillée des différents éléments principaux et secondaires composant la structure du palan électrique. Pour une exploitation optimale de ce dernier, notre étude est focalisée seulement sur le palan électrique.

Sur proposition de notre, le sujet de notre projet de fin d'études portera sur le palan électrique, utilisé au niveau de l'atelier B9 à l'entreprise FERROVIAL, pour transporter les citernes sur les wagons.

Il s'agira d'étudier le palan électrique et leurs éléments principaux et aussi faire une amélioration dans le domaine sécurité.

Ce transport inclut évidemment le levage des charges que constituent ces éléments.

## **PROBLEMATIQUE :**

Lors du stage pratique au sein de l'unité FERROVIAL pour la préparation du P.F.E, il n'a été proposé d'étudier le palan électrique (semi portique DEMAG 8 tonnes) ; celui présente :

- La Collision entre les semi portique
- La perte de charge à la suite de la collision du crochet au tambour
- La collision du semi portique et les passants(les opérateurs, les Clarks...)
- La destruction du crochet et la poulie suite de la collision du crochet à laterre.

Suite à ces accidentsje vais essayer de réduire ces risques pour les

Améliorations au niveau de sécurité du palan électrique (capteurs fin de course) et semi portique (capteurs photocellules).

# **CHAPITRE 1 : GENERALITES**

# **1. GENERALITES SUR LES PALANS**

## **CHAPITRE 1 : GENERALITES**

### **1.1. Généralités sur les appareils de levage :**

Tous les secteurs industriels sans exception utilisent des appareils de levage et de manutention. Ces derniers connaissent actuellement un développement assez important. Les appareils de levage et de manutention se répartissent en trois catégories :

- 1- **Appareils de levage** : Ils sont caractérisés par le fonctionnement intermittent c'est à dire par un régime cyclique.
- 2- **Transporteurs** : Ce sont des appareils à fonctionnement continu : machine d'entraînement avec ou sans organe de traction, convoyeurs, distributeurs ...etc.
- 3- **Equipements de manutention** : Chariots desservant les machines d'un atelier, appareils de manutention au sol, monorail, chariots élévateur, tracteurs, chariots porteurs.....etc.

### **1.2. Les différents types d'engins de levage :**

Nous sommes surtout intéressés par les engins de levage dont font partie les palans électriques.

En fonction de :

- L'importance de la masse à déplacer
- L'importance des déplacements à
- La nature des matériaux ou produits à transporter
- Des conditions de fonctionnement

Il existe une grande variété d'engins de levage employés dans l'industrie.

suivant l'aspect de leurs constructions, ils se divisent en :

- Grues.
- Ponts roulants.
- Palans à bras.
- Palans électriques.
- Treuils.
- Monte-charges.
- Ascenseurs.
- Crics.
- Vérins.

..... [1]

### **1.3. Les caractéristiques fondamentales des appareils de levages :**

Les appareils de levages proposent les caractéristiques suivant :

- Dans l'état de repos le mécanisme est freiné pour des raisons de sécurité.
- La capacité de la charge c'est la masse maximale de la charge qui peut être suspendue au crochet de l'appareil.
- Superficie du lieu de travail.
- Le déplacement suivant les axes : X Y Z.
- La hauteur libre sous crochet : elle caractérise la valeur maximale sur laquelle peut être montée une charge.
- La portée.
- La course qui dépend des dimensions concrètes des ateliers.
- Les vitesses de déplacements :

- a- La vitesse de levage.
- b- La vitesse de direction.
- c- La vitesse de translation.

..... [2]

#### **1.4. Généralités sur les palans :**

Le palan est un appareil de manutention permettant le levage et le transfert des charges diverses, nécessitant l'utilisation des méthodes de commande en vue d'effectuer des tâches à la fois complexes et rapides. Il s'agit de limiter au maximum les oscillations de la charge en évitant les obstacles et en garantissant l'immobilité et le bon positionnement de la charge en fin de course.

Le palan est un mécanisme constitué de deux groupes (ou moufles), l'un fixe, l'autre mobile, contenant chacun un nombre arbitraire de poulies, et d'une corde qui les relie. Il sert à réduire l'effort nécessaire (ou démultiplier la force utilisée) pour rapprocher les deux groupes de poulies.

On mesure le taux de démultiplication en nombre de brins, c'est-à-dire le nombre de passages que fait la corde entre les deux groupes de poulies.

L'effort nécessaire au final est divisé par le nombre de brins, tandis que la longueur de corde à tirer pour rapprocher les groupes de poulies est multipliée d'autant

Les chemins de roulement peuvent être situés en hauteur ou au niveau du sol. Pour assurer la manutention de ces objets, tout en assurant un maximum de sécurité et de production, il a été indispensable de concevoir des appareils de levages.

..... [3]

## 1.5. Les différents types de palans :

Il existe plusieurs types des palans. On les classe comme suit :

- **Selon leurs types :**

- Les palans manuels : (a levier).
- Les palans électriques :
  - A chaîne (chaîne calibrée norme NFE 26011, chaîne de levage grade 80, chaîne de levage grade 100, chaîne qualité marine...)
  - A câble (câble anti giratoire, câble inox, câble galvanisé, de 1 à 19 fils)
- Les palans pneumatique : palans pneumatique a chaîne avec ou sans limiteur de charge.

- **Selon leurs constructions :**

- Monorail (suspendu, direction manuelle, ou électrique...)
- Bi-rail (consiste en deux rails parallèles pour les grandes charges)

- **Selon leurs caractéristiques :**

- Capacité de levage.
- Hauteur de levage.
- La méthode de commande (boite a bouton, commande radio à distance, levier...)
- Les moteurs utilisés.

..... [4]

## 1.6. Les différents mécanismes d'un palan :

Ces mécanismes sont définis comme suit :

- **Mécanisme d'entraînement :**

Le moteur DEMAG qui entraîne le palan est la combinaison constructive d'un moteur et d'un frein en partant du principe du rotor coulissant. L'étude est conforme aux prescriptions du V.D.E et aux règles de calcul de la F.E.M, qui sont adaptées aux exigences élevées du service des appareils de levage.

Par le montage d'un réducteur intermédiaire avec moteur-frein, une vitesse de levage supplémentaire = 1 / 10 de la vitesse de levage principale peut être atteinte.

Le montage ultérieur d'un mécanisme de levage de précision est toujours possible.

- **Le mécanisme de levage :**

Consiste à soulever les charges, et son mouvement est assuré par un moteur électrique accouplé à un réducteur. Ce dernier est lié au tambour sur lequel s'enroule un câble ou une chaîne calibrée destinée à maintenir la charge à soulever avec l'organe de préhension (crochet).

Le système de levage est constitué des éléments suivants :

- **Tambour** simple enroulement : sur lequel un seul brin de câble s'enroule.
- **Crochets** : servent à saisir la charge.
- **Câbles** : sont destinés à maintenir la charge utile avec le crochet.
- **Moufle** : ensemble de poulies généralement coaxiales qui est constitué d'un moufle supérieur fixe portant les poulies de renvoi et d'un moufle inférieur mobile supportant la charge.

- Cas le plus simple : deux poulies, une poulie fixe et une poulie mobile ; la démultiplication est de deux.
- Cas de plusieurs poulies mobiles : la démultiplication correspond au nombre de brins donc au nombre total de poulies (fixe et mobile) pour un palan. Par exemple, dans un moufle à quatre brins, la tension du câble est de l'ordre du quart de la charge à lever (aux effets géométrique et dynamique près) et la longueur de câble enroulée est de l'ordre de quatre fois la course de levage.

La moufle inférieure est constituée :

- D'une structure supportant une ou plusieurs poulies,
- Généralement de dispositifs empêchant le désengagement du câble ou retenant la poulie en cas de rupture d'axe,
- D'un axe vertical laissant la charge libre en lacet,
- D'une interface avec les accessoires de levage permettant la manutention de la charge (crochet, système de brochage ....).

- **Le mécanisme de direction :**

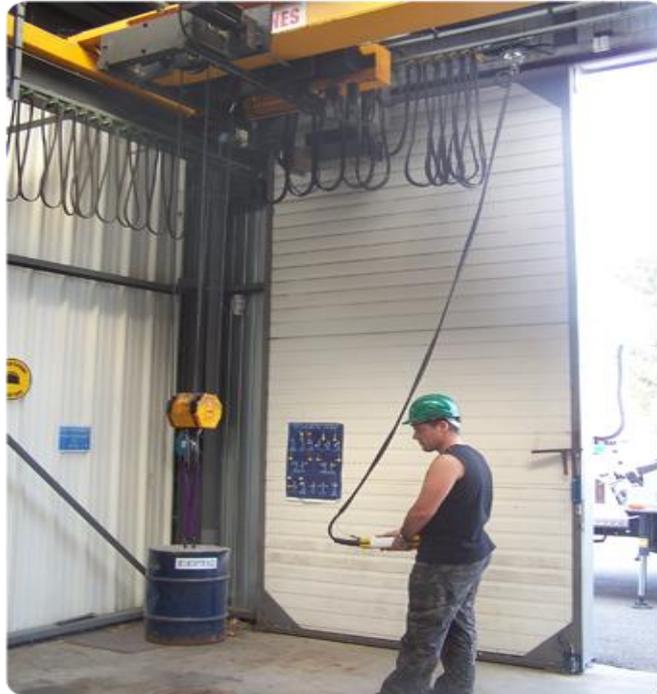
Est assuré par un moteur électrique qui fait tourner un galet par l'intermédiaire des roues dentées qui jouent le rôle d'un réducteur.

..... [5]

## 1.7. Les différents types de commandes :

### Commande a partie du sol

#### MOBILE LE LONG DE LA POUTRE



**Figure 1.1:** Commande mobile le long de la poutre (portée)..... [6]

Un système de commande qui offre la possibilité de guider la charge manuellement. Si nécessaire, d'observer une distance de sécurité.

Ce système de commande est utilisé partout où le pontier doit éviter des obstacles et où l'accompagnement de la charge n'est pas possible.

Il est admissible pour des vitesses de translation jusqu' à 63 m/min.

## **FIXE AU CHARIOT :**



**Figure 1.2 :** Commande fixe au chariot..... [7]

Le pontier est toujours près de la charge et peut guider manuellement. Ce système de commande convient pour le positionnement de pièces sur les machines ainsi que pour des travaux de réparation et de montage.

Il est admissible pour des vitesses de translation jusqu'à 63m/min.

**FIXE AU RAIL :**



**Figure 1.3 :** Commande fixe à la portée..... [8]

Ce système de commande est utilisé pour les palans de portée si le guidage direct de la charge n'est pas nécessaire ou possible.

Il est admissible pour des vitesses de translation jusqu'à 63 m/min.

## POSTE FIXE AU RADIO TELECOMMANDE :



**Figure 1.4** : Commande radio à distance..... [9]

Ces systèmes de commande sont utilisés si le pontier ne peut pas accompagner le palan. Quelques cas d'utilisation : centrales atomique, incinération d'ordures ménagères, station d'épuration, ateliers de décapage et de galvanisation. De tels systèmes s'emploient également Si les palans se déplacent à un niveau élevé ou s'il est nécessaire de prévoir la commande à Partir de plusieurs étages.

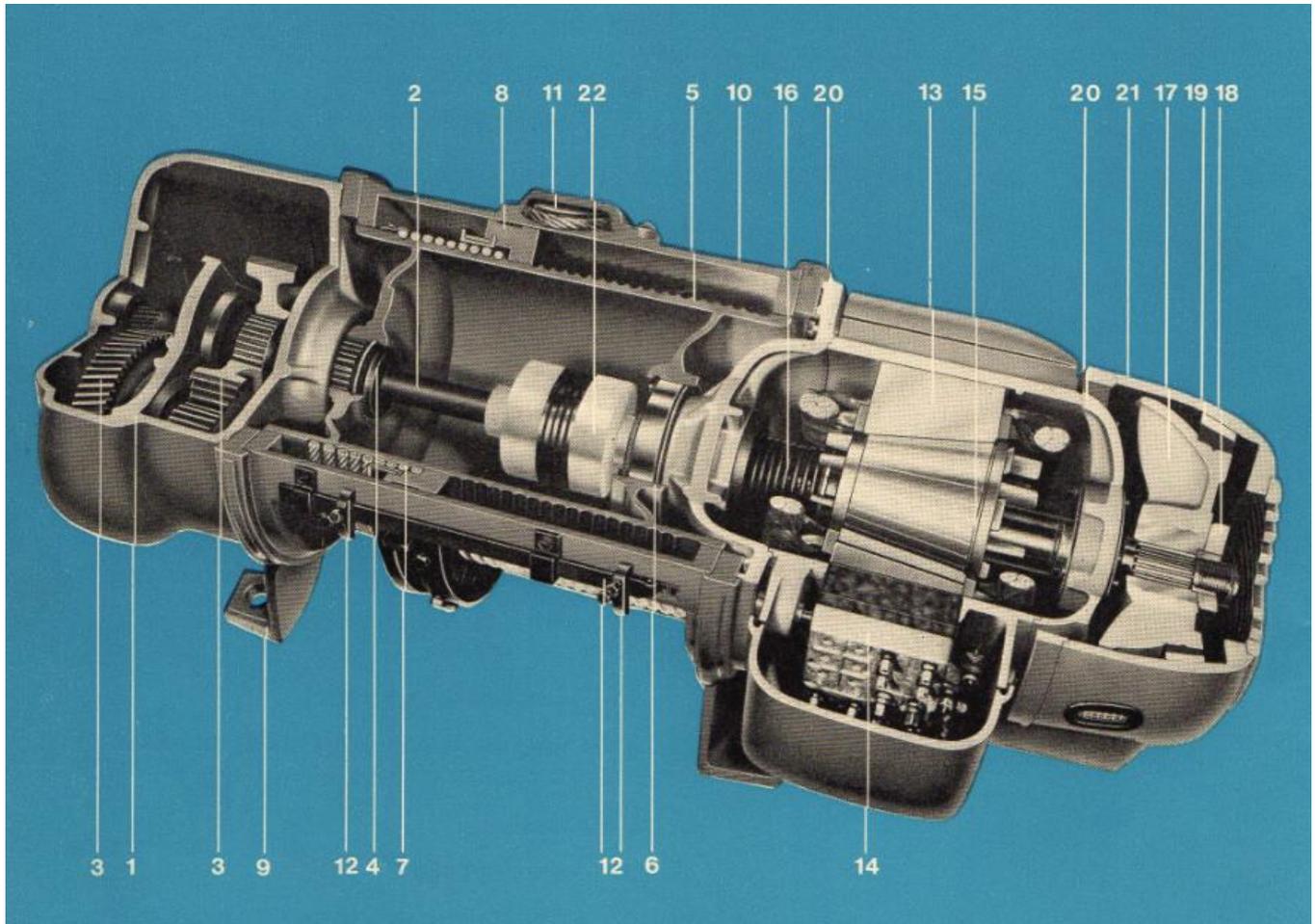
Ces deux derniers systèmes de commande peuvent être employés également pour les ponts qui se déplacent à des vitesses supérieures à 63 m/min.

..... [10]

## **2. ÉLÉMENTS PRINCIPAUX DU SEMI PORTIQUE DEMAG 8T**

## 2. ÉLÉMENTS PRINCIPAUX DU SEMI PORTIQUEDEMAG 8T

### 2.1. Construction du notre palan électrique a câble DEMAG :



**Figure 1.5** : Les éléments du palan électrique..... [11]

1.Carter.10. Enveloppe.19. Garniture de frein.

2.arbre de commande.11. Poche à câble et clavette de retenue. 20. Paliers flasques du moteur.

3. engrenages et pignons.12. Réglette de fin de course avec butées.21. Capot de protection.

4. arbre creux.13. Stator avec bobine. 22. Accouplement flexible

5. tambour a câble. 14. Interrupteur fin de course et plaque a bornes. Dans le sens radial

6. flasque de tambour.15. Rotor coulissant. Et Axial.

7. câble métallique.16. Ressort de rappel de frein.

8.enrouleur guide câble.17.Poulie de frein formant ventilateur.

9. Flasque de fixation à pattes. 18. Erou de réglage du frein ..... [12]

## 2.2- Câbles et chaînes :

### 2.2.1. Câble :

Les câbles sont utilisés dans les appareils de levage et de manutention, dans les mécanismes suivants :

- \* Mécanismes de levage.
- \* Mécanismes de changement de la portée.
- \* Mécanismes de translation, et de rotation.
- \* Suspension de la charge (voie téléphérique, ...)
- \* Traction de charge.

On distingue principalement deux catégories de câbles :

- Les câbles non métalliques.
- Les câbles métalliques.



a) Câble métallique.... [13] b) câble non métallique..... [14]

**Figure 1.6** : Câble métallique et câble non métallique

..... [15]

### 2.2.1.1. Les câbles peuvent être :

- \* En matière organique (halfa, chanvre).
- \* En acier.
- \* En matière synthétique (nylon).
- \* Mixte.

NB : La dureté des câbles non métalliques dépend du matériau utilisé et de sa torsion, mais les propriétés mécaniques sont faibles, pour cette raison leur utilisation est très réduite. On les utilise surtout dans les mécanismes de levage à main.

Avantage des câbles métalliques :

- Grande vitesse de levage jusqu'à 150 m/mn.
- Poids relativement faible. - Grande longévité (grande durée de vie).
- Haute souplesse (pour l'enroulement autour des poulies...).
- Grande force de levage.

Inconvénients des câbles métalliques :

- Risque de rupture.

Les câbles en acier sont fabriqués par des fils en acier produit par des laminoirs à froid dont la force de rupture d'un fil est obtenue à partir d'une contrainte qui varie en général entre  $\sigma = 1500$  et  $\sigma = 2500$  Mpa.

Les fils les plus utilisés ont une contrainte  $\sigma$  entre : 1800 / 2200 Mpa.

### 2.2.1.2. Mode de câblage et désignation des câbles :

Il est de pratique courante d'indiquer la composition du câble de la façon suivante : par exemple (7x19) signifie qu'il chacun, un toron comporte un fil central autour du quel sont généralement enroulés 7 fils de même diamètre ya 7 torons de 19 fils

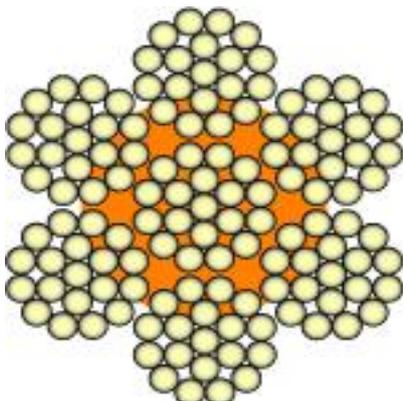


Figure 1.7 : Câble (7\*19)..... [17]

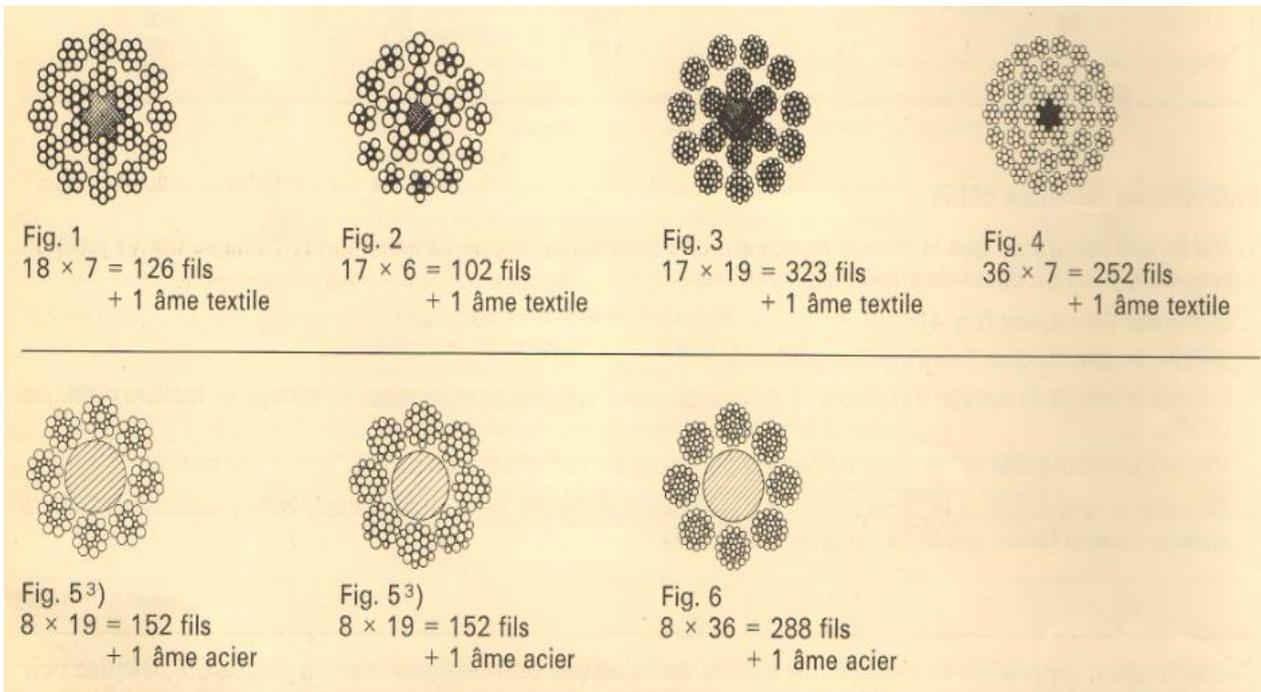


Figure 1.8 : Les différents types des câbles ..... [18]

**a. Câblage simple :**

(Ordinaire) utilisé pour de faibles charges  $d < 6\text{mm}$ , les diamètres des fils utilisés peuvent avoir des dimensions semblables ou différentes.

**b. Câblage double :**

Pour assurer une bonne flexibilité du câble celui-ci est formé d'un noyau entouré de torons. Le toron peut contenir plusieurs couches de fils.

Pour assurer le bon contact entre les couches de fils, le diamètre des fils diminue de l'intérieur vers l'extérieur.

**c. Câblage parallèle :**

Le sens de câblage des torons et celui du câble sont les mêmes.

**d. Câblage croisé :**

Le sens de câblage des torons et celui du câble sont de sens contraires.

..... [19]

**2.21.3. Choix du câble :**

Le choix du câble est conditionné par certains paramètres dont le principal est la durée de vie.

Pour choisir un câble il faut connaître :

- L'effort maximal appliqué.
- Les conditions d'exploitations.
- Le domaine d'utilisation : analyse détaillé de la machine où doit travailler le câble.
- Le câble est choisi en tenant compte de l'effort de rupture.

..... [20]

**2.2.1.4. Fixation du câble :**

Le palan DEMAG vous est fourni avec moufle inférieur séparée, à moins qu'il ne s'agisse d'un palan à un Brain de câble. Dans ce cas, le crochet équipé est déjà fixé au câble. Le mouflage du câble, soit avec moufle inférieur simple, soit avec moufle inférieur double et poulie de renvois (moufle supérieur), pour les palans électriques de hauteur de construction normale, se fait suivant les fig. 1 et 2 et, pour les palans de hauteur de construction réduite, suivant les fig. 1a et 2a. Veiller à ce que cette opération soit faite avec un câble convenablement déroulé, bien tendu et exempt de toute torsion.

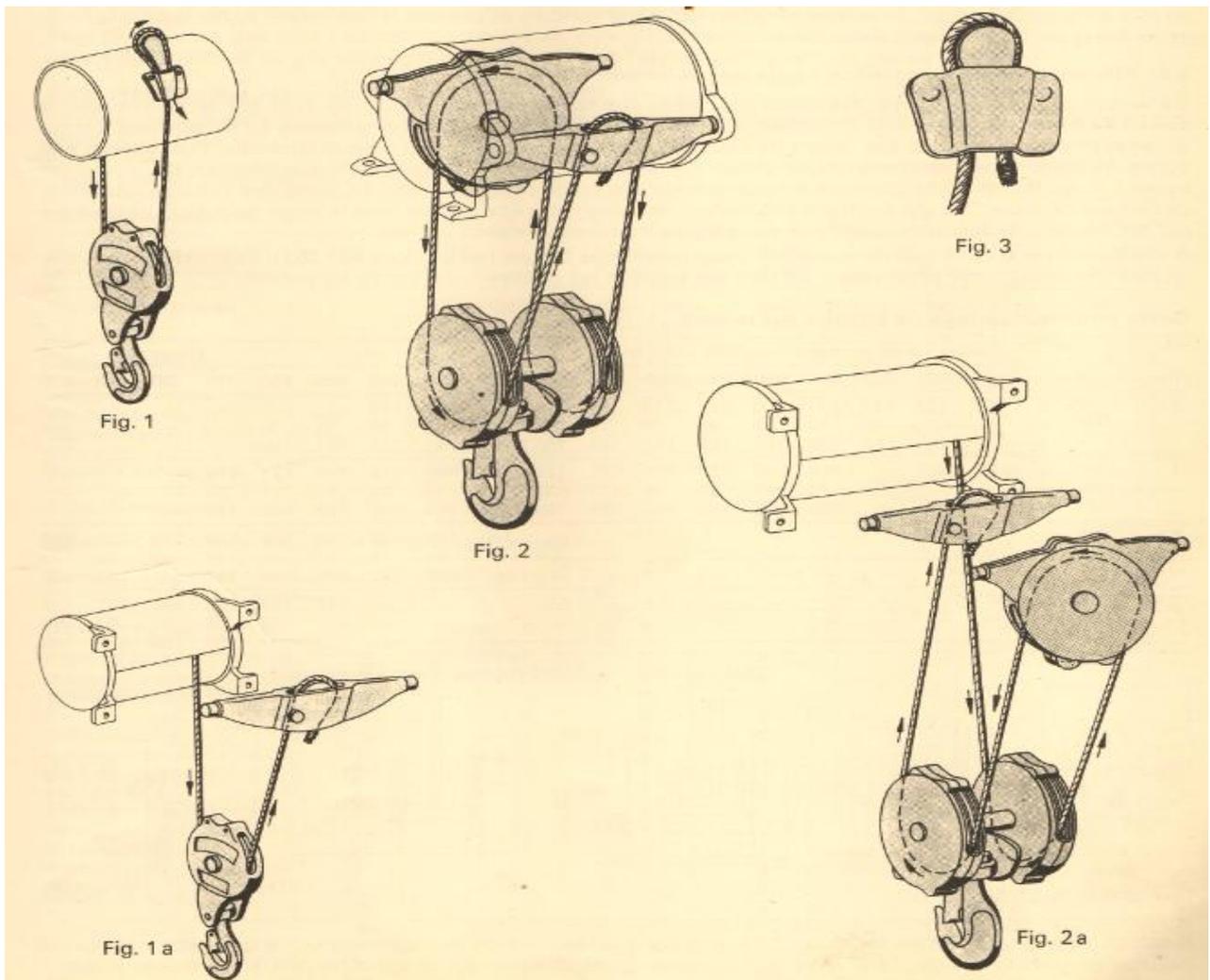
Selon l'exécution, l'extrémité du câble est fixée à l'aide d'une clavette dans la poche à câble

située sur l'enveloppe du palan ou dans la traverse attache-câble. En effectuant ce travail, il faut veiller à ce que le brin porteur soit logé la poche du côté vertical comme indique la (fig. 3) La fixation du câble est considérée comme correcte quand, le câble sous charge, le rayon de la clavette dépasse encore en grande partie le haut de la poche et que le brin libre du câble sort d'environ 60 mm par le bas.

Cette façon d'attacher le câble est absolument sûre et répond aux prescriptions. Une fixation supplémentaire par un dispositif à denture risquerait de provoquer l'écrasement et une mauvaise répartition des efforts exercés sur le câble, d'où une destruction prématurée.

L'attache-câble dont est munie l'extrémité libre du câble des crochets équipés pour brin simple, a pour tâche d'éviter un desserrage de la clavette quand le crochet est posé à terre.

[21]



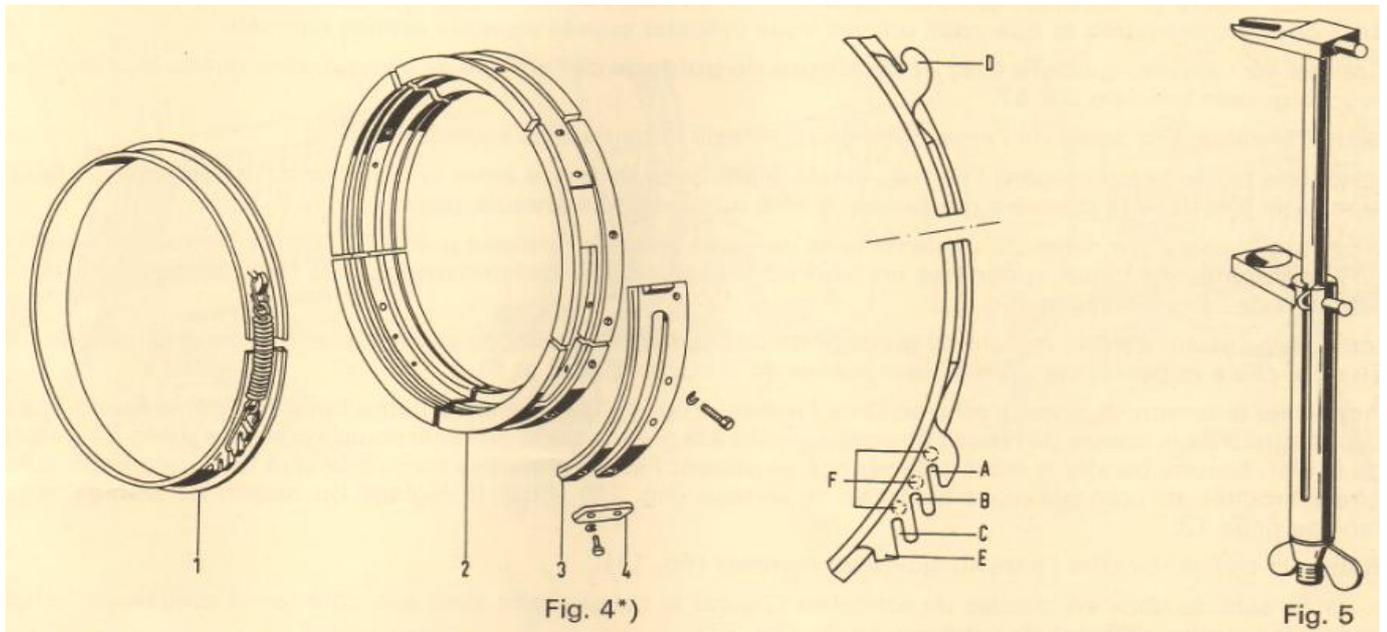
**Figure 1.9 :** Les différentes fixations du câble..... [22]

### **2.2.1.5. Le guide câble :**

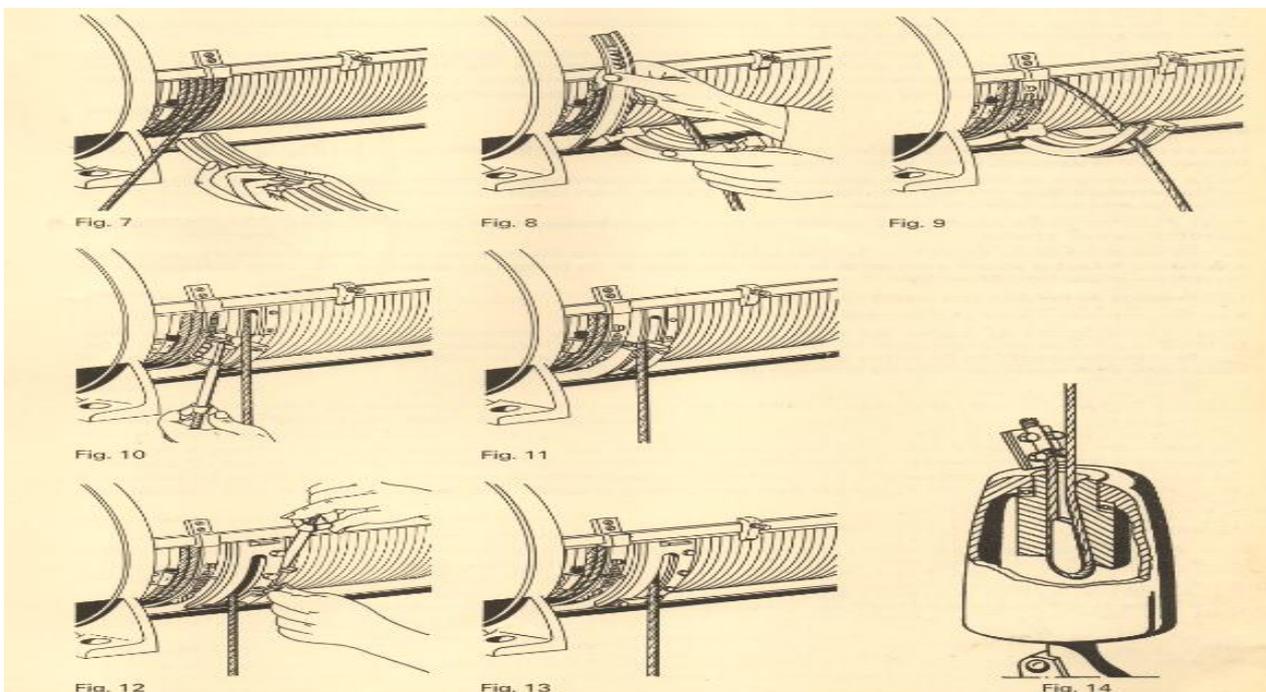
1. Graisser sur l'anneau-guide le filet et la rainure de guidage de l'anneau de serrage, ainsi que sa face intérieure avec la graisse.
2. Mettre le câble à sa sortie de l'enveloppe en travers de la partie déjà enroulée (fig.7).
3. Introduire par le bas du regard l'anneau-guide à peu près de moitié entre le tambour et l'enveloppe en faisant reposer le filet dans la première gorge vide à côté du câble déjà enroulé (fig.8).
4. Remettre la partie pendante du câble dans sa gorge et pousser l'anneau guide-câble vers l'intérieur jusqu'à ce que son premier segment apparaisse en haut du regard. Mettre maintenant le câble dans l'entaille du dernier segment de l'anneau-guide (fig.8).
5. Introduire ensuite dans la rainure de guidage de ce segment l'anneau de serrage avec ses crans dirigés du côté attache-câble et passer cet anneau tout autour du tambour (fig.8 et 9).
6. Accrocher le ressort de serrage au cran D de l'anneau (fig.4), du côté de la petite bride. Glisser la fourchette de la clef autour de la boucle du ressort de serrage reliée à la grande bride. Amener sous le cran E la pièce de guidage de la clef. Ensuite bander le ressort de serrage en vissant l'écrou à oreilles jusqu'à ce que la grande bride puisse être accrochée au cran prévu de l'anneau de serrage (fig.10).
7. Retirer la clef et remettre l'anneau-guide au complet (fig.11).
8. Fixer à l'aide de deux vis munies de rondelles Grower le couvre-joint avec son côté fermé dirigé vers le haut, contre le premier segment de l'anneau-guide (fig.12).
9. Visser solidement l'anneau-guide au moyen de la clef spéciale de serrage qui a prise dans les trous latéraux du premier et du dernier segment de l'anneau-guide, ensuite dévissé les vis à oreilles de la clef spéciale de serrage de  $\frac{1}{2}$  à  $\frac{3}{4}$  de tour. Le premier et le dernier segment de l'anneau-guide doivent être écartés l'un de l'autre, ensuite fixer à l'aide des vis restantes sur les palans. Si on ne peut pas mettre les vis de fixation dans les trous taraudés du segment de l'anneau-guide, on doit alors aléser légèrement les trous du couvre joint. Pour introduire les vis ne pas serrer davantage, en aucun cas, l'anneau-guide avec la clef spéciale.
10. Enlever la clef spéciale et contrôler le serrage de toutes les vis. La position du couvre-joint doit être telle qu'il lui reste un léger jeu dans le regard de l'enveloppe (fig.13). L'anneau-guide ne doit pas être trop serré sur le tambour.

En tournant, l'anneau de serrage applique continuellement et solidement le câble contre les gorges du tambour. Le couvre-joint conduit l'enrouleur le long du regard tout en guidant le câble qui passe dans son entaille, pendant que l'anneau-guide, avec son filetage reposant dans les gorges, donne à l'enrouleur, par rotation du tambour, un mouvement de va-et-revient.

..... [23]



**Figure 1.10 :** Guide câble..... [24]



**Figure 1.11 :** Les différentes étapes d'installation de guide-câble..... [25]

### 2.2.2. Chaîne :

Les chaînes sont rarement utilisées dans les appareils de levage, elles sont surtout utilisées dans des cas spéciaux : petit appareil de levage, atelier de traitement thermique, usine de sidérurgie etc.... les chaînes utilisées sont :

- Soudées
- Forgées pressées ou embouties (défoncées).
- En fabrication mixte.



a) Chaîne Soudé..... [26] b) Chaîne Forgée pressée..... [27]

**Figure 1.12 :** Types des chaînes

On distingue les chaînes calibrées c à dire continent des parties centrales et les chaînes non calibrées (on distingue les chaînes aussi les chaînes à rouleaux).

Les chaînes ont un grand inconvénient : c'est la rupture brusque (on ne peut pas prévoir sa durée de vie) et c'est pour cette raison qu'on est obligé de changer la chaîne périodiquement. Ainsi que le coefficient de sécurité qui est plus petit que celui des câbles mais le choix se fait suivant le même procédé.

..... [28]

### 2.2.3. Poulies :

La poulie est un élément important dans les appareils de levage qui peut être utilisé dans les cas suivants :

- Dans les palans.
- Pour le guidage des câbles.
- On distingue des poulies pour câbles et des poulies pour chaînes.
- Pour augmenter l'adhérence entre le câble et la poulie on utilise parfois des parties en plastique ou en caoutchouc, montées sur la gorge de tambour.

..... [29]



**Figure 1.13** : Poulies..... [30]

## 2.2.4. Tambour :



**Figure 1.14:** Tambour..... [31]

Ils sont destinés à enrouler le câble sur sa partie latérale.

### 2.2.4.1. Les différents types du tambour :

En général on distingue les tambours :

- **Suivant leur forme géométrique :**
  - Les tambours cylindriques (les plus répandus).
  - Les tambours coniques.
  - Les tambours mixtes.
- **Suivant la nature de la surface latérale :**
  - Tambours à surface lisse.
  - Tambours à rainure fileté.

- **Suivant le matériau utilisé:**

- En acier moulé (les plus répandus).
- En fonte.

Le mode de fabrication le plus utilisé est le moulage et quelquefois (de façon rare) le soudage.

Tambours cylindriques à rainure fileté :

Pour les tambours l'axe est presque toujours en rotation, et dans le cas des tambours cylindriques à rainure fileté il n'existe aucun contact entre les spires par conséquent nous n'avons aucune usure des spires du câble.

**Tambour lisse :**

Sur les tambours lisses le câble peut s'enrouler en plusieurs couches.

Le principal avantage de ce type de tambour est le faible encombrement, (faible longueur en comparaison avec le tambour à rainures) mais la durée de vie du câble diminue vu le frottement continue des différentes parties du câble.

Le nombre de couches peut aller jusqu'à 10.

**Amarrage des câbles au tambour et au crochet :**

Le mode d'assemblage du câble avec le tambour ou avec le crochet s'appelle amarrage, qui Peut-être :

- A l'aide d'une clame (plaque).
- A l'aide de coin.
- A l'aide d'une clavette.

..... [32]

**2.2.5. Crochet :**

Le crochet est un organe de travail de n'importe quel appareil de levage. On peut assurer le levage de charge directement à l'aide des crochets, mais dans la majorité des cas on suspend divers dispositifs de levage au crochet comme par exemple :

- Elingue.
- Benne preneuse.

On distingue deux types de crochets :

- A simple corne.
- A double corne.

**A simple corne :**



**Figure 1.15:**Crochet a simple corne..... [33]

**A double corne :**



**Figure 1.16 :** Crochet double corne..... [34]

### 2.2.5.1. Chape de suspension de palan :

La liaison du crochet avec la poulie de suspension se fait à l'aide d'une chape.

- On distingue deux types de chapes :

- Chape courte.
- Chape longue.

..... [35]

### 2.2.6. Les moteurs :

#### 2.2.6.1. Moteurs de translation :

Il y a 2 moteurs électriques pour la translation de semi portique, sur un rail, un en haut et un en bas comme les 2 figures suivantes :



a) Moteur de translation en bas..... [36] b) moteur de translation en haut..... [37]

**Figure 1.17** :Les moteurs de translation de semi-portique

2.2.6.2. Construction et vue éclatée :

a. Vue :

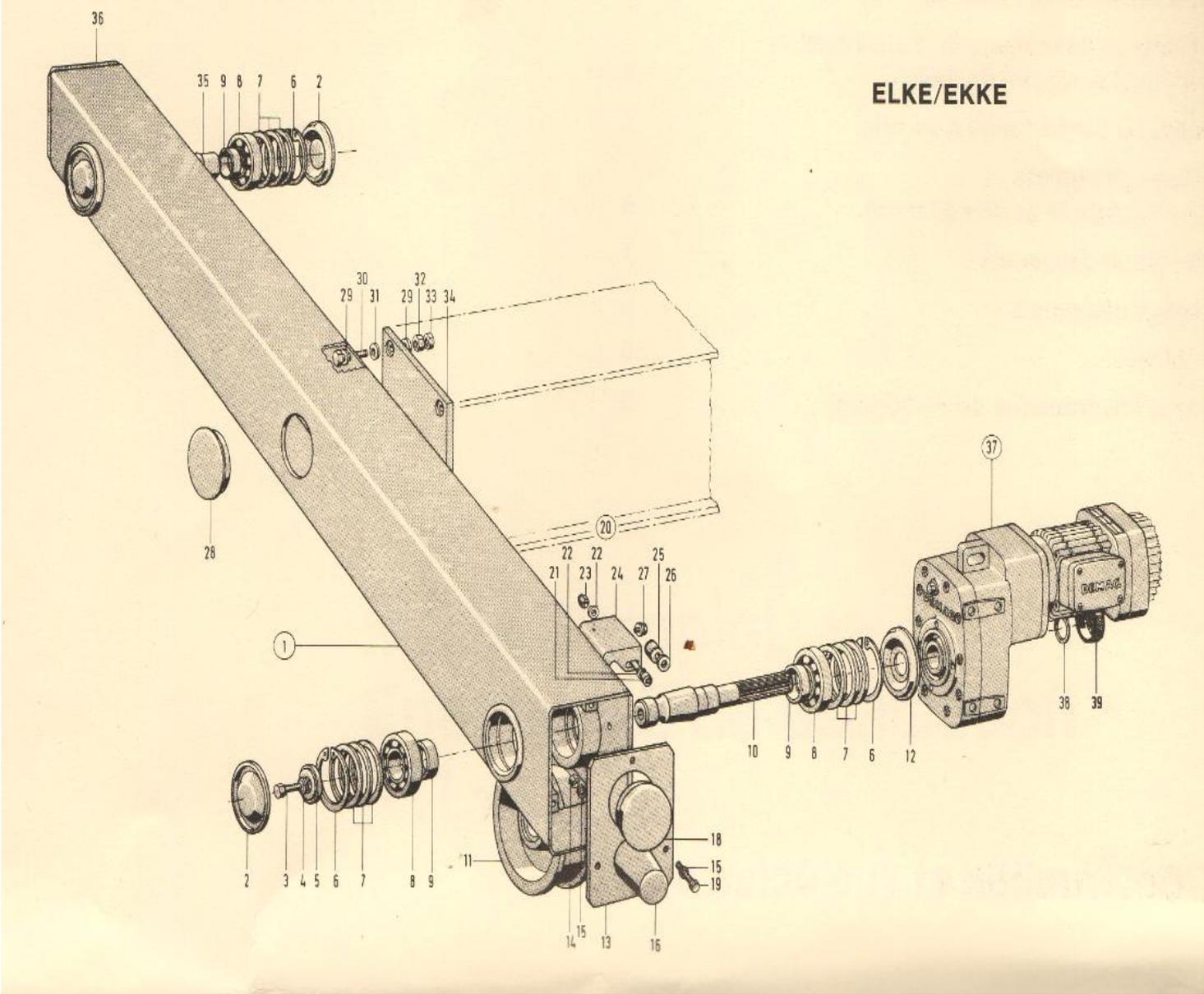


Figure 1.18 : La translation du semi portique (pont mono poutre)..... [38]

## **b.Construction :**

**Les sommiers (1)** sont réalisés en construction soudée et cloisonnée résistant aux efforts de flexion et de torsion, ils sont fermés à leurs extrémités par des **plaques boulonnées (13)**.

Ces plaques sont munies d'un **tampon en caoutchouc (16)** et pourvues d'un trou de visite du galet fermé par un **couvercle (18)**.

**La liaison galet (11) – axe (10)** est réalisé par emmanchement conique. Les axes sont supportés par des paliers à roulement graissés à vie et protégés par des **couvercles de fermeture (2)**.

Les faces prévues pour l'assemblage **des sommiers (1)** sont fixées aux **plaques d'assemblage (34)** de la poutre de pont à l'aide de boulons traités à haute résistance. Les trous d'accès nécessaires à l'introduction des boulons sont protégés par des **couvercles de fermeture (28)**. Le moteur-frein a rotor coulissant forme, avec le réducteur à arbre creux, le **motoréducteur (37)**. Cet ensemble est monté sur l'axe d'entraînement et relié aux **sommiers (1)** par l'intermédiaire d'un **bras de réaction (24)**.

- 1- sommiers(pont mono poutre). 21- Boulon a six pans creux.
- 2- Couvercle de fermeture.22- Rondelle.
- 3- Vis à six pans.23- Ecrou a six pans.
- 4- Rondelle Belleville.24- Bras de réaction.
- 5- Disque de serrage.25- Douille élastique.
- 6- Circlips.26- Rondelle.
- 7- Rondelle de réglage.27- Vis de blocage.
- 8- Roulement à billes.28- Couvercle de fermeture.
- 9- Bague entretoise.29- Rondelle traitée à haute résistance.
- 10- Axe du galet (galet moteur).30- Boulon a six pans traités à haute résistance.
- 11- Galet.31- Rondelle d'appui.
- 12- Couvercle d'étanchéité.32- Ecrou a six pans.
- 13- Plaque porte-tampon.33- Ecrou-frein pal
- 14- Ecrou a six pans.34- Plaque d'assemblage.
- 15- Rondelle grower.35- Axe du galet (galet non moteur).
- 16- Tampon en caoutchouc. 36- Plaque porte-tampon.
- 17- 37- Motoréducteur complet.
- 18- Couvercle de fermeture.38-Circlips.
- 19- Vis à six pans. 39- Capot de protection.

### 2.2.6.3. Moteur de levage :

Il y a un seul moteur électrique de levage, Il est responsable de soulever et déposer le crochet (l'acharge).



Figure 1.19: Moteur de levage..... [40]

### 2.2.6.4. Moteur de direction :

Un seul moteur aussi qu'il est responsable de translater (à droite ou à gauche) le tambour sur la portée de semi-portique.



Figure 1.20 : Moteur de direction du tambour..... [41]

### 2.2.7. Réducteur :

Le couple moteur est transmis au réducteur par l'intermédiaire d'un accouplement flexible dans le sens radial et axial.

Les sollicitations maximales survenant lors des enclenchements et des déclenchements sont amorties. Le carter fermé renferme tous les trains d'engrenage qui sont trempés, supportés par des roulements et qui tournent dans un bain d'huile.

..... [42]



**Figure 1.21 :** Réducteur du moteur électrique..... [43]

### 2.2.8. Freins :

Les freins servent à maintenir la charge à n'importe quel point, à régler la vitesse du mécanisme correspondant.

Le fonctionnement de n'importe quel type de frein est basé sur l'utilisation de la force de frottement entre les parties mobiles et fixes de celui-ci.

Pour obtenir une grande force de frottement il faut utiliser des matériaux spéciaux pour les parties en contact. Ces matériaux s'appellent les matériaux de friction, qui peuvent être en :

- Tissu en amiante,
- Matière plastique moulée  $\mu=0.45$  (coefficient de frottement),
- Acier,
- Bois,
- Fibre de verre.
- La garniture est une couche rapportée du matériau, de friction fixée sur les sabots, les disques et bandes.

Le coefficient de frottement varie :  $0.15 \leq \mu \leq 0.35$  à  $0.4$ .

On distingue les freins des types suivants :

- A disque.
- A bande.
- sabot (mâchoire).

..... [44]



**a) Frein a disc**



**b) Frein à bande**



**c) Frein mâchoire**

**Figure 1.22 : Types des freins..... [45]**



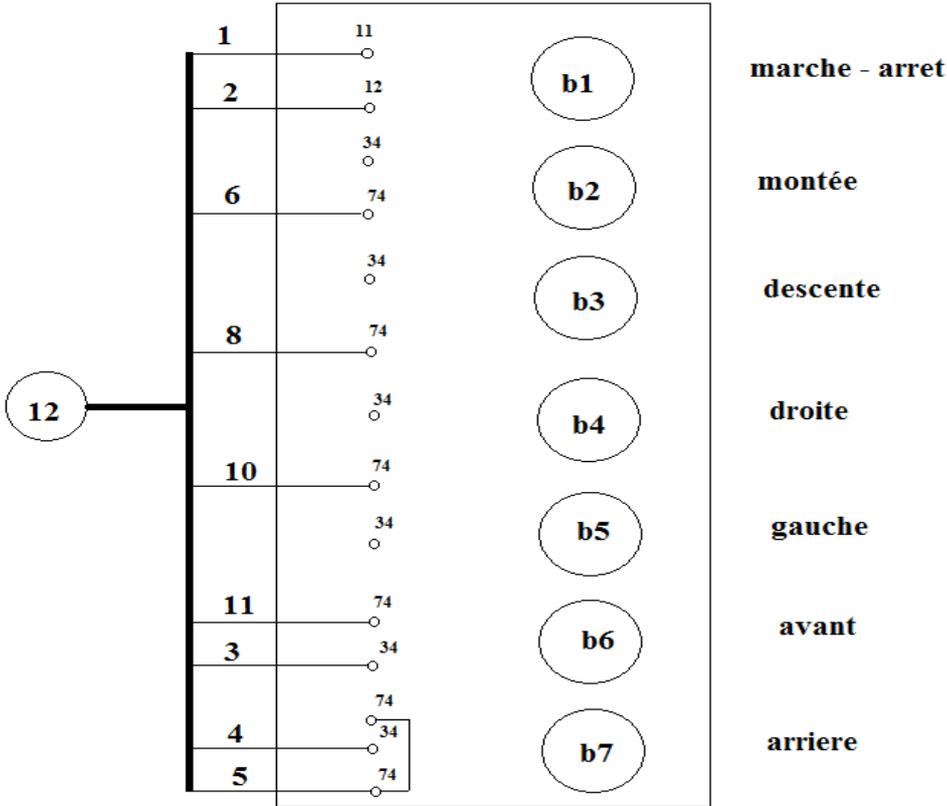
Figure 1.23 :Electrofrein..... [46]

### 2.2.9. Boite à boutons de commande :



Figure 1.24 : Boite à commande..... [47]

**2.2.9.1. Schéma électrique :**



**Figure 1.25 :** Schéma électrique de la boîte à commande..... [48]

# **CHAPITRE 2 : CALCUL DU PALAN ELECTRIQUE**

## CHAPITRE 2 : CALCUL DU PALAN ELECTRIQUE

Le but de mon projet n'est pas de concevoir constructivement le palan mais de seulement vérifier les choix opérés.

Donnés de départ :

Le palan utilisé pour le levage et le transport des wagons possède les spécifications suivantes :

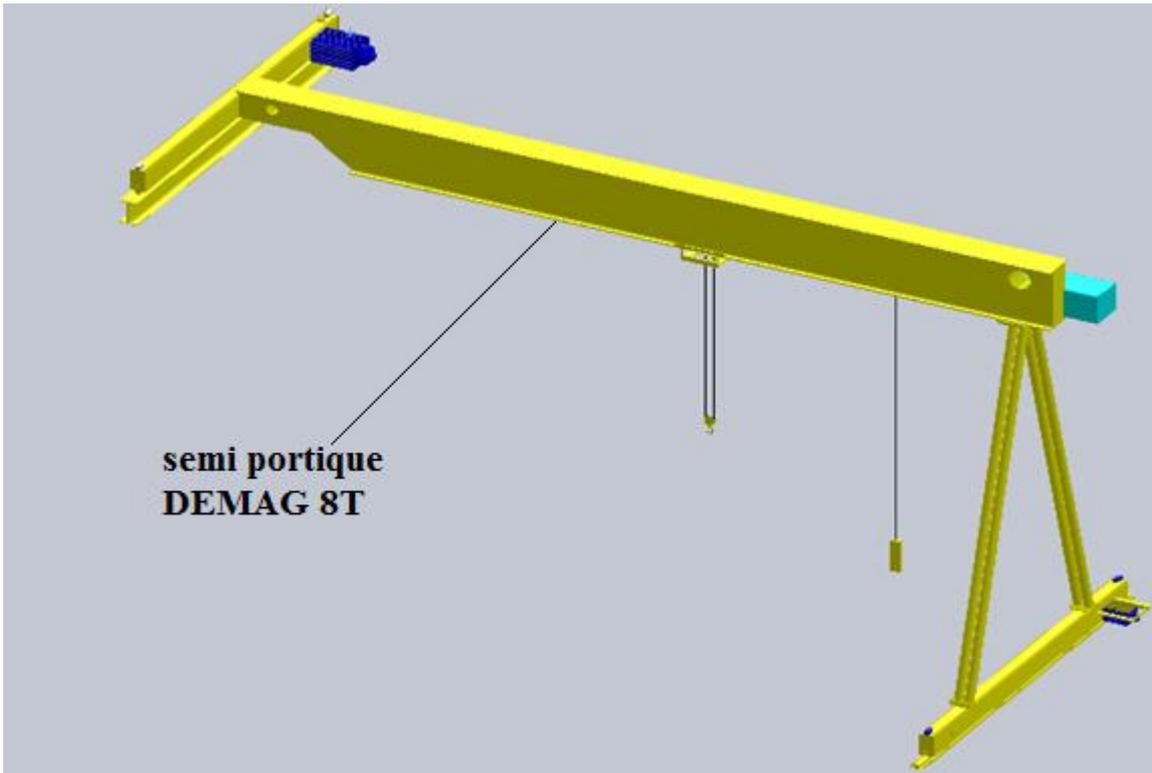
- Force de levage : 8 Tonnes.
- Vitesse de levage : 5 m / min.
- Vitesse de direction : 20 m/ min.
- La puissance de moteur de levage : 8 KW.
- La puissance de moteur de direction 1 KW.

## **1. Description du palan :**

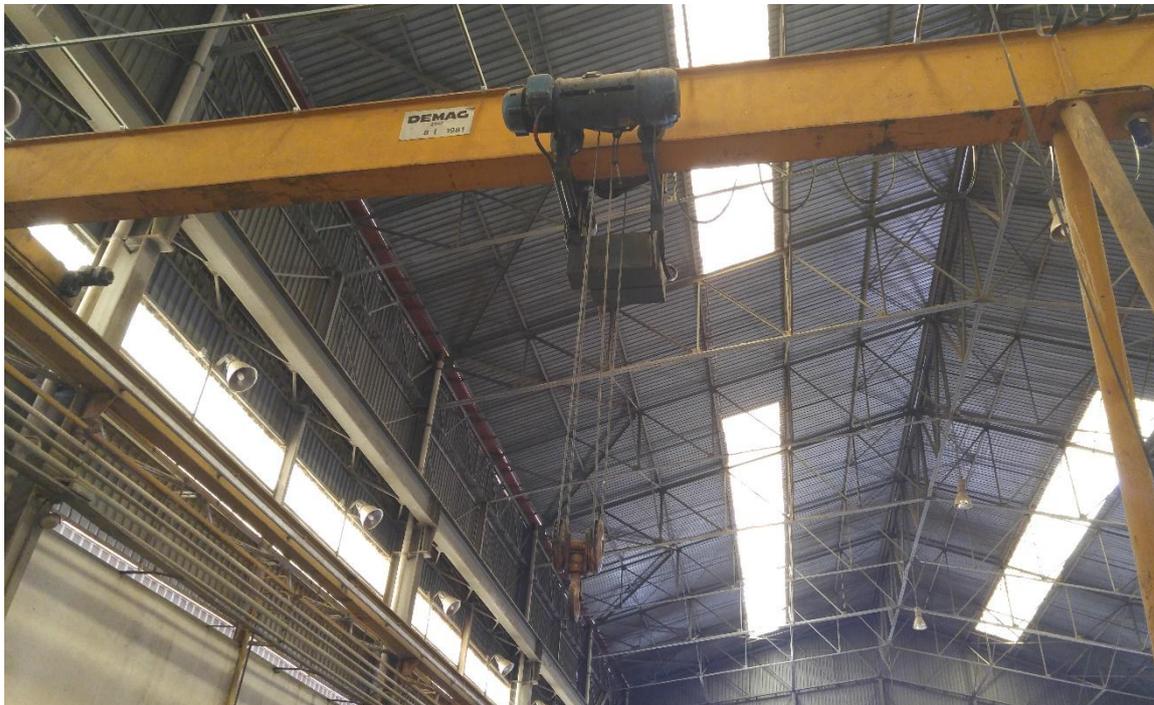
Le présent palan est installé au niveau de l'atelier B9 au FERROVIAL, il est destiné à transporter les wagons, les citernes, et les différentes pièces qui correspondent le wagonnage en générale.

Le palan est constitué de :

- Deux moteurs électriques (un moteur de levage et un moteur de direction)
- Deux réducteurs à engrenage hélicoïdales
- Un tambour sur lequel s'enroule le câble
- Deux freins électromagnétiques
- Un appareillage de commande
  - Il effectue le levage, la descente, et la direction au moyen de la boîte à boutons comme indiqué sur la figure 2.18 de chapitre 2.
  - Le palan ne fonctionne que pendant l'interrupteur est actionné.
  - En repos le palan est dans l'état de freinage, le frein joue le rôle d'un organe de Sécurité.
  - Pour donner l'alarme au début du fonctionnement du palan on peut actionner l'interrupteur de klaxon.



a) semi-portique..... [49]



b) palan électrique..... [50]

Figure 2.1 : Palan et semi-portique

## 2. Mécanisme de levage :

Mécanisme de levage servent au déplacement du poids dans le plan vertical.

- Les éléments du mécanisme de levage sont : le moteur électrique, réducteur a engrenage, frein électromagnétique, tambour et moufle

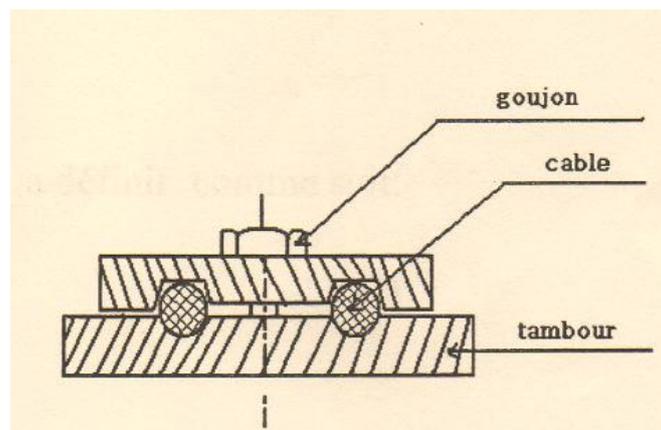
Dispositif de levage :

### A. le crochet :

C'est un dispositif de levage essentiel pour la manutention (la figure 2.9, 2.10 du chapitre 2).

### B. Tambour :

Pendant la montée d'une charge, le câble s'enroule sur le tambour, l'une des extrémités du câble est fixée sur le tambour à l'aide du dispositif comme indiqué sur la figure 3.2



**Figure 2.2 :** Dispositif de serrage..... [51]

Il existe deux types de tambour :

- Les tambours lisses
- Les tambours avec gorges

### B.1. Tambour avec gorges :

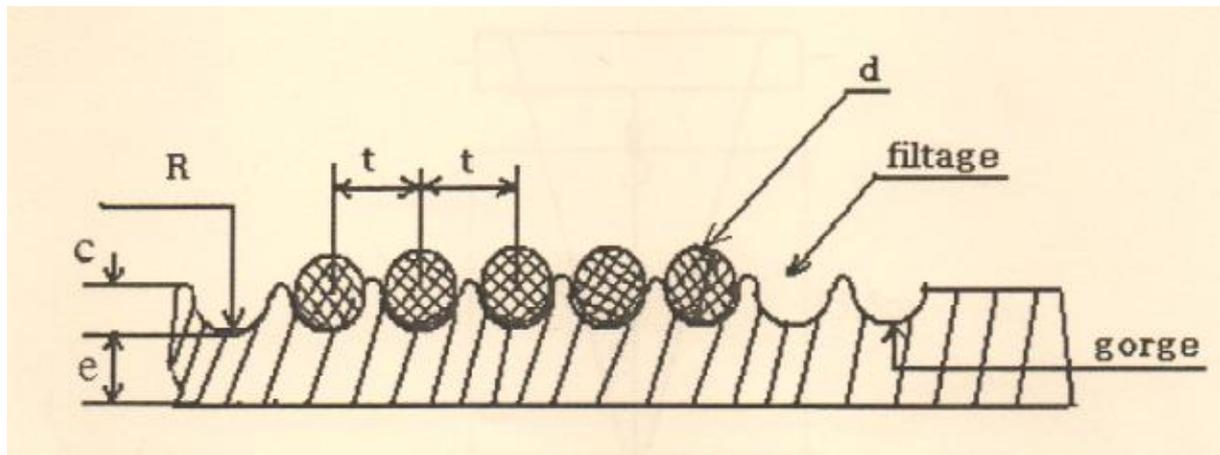


Figure 2.3 : Tambour avec gorges..... [52]

Le tambour est rainuré pour permettre un bon enroulement de câble du levage sur une seule couche. Il est muni d'un dispositif guide câble qui assure cet enroulement et empêche le foisonnement de ce câble quand la charge n'est plus suspendue au crochet. Ce dispositif est donc essentiel pour la sécurité des usagers et la bonne utilisation du palan. Il peut être déformé ou même gravement endommagé par des tractions oblique intempestives et doit donc faire l'objet de contrôle périodique fréquent par le service de l'utilisateur.

- **Calcul de la profondeur des rainures :**

(p) varie de  $(0,2 \text{ à } 0,4) * (d)$

Ou « d » est le diamètre de câble.

$$P = 0,2 * d$$

$$P = 0,2 * 13$$

$$P = 2,6 \text{ mm}$$

- **Calcul de la valeur de pas (t) :**

On peut la définir comme suit :

$$t = d + (1 / 3)$$

$$t = 13 + 0,33$$

$$t = 13,33$$

- **Calcul de l'inclinaison des rainures :**

t : le pas = 13,33

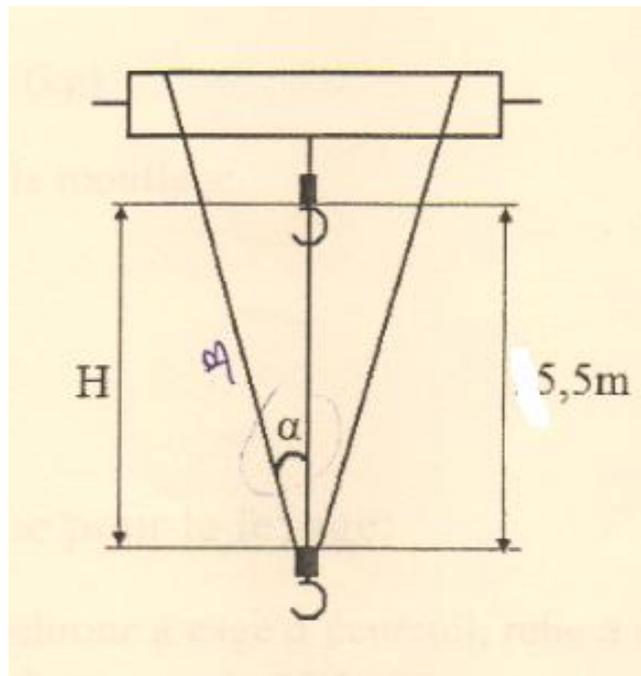
D : le diamètre du tambour  $D = 320$  mm

t      13,33      13,33

$$\tan \alpha = \frac{t}{\pi * D} = \frac{13,33}{3,14 * 320} = \frac{13,33}{1004,8} = 0,013 ; \alpha = 0,01.$$



$\pi * D$       3,14 \* 320      1004,8



**Figure 2.4 :** Angle d'inclinaison des rainures..... [53]

- **Calcul du déplacement du câble :**

pour  $h = 5.5$  m (niveau bas)

hh 5,5

$$\cos \alpha = \frac{h}{B} ; B = \frac{h}{\cos \alpha} = \frac{5,5}{\cos 0,01} = 5,5 \text{ m.}$$

B       $\cos \alpha$

B : longueur du câble utilise pour la première hauteur (5.5 m)

Nous avons obtenu 5,5 m

**Donc :** l'angle de la rainure du tambour est négligeable ( $\alpha \approx 0$ ).

### C.Mouflage :

C'est un système de poulies fixes et mobile autour des quelles s'enroule le câble. Le mouflage sert pour diviser le poids de la charge par le nombre de brins.

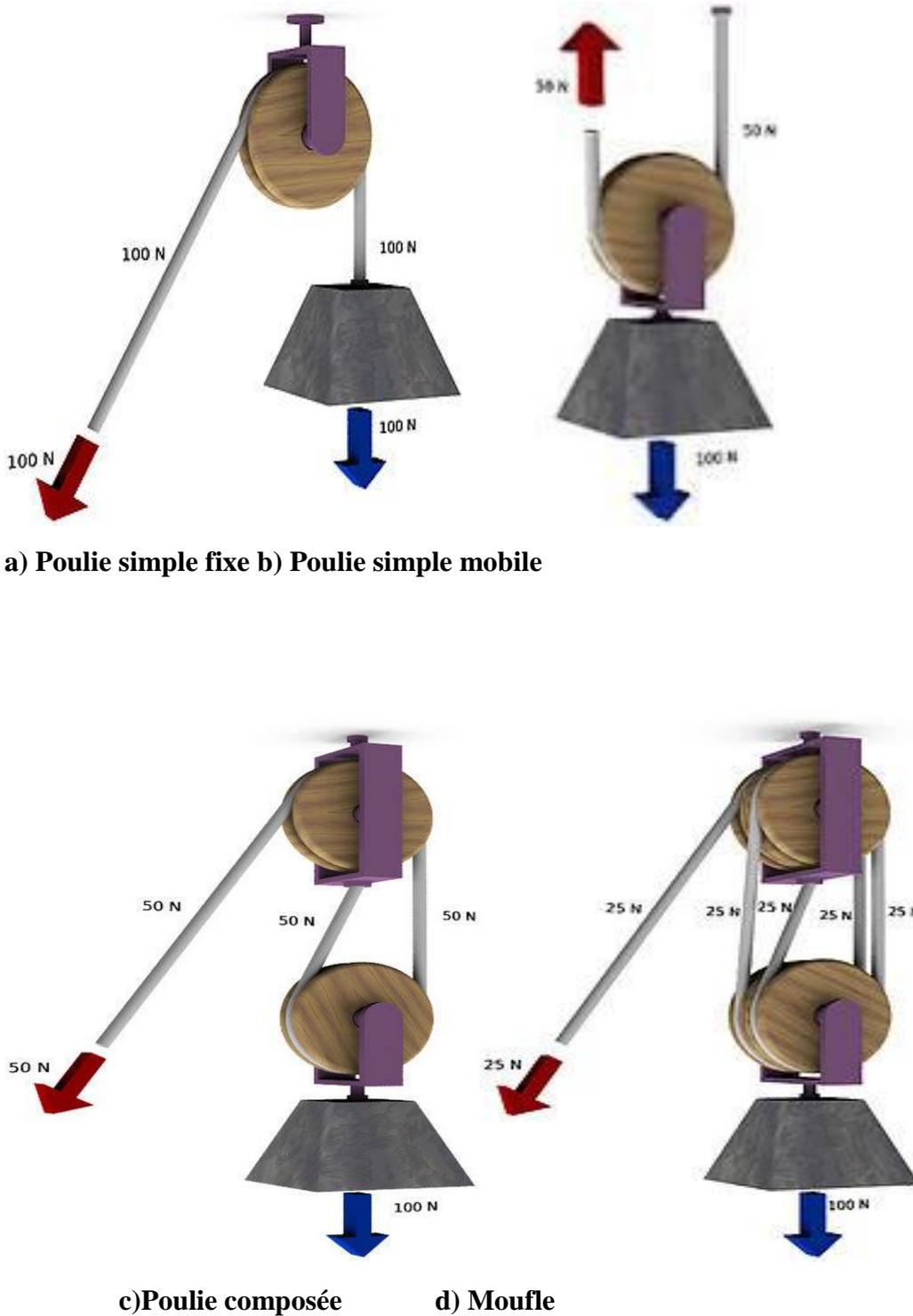


Figure 2.5 :Mouflage..... [54]

Q

$$S_0 = \frac{Q}{I}$$

I

Q : Poids de la charge (kg) ;  $Q = 8000 \text{ kg}$

$S_0$  : Poids élève après le mouflage.

I : Nombre de brins ;  $I = 4$

$$S_0 = \frac{8000}{4} = 2000$$

**$S_0 = 2000 \text{ kg.}$**

### 3. Choix du moteur de levage du poids :

- La charge maximum à soulever est de 8 tonnes.

$$Q_{\text{max}} = 8000 \text{ kg}$$

En supposant le rendement du moufle  $\eta = 1$

La tension du câble est donnée par :

$$N_{1\text{MAX}} = \frac{Q_{\text{max}} * g}{4} = \frac{8000 * 9,81}{4} = \frac{78480}{4} = \dots$$

**$N_{1\text{MAX}} = 19620 \text{ N}$**  .....II.3.1

Pour avoir une vitesse de levage  $V_L = 5 \text{ m/min}$ , la vitesse du câble est donc :

$$V_C = 2 * V_L$$

$$V_C = 2 * 5$$

$$V_C = 10 \text{ m/min}$$

- La fréquence de rotation du tambour est déterminée comme suit :

$$n_t = \frac{V_c}{\pi * D_t} = \frac{10}{3,14 * 0,32} = \frac{10}{1,0048} = 9,95 \approx 10$$

$$n_t = 10 \text{ tr/min}$$

$D_t$  : Le diamètre du tambour  $D_t = 320$ .

- La puissance maximum exigée sur le tambour est :

$$P_{t \max} = C_{t \max} * W_t$$

$C_{t \max}$  : Couple maximum sur le tambour (N.m)

$W_t$  : Vitesse angulaire du tambour (rd / s)

$D_t$

$$C_{t \max} = (2) * (N_{\max}) * \left( \frac{D_t}{2} \right)$$

$$\pi * n_t$$

$$W_t = \frac{\pi * n_t}{60}$$

$$P_{t \max} = \frac{N_{1 \max} * D_t * \pi * n_t}{30} = \frac{19620 * 0,32 * 3,14 * 10}{30} = \frac{197141,76}{30}$$

$$P_{t \max} = 6571,392 \text{ W}$$

$$P_{t \max} = 6.57 \text{ KW} \approx 6,6 \text{ KW}$$

- La puissance sur le moteur avec le rendement de la réduction  $\eta = 0.85$

$$P_{t \max} 6,6$$

$$P_m = \frac{P_{t \max}}{\eta} = \frac{6,6}{0,85} = 7,76 \text{ KW}$$

$$P_{m \text{ cal}} = 7,76 \text{ KW}$$

- LE MOTEUR DU PALAN EST BIEN CHOISI.

Car:

$$P_{m \text{ ch}} = 8 \text{ KW} > P_{m \text{ cal}} = 7,76 \text{ KW}$$

$P_{m \text{ ch}}$ : Puissance du moteur choisi.

$P_{m \text{ cal}}$  : Puissance du moteur calculé.

#### 4. Calcul du rapport de réduction « i » :

$n_t$  10

$$i = \frac{n_t}{n_m} = \frac{10}{940} = 0,010$$

$n_m$  940

$i = 0,010$

i : Rapport de réduction

$n_t$  : La fréquence de rotation du tambour  $n_t = 10 \text{ tr / min}$

$n_m$  : Fréquence de rotation du moteur de levage  $n_m = 940 \text{ tr / min}$

- **Caractéristique du moteur de levage :**

$$P = 8 \text{ KW}$$

$$n_m = 940 \text{ tr / min}$$

$$i = 0,010$$

#### 5. Choix du câble:

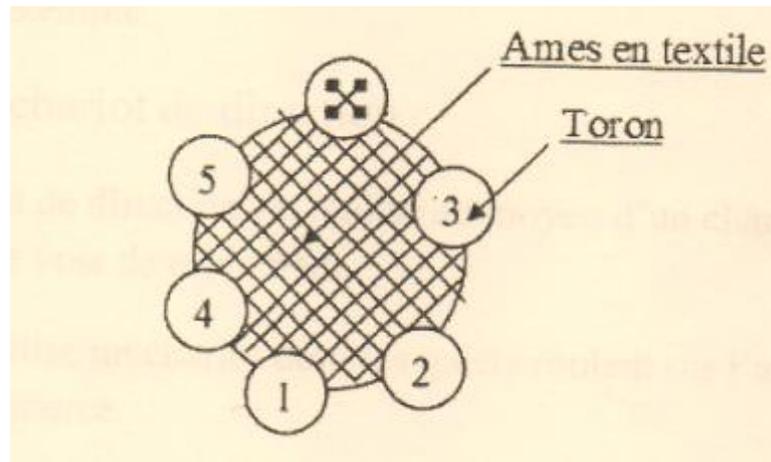
Les câbles et les chaînes ont une large application dans les appareils de levage. Les câbles peuvent être utilisés dans presque tous les appareils de levage ou il faut appliquer la suspension à poulies et où une seule charge est suspendue.

Les câbles pour les appareils de levage sont normalisés. Ils sont en acier, les plus utilisés comprennent 6 torons de 7, 19, 37, 48, ou 61 fils de 0.4 à 2.2 mm de diamètre avec âme centrale en textile ou métallique.

Les câbles qui s'appliquent pour les appareils de levage sont les câbles à double câblage. D'abord les fils s'enroulent autour du fil central, ensuite les torons s'enroulent autour de l'âme.

Ils sont le plus souvent à câblage croisé : l'hélice de torons et l'hélice des fils de chaque toron étant l'une à droite, l'autre à gauche, ou inversement.

Dans le câblage Lang (ou câblage parallèle), les deux hélices sont le même sens.



**Figure 2.6 :** Structure de câble..... [55]

Dans la formule II.3.1 nous avons déterminé que l'effort maximal du câble  $N_{1max}$  était de :  
1962 daN

En considérant que le rendement de mouflage  $\eta_m = 0,86$

Alors il faut considérer un effort maximal  $N_{1max} = \frac{1962}{0,86} = 2281,39$

$$N_{1max} = 2281.39 \text{ daN}$$

La vérification de la résistance du câble est faite conformément à la formule :

$$N_{max} = N_{1max} * K \leq [N]_R$$

Où K : Le coefficient de sécurité.

K = 6 pour les appareils de levage à commandé mécanique.

$[N]_R$  : La tension de rupture du câble.

D'après recommandation et pour un câble de 13 mm comme celui utilisé dans l'atelier B9 a FERROVIALE.

$$[N]_R = 20000 \text{ daN}$$

Alors :

$$N_{\max} = N_{1 \max} * K \leq [N]_R$$

$$N_{\max} = 2281,39 * 6 \leq [N]_R$$

$$N_{\max} = 13688,34 \leq 20000 \text{ daN}$$

- LA CONDITION DE RESISTANCE DU CABLE EST VERIFIEE, LE  
DIAMETRE DU CABLE EST BIEN CHOISI.

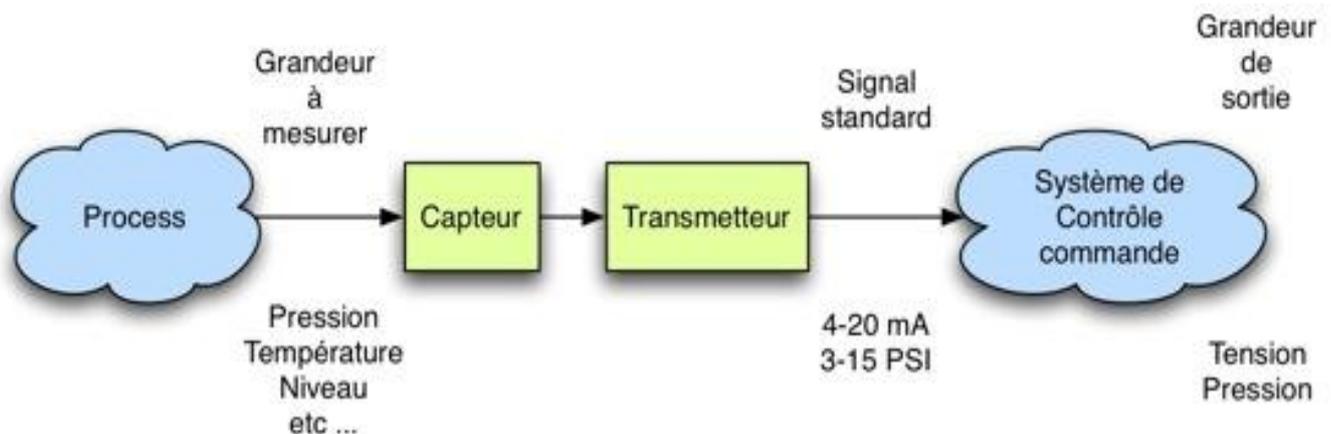
## **CHAPITRE 3 : LES CAPTEURS**

## CHAPITRE 3 : LES CAPTEURS

### 1. Définition :

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle.

Les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande. Une information est une grandeur abstraite qui précise un événement particulier parmi un ensemble d'événement possible. Pour pouvoir être traitée, cette information sera portée par un support physique (énergie), on parlera alors de signal. Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique.



**Figure 3.1** : Capteur et transmetteur..... [56]

Dans les systèmes automatisés séquentiels la partie commande traite des variables logiques ou numériques. L'information délivrée par un capteur pourra être :

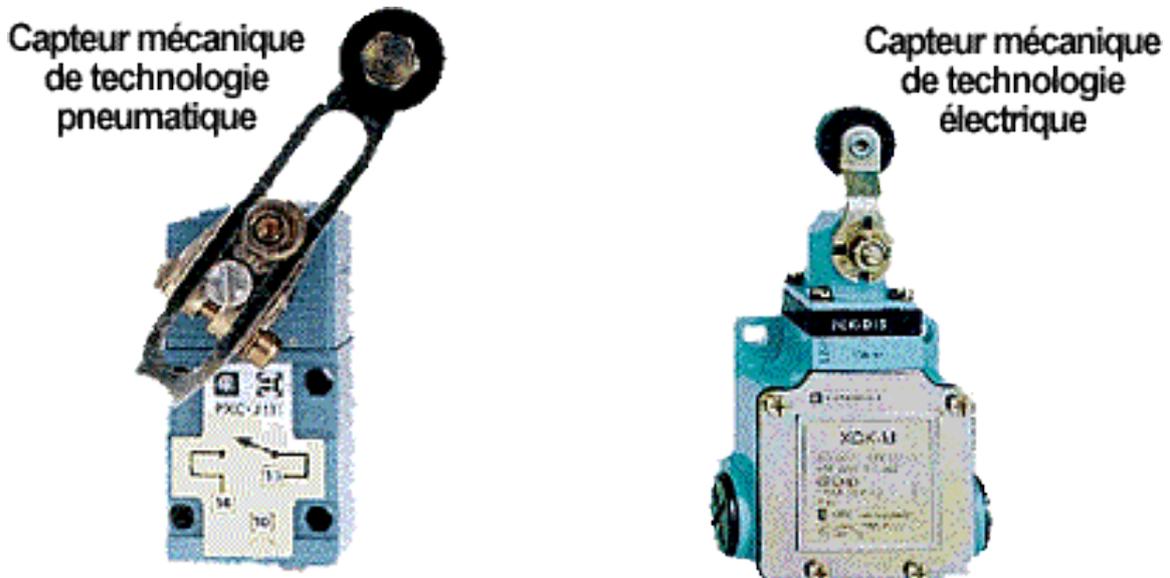
- Logique (2 états).
- Numérique (valeur discrète)
- Analogique (dans ce cas il faudra adjoindre à la partie commande un module de conversion analogique numérique).

On peut caractériser les capteurs selon deux critères :

- **En fonction de la grandeur mesurée** : on parle alors de capteur de position, de température, de vitesse, de force, de pression ...etc.
- **En fonction du caractère de l'information délivrée** : on parle alors de capteurs logiques appelés aussi capteurs tout ou rien (TOR), de capteurs analogiques ou numériques.

On peut alors classer les capteurs en deux catégories, les capteurs à contact qui nécessitent un contact direct avec l'objet à détecter et les capteurs de proximité. Chaque catégorie peut être subdivisée en trois catégories des capteurs :

- Les capteurs mécaniques.
- Les capteurs électriques.
- Les capteurs pneumatiques.



**Figure 3.2** : Capteur mécanique électrique et mécanique pneumatique

## 1.1. Principales caractéristiques des capteurs :

**L'étendue de la mesure :** C'est la différence entre le plus petit signal détecté et la plus grande perceptible sans risque de destruction pour le capteur.

**La sensibilité :** C'est la plus petite variation d'une grandeur physique que peut détecter un capteur.

**La rapidité :** C'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information prise en compte par la partie commande.

**La précision :** C'est la capacité de répétitivité d'une information position, d'une vitesse, ... [58]

## 1.2. Classification :

Les capteurs ont plusieurs modes de classification :

- **Capteur passifs :** Ils ont besoin dans la plupart des cas d'apport d'énergie extérieure pour fonctionner (exemple : thermistance, photorésistance, potentiomètre, jauge d'extensomètre appelée aussi jauge de contrainte... Ce sont des capteurs modélisables par une impédance. Une variation du phénomène physique étudié (mesuré) engendre une variation de l'impédance. Il faut leur appliquer une tension pour obtenir un signal de sortie.
- **Capteur actifs :** Ils sont constitués de transducteur qui généralement n'a pas besoin d'alimentation (exemple : thermocouple, photodiode, capteur piézoélectrique...). Ce sont des capteurs que l'on modélise par des générateurs. Ainsi ils génèrent soit un courant, soit une tension, soit une charge électrique en fonction de l'intensité du phénomène physique mesuré. .... [59]

### 1.3. Type de sortie :

Les capteurs et leur conditionneur peuvent aussi faire l'objet d'une classification par type de sortie.

- **Capteurs analogiques :** La sortie est une grandeur physique dont la valeur est proportionnelle à la grandeur physique mesurée par le capteur. La sortie peut prendre une infinité de valeurs continues. Le signal des capteurs analogiques peuvent être du type :
  - Sortie tension, Sortie courant.
  - Règle graduée, cardan, jauge (avec une aiguille ou un fluide).
  
- **Capteurs numériques :** La sortie est une séquence d'états logique qui, en se suivant, forment un nombre. La sortie peut prendre une infinité de valeurs discrètes. Le signal des capteurs numériques peuvent être du type :
  - Train d'impulsions, avec un nombre précis d'impulsions ou avec une fréquence Précise.
  - Code numérique binaire.
  
- **Capteurs logiques :** Ou capteurs TOR. La sortie est un état logique que l'on note 1 ou 0. La sortie peut prendre deux de valeurs, évidemment discrètes. Le signal des capteurs logiques peuvent être du type :
  - Courant présent / absent dans un circuit
  - Potentiel, souvent 5V / 0V
  - DEL allumée / éteinte
  - Signal pneumatique (pression normale / forte pression). ..... [60]

## **1.4. Principes physiques courants exploités par les capteurs :**

- Variation de capacité.
- Variation d inductance.
- Variation de résistance.
- Effet photoélectrique.
- Dilatation, déformation.
- Piézo-électricité.
- Principe de la corde vibrante.

..... [61]

## **2. Détecteur de position :**

### **2.1. Introduction :**

Un détecteur de position est un élément de mesure ayant un contact avec l'objet dont on doit vérifier s'il occupe une position donnée. Une seule technologie est utilisée, ce sont les interrupteurs de fin de course. Un détecteur de proximité est un élément de mesure détectant si un objet est présent à proximité sans avoir de contact avec l'objet. La détection s'opère par des effets physiques que l'objet peut produire sur le détecteur, sans contact. Il existe 4 technologies :

- Détecteur de proximité inductif : l'objet est détecté par ses effets sur un champ magnétique émis par le détecteur.
- Détecteur de proximité capacitif : l'objet est détecté par ses effets sur un champ électrique émis par le détecteur.
- Détecteur de proximité photo électrique : l'objet est détecté par ses effets sur un faisceau de rayonnement optique.
- Détecteur de proximité ultrasonique : l'objet est détecté par ses effets sur une onde ultrasonique émise par le détecteur.

Ces quatre technologies doivent être envisagées dans l'ordre dans lequel elles ont été énumérées. Ainsi, il faut en premier lieu envisager l'utilisation d'un détecteur de proximité inductif. Si l'objet à détecter est non-métallique ou trop loin, il faut utiliser une autre technologie. En second lieu, il faut envisager l'utilisation d'un détecteur capacitif. Si l'objet est trop loin, ou n'a pas assez d'effet sur un champ électrique, il faut passer à la technologie suivante. Celle-ci sera la technologie optique pour la détection. Si l'environnement ou l'objet fait en sorte que cette technologie ne fonctionne pas, il reste le dernier et ultime choix, la détection de proximité ultrasonique. Et, si même cette technologie ne fonctionne pas, il faut se demander s'il est absolument nécessaire de faire la détection sans contact.

L'utilisation d'un détecteur de proximité s'avère une bien meilleure solution dans les cas où la vitesse de l'objet à détecter est rapide. L'usage d'un interrupteur de fin de course dans ces cas est difficile, car l'impact de l'objet risque d'endommager l'interrupteur de fin de course (et l'objet lui-même). Dans les cas où l'objet à détecter est petit et/ou fragile, le détecteur de proximité s'avère la seule solution exploitable. La commutation d'un interrupteur de fin de course exige de la part de l'objet une force minimale qu'un objet de petite masse ne peut atteindre. De plus, le contact entre l'interrupteur de fin de course et un objet fragilise la surface de ce dernier. Les détecteurs de proximité possèdent des portées qui varient de l'ordre de 25 micromètres à un bout de l'échelle jusqu'à 200 mètres pour l'autre bout. Les signaux générés sont des signaux logiques tout ou rien.

Ces détecteurs n'ont aucune pièce mécanique mobile contrairement aux interrupteurs de fin de course. Ils sont utilisés dans une foule d'applications industrielles : contrôle de présence ou d'absence de pièces, contrôle de fin de course, détection de passage de pièces, positionnement de pièces, comptage de pièces, barrages de protection, etc...

..... [62]

## **2.2. Interrupteur de fin de course :**

Un détecteur de position (Figure 4.3) est un capteur mieux connu sous le nom d'interrupteur de fin de course. Puisque c'est un détecteur, par définition il fournit en sortie un signal logique évoluant entre deux états (tout ou rien). L'interrupteur de fin de course exige un contact avec l'objet à détecter. Ce contact a lieu au niveau de l'organe de commande.

Divers types d'organes de commande sont disponibles sur le marché (Figure 4.4), pour s'adapter aux divers objets que le détecteur doit pouvoir détecter. Ce choix est important,



**Figure 3.3 :** Interrupteurs de fin de course..... [63]

car un mauvais choix d'organe de commande peut entraîner des dommages sur l'objet à détecter et/ou l'interrupteur de fin de course. De l'organe de commande, un mécanisme mécanique transmet les déplacements de l'organe de commande vers l'élément de contact. Cet élément de contact est un contact sec (relais) commandé mécaniquement. Ce contact a une durée de vie limitée, car les cycles d'ouverture et fermeture du contact provoquent à long terme une fatigue mécanique. Selon les modèles, la durée de vie est variable, mais généralement c'est autour de 30 millions d'opérations (ou de cycles). Le type de contact peut prendre diverses formes au niveau électrique (voir tableau 1).

Le contact peut être à simple action ou à double action. Un contact à simple action ne fait qu'ouvrir ou fermer un circuit électrique alors qu'un contact double action fait une sélection entre deux circuits différents, ouvrant un circuit en fermant l'autre et vice versa.

Le contact peut être à simple ou à double rupture. Un contact à simple rupture ne comprend qu'un seul point du circuit qui s'ouvre. Un contact double rupture comprend deux points du circuit qui s'ouvrent, permettant un plus grand pouvoir de coupure. Le contact peut être unipolaire, bipolaire et même quadripolaire. Cela correspond simplement au nombre de

contacts qui sont actionnés lors de la commutation de l'interrupteur de fin de course. Une caractéristique importante des interrupteurs de fin de course, c'est le pouvoir de coupure des contacts.

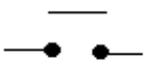
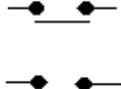
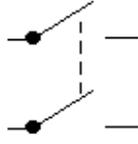
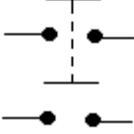
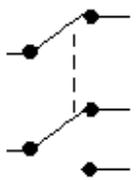
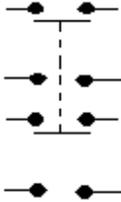


**Figure 3.4 :** Organes de commande..... [64)

Il s'exprime de deux façons. C'est la tension continue ou alternative maximale qui peut être coupée sans risque de claquage (varie de 1 à 380 volts, selon le relais utilisé). C'est aussi le courant maximal qui peut être coupé (variant de 1 milliampère à plusieurs ampères).

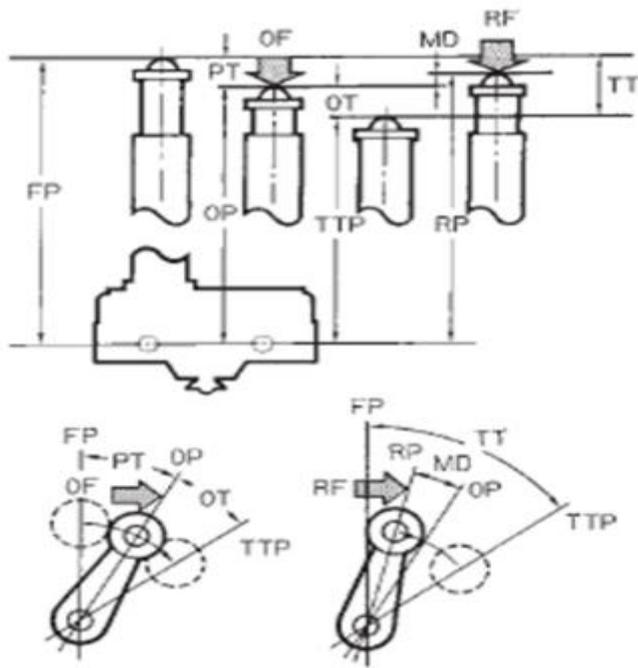
L'interrupteur de fin de course est utilisé pour détecter qu'un objet est à la ... fin de course d'un actionneur. On l'utilise comme sécurité pour s'assurer que certaines composantes de machines restent à l'intérieur de zones bien précises. Un interrupteur de fin de course étant un détecteur électromécanique, il faut s'assurer de placer les organes de commande à

l'intérieur certaines limites pour éviter les dommages à l'interrupteur (et a l'objet a détecter). En Figure 2.3 sont montres deux types d'organes de commande. En haut c'est l'organe de type poussoir et en bas c'est un levier. A sa position de repos, le poussoir est à sa pleine extension, qui est représenté par la distance FP (Figure 4.5). Lorsque le poussoir est enfoncé, la distance minimale est représentée par TTP. La différence entre FP et TTP est appelé la course totale (TT — total travel) et il faut s'assurer de ne jamais excéder cette course. Dans le cas du levier, a sa position de repos, il est en FP et il peut tourner d'un angle maximalreprésente par TT jusqu'à la position TTP qu'il ne faut jamais dépasser (Figure 4.5).

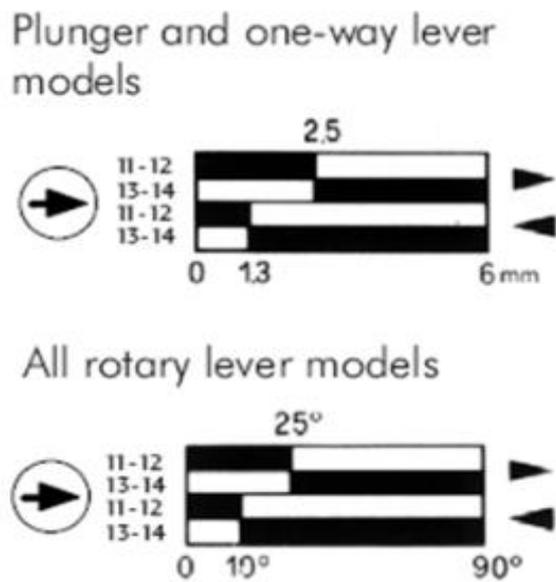
	Simple action		Double action	
	Simple rupture	Double rupture	Simple rupture	Double rupture
unipolaire				
bipolaire				

**Tableau 1** : Types de contact d'un interrupteur de fin de course..... [65]

Pour éviter les commutations intempestives qui pourraient réduire la durée de vie du relais, les commutations ouvert-ferme (représentées par OP) et ferme-ouvert (représentée par RP) ne se produisent pas au même endroit (Figure 4.5). Par exemple, dans le cas du levier, lorsque l'objet à détecter entre en contact avec celui-ci, il faut le tourner d'un angle supérieur à  $PT$  pour que le contact électrique se ferme. Puis, lorsque l'objet s'éloigne, le levier retourne à sa position de repos (grâce à un ressort de rappel dans le relais) et lorsque l'angle du levier est inférieur à  $RP$ , le contact s'ouvre. L'angle  $MD$  représente l'angle de décalage entre l'ouverture et la fermeture du relais. Le même principe s'applique au poussoir. La Figure 4.6 montre un exemple graphique des points de commutation de relais ayant un organe de commande de type poussoir et un autre ayant un organe de commande de type levier. Les deux relais ont deux contacts, l'un normalement ouvert (11-12) et l'autre normalement fermé (13-14). Lorsque que l'objet à détecter s'approche et entre en contact avec le relais à poussoir il doit enfoncer le poussoir de plus de 2.5 mm pour avoir une commutation indiquant la détection de l'objet (Figure 4.6). En s'éloignant, l'objet doit permettre au poussoir d'être enfoncé de moins de 1.3 mm pour que le relais commute et indique le non-détection, La course totale du relais est de 6 MM. De même, pour le relais à levier, l'objet est détecté lorsque le levier tourne de  $25^\circ$  et n'est plus détecté lorsque l'angle retombe sous les  $10^\circ$ , la Course mécanique totale du levier étant de  $90^\circ$ .



**Figure 3.5 :** Limites mécaniques et points de commutation des organes de commande



**Figure 3.6 :** Points de commutation des relais..... [67]

## 2.3.DETECTEURDEPROXIMITEPHOTO ELECTRIQUE

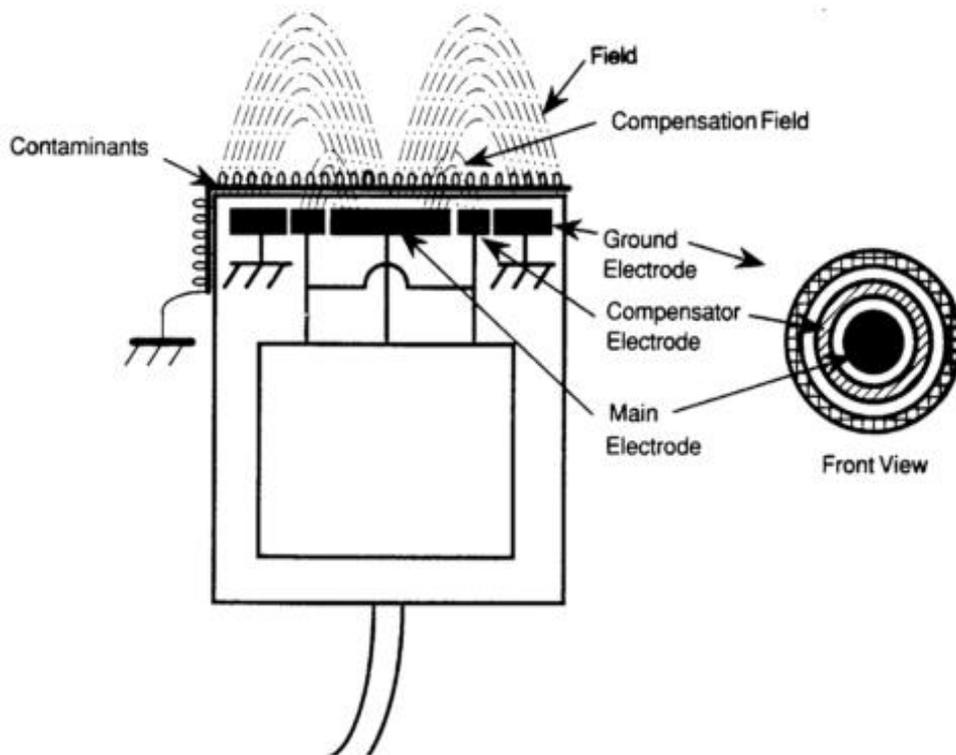


Figure3.7 :Champdecompensation..... [68]

### Bilan et résumé :

Le détecteur de proximité capacitif détecte tous les matériaux. Ces capteurs peuvent être très sensibles pour détecter une cible. Toutefois, ils sont aussi sensibles aux variations de l'environnement, les variations de température et d'humidité. Ces deux paramètres changent sensiblement la constante diélectrique. La portée de ces capteurs est de l'ordre de quelquescentimètres.

### 2.3. Détecteur de proximitéphotoélectrique :

Les détecteurs de proximitéphoto électriques (Figure 4.8) permettent la détection d'une cible qui affecte la trajectoire d'un faisceau lumineux. Un détecteur de proximité photoélectrique exige un émetteur et un récepteur rayonnement lumineux. L'émetteur assure d'avoir un signal lumineux que le récepteur pourra distinguer de l'ensemble des signaux lumineux (éclairage, soleil, ...) qu'il reçoit. L'émetteur (Figure 4.9) comprend un oscillateur dont le but est d'envoyer un train d'onde carréeà la diode électroluminescente (DEL). La

DELémet un signal lumineux oscillant dont la fréquence est de quelques kilohertz. C'est grâceà cette fréquence particulière que le récepteur (Figure 4.10) sera en mesure de distinguer ce signal lumineux dans l'ensemble du rayonnement lumineux reçu par le récepteur.



Figure 3.8:Détecteur de proximité photoélectrique..... [69]

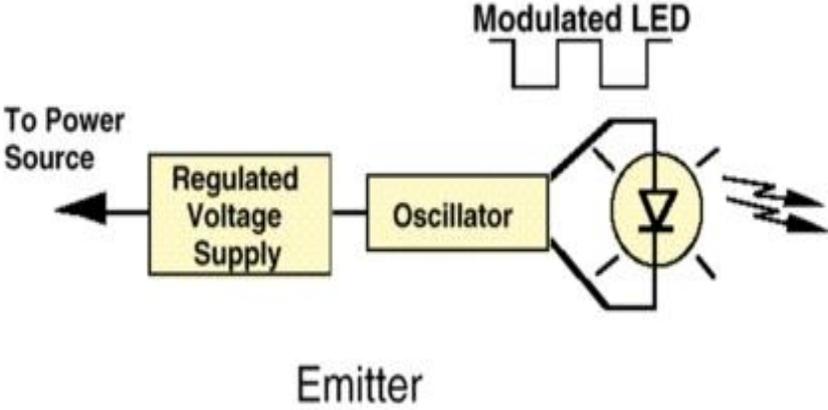


Figure 3.9 :Circuitdel'émetteurdufaisceaulumineux..... [70]

Le phototransistor du récepteur capte la lumière et elle est amplifiée pour pouvoir détecter plus facilement le signal lumineux en provenance de l'émetteur. Le démodulateur extrait le signal du l'émetteur, si celui-ci est détecte. Il peut ne pas être détecte, soit parce qu'un obstacle bloque le passage du signal lumineux, soit parce que le signal lumineux est noyé dans l'ensemble des signaux lumineux reçus par le récepteur. Les diodes électroluminescentes (DEL) utilisées dans l'émetteur émettent dans la bande de 600 à 700 nanomètres pour les DEL rouges et dans la bande de 850 à 950 nanomètres pour les DEL infrarouges (Figure 4.11). La Figure 4.12 montre la réponse spectrale d'un phototransistor comparée aux spectres démission des DEL rouges et infrarouges et le spectre démission du soleil.

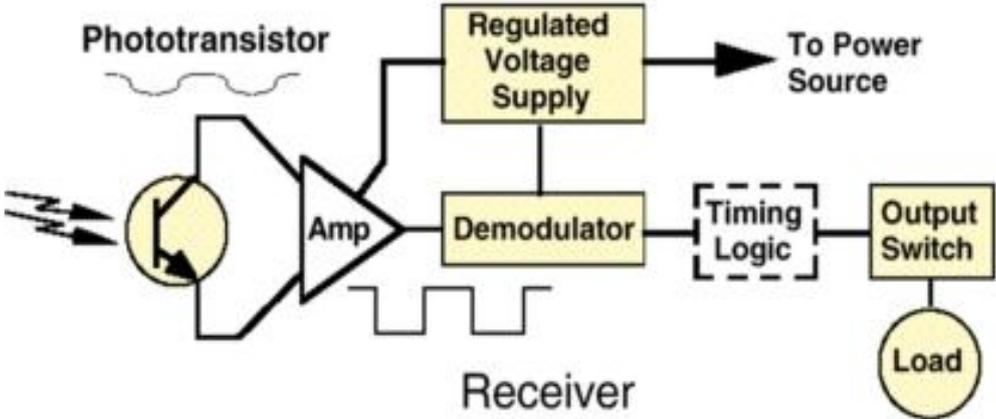


Figure3.10 :Circuitdurécepteurdétectantlefaisceaulumineux..... [71]

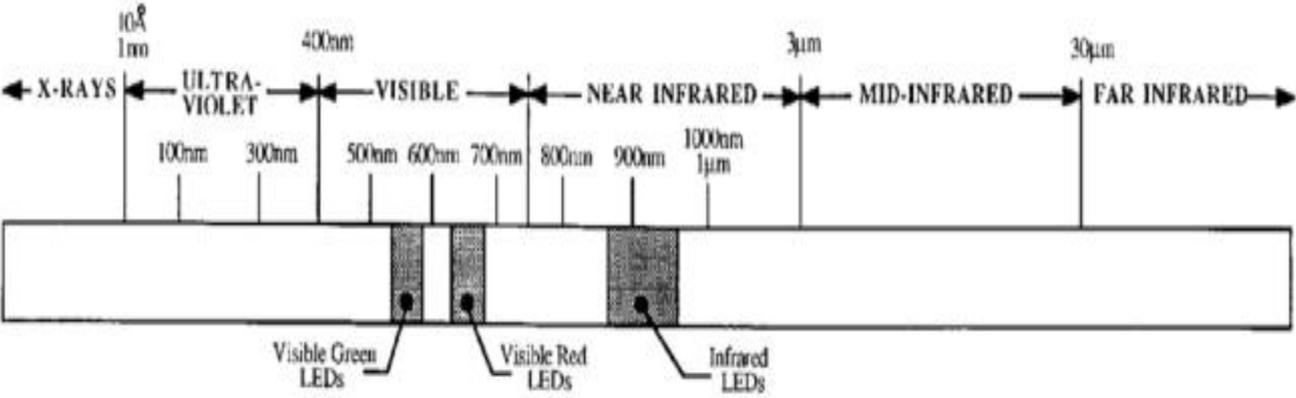


Figure3.11 :Spectreélectromagnétique..... [72]

Cette Figure montre bien que les DEL infrarouges sont les mieux adaptées pour un détecteur de proximité optique, car le spectre d'émission possède une plus grande amplitude que les DEL infrarouges. De plus, la réponse du phototransistor est meilleure dans la plage de fréquence de la DEL infrarouge. Le soleil et les autres formes d'éclairage sont des sources de perturbations de ces détecteurs.

Dans certaines applications, l'encombrement des émetteurs récepteurs peut forcer l'usage de fibre optique pour transporter le signal lumineux.

Il existe plusieurs configurations (ou méthodes) possibles pour les détecteurs de proximité Photoélectriques :

- La méthode de la barrière;
- La méthode retro-reflective;
- La méthode diffuse;
- La méthode convergente;
- La méthode du champ fixe;
- La méthode spéculaire. Chacune des méthodes sera abordée dans les sous-sections qui

suivent.

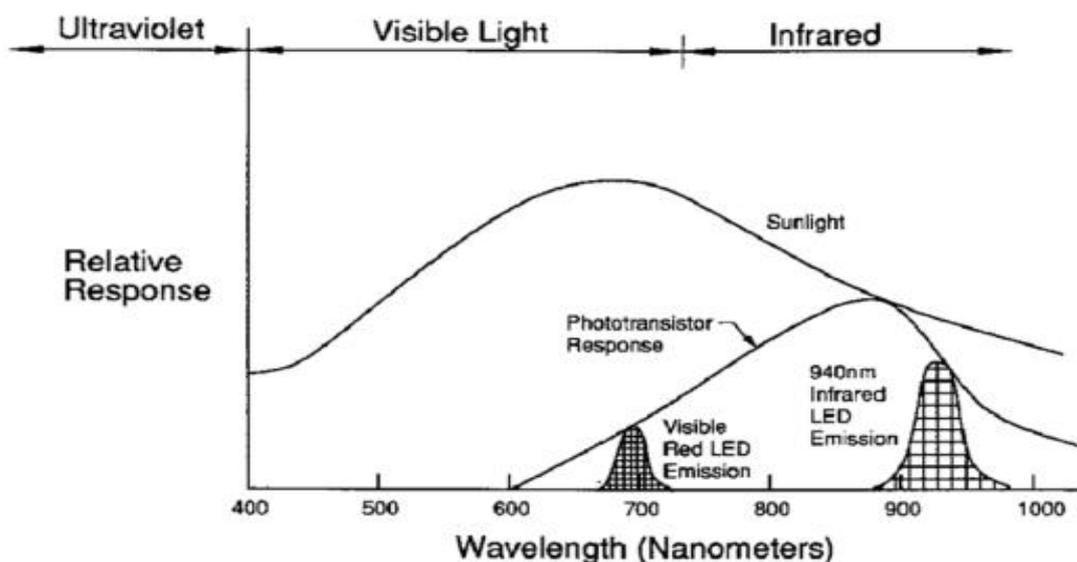


Figure 3.12 : Réponses spectrales d'un phototransistor et spectres d'émission des DEL [74]

### 2.3.1 Méthode de la barrière :

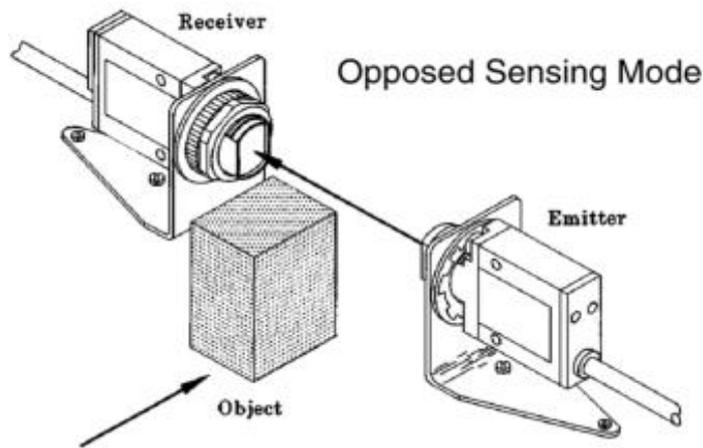


Figure 3.13 : Méthode de la barrière..... [75]

La méthode de la barrière consiste à mettre l'émetteur et le récepteur face à face, comme montre en Figure 4.13. En l'absence d'objet, le faisceau envoyé par l'émetteur est reçu par le récepteur. Lorsqu'un objet se présente, il coupe le faisceau et le récepteur ne reçoit plus de lumière. La coupure du faisceau lumineux par l'objet provoque donc sa détection.

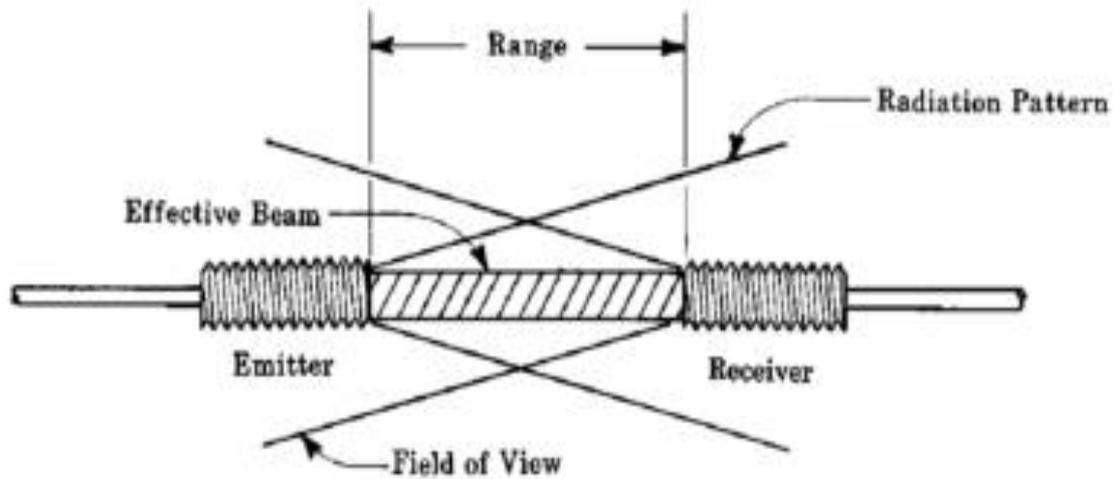
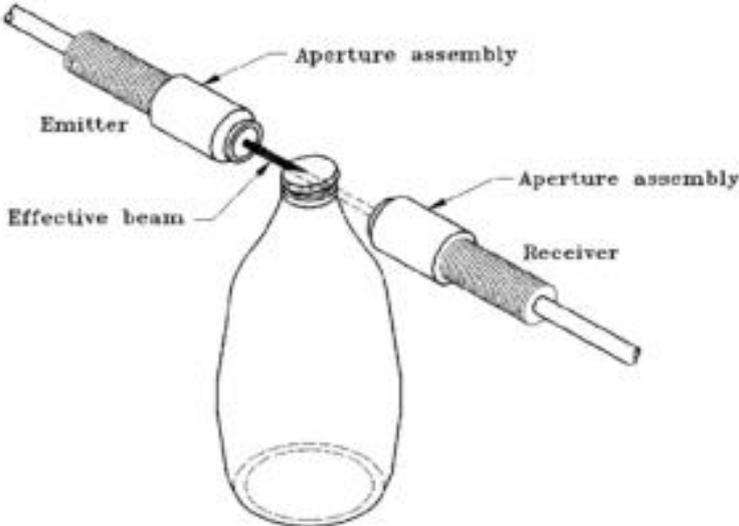


Figure 3.14 : Le faisceau efficace et les obturateurs..... [76]

Toutefois, l'objet doit être d'une part opaque et d'une dimension plus grande que le faisceau efficace du détecteur. Le faisceau efficace est défini par la dimension des lentilles de l'émetteur et du récepteur qui définissent respectivement le faisceau d'émission et le champ visuel du récepteur (Figure 4.14).

Pour augmenter la précision de ce système et ainsi détecter des objets plus petits, on peut ajouter des collimateurs pour réduire la taille du faisceau efficace (Figure 4.15). Toutefois, l'usage de ces collimateurs peut avoir comme conséquence de réduire la portée. Par exemple, si la lentille de 2 centimètres de diamètre, d'un émetteur, est équipée d'un collimateur ayant une ouverture de 1/2 centimètres, l'intensité lumineuse est réduite à  $(1/2 \text{ cm})^2 / (2 \text{ cm})^2 = 1/16$  soit le un seizième de l'intensité lumineuse initiale. Et, cette réduction double si le récepteur est équipé identiquement.

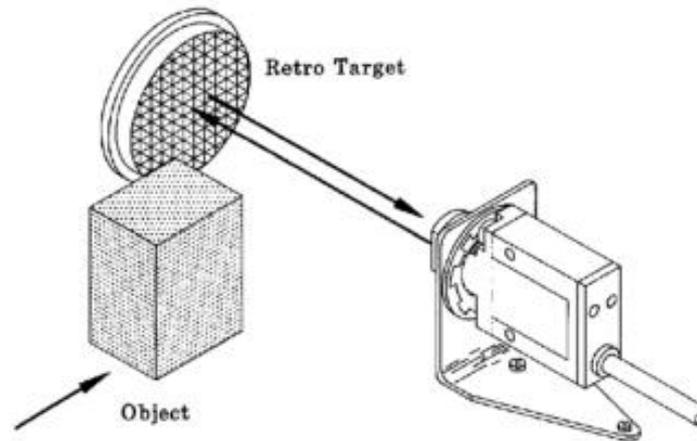


**Figure 3.15 :** Le faisceau efficace ajusté par des collimateurs..... [77]

Sans collimateurs, ce système permet des portées (distance émetteur/ récepteur) jusqu'à 200 Mètres (700 pieds).

..... [78]

### 2.3.2. Méthode retro réfective :

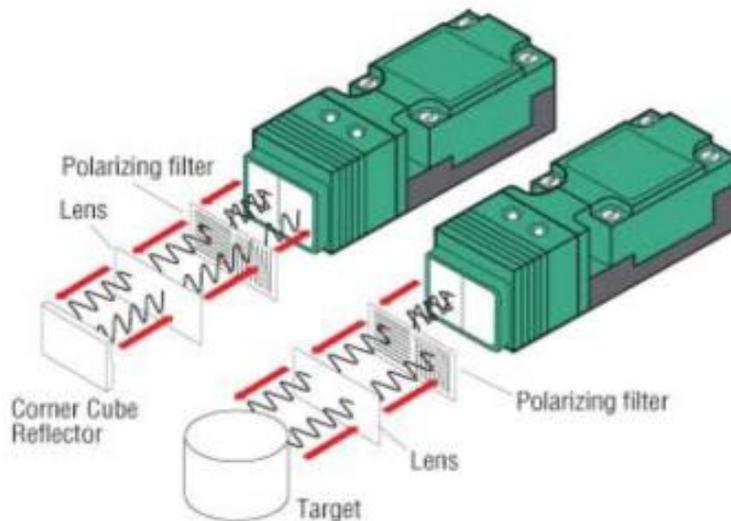


**Figure 3.16 :** Méthode rétro-réflexive..... [79]

La méthode de la barrière implique d'avoir un récepteur et un émetteur localisés à deux emplacements distincts, avec le câblage nécessaire allant à ces deux endroits. Une approche qui évite ce problème, c'est la méthode rétro-réflexive (Figure 4.16). L'émetteur et le récepteur sont montés dans le même boîtier et un réflecteur est utilisé pour retourner le faisceau vers le récepteur. Comme la méthode de la barrière, si le faisceau n'est pas obstrué par un objet alors le faisceau lumineux réfléchi est détecté par le récepteur. Lorsque l'objet coupe le faisceau le récepteur ne le reçoit plus et l'objet est détecté.

Toutefois, si l'objet possède un grand pouvoir réfléchissant, il peut ne pas être détecté car le récepteur continue à recevoir le signal lumineux émis puisque l'objet le réfléchit vers le récepteur. Si c'est le cas, on peut profiter des lois de l'optique et faire en sorte que le faisceau réfléchi par l'objet passe à côté du récepteur. Il suffit de faire en sorte que la normale de la surface (droite perpendiculaire à la surface) de l'objet soit orientée d'un angle de plus de  $10^\circ$  par rapport à la direction où est situé le capteur. Si cela n'est pas possible, il faut alors recourir à la méthode de la barrière. Autre solution possible, c'est d'utiliser un détecteur de proximité photoélectrique doté de filtres polarisants (Figure 4.17). Le faisceau lumineux émis par le capteur est passé au travers d'un filtre polarisant. Lorsque de la lumière polarisée frappe le réflecteur prismatique, la polarisation subit une rotation de  $90^\circ$ . Un autre filtre inséré avant le récepteur laissera passer cette lumière, assurant une détection en l'absence d'obstacle.

Si un objet réfléchissant vient s'interposer devant le réflecteur, la lumière polarisée qu'il réfléchit ne subit pas cette rotation de 90°. Le filtre au niveau du récepteur stoppe cette lumière qui n'est pas polarisée correctement et ainsi, l'absence de signal lumineux implique la détection de l'objet, même si il est très réfléchissant. Toutefois, la portée du capteur sera réduite. La taille du faisceau efficace est déterminée par la taille du miroir prismatique utilisé. Plus le miroir est grand plus le diamètre du faisceau effectif est large. Donc, pour augmenter la précision pour pouvoir détecter de petits objets, le diamètre du miroir doit être inférieur à la taille de l'objet à détecter. La portée de détecteurs utilisant la méthode rétro-réflexive peut aller jusqu'à environ 23 mètres. Si l'émetteur est un LASER, alors la portée peut aller jusqu'à 70 mètres.



**Figure 3.17:** Détection avec lumière polarisée..... [80]

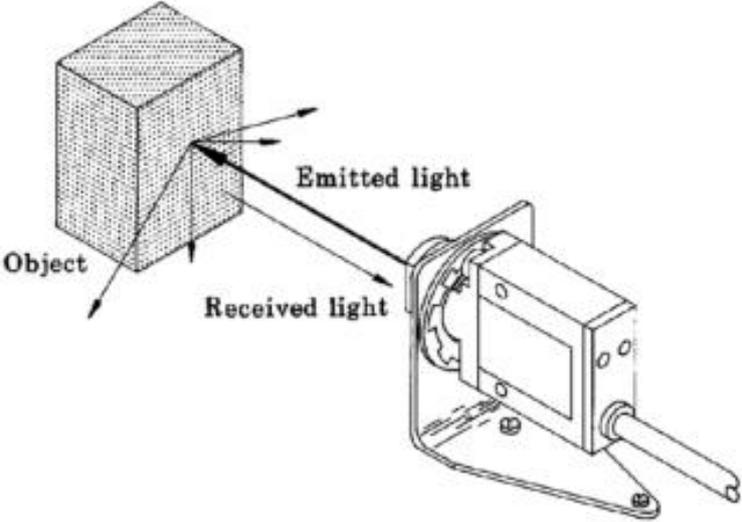
..... [81]

### 2.3.3. Méthode diffuse :

Lorsque l'objet est très réfléchissant, cela provoque des problèmes avec la méthode rétro-réflexive. Toutefois, si l'objet est réfléchissant, on peut l'utiliser comme "miroir" pour réfléchir le faisceau lumineux de l'émetteur vers le récepteur (Figure 4.18). Cela correspond à une méthode dite méthode diffuse. La portée est beaucoup plus faible qu'avec les deux méthodes abordées dans les deux sous-sections précédentes, elle est d'environ 1.8 mètre maximum. La portée dépend du niveau de réflectivité de la surface de l'objet. Idéalement, il faudrait que la normale de la surface de l'objet pointe vers le capteur pour maximiser la

portée et faciliter la détection. La portée sera affectée par le niveau de réflectivité de l'objet. Plus-laréflectivité de l'objet est faible, moins il réfléchira de lumière vers le détecteur et plus l'objet sera difficileà d'détecter. Ce point sera abordé dans la Sous-section 2.5.7 qui porte surLa marge de fonctionnement.

..... [82]

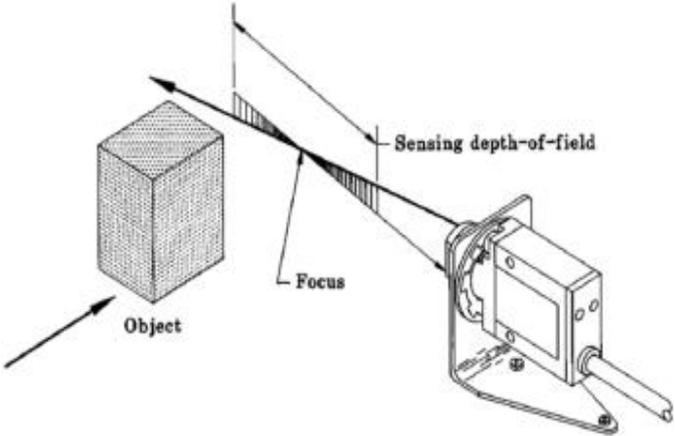


**Figure3.18 :Méthodediffuse..... [83]**

**2.3.4. Méthode convergente :**

La méthode convergente s'applique bien aux objets translucides. Le capteur détecte l'objet lorsqu'il est aux environs du point focal, dans la zone de détection correspondant à la profondeur de champ du capteur. La portée de ce type de détecteur est de 150 millimètres (6 pouces) maximum.

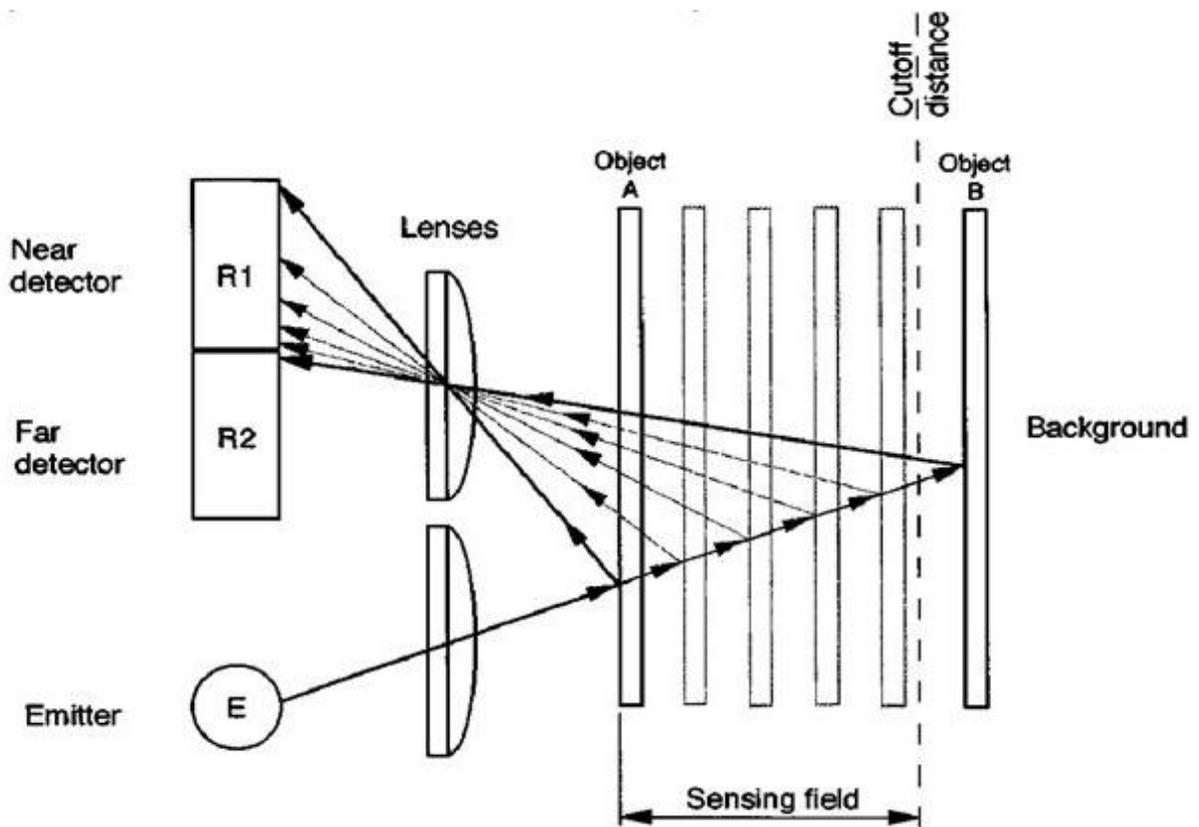
..... [84]



**Figure3.19 :Méthodeconvergente..... [85]**

### 2.3.5. Méthode du champ fixe :

La méthode du champ fixe s'applique bien aux objets minces, ou encore lorsque l'arrière-plan peut perturber la détection de l'objet parce que proche. Le récepteur est équipé de deux détecteurs, l'un détectant les objets près du capteur, l'autre détectant les objets loin du capteur. Il Ya donc une distance (cutoff distance) à partir de laquelle on considère l'objet trop loin. Il n'est donc pas détecté au-delà de cette distance. A une distance moindre, si l'objet est dans la zone de détection, il sera détecté puisque le détecteur R1 est celui qui recevra la majorité de la lumière réfléchie. La portée est de 400 millimètre. .... [86]



**Object is sensed if amount of light at R1 is greater than the amount of light at R2**

Figure3.20 :Méthodeduchamp-fixe..... [87]

### 2.3.6. Méthode spéculaire :

La méthode spéculaire permet de détecter un objet mat (comme du tissu) sur une surface réfléchissante. La portée est de 400 millimètres maximum. Elle utilise simplement un émetteur et un récepteur, comme pour la méthode de la barrière, mais ils sont placés pour tirer profit des lois de l'optique (Figure 4.21). En l'absence d'objet, le signal de l'émetteur est réfléchi par la surface vers le récepteur. Lorsqu'un objet est présent, la quantité de lumière réfléchie est beaucoup moindre et la détection a lieu.

..... [88]

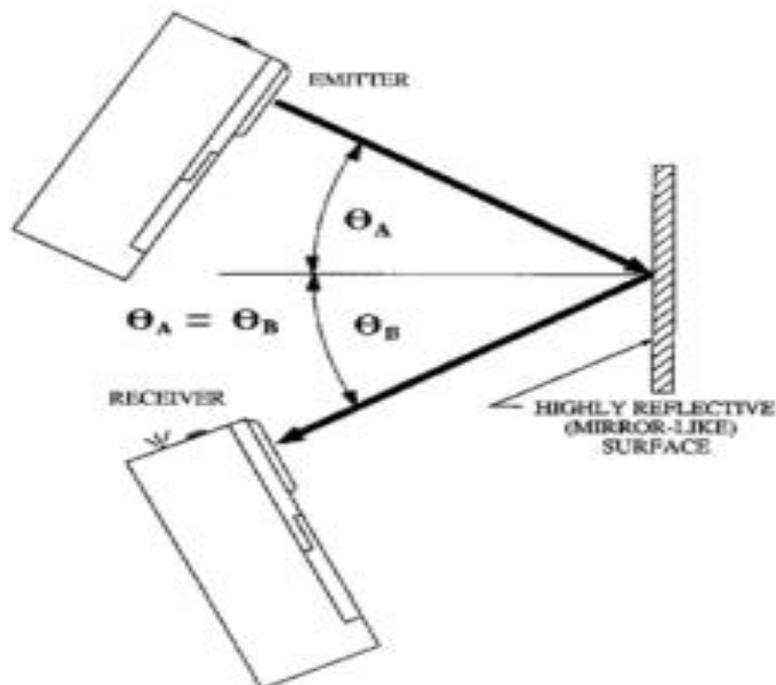


Figure 3.21 : Méthode spéculaire..... [89]

### 3. Solutions proposées :

#### 3.1. Solution proposée 1 :

#### Capteur fin de course «TELEMECANIQUE-ZCMD21 »

##### 3.1.1. Description :

C'est un capteur fin de course de deux contacts : contact ouvert et contact fermé, utilisé pour indiquer la position de crochet (haut-bas) et transfert des données à l'aide d'un câble sous forme de signaux électrique.



**Figure 3.22 :** Capteur fin de course «TELEMECANIQUE-ZCMD21 »..... [90]

##### 3.1.2. Choix du capteur :

Le choix du capteur télé mécanique osiswitch zcmd21 est basé sur les critères suivants :

- \* Le cout : pas cher environ 10000 DA.
- \* Très solide.
- \* La disponibilité de ce produit dans le marché algérien.

### 3.1.3. Construction :

Le capteur (ou interrupteur) fin de course est constitué de deux capteurs l'ensemble de ces Interrupteurs est installé sur une tige fixée au tambour Les deux capteurs sont répartis sur des Distance bien calculées en fonction de la course de levage utilisée.

**Fonctionnement :** Pendant la rotation du tambour, le câble se déplace horizontalement et à chaque fois quand le crochet arrive à la limite de hauteur ou de profondeur (haut / bas) il va actionner le capteur fin de course pour l'arrêter (il arrête automatiquement le mouvement de levage ou de descente dès que le crochet porte-charge atteint sa position la plus haute ou la plus basse).

### 3.1.4. Schéma principal de l'accordement :

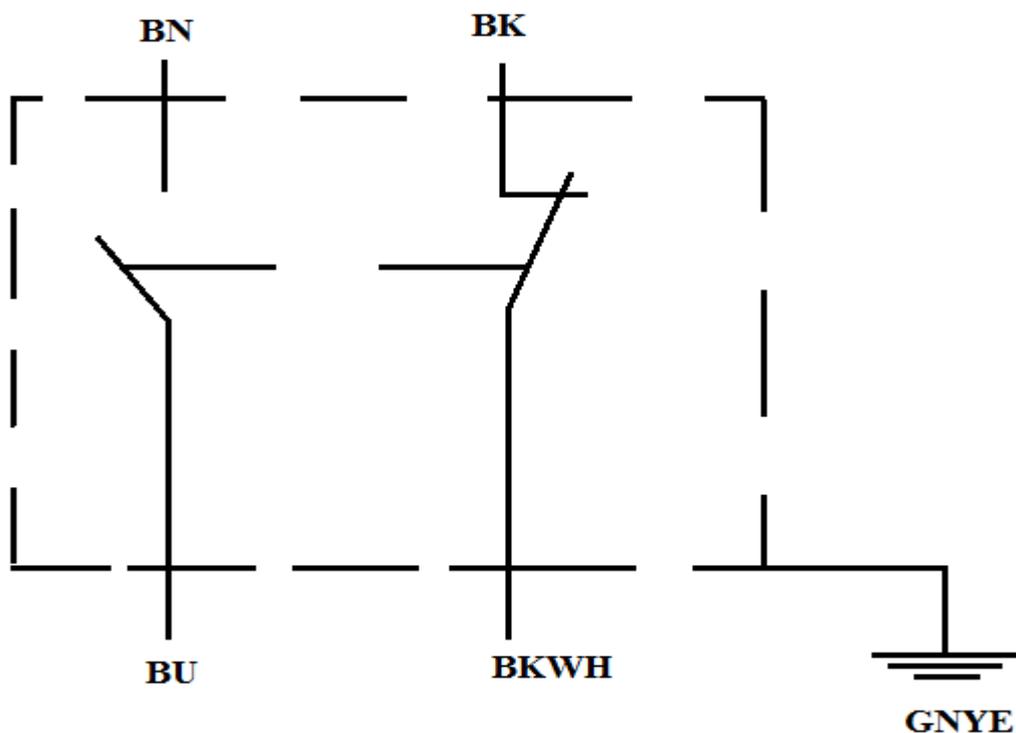
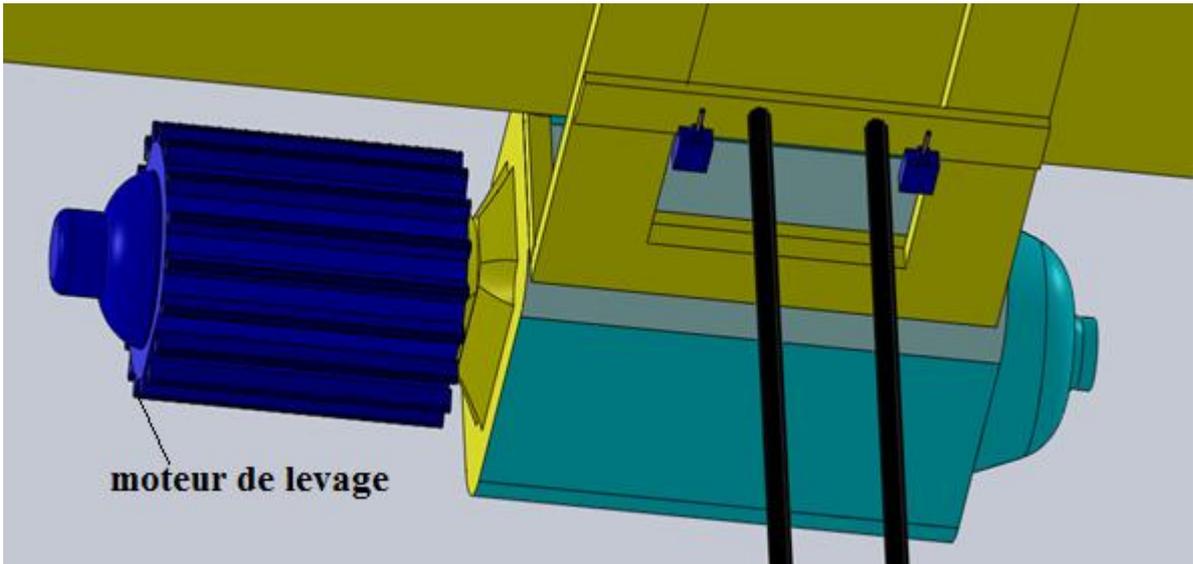


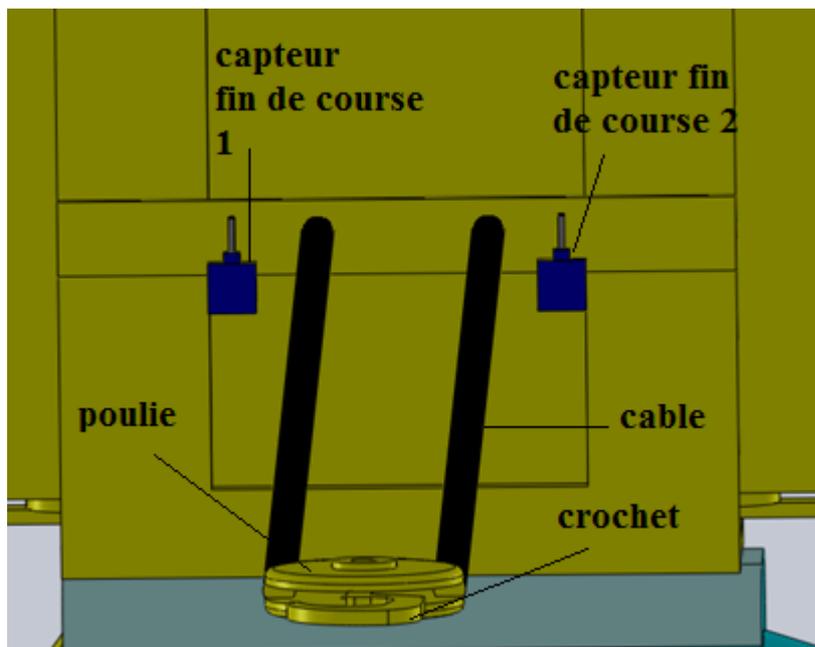
Figure 3.23 : Le schéma électrique de l'accordement

**Remarque :** On opte pour le contact fermé pour la solution 1 : quand le câble touche le capteur fin de course le contact s'ouvre et le crochet arrête.

### 3.1.5. Lieu d'installation des capteurs fin de course :



a) Vue 3d..... [91]



b) vue de dessous..... [92]

**Figure 3.24** :Lieu d'installation des capteurs fin courses pour notre palan électrique

**Remarque :** Les deux capteurs fin d course ils sont bien installer sur la tige pour laisser une distance de sécurité en haut pour jamais ne laisse le crochet touche le tambour, et en bas pour ne laisse pas le crochet de palan touche la terre, cette distance de sécurité est mesuré manuellement avec des essais pour 0,25 m.

### 3.2. Solution proposée « 2 » :

## Capteur Photoélectrique « carlo-gavazzi » Type PC50CNR10RP

### 3.2.1. Description :

Le PC50CNR10RP. Est un généralcapteur rétro-réfléchissant objectifdans un carré compact 17 x 50 x 50 mm renforcéePC / ABS-logement. C'est utiledans des applications où de basecapteurs fournissent une performance adéquate de détection. Le longue portée de détection en plusà réglage de la sensibilité donneun capteur très flexible. Lumièreet le fonctionnement sombre est commutateursélectionnable.

Gamme: 10 m

- Sensibilité réglable
- Modulée, lumière infrarouge
- Tension d'alimentation:  
12-240 VDC et 24 à 240 VAC, 50/60 Hz
- Sortie: relais 3 A, 30 VDC, 230 VAC
- Effectuer et briser la fonction de commutation
- LED-indication pour la sortie ON, le signal de stabilité

Et fournir ON

- Haute immunité CEM

..... [93]



**Figure 3.25** :Capteur Photoélectrique « carlo-gavazzi » Type PC50CNR10RP..... [94]

### 3.2.2. Choix du capteur :

Le choix du capteur Photoélectrique « carlo-gavazzi » Type PC50CNR10RP est basé sur les critères suivants :

- \* Le cout : pas cher environ 18000 DA.
- \* Très solide.
- \* La disponibilité de ce produit dans le marché algérien.
- \* Conformément à vos besoins.

### 3.2.3. Construction :

Le capteur photocellulescarlo-gevazziPC50CNR10RP est composé d'un limiteur et un récepteur et un bouton pour régler la distance (Sensibilité) et un câble de 2 mètre gris, noir, et blanc pour le contact fermé et le contact ouvert (voir fig.4.33).

**Fonctionnement :** Le « **limiteur** » il envoi des ondes, S'il n'y avait rien objecté à ces ondes, rien ne se passe, si l'une de ces ondes objecté quoi que ce soit, le« **récepteur** », il reçoit des ondes à travers le soi-disant« **phototransistor** », d'icommencele processus de conversion des ondes d'énergie en courantélectrique.

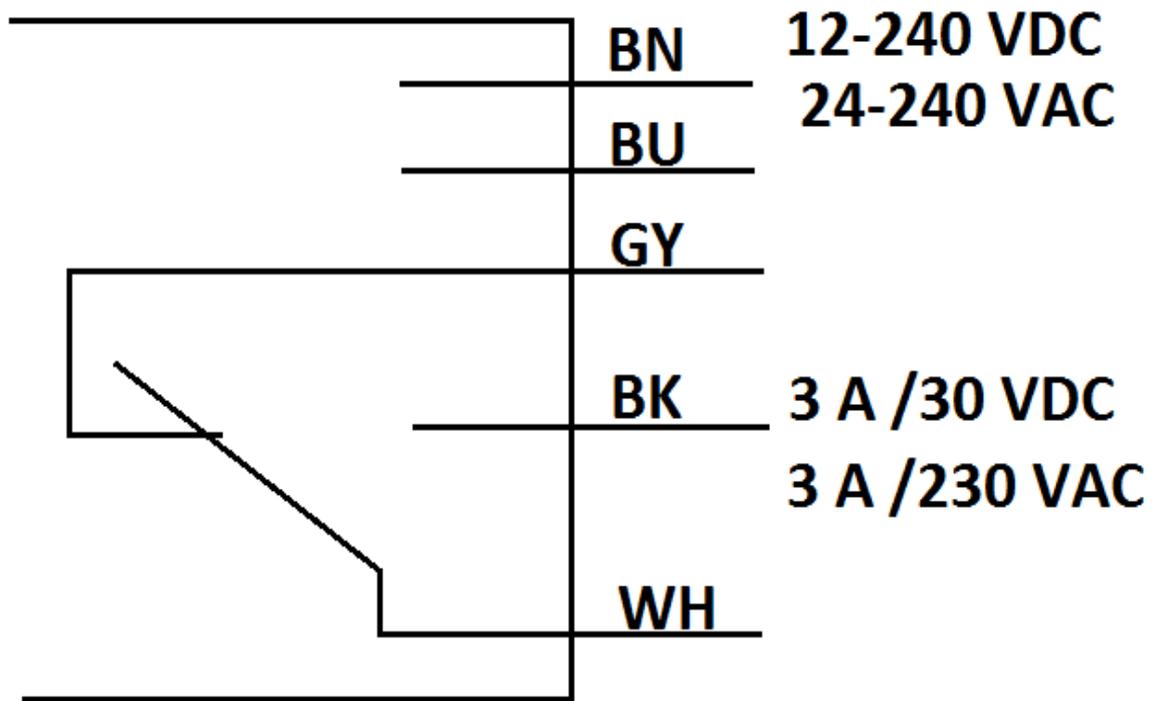
Le réflecteur : c un élément principal de fonctionnement de notre capteur photocellule, il reçoit les ondes de l'émetteur et il aide de transfert directement au transistor de récepteur de notre capteur.

**L'emplacement de réflecteur:** Il doit être trouvé près del'objetou l'obstacleen face de notre Capteur,par exemple : entre deux ponts roulants, on place le capteur sur un et le réflecteur sur L'autre pont roulant pour ne pas heurter entre les deux ponts roulants.



**Figure 3.26:** Réflecteur pour capteur photocellule..... [95]

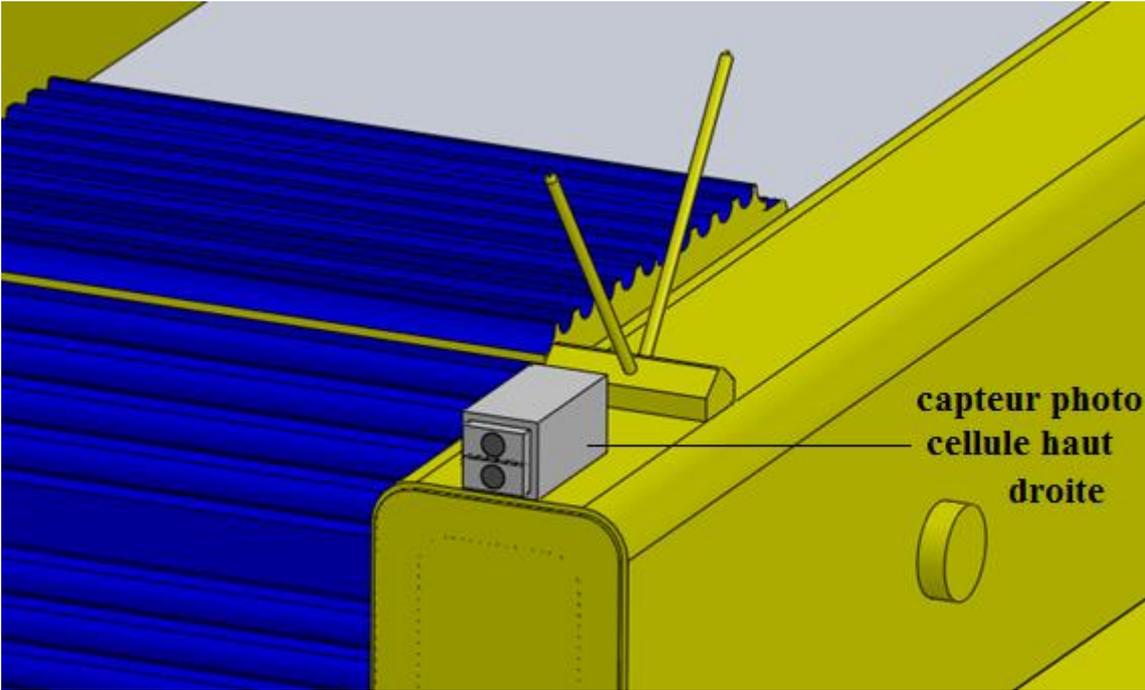
### 3.2.4. Schéma principal de l'accordement :



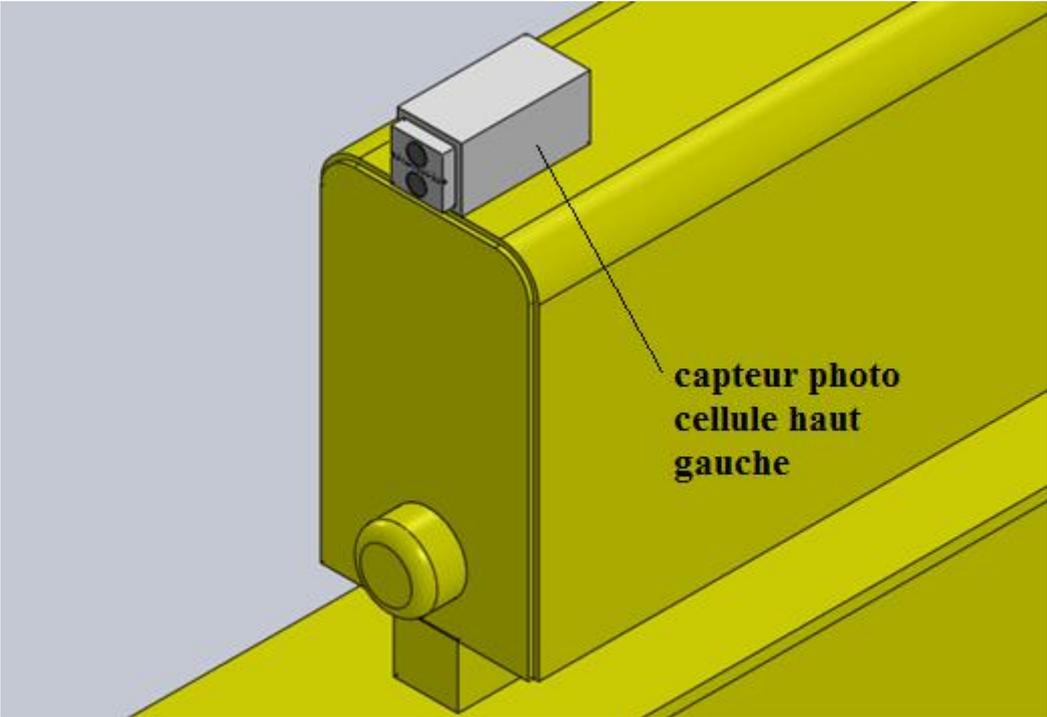
**Figure 3.27** :Schémaélectrique de l'accordement

**Remarque :**On pote pour le contact fermé pour la solution 2 : quand le capteur reçoit le signal d'approche del'autresemi-Portique le contact fermé devient contact ouvert et le courant ne passe pas et notre semi portiquearrête pour ne pas heurterl'autre semi-portique, la distance de sécurité est : 2mètres.

**3.2.5. Lieu d'installation des capteurs photocellules :**

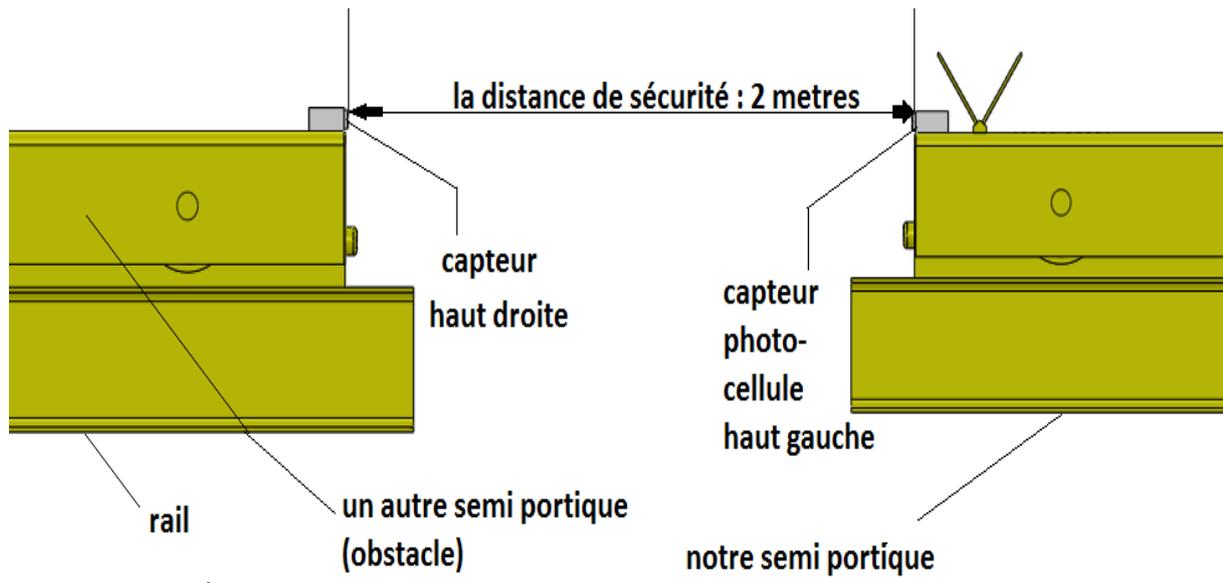


**a) Capteur photocellule haut droite..... [96]**



**b) Capteur photocellule haut gauche..... [97]**

**Figure 3.28 : Lieu d'installation des capteurs photocellules haut**



**Figure 3.29 :** La distance de sécurité du capteur photocellule haut..... [98]

### 3.3. Solution proposée « 3 » :

#### Capteur photoélectrique « télémécanique Schneider OsiSense XU »

##### 3.3.1. Description :

C est un capteur infrarouge (photocellules) multi mode, un seul produit permet de répondre à tous les besoins de détection optique. En effet, par un simple appui sur le bouton “apprentissage”, le produit se configure automatiquement de façon optimale suivant l’application.

- 1 - Réflexion directe de l’objet.
- 2 - Détection directe avec effacement de l’arrière-plan.
- 3 - Détection sur réflecteur (accessoire réflecteur).
- 4 - Réflexion barrage sur récepteur optique (accessoire émetteur pour utilisation en barrage).

Il est composé de deux contacts : un contact fermé (N.C) et un contact ouvert (N.O)

Gamme: 4 m

- Sensibilité réglable
- Modulée, lumière infrarouge
- Tension d'alimentation: jusqu' à 240 v maximum
- IP 65
- LED-indication pour la sortie ON.



**Figure 3.30** :Capteur photoélectrique « télémécanique Schneider OsiSense XU »..... [99]

### 3.3.2. Choix du capteur :

Le choix du capteur Photoélectrique « télémécanique Schneider OsiSense XU » est basé sur les critères suivants :

- \* Multi mode : réflexion direct, détection réflecteur ...etc.
- \* Le cout : pas cher environ 1500 DA.
- \* Très solide d'après les connaisseurs.
- \* La disponibilité de ce produit dans le marché algérien.
- \* Conformément à vos besoins.

### 3.3.3. Construction :

Le capteur photocellule « télémécanique Schneider OsiSense XU » est composé d'un limiteur et un Récepteur et un bouton de réglage de distance (Sensibilité), J'utilise le mode réflexion directe de l'objet.

**Fonctionnement :** Lorsque ces ondes opposent à tout à une distance choisie est de 2 mètres le contact fermé devient contact ouvert, le courant est plus passé, le semi-portique arrêter.

### 3.3.4. Schéma principal de l'accordement :

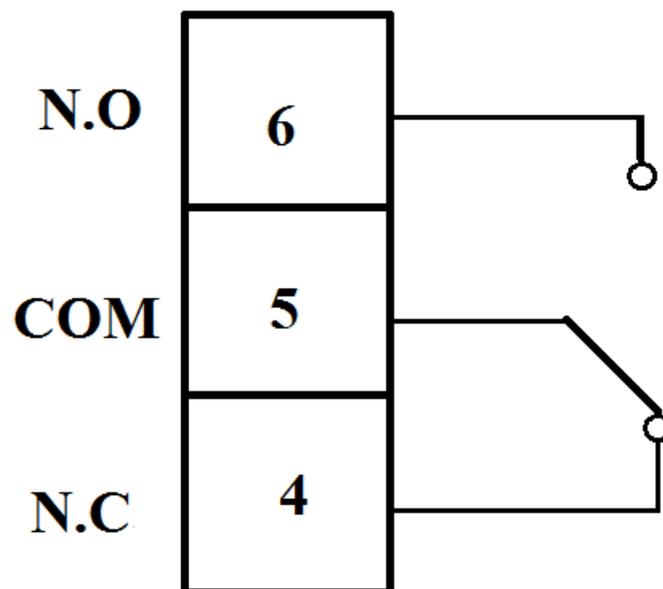
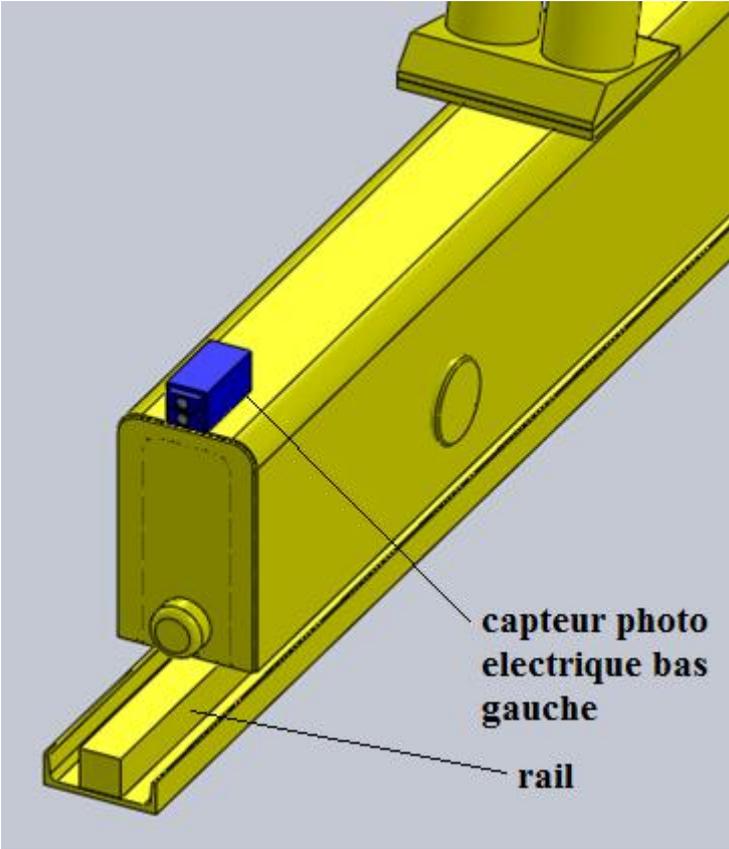
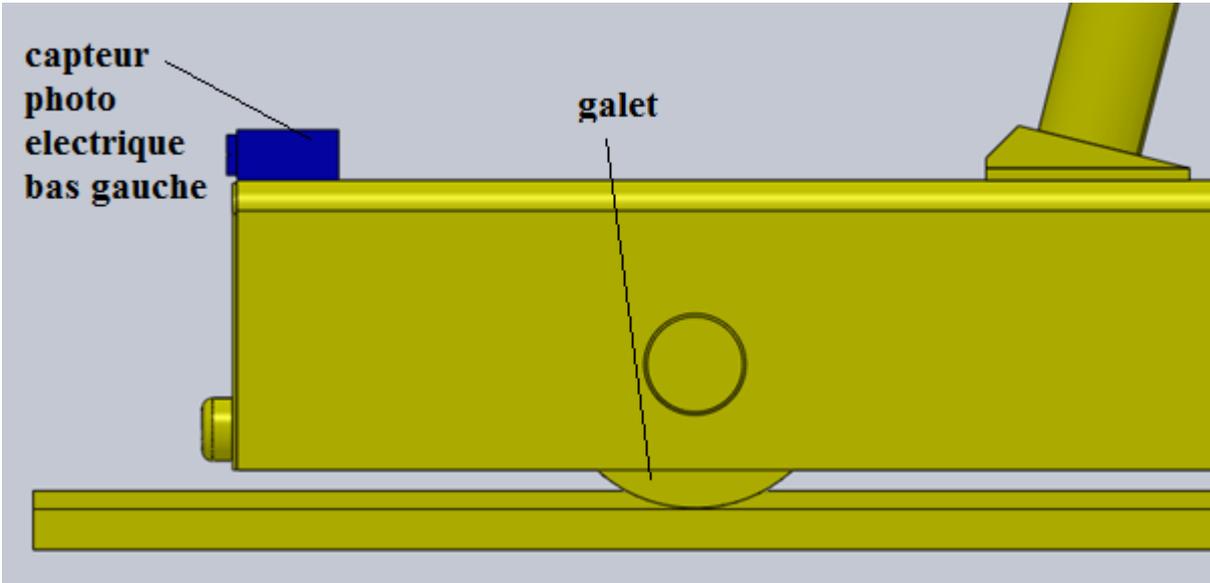


Figure 3.31 : Schéma électrique de l'accordement

3.3.5. Lieu d'installation des capteurs photocellules :

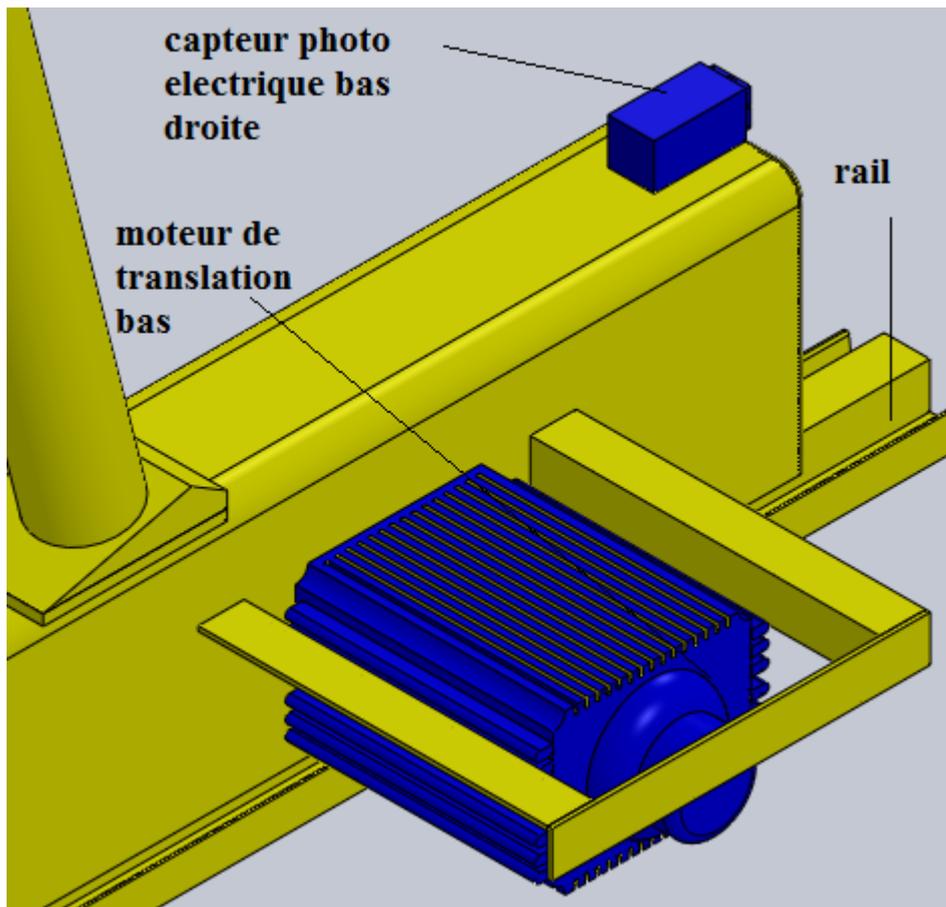


a) Vue 3d..... [100]

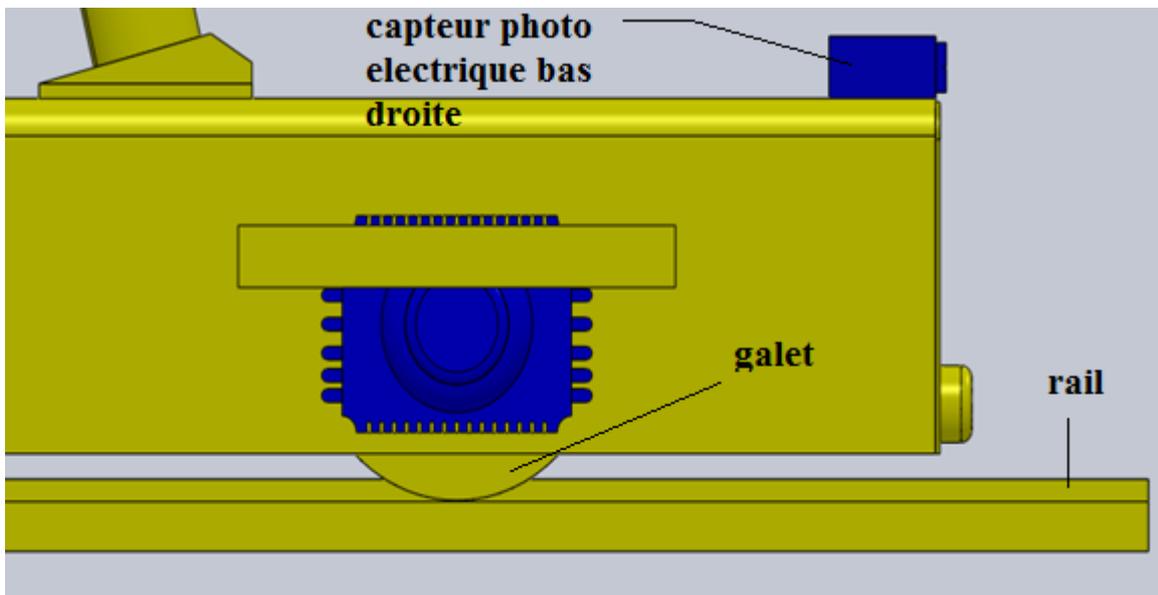


b) Vue de face..... [101]

Figure 3.32 : Lieu d'installation de capteur photoélectrique bas gauche

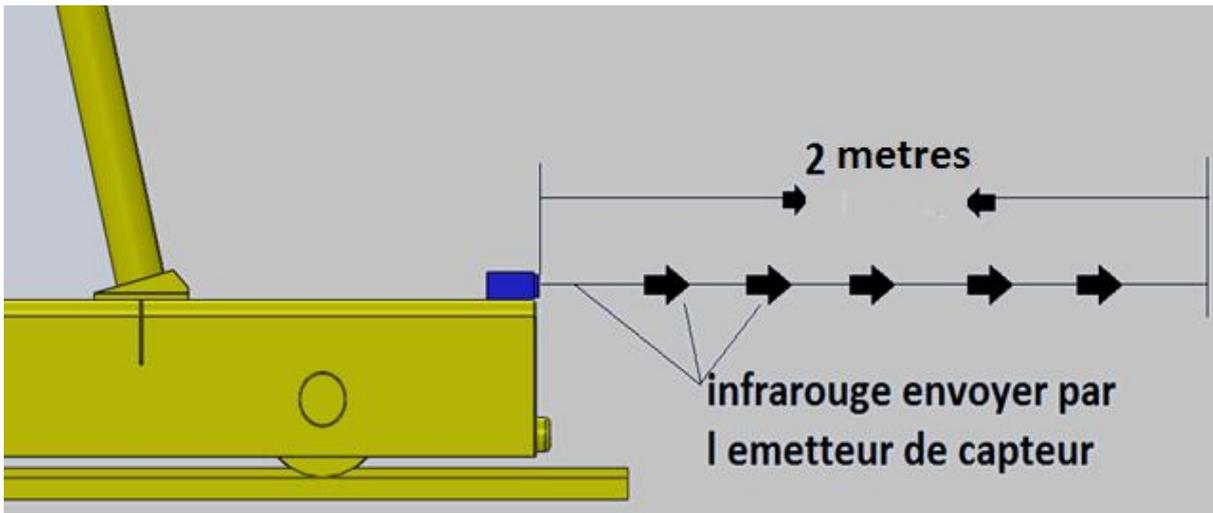


a) Vue 3d..... [102]



b) Vue de face..... [103]

**Figure 3.33** : Lieu d'installation de capteur photoélectrique bas droite



**Figure 3.34 :** La distance de sécurité du capteur photoélectrique bas..... [104]

#### **4. Schéma électrique de semi-portique :**

##### **4.1. Schéma de puissance :**

## 4.2. Schéma de commande :

# **CHAPITRE 4 : ENTRETIEN D'UN PALAN ÉLECTRIQUE**

## **CHAPITRE 4 : ENTRETIEN D'UN PALAN ÉLECTRIQUE**

Pour augmenter la durée de vie et assurer un bon fonctionnement du palan et du semi portique il faut les bien maintenir.

Dans ce contexte je propose suivre la méthode d'entretien suivante

### **1. Réparation et révision générale :**

#### **1.1. Technologie de réparation :**

Lorsqu'un équipement a été utilisé pendant une longue durée, qui correspondant également à sa durée de vie, celui-ci atteint un certain degré d'usure compromettant son état fonctionnel, cet effet des dispositions doivent être prises afin qu'on puisse encore l'utiliser pour la production. Au cours du travail de restauration, les parties critiques du treuil ayant besoin de réparation doivent être remises en état ou remplacées de façon à rendre le palan plus sûr et minimiser ultérieurement le travail d'entretien.

La révision d'un palan peut être toujours considérée comme alternative par rapport à l'achat d'un nouveau. La décision à prendre doit être soigneusement calculée et comparée à celle du remplacement. Le travail de révision comporte de nombreuses opérations de nettoyage du palan jusqu'au contrôle de son fonctionnement.

Avant d'entreprendre un travail de révision ou de réparation il faut vérifier :

- Si l'on détient toutes les informations et instructions.
- Si l'on pouvait disposer de moyens de levage indispensable.
- Si les pièces de rechange sont au magasin, ou si elles peuvent être obtenues à temps.

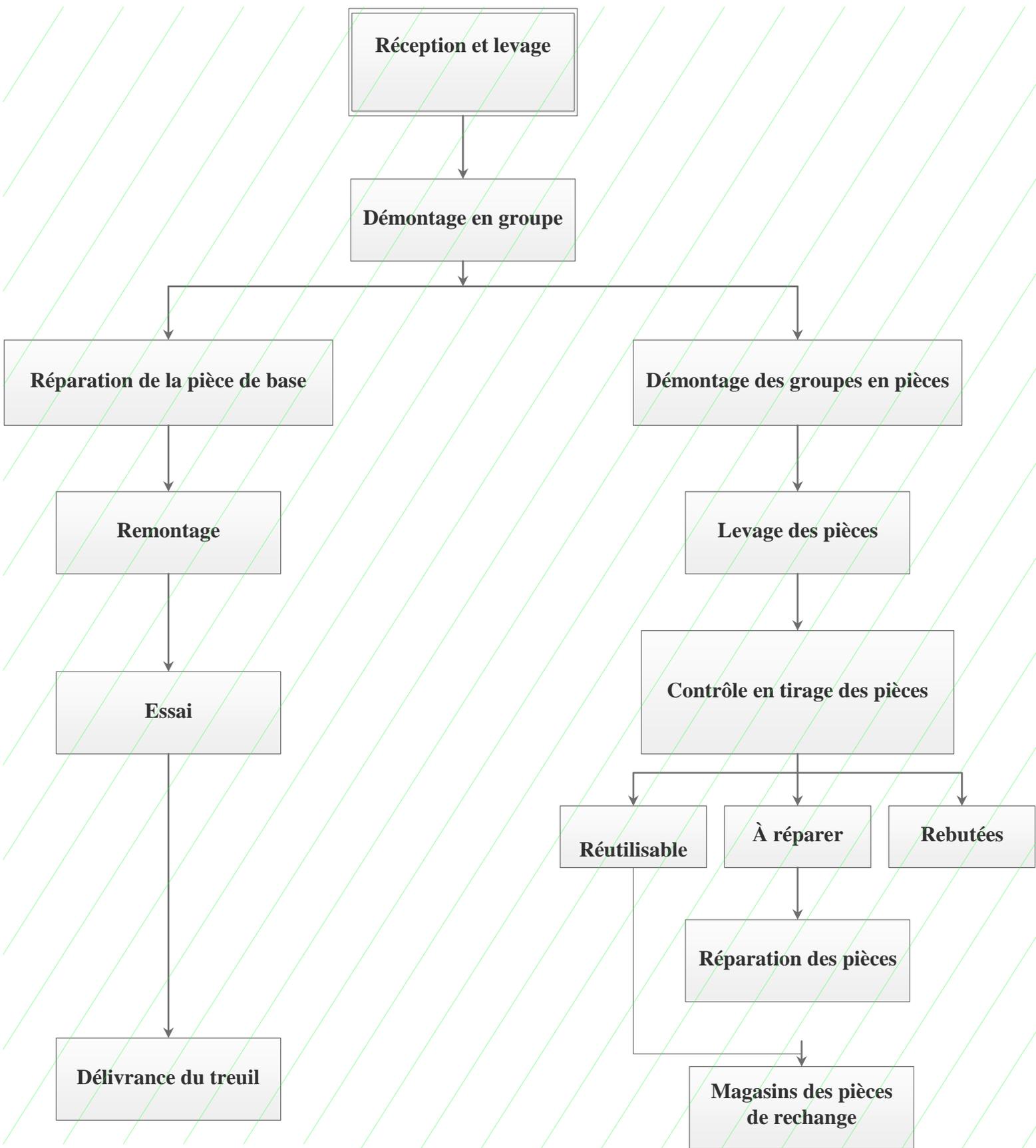
..... [105]

### **2. Palan d'entretien :**

#### **2.1. Vérification journalière :**

- Vérification le fonctionnement des freins ; régler les freins si la charge glisse.
- Vérifier le fonctionnement des interrupteurs de fin de course.
- Contrôle le câble de levage métallique s'il Ya des endommagements ou ruptures des fils.

..... [106]



**Figure 4.1** : Schéma technologique de réparation d'un palan électrique..... [107]

## 2.2. Vérifier les pièces suivantes :

- Vérifier toutes les pièces filetées, écrous, vis, goupilles suspension : amorces de rupture et usure.
- CABLE : amorces de rupture ou déformations.
- Goupilles de suspension : (liaison entre le palan et l'anneau de suspension) amorces de rupture ou déformations. Assurez-vous que toutes les sécurités sont bien mises en place et verrouillées.

..... [108]

## 2.3. Maintenance du réducteur :

Le réducteur n'a pratiquement pas besoin de maintenance. L'entretien se limite au changement

de l'huile Périodicité de lubrification 10 000 heures de services.

Type de lubrifiant : huile par ex : araldegol BG 220 ;

BP energol GR-XP 220;

ESSO spartan EP 220;

Shell omataoel 220.

Quantité de lubrifiant: AF 05 = 0.6 l

AF 06 = 1.0 l

AF 08 = 2.0 l

AF 10 = 4.5 l

AF 12 = 8.0 l.

Type de lubrifiant : graisse

Par ex : aralub FD 00 ;

BP energrease HT-EP 00;

ESSO fibrax EP 370;

Shell spezial-getriebefett H

Quantité: AF 05 = 0.6 kg; AF 06 = 1.0 kg;

AF 08 = 2.0 kg; AF 10 = 4.5 KG; AF 12 = 8.0 kg.

..... [109]

#### **2.4. Crochet de charge :**

Vérifier que le crochet de charge et l'anneau de suspension ne comporte pas de traces de corrosion, amorces de rupture, usure, traces de coups ou ouverture anormale, au minimum une fois par an. Si un crochet présente un défaut il doit être immédiatement remplacé. Recharger un crochet à la soudure est formellement interdit. Les crochets doivent être remplacés si l'usure.

..... [110]

#### **2.5. Roulements :**

Tous les roulements qui ne font pas partie des réducteurs et des poulies à gorge, entre autres ceux du moteur, du tambour cote entraîné et des galets de roulement, sont remplis par nos soins

d'une quantité de graisse qui, pour un service normal, suffit pour deux ans.

Nous conseillons de renouveler cette graisse après ce laps de temps.

Bien entendu des conditions de service spéciales demandent un renouvellement plus

Rapproché.

A cet effet il faut démonter les roulements et les nettoyer convenablement à l'essence.

..... [111]

#### **2.6. Assemblage par vis :**

Nous vous conseillons de contrôler ces assemblages conformément au plan d'entretien et de resserre les vis d'après besoin .si la vis d'un de ces assemblage doit être remplacée il faut veillerà ce que la même qualité et que la vis soit ensuite convenablement bloquée.

..... [112]

### **3. Inspection périodique de fonctionnement :**

Conformément aux règles en vigueur le palan doit être inspecté annuellement par un organisme de contrôle agréé ou plus souvent dans le cas d'utilisation dans des conditions particulières. Les inspections doivent être notées dans le cahier d'entretien du palan. Les réparations sont effectuées uniquement par un personnel compétent et exclusivement avec desPièces d'origine.

L'inspection doit déterminer si tous les dispositifs de sécurité sont présents Et entièrement opérationnels et respectent les conditions d'utilisation du Palan, vitesse de levage, accessoires et résistance de la structure.

Il peut être exigé par les services de santé et de sécurité d'enregistrer tous Les résultats des inspections et des réparations réalisées. Si le palan Électrique (pour des capacités de 1 t et plus) est combiné avec un chariot, Ou si la charge est déplacée dans une ou plusieurs directions, on considère L'installation comme une grue et les inspections doivent effectuées Conformément aux normes.

..... [113]

# **CONCLUSION**

## **CONCLUSION :**

Le palan est un équipement très utile et fort répandu dans le secteur de Fabrication et le monde d'industrie en générale, les travailleurs sont appelés Régulièrement à réaliser des tâches de manutention au cours des étapes de Fabrication d'un produit, le caractère répétitif de ces tâches loin de diminuer Les risques d'accident, contribue peut être à les accentuer par une sorte D'accoutumance au risque.

Dans ce contexte on a pu contribuer à diminuer ces risques par des modifications et amélioration des systèmes de sécurité, ces modification est présenter par : l'installation des déferrent capteurs : des capteurs fin de course, des capteurs photocellules, photoélectrique, et aussi faire des calculs pour vérification pour les éléments du palan électrique : le câble, le moteur...etc. Et enfin j'ai proposé un entretien pour le semi portique et le palan électrique pour voir un durée de vie plus lente et un bon fonctionnement.



## **Bibliographie :**

- **Wikipédia : [10, 28, 29].**
- **Google image : [6, 7, 8, 9, 13, 14, 17, 26, 27, 30, 31, 33, 34, 43, 45, 46, 54, 56, 57, 64, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 79, 85, 87, 89, 90, 94, 99].**
- **[www.dealec.fr/prod\\_name/interrupteur-fin-course-petit-levier-roulette.aspx](http://www.dealec.fr/prod_name/interrupteur-fin-course-petit-levier-roulette.aspx) : [63].**
- **mémoires de l'université badji Mokhtar Annaba :**
- **Mémoire master 2 « étude et conception d'un système Mécatronique palan électrique » par makhloufi et tazir : [51, 52, 53, 55].**
- **Mémoire de fin d'étude (Tlemcen) : « étude d'un palan électrique » par Galti Med amine : [15, 16, 19, 20, 32, 35, 44, 105, 106, 107, 108].**
- **Document « mode d'emploi palan électrique model p » : [11, 12, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 42, 109, 110, 111, 112, 113].**
- **Document « ensembles de translation KTL-8 » : [38, 39].**
- **Documentation : Appareils de levage et de manutention V.JARIKOV 1985 : [1, 2, 3, 4, 5].**
- **Logiciel SolidWorks premium 2012 : [49, 91, 92, 96, 97, 98,**

**100, 101, 102, 103, 104].**

- **Appareil photo : [36, 37, 40, 41, 47, 50].**
- **Cour « les capteurs GPA 668 » : [58, 59, 60, 61, 62, 65, 66, 67, 73, 74, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 86, 88].**
- **Document « schéma semi portique DEMAG 8 tonnes » : [48].**