



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي  
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

**Département : Sécurité industrielle et environnement**

## **MÉMOIRE**

Pour l'obtention du diplôme de Master

**Filière : Hygiène et sécurité industrielle**

**Spécialité : Sécurité-prévention-intervention**

### **Thème**

# **Evaluation des risques liés à la manutention au sein de la cimenterie de Zahana**

Présenté et soutenu publiquement par :

Sebaat Abou Bakr Essedik

et

Ouahrani Mohammed Salah Eddine

Devant le jury composé de :

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Etablissement</b>	<b>Qualité</b>
Bouhafs Mohammed	MCB	Univd'oran 2	<b>Président</b>
Belkacem Belkacem	MCB	Univd'oran 2	<b>Encadreur</b>
Lalaoui Mohamed El Amine	MAA	Univd'oran 2	<b>Examineur</b>

**Année 2020/2021**

**Remerciement :**

En préambule à ce rapport nous remercions ALLAH qui nous a aidés et nous a donné la patience et le courage durant cette période.

Tous nos sincères remerciements à l'encadreur de ce mémoire Mr Bouhafis Mohammed qui nous a guidés à réaliser ce travail.

Nous remercions également tous les enseignants de l'institut de maintenance et de sécurité industrielle, qui ont contribué de près ou de loin à notre formation durant tout le cursus universitaire.

Nos remerciements s'adressent ensuite aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur de bien vouloir étudier avec attention notre travail.

Enfin, nous remercions toute personne qui a participé de près ou de loin pour l'accomplissement de ce modeste travail.

**Dédicace d'Aboubakr :**

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents ;

Mes frères ;

Mes tantes, oncles, cousins et cousines ;

Tous mes professeurs ;

Et à toute personne qui m'est très chère.

**Dédicace de Salah Eddine :**

Je dédie ce modeste de travail à tout être cher dont son soutien m'a été bénéfique, en espérant être à la hauteur de leurs attentes.

**Résumé:**

Lors de notre stage dans la cimenterie de Zahana nous avons rencontré divers risques liés au processus de fabrication du ciment. Dans ce mémoire nous étudierons les risques liés au processus de manutention.

Notre étude est centrée sur les ponts roulants. En utilisant la méthode JSA dans le programme PHA PRO, après avoir estimé le niveau de risque résultant de chaque scénario au cours des trois principales étapes du travail du pontier, on a donc arrivé à faire une évaluation des risques et à proposer des recommandations qui aident à réduire la probabilité et/ou la gravité de ces risques.

**Abstract:**

During our internship in the Zahana cement factory we encountered various risks related to the cement manufacturing process, we decided to study the risks related to the handling process.

Our study focuses on overhead cranes. Using the JSA method in the PHA PRO program, after estimating the level of risk resulting from each scenario during the three main stages of the bridge operator's job, we were able to make a risk assessment and come up with recommendations that help to reduce the likelihood and / or severity of these risks.

## **Sommaire :**

Liste des figures : .....	9
Liste des tableaux : .....	10
Introduction générale:.....	1
<b>CHAPITRE 01-ETUDE DES SYSTEMES DE LA MANUTENTION MECANIQUE ET MANUELLE ET LES APPAREILS DE LEVAGE.....</b>	<b>3</b>
1. Manutention mécanique et appareils de levage :.....	4
1.1. Manutention mécanique : .....	4
1.2. Appareil de levage : .....	4
1.3. Accessoire de levage : .....	5
1.4. Principaux appareils de levage industriel et de manutention : .....	5
1.5. Principaux accessoires de levage et d'accrochage: .....	9
1.6. Conditions d'utilisation des appareils et accessoires de levage : .....	10
1.7. Les vérifications périodiques des appareils et accessoires :.....	12
1.8. Les risques liés à la manutention mécanique et appareils de levage : .....	14
1.9 Mesures de prévention : .....	15
2. La manutention manuelle :.....	16
2.1. Définition : .....	16
2.2. Les lieux d'occurrence:.....	16
2.3. Les effets négatifs de la manutention manuelle sur la santé : .....	16
2.4 Les risques de la manutention manuelle: .....	17
2.5 Évaluation des risques des activités de manutention manuelle :.....	18
2.6 Mesures de prévention : .....	18
2.7 Techniques de manutention correcte : .....	19
<b>CHAPITRE 02- LES METHODES D'ANALYSE DES RISQUES .....</b>	<b>21</b>
1. L'analyse de risque : .....	22
1.1. Définition : .....	22
1.2. Objectif d'analyse des risques :.....	22

1.3. Méthodologie d'application :	22
2. Textes règlementaires et normatifs :	23
2.1 Réglementation algérienne :	23
2.2 Normes AFNOR relatif à la protection des risques liés aux appareils de levage :	25
3. Le développement d'une analyse de risques :	25
4. Outils d'analyse :	25
4.1 APR : Analyse préliminaire de risques :	25
4.2 AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité :	26
4.3 HAZOP: Hazard and Operability study:	27
5. Objectif des méthodes d'analyse de risque :	27
6. Méthodologie de l'analyse des risques :	27
7. Evaluation des risques professionnels :	29
7.1 Définition:	29
7.2 Les Étapes de l'EvRP:	29
7.3 Les principes de l'EvRP:	29
7.4 Avantages de l'EvRP:	30
7.5 Le document unique:	31
8. Critères de choix d'une méthode d'analyse de risque :	31
9. La cartographie des risques d'une entité :	32
CHAPITRE 03-Présentation de la S.CI.Z et l'évaluation de ses risques associés	34
1. Généralités sur les cimenteries en Algérie :	35
1.1 La cimenterie de ZAHANA :	35
1.2 Procédé de fabrication :	36
2. Prévention des risques liés à la cimenterie de Zahana :	40
2.1 Risque liés à la Circulations à l'intérieur du site :	40
2.2 Risque d'incendie et d'explosion:	41

2.3 Le risque de pollution de l'air :	42
2.4 Risque de pollutions accidentelles des sols et des eaux :	43
2.5 Risques acoustiques :	43
2.6 Risques thermiques :	43
2.7 Risques liés aux matières stockées :	44
2.8 Risques mécaniques :	44
2.9 Risques liés à l'électricité :	45
2.10 Risques chimique :	45
2.11 Risques liés à la manutention :	45
<b>CHAPITRE 04 - PRESENTATION DU SYSTEME ETUDIE</b>	<b>47</b>
1. Définition :	48
2. Principe de fonctionnement :	48
3. Structure et Principaux mouvement :	49
4. Installation d'un pont roulant:	50
5. Fonctions :	51
6. Le type de commande de pont roulant étudié :	51
7. Pont roulant à benne avec commande en cabine :	52
8. Plan et Spécifications techniques:	53
9. Vue générale sur le pont roulant à benne «Konecranes»:	54
10. Les principaux éléments du mécanisme d'un pont roulant a benne:	55
10.1. Moteur de levage principal dans un pont roulant a benne:	55
10.2. Tambour:	55
10.3. Freins :	55
10.4. Réducteur de vitesse (levage) :	56
10.5. Moufle :	56
11. Les risques qui entourent les ponts roulants:	58
11.1. Risques d'ordre électrique:	58

11.2. Risques liée à la surcharge: .....	58
11.3. Risque ergonomique : .....	59
11.4. Risque de fragilité et vibration : .....	59
12. Conduite en sécurité : .....	59
12.1. Accès aux cabines :.....	59
12.2. Chauffage, ventilation : .....	60
12.3. Visibilité :.....	60
12.4. Propreté : .....	60
12.5. Protection incendie :.....	60
12.6. Manœuvres des ponts roulants commandés à partir d'une cabine :.....	61
12.13 L'inspection d'un pont roulant avec commandes dans une cabine de contrôle : .....	64
12.14 Les principaux éléments à vérifier lors des essais techniques :.....	64
12.15 L'inspection d'un palan :.....	65
12.16 Les principaux éléments à vérifier lors de l'inspection visuelle : .....	65
CHAPITRE 05 – MISE EN OEUVRE DE LA METHODE JSA .....	66
1. Définition de JSA : .....	67
2. Définition de PHA PRO : .....	67
3. JSA du pontier :.....	68
4. Choix de la matrice :.....	68
5. Résultat de l'évaluation du risque professionnel sur PHA PRO :.....	68
Conclusion générale: .....	78
Bibliographie :.....	79

## Liste des figures :

Figure (I-1) : Une grue à la portée augmentée.....	05
Figure (I-2) : Un pont roulant transportant une charge lourde.....	06
Figure (I-3): les ponts roulants posés.....	06
Figure (I-4) : les ponts roulants suspendus.....	07
Figure (I-5) : le pont roulant portique.....	07
Figure (I-6) : le pont roulant semi portique.....	08
Figure (I-7) : Un portique de manutention .....	08
Figure (I-8) : Un Potence.....	09
Figure (I-9): Un chariot mobile élévateur.....	09
Figure (I-10) : Des techniques de manutention incorrecte.....	17
Figure (I-11) : La position correcte pour le levage .....	19
Figure (II-1) : Les étapes d'analyse des risques.....	23
Figure (II-2) : Processus d'analyse de risque.....	28
Figure (II-3) : Cartographie des risques 4*4.....	33
Figure (III-1) : Stockage de la matière première.....	37
Figure (III-2) : Concasseur de la matière première.....	37
Figure (III-3) : Un broyeur de cru de l'Intérieur.....	38
Figure (III-4): Le clinker .....	39
Figure (III-5) : Broyeur du ciment.....	39
Figure (III-6) : Remplissage d'un camion dans la zone d'expédition.....	40
Figure (IV-1): Composantes du pont roulant.....	48
Figure (IV-2): Principe de fonctionnement d'un pont roulant.....	49
Figure (IV-3) : structure et principaux mouvements d'un pont roulant.....	50
Figure (IV-4): Hall de stockage du clinker ou le pont roulant est installé .....	51
Figure (IV-5) : Les types de cabines des ponts roulants.....	52
Figure (IV-6): Pont roulant à benne avec commande en cabine.....	53
Figure (IV- 7): Plan du pont roulant étudié.....	53
Figure (IV- 8): Pont roulant à benne «Konecranes».....	54
Figure (IV- 9): Tambour d'un pont roulant.....	55
Figure (IV-10): Frein d'un pont roulant.....	56
Figure (IV-11) : Moufle d'un pont roulant.....	57
Figure (IV- 12) : Crochet d'une moufle d'un pont roulant.....	58
Figure (V-1) : Les deux faces du graphe qui représente le nombre de conséquence en fonction de la gravité et de la probabilité avant l'application des recommandations.....	77
Figure (V-2) : Les deux faces du graphe qui représente le nombre de conséquence en fonction de la gravité et de la probabilité avant l'application des recommandations.....	78

**Liste des tableaux :**

Tableau (I-1) : Opérations réalisées avec un pont roulant.....	10
Tableau (I-2) : Opérations réalisées avec une grue.....	11
Tableau (III-1) : Capacités contractuelles de production clinker et ciment.....	35
Tableau (V-1) : Mise en œuvre de la méthode JSA utilisant le programme PHA PRO.....	70

## **Introduction générale:**

Le ciment est considéré comme l'un des matériaux les plus importants de l'histoire de l'humanité et le matériau de construction le plus important, car il est un composant majeur de la plupart des matériaux de construction. Il est utilisé dans la production des nombreuses structures qui composent le monde moderne, notamment les bâtiments, les ponts, les ports, les pistes et les routes. Il est également utilisé pour les façades et autres éléments décoratifs des bâtiments. La demande constante pour toutes ces structures, de plus en plus du monde en développement, signifie que le ciment est l'un des produits les plus consommés dans le monde.

Mais la fabrication de ce matériau comporte de nombreux risques pour la santé et la sécurité du personnel et de l'environnement, donc afin de protéger la sécurité du personnel, l'employeur doit créer et maintenir un environnement de travail sûr en éliminant les dangers et en réduisant les risques, la meilleure façon de le faire est d'analyser les risques en utilisant la méthode d'analyse appropriée pour chaque travail, et mettre en place des mesures préventives appropriées.

Depuis l'indépendance, en Algérie l'aspect prévention des risques a été presque négligé ce qui a causé de nombreux accidents du travail et a affecté la santé et la sécurité des employés, ces dommages ont donc montré l'importance de l'aspect de la sécurité sur le lieu de travail et l'État a commencé à promulguer des lois liées à la sécurité au travail (Loi N° 88-07 du 26 janvier 1988).

Malheureusement dans la cimenterie de Zahana dans laquelle nous avons effectué notre stage l'aspect sécurité est encore négligé, ce qui a causé plusieurs accidents mortels au cours des années, l'un des risques auxquels le personnel de cette cimenterie est toujours exposé est les risques liés à la manutention (manuel ou mécanique) à l'origine d'accidents graves, qui nous ont fait prendre conscience que l'étude de ces risques et la mise en place de mesures de sécurité pouvaient contribuer à protéger la santé et la sécurité des salariés.

Notre étude porte principalement sur le pont roulant qui fait partie des appareils de levage qui exposent encore les opérateurs à divers risques (il a même causé la mort d'un des pontiers).

Notre travail se compose de cinq chapitres :

- Dans le premier chapitre, nous parlons du processus de manutention, des risques qui sont liés et avons donné quelques mesures préventives.
- Dans le deuxième chapitre, nous expliquons plus en détail l'analyse des risques et montrons quelques réglementations relatives à la santé et la sécurité au travail et à la protection des équipements de manutention.
- Dans le troisième chapitre nous passons en revue ce que nous avons appris dans notre stage dans la cimenterie et donnons quelques mesures préventives aux risques qui y sont liés.
- Le quatrième chapitre est consacré au pont roulant, on parle plus de son fonctionnement, des différents types de commandes...etc. Après on passe au pont roulant que nous avons étudié, ses spécifications et les risques majeurs qui y sont liés et donner de meilleures façons de l'utiliser en toute sécurité.

- Dans le cinquième chapitre, nous avons utilisé le logiciel PHA PRO pour faire une évaluation de la sécurité du travail de le pontier, nous avons étudié chaque étape du travail, répertorié les risques liés à chaque étape et donné des recommandations pour minimiser la gravité et la probabilité de ces risques.

**CHAPITRE 01-ETUDE DES  
SYSTEMES DE LA  
MANUTENTION MECANIQUE ET  
MANUELLE ET LES APPAREILS  
DE LEVAGE**

### **Introduction :**

Le levage est une tâche courante et l'une des plus importantes dans la plupart des lieux de travail. Qu'il s'agit de travaux manuels ou mécaniques, les travailleurs sont exposés à divers risques lorsqu'ils effectuent ces tâches, mais malheureusement, de nombreux employeurs ne savent peut-être pas comment réduire les risques associés au levage.

Se pencher, atteindre et se tordre pendant le levage peut entraîner des maux de dos, manipuler de lourdes charges ou répéter les mêmes mouvements peut également augmenter le risque de blessure.

Les blessures au dos sont douloureuses et peuvent être débiliterantes, pour ne pas dire coûteuses, elles coûtent des millions de dollars en réclamations chaque année. Les employeurs utilisent donc des équipements de levage pour réduire ces risques, mais même avec des équipements de levage, les travailleurs sont toujours exposés à de nombreux risques liés au travail avec ces équipements. Afin de travailler dans un environnement sûr et d'éviter les risques liés au levage en général, les équipements de levage doivent être en bon état, avoir une vérification périodique et l'opérateur de l'équipement doit être bien formé et informé sur la façon de l'utiliser.

Dans ce chapitre, nous aborderons les différents aspects de la procédure de manutention (manuelle et mécanique) et fournirons des mesures préventives pour éviter les risques liés à cette tâche.

## **1. Manutention mécanique et appareils de levage :**

### **1.1. Manutention mécanique :**

La manutention mécanique fait appel à l'utilisation d'engins de levage tels que grues, chariot élévateur automoteur, pont roulant ....

Les moyens de manutention mécaniques permettent de réduire les activités pénibles de manutention manuelle, d'accélérer les flux de marchandises et d'améliorer les performances logistiques. Mais les opérations que les caristes effectuent ne sont pas sans risques pour eux-mêmes et pour leurs compagnons de travail. Il faut toujours veiller à ce que les équipements utilisés soient conformes aux normes en vigueur, contrôlés périodiquement, et adaptés à la charge qu'ils doivent soulever.

Les personnels chargés de cette manipulation devront avoir été formés au maniement des matériels de levage et avoir subi, dans certains cas, une visite médicale d'aptitude. Le port d'équipements de protection individuelle (casques, gants, chaussures de sécurité, lunettes,...) est obligatoire et un repérage préalable des lieux est nécessaire afin d'éviter tout déplacement inutile ou tout obstacle à l'opération.

### **1.2. Appareil de levage :**

Machines et leurs équipements, conduits par un ou des opérateurs qui agissent sur les mouvements au moyen d'organes de service dont ils conservent le contrôle, dont au moins une des fonctions est de déplacer une charge d'une hauteur significative. [5]

### 1.3. Accessoire de levage :

Équipement non lié à la machine et placé entre la machine et la charge ou sur la charge (uniquement si séparable de celle-ci) pour permettre la préhension de cette dernière. Cet équipement n'est pas intégré à la machine (élingues, pinces, palonniers,...). [5]

### 1.4. Principaux appareils de levage industriel et de manutention :

Les équipements de levage permettent de soulever, déplacer et transporter et de lever des charges importantes, donc on considère comme appareils de levage les grues, ponts roulants, portiques, treuils, chariots élévateurs...etc.

#### 1.4.1. Grue :

Appareil de levage et de manutention réservé aux lourdes charges. Cet engin de levage est construit de manière différente selon son utilisation (à terre : grue de chantier ; à bord d'un navire ou d'un dock flottant : camion-grue, etc.).

Une grue peut être commandée depuis une cabine, ou par l'intermédiaire d'une télécommande portée par un homme sur le terrain, qui peut diriger rapidement et précisément le mouvement de la charge. [11]



Figure (I-1) : Une grue à la portée augmentée

#### 1.4.2. Pont roulant :

Appareil de manutention permettant le levage et le transfert de charges lourdes. Il est constitué d'une ou de deux poutre(s) en acier sur la(s)quelle(s) on place un palan ou un treuil (motorisé ou non). Il peut être suspendu ou posé sur deux rails.

Les ponts roulants sont généralement installés dans des halls industriels ou leurs prolongements à l'air libre. Ils permettent la manutention de la charge dans tout l'espace de ces halls. Ils sont installés en hauteur sur des rails de roulement posés sur des poutres en acier ou béton reposant elles-mêmes sur des poteaux.

La conduite d'un petit pont roulant se fait par télécommande ou radiocommande. Les gros ponts possèdent souvent une cabine de conduite. Il existe, pour les industries lourdes, de très gros modèles capables de lever des charges de plusieurs centaines de tonnes telles que les poches de fonte ou d'acier liquide dans les aciéries. [11]



Figure (I-2) : Un pont roulant transportant une charge lourde

Concernant la classification des ponts roulants, on distingue 4 familles principales d'appareils, dont la construction peut être des deux types suivants : Le pont (ou le portique) est dit mono poutre, lorsque sa charpente est réalisée avec une seule poutre (le chariot de levage est alors monorail), le pont est dit bipoutre lorsque sa charpente est constituée de deux poutres, le chariot de levage est du type bi rail : [1]

#### A. Ponts roulants posés :

L'appareil roule sur deux voies de roulement constituées par un rail qui repose sur une poutre de roulement reprise sur les poteaux du bâtiment. Pour une portée donnée (inférieure à 30 m) et une hauteur donnée, c'est le type de pont qui permet d'obtenir la meilleure hauteur de levage. [1]

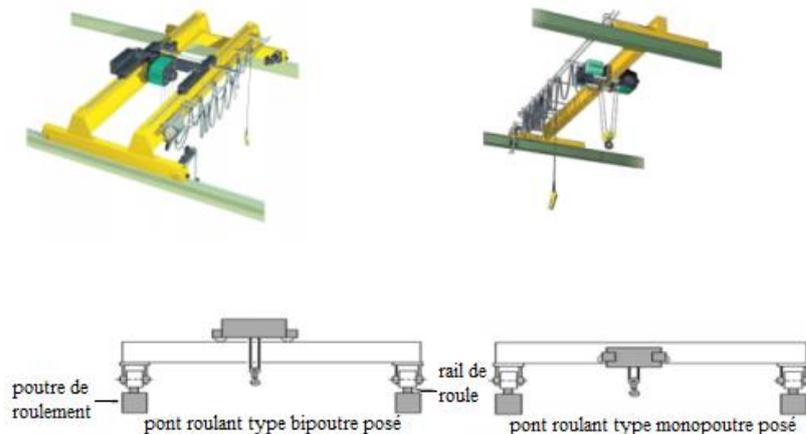


Figure (I-3): les ponts roulants posés

#### B. Ponts roulants suspendus :

L'appareil roule sur l'aile inférieure d'un profilé repris directement sur les formes du bâtiment. Ces chemins de roulement peuvent comporter plus de deux voies de roulement. Ils peuvent en outre être équipés de plusieurs moyens de levage pour

## Chapitre 01 : Etude des Systèmes de la Manutention Mécanique et Manuelle et les Appareils de Levage

desservir toute la surface du bâtiment. Dans le cas de portée très importante, on installera ce type de matériel. [1]

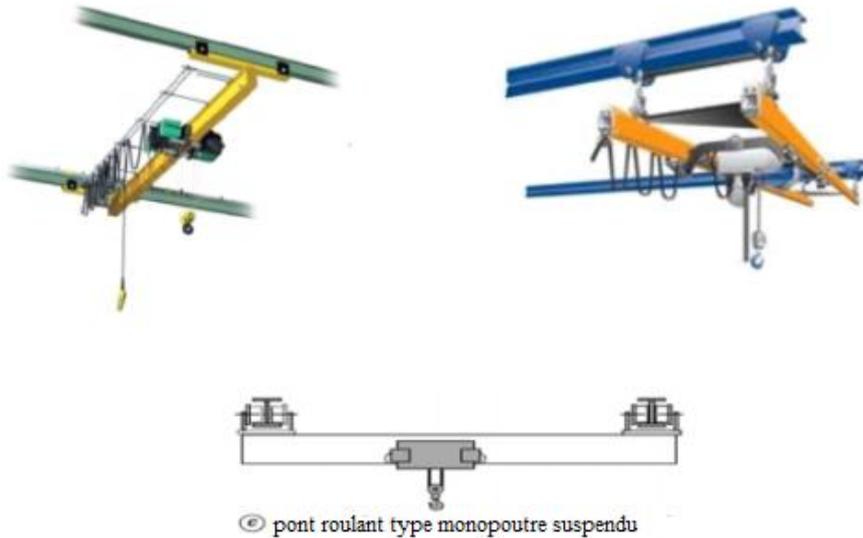


Figure (I-4) : les ponts roulants suspendus

### C. Portique :

L'appareil roule sur deux voies de roulement constituées par un rail fixé directement au sol. Ils sont reliés par deux jambes ou palées. Ces portiques sont installés dans le cas où le bâtiment ne pourrait supporter les réactions qu'entraînerait l'installation d'un pont roulant ou si les transformations nécessaires s'avéraient très onéreuses, il en serait de même s'il n'y avait pas de bâtiment du tout (parc extérieur). Un déport des poutres de roulement permettant d'aller chercher des charges à l'extérieur des rails de roulement est possible, il se nomme, dans ce cas, portique à avant-bec. [1]

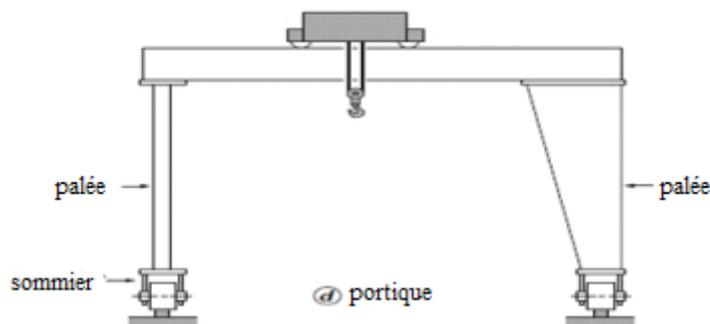


Figure (I-5) : le pont roulant portique

#### D. Semi-portiques :

L'appareil roule sur deux voies de roulement. L'une est constituée par un rail au sol, alors que l'autre s'appuie sur la charpente du bâtiment et roule sur un chemin de roulement aérien. Cette formule est utilisée le plus souvent en complément d'un pont roulant qui assure la liaison entre les postes équipés d'un semi-portique. [1]

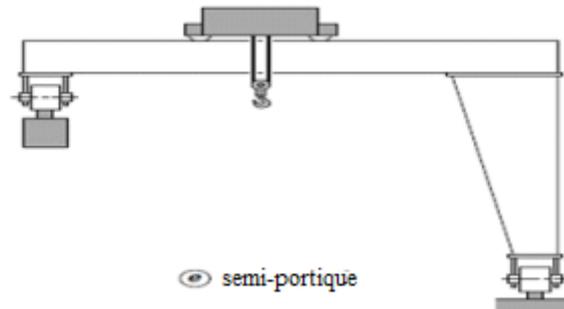


Figure (I-6) : le pont roulant semi portique

#### 1.4.3. Portique de manutention :

Appareil de levage pour charges lourdes, autonome, utilisé principalement sur de grandes aires de stockage à l'air libre (ports, parcs de matières en vrac ou de produits industriels de masse). Le portique remplit sensiblement les mêmes fonctions qu'un pont roulant dont il ne diffère que par le principe de fonctionnement. Un pont roulant circule sur un chemin de roulement situé en hauteur sur des poutres en acier ou béton. Le portique quant à lui circule sur une bande de roulement, généralement constituée de rails, située à même le sol. Sur ces rails circule un chariot qui supporte le matériel de levage lui-même (un ou deux treuils sur lesquels s'enroulent les câbles de levage ainsi que le moyen de préhension). Une cabine de conduite suspendue complète l'installation. [11]

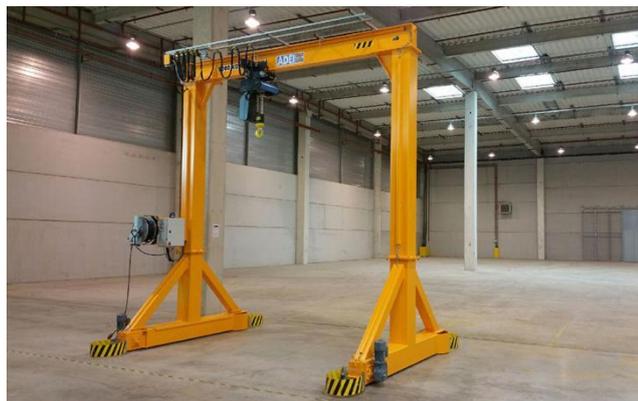


Figure (I-7) : Un portique de manutention

#### 1.4.4. Potence:

Une potence de levage est un type d'appareil de levage aérien fréquemment utilisé dans les petites cellules de travail pour des tâches de levage uniques et répétitives. Les

potences sont exceptionnellement adaptables et peuvent être associées à des ponts roulants pour maximiser la production. [11]



Figure (I-8) : Un Potence

#### **1.4.5. Chariot mobile élévateur :**

Le chariot mobile élévateur semi électrique est conçu pour améliorer la manutention de colis et de pièces et donc d'éviter des accidents de travail. Le chariot permet de soulager le dos et les épaules des opérateurs lors des manipulations de produits divers même pour des charges légères et répétitives. [11]



Figure (I-9): Un chariot mobile élévateur

#### **1.5. Principaux accessoires de levage et d'accrochage:**

Il existe plusieurs accessoires de levage qui sont choisis en fonction du type de levage à faire. Ils doivent être acquis et conservés en bon état car ils peuvent causer des dommages (dans le cas où l'accessoire est en mauvais état la charge soulevée peut tomber et causer un accident), certains de ces accessoires sont :

- Elingue
- Câble de levage :
- Crochets
- Palonnier

## 1.6. Conditions d'utilisation des appareils et accessoires de levage :

### 1.6.1. Classement selon les catégories de levage :

Chaque site industriel doit répertorier les opérations de levage et doit les classer en fonction des catégories suivantes :

- Levage à hauts risques ou dans des conditions anormales,
- Levage standards sous mode opératoire,
- Levage à risques faibles.

Le tableau suivant indique les exigences appropriées selon la catégorie de levage : [5]

Tableau (I-1) : Opérations réalisées avec un pont roulant.

Catégorie de Levage	Exemples (non exhaustifs)	Exigences
Levage à hauts risques / Conditions anormales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levage d'acier/fonte liquide</li> <li>• Levages réalisés avec plusieurs ponts ou avec pont et grue</li> <li>• Levage au voisinage de nacelle (PEMP)</li> <li>• Levage au-dessus de zones pouvant mettre en danger du personnel</li> <li>• Levages à proximité de lignes haute tension</li> <li>• Levages au-delà de la capacité de l'appareil (cas exceptionnels : essai, épreuve, vérification périodique)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse des risques</li> <li>• Plan de levage sauf pour les essais, épreuves et vérifications périodiques effectués dans des conditions contrôlées ou instruction incluant les données d'adéquation</li> </ul>
Levage standard sous mode opératoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les levages opérés dans l'usine ou dans le cadre de travaux de maintenance</li> <li>• Levage sans visibilité du pontier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse des risques</li> <li>• Mode opératoire (y/c les mesures de prévention à prendre pour le levage)</li> </ul>
Levage à risques faibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levages réguliers/simples</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse des risques (fiche d'évaluation d'un levage standard)</li> <li>• Respect des consignes de levage en sécurité</li> </ul>

Tableau (I-2) : Opérations réalisées avec une grue.

Catégorie de Levage	Exemples (non exhaustifs)	Exigences
Levage à hauts risques / Conditions anormales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levage d'acier/fonte liquide</li> <li>• Levages réalisés avec plusieurs grues ou grue avec pont</li> <li>• Levage avec grues dans un bâtiment en présence de ponts roulants</li> <li>• Levage au voisinage de nacelle (PEMP)</li> <li>• Levage au-dessus de zones pouvant mettre en danger du personnel</li> <li>• Levages à proximité de lignes haute tension</li> <li>• Levages au-delà de la capacité de l'appareil</li> <li>• Levage dans le cadre de travaux de maintenance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse des risques</li> <li>• Plan de levage sauf pour les essais, épreuves et vérifications périodiques effectués dans des conditions contrôlées</li> <li>• Examen d'adéquation</li> </ul>
Levage à risques faibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levages réguliers/simples</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse des risques</li> <li>• Respect des consignes de levage en sécurité</li> <li>• Examen d'adéquation</li> </ul>

### 1.6.2. Le plan de levage ou instruction (levages à hauts risques) :

Le plan de levage décrit l'opération de levage comprenant au minimum les éléments suivants [5] :

- Les caractéristiques de la charge ;
- Les moyens de levage utilisés (appareils et accessoires de levage) ;
- L'adéquation des moyens de levage avec la charge à soulever (vérifier que la capacité des moyens de levage est suffisante par rapport au poids de la charge) ;
- Les points de contrôles pour l'exécution du levage ;
- La constitution de l'équipe de levage et les moyens de communication ;
- Une identification des risques (étapes, matériels, risques et moyens de prévention) ;
- Un schéma de l'élingage.

### 1.6.3. Analyse des risques (levages standards sous mode opératoire et levages à risques faibles) :

Chaque site industriel doit réaliser une analyse des risques sur les postes de travail utilisant des appareils et accessoires de levage. Un mode opératoire doit décrire les mesures de prévention à mettre en œuvre pour l'opération de levage. [5]

#### **1.6.4. Mise en œuvre d'un appareil et/ou accessoire de levage :**

##### **1.6.4.1. Contrôle avant utilisation:**

Ce contrôle consiste à vérifier l'état général, les câbles, le fonctionnement des dispositifs de sécurité,... Il doit être réalisé avant utilisation (lors de la prise de poste par exemple) et est consigné :

- check-list de contrôle pour les ponts, portiques, semi-portiques,...
- registre des observations pour les grues,...

Il faut définir le modèle de check-list, registre... à utiliser et l'organisation du traitement des anomalies détectées. [5]

##### **1.6.4.2 Consignes de sécurité :**

L'application de ces consignes dans le mode opératoire est recommandée pour réduire les risques liés aux appareils de levage. Les accès aux ponts roulants doivent être directs et soumis à autorisation d'accès. Lors du levage de charges, il est interdit de :

- Déposer une charge par ballant en un point qui ne peut être atteint à la verticale ;
- Descendre une charge si un agent au sol se trouve sur le lieu de pose ;
- Soulever des charges supérieures à celles écrites sur l'appareil ;
- Transporter des charges au-dessus des personnes (éloignement de la zone d'évolution de la charge) ;
- Monter sur la charge ;
- Transporter une charge avec un crochet non équipé de système anti-décrochement (par exemple le linguet) sauf cas exceptionnel qui fera l'objet d'une analyse de risques.

Les obligations suivantes doivent également être respectées :

- Le guidage d'une charge doit se réaliser à l'aide d'outils appropriés (perche avec crochet, corde,...).
- Les situations d'urgence doivent être identifiées et les évacuations de secours décrites.
- Les appareils de levage doivent disposer d'un avertisseur sonore.
- Des mesures organisationnelles ou techniques doivent être prises pour éviter le heurt des charges et de collisions avec d'autres engins ou structures.
- Un seul chef de manœuvre doit être désigné pour une opération de levage. [5]

#### **1.7. Les vérifications périodiques des appareils et accessoires :**

L'objectif des vérifications périodiques est de déceler toute défectuosité susceptible d'être à l'origine d'une situation dangereuse, mais non de vérifier la conformité des équipements à l'ensemble des règles ou prescriptions techniques qui leurs sont applicables. Dans ce but, la réglementation française prévoit des vérifications générales périodiques pour une liste limitative d'équipements. Elle en définit le contenu et la périodicité.

La liste des équipements soumis à vérifications périodiques comprend les appareils de levage, les engins de chantiers et certaines machines à risques spécifiques (presses,

## Chapitre 01 : Etude des Systèmes de la Manutention Mécanique et Manuelle et les Appareils de Levage

compacteurs à déchets, massicots...). Pour les autres machines, c'est au chef d'établissement de définir une organisation permettant de répondre au même objectif.

Le résultat de ces vérifications est consigné dans un registre de sécurité (où sont également mentionnés tous les incidents, anomalies, remplacements de pièces...). Ce registre est tenu à disposition de l'inspecteur du travail et de toutes les personnes ou organismes concernés par la prévention des risques professionnels.

Les vérifications périodiques ne se substituent pas à l'obligation d'effectuer les opérations de maintenance définies par le fabricant de la machine. Il est d'ailleurs recommandé d'enregistrer les opérations de maintenance des machines dans un carnet de maintenance.

Pour les appareils de levage, la vérification périodique est complétée par une vérification de mise ou remise en service. Cette vérification permet de s'assurer que les appareils sont installés conformément aux spécifications prévues par la notice d'instructions du fabricant et qu'ils peuvent être utilisés en sécurité. Le carnet de maintenance est obligatoire pour ce type d'appareils. [12]

### – Tous les 3 mois :

Appareils de levage, mus par la force humaine employée directement, utilisés pour déplacer en élévation un poste de travail. [12]

### – Tous les 6 mois :

Grues auxiliaires de chargement sur véhicules, grues à tour à montage rapide ou automatisé, sur stabilisateurs, bras ou portiques de levage pour bennes amovibles, hayons élévateurs, monte-meubles, monte-matériaux de chantier, engins de terrassement équipés pour le levage, grues mobiles automotrices ou sur véhicules porteurs, ne nécessitant pas de montage ou de démontage de parties importantes, chariots élévateurs, tracteurs poseurs de canalisations, plates-formes élévatrices mobiles de personnes.

Appareils de levage, mus par une énergie autre que la force humaine employée directement, utilisés pour le transport des personnes ou pour déplacer en élévation un poste de travail. Appareils de levage, non conçus spécialement pour lever des personnes, mus par la force humaine employée directement et non installés à demeure. [12]

### – Tous les 12 mois :

Appareils de levage (non conçus spécialement pour lever des personnes) mus par la force directement, installés à demeure.

Autres appareils de levage.

Accessoires de levage. [12]

### Contenu des vérifications périodiques :

- Appareils de levage : examen de l'état du matériel, essai de fonctionnement.
- Accessoires de levage : examen ayant pour objet de vérifier le bon état de l'accessoire de levage. Il vise notamment de détecter toute détérioration d'emploi

## Chapitre 01 : Etude des Systèmes de la Manutention Mécanique et Manuelle et les Appareils de Levage

précisée par la notice d'instructions du fabricant, susceptible d'être à l'origine de situations dangereuses. [12]

### **1.8. Les risques liés à la manutention mécanique et appareils de levage :**

Les appareils de levage sont des équipements dangereux, les risques les plus courants qui y sont liés sont :

#### **1.8.1 Risques mécaniques :**

Ensemble des facteurs physiques qui peuvent être à l'origine d'une blessure par l'action mécanique d'éléments de machine, d'outils, de pièces ou de matériaux solides ou de fluides projetés.

#### **1.8.2 Risques électrique :**

Le risque électrique peut conduire notamment à une électrocution, c'est-à-dire au passage d'un courant électrique dans le corps. Les accidents de ce type arrivent généralement du fait du mauvais état des isolants, ou de la modification ou de l'extension d'une installation par une personne non compétente en ce domaine.

#### **1.8.3 Risques liés au bruit :**

Le risque lié au bruit peut générer des troubles de l'audition, voir une surdité irréversible, chez l'opérateur. On le retrouve le plus souvent, dans les secteurs d'activité d'usine, dans le BTP (Bâtiment et Travaux Publics) et les cimenteries (machines et outils bruyants, alarme,...).

#### **1.8.4 Risque d'incendie et d'explosion :**

L'incendie est une combustion qui se développe sans contrôle dans le temps et dans l'espace. La combustion est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par un comburant, nécessitant une source d'énergie pour être initiée : c'est le « triangle du feu ». Il suffit de supprimer un seul de ces trois éléments (combustible, comburant, énergie d'activation) pour qu'il soit impossible d'obtenir une combustion.

Une explosion est également provoquée par une réaction chimique entre plusieurs substances dont chacune, utilisée indépendamment, ne peut exploser. Cette réaction rapide donne lieu à une augmentation brutale de la pression qui provoque un effet de souffle et une onde de pression, accompagnée de flamme et de chaleur.

#### **1.8.5 Risque chute de hauteur :**

Les chutes de hauteur peuvent survenir depuis un toit, une échelle, une passerelle, une fosse, un appareil de levage arrêté ... Elles se produisent lorsque le poste de travail n'est pas ou pas assez protégé ou lorsque le dispositif de protection n'est pas adapté. Elles peuvent également se produire en déplacement, en particulier sur des opérations de courte durée dans des zones peu accessibles.

### **1.8.6 Risque liés aux circulations internes des engins :**

La circulation interne en entreprise correspond à l'ensemble des déplacements des personnes et des transports et manutentions de matières premières, pièces détachées et produits finis, à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments et dans les locaux annexes.

Les risques concernent les collisions entre véhicules, les heurts de véhicules sur des travailleurs ou des obstacles, des freinages ou virages brusques d'engins qui mènent à la chute de la charge sur des personnes. Les dangers concernent donc non seulement les conducteurs d'engins ou les caristes mais également tous les travailleurs qui se trouvent à proximité susceptibles être heurtés par l'engin ou sa charge.

### **1.9 Mesures de prévention :**

Afin de maintenir la sécurité tout en travaillant avec ces machines dangereuses qui peuvent causer de dommages graves à la santé et à la sécurité humaine, l'employeur doit prendre les mesures préventives suivantes :

#### **1.9.1 Organisationnelles :**

- Planification des circulations dans l'établissement et balisage des circulations avec leur sens d'utilisation, mise en place d'une signalisation.
- Planification de la charge de travail de manière à limiter les situations de pression temporelle accrue. [6]

#### **1.9.2 Techniques collectives :**

- Mise à disposition de moyens de manutention et/ou de levage et accessoires conformes à la réglementation ;
- Contrôles réglementaires, vérifications du matériel et remise en conformité le cas échéant ;
- Éviter si possible les zones de co-activité regroupant des situations de manutentions mécaniques et d'autres types d'activité. [6]

#### **1.9.3 Techniques individuelles :**

- Port des EPI (gants de manutention, casque le cas échéant, chaussures de sécurité) ;
- Respecter les instructions des responsables de sécurité ;
- Ne pas conduire les engins de levage dans le cas de manque de vigilance. [6]

#### **1.9.4 Humaines :**

- Formation obligatoire pour les matériels qui le requièrent (chariots élévateurs, grues, pont roulant) ;
- Information sur l'utilisation du matériel (prescriptions du constructeur ou du fournisseur) et les risques encourus pour tous les matériels. [6]

## **2. La manutention manuelle :**

### **2.1. Définition :**

La manutention manuelle est tout transport ou support d'une charge par un ou plusieurs travailleurs. Il inclut les activités suivantes: soulever, tenir, déposer, pousser, tirer, porter ou déplacer une charge. La charge peut être un objet animé (personnes ou animaux) ou inanimé (boîtes, outils, etc.). La manutention manuelle est aussi parfois appelée «manutention manuelle des matériaux» (MMH). [15]

### **2.2. Les lieux d'occurrence:**

La manutention manuelle se produit dans presque tous les environnements de travail (usines, entrepôts, chantiers, fermes, hôpitaux, bureaux, etc.). Cela peut inclure le levage de boîtes sur une ligne d'emballage, la manutention de matériaux de construction, le poussage de chariots, la manutention de patients dans les hôpitaux et le nettoyage. Selon la quatrième enquête européenne sur les conditions de travail [13] réalisée dans l'UE-27 en 2005, 35% de tous les travailleurs sont exposés au risque de porter ou de déplacer des charges lourdes pendant au moins un quart de leur temps de travail. Les taux d'exposition les plus élevés se trouvent parmi les travailleurs qualifiés de l'agriculture et de la pêche, les artisans et les métiers connexes, les opérateurs d'usines et de machines et les assembleurs. Les jeunes travailleurs seraient les plus exposés de tous les groupes d'âge.

### **2.3. Les effets négatifs de la manutention manuelle sur la santé :**

La manutention manuelle peut entraîner de la fatigue, et entraîner des blessures du dos, le cou, les épaules, les bras ou d'autres parties du corps. Deux groupes de blessures peuvent résulter de la manutention manuelle:

- Coupures, contusions, fractures, etc., dues à des événements soudains et inattendus tels que des accidents
- Dommages au système musculo-squelettique du corps (muscles, tendons, ligaments, os, articulations, vaisseaux sanguins et nerfs) résultant d'une usure progressive et cumulative due à des manutentions manuelles répétitives. Ces lésions sont appelées «troubles musculo-squelettiques» (TMS) [14] et peuvent être divisées en 3 groupes:
  - ✓ Troubles du cou et des membres supérieurs
  - ✓ Troubles des membres inférieurs
  - ✓ Maux de dos et blessures au dos

Les troubles musculo-squelettiques liés au travail dus à une manutention manuelle (par exemple, les troubles du bas du dos) peuvent avoir des conséquences graves pour les travailleurs et peuvent restreindre leur capacité à entreprendre un large éventail d'activités professionnelles et de loisirs pour le reste de leur vie. Par conséquent, la prévention est vitale.

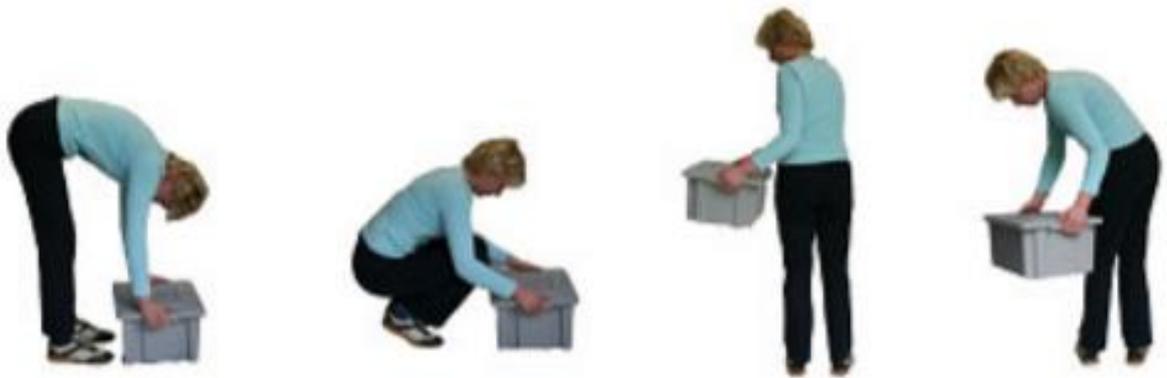


Figure (I-10) : Des techniques de manutention incorrecte

## 2.4 Les risques de la manutention manuelle:

Il y a plusieurs facteurs qui rendent la manutention manuelle dangereux et augmentent le risque de blessure. Ceux-ci sont appelés les facteurs de risque. Les facteurs de risque, en particulier pour les blessures au dos, sont liés à 4 aspects de la manutention manuelle: la charge, la tâche, l'environnement et l'individu. [15]

### 2.4.1 La charge :

Le risque de blessure au dos augmente pendant le levage, le transport, la poussée et la traction de charges, si la charge est:

- Trop lourd
- Trop grande
- Difficile à saisir
- Déséquilibré, instable ou si le contenu peut bouger
- Difficile à atteindre [15]

### 2.4.2 La tâche :

Le risque de blessure au dos augmente si la tâche:

- Est trop fatigant
- Implique des postures ou des mouvements inconfortables [15]

### 2.4.3 L'environnement :

Les caractéristiques suivantes de l'environnement de travail peuvent augmenter le risque de blessure au dos:

- Espace disponible (Un manque d'espace pour effectuer une manutention manuelle) ;
- Plancher (des sols glissants, inégaux ou instables peut augmenter le risque d'accidents.) ;
- Climat (La chaleur rend le travailleur fatigué. Le froid peut engourdir les mains du travailleur...etc.) ;
- Éclairage [15]

#### **2.4.4 L'individu :**

Certains facteurs individuels peuvent également influencer le risque de blessure au dos:

- Expérience, formation et familiarité avec le travail ;
- Âge ;
- Dimensions physiques et capacité (longueur, poids, résistance, etc.) ;
- Style de vie personnel (le tabagisme peut, par exemple, augmenter le risque de troubles du bas du dos) ;
- Antécédents de troubles du dos (il s'agit d'un prédicteur de futures blessures au dos) ;
- Volonté d'utiliser un équipement de protection individuelle. [15]

#### **2.5 Évaluation des risques des activités de manutention manuelle :**

Les employeurs sont tenus d'évaluer les risques pour la santé et la sécurité résultant des tâches et des activités de travail, comme la manutention manuelle. On peut alors décider si des précautions suffisantes ont été prises ou s'il est nécessaire d'en faire plus pour prévenir les dommages. Le défi est d'éliminer, ou du moins de réduire, le potentiel d'accidents, de blessures ou de problèmes de santé résultant d'activités et de tâches professionnelles. [15]

#### **2.6 Mesures de prévention :**

Les effets néfastes de la manutention manuelle sur la santé peuvent être évités en essayant d'éliminer ou du moins de réduire les facteurs de risque impliqués. La hiérarchie suivante des mesures de prévention doit être utilisée:

##### **2.6.1 Élimination :**

Premièrement, le travail peut-il être conçu et organisé de telle manière que la manutention manuelle puisse être évitée complètement, ou au moins restreinte (par exemple en utilisant des équipements de manutention mécaniques tels que des bandes transporteuses, des chariots élévateurs ou des palans électriques) ? [15]

##### **2.6.2 Mesures techniques :**

Si la manutention manuelle ne peut être évitée, l'automatisation, la mécanisation et l'utilisation d'équipements de levage et de transport doivent être envisagées (par exemple, convoyeurs, palans, chariots élévateurs). [15]

##### **2.6.3 Mesures organisationnelles :**

Mesures organisationnelles ou administratives ne devraient être envisagées si l'élimination de la manutention manuelle est impossible, et si des mesures techniques ne sont pas efficaces pour réduire les risques liés à la manutention manuelle.

Les tâches de manutention manuelle lourdes ou fréquentes doivent être effectuées par plusieurs personnes ou, si possible, la quantité manutentionnée doit être réduite ou la charge divisée en plus petites.

## Chapitre 01 : Etude des Systèmes de la Manutention Mécanique et Manuelle et les Appareils de Levage

Le taux de manutention manuelle ne doit pas être réglé par une machine, un superviseur ou collègues. Le temps nécessaire pour effectuer des tâches de la manutention manuelle devrait être prolongé en prenant des pauses, ou en les alternant avec d'autres tâches afin que les muscles aient le temps de récupérer. [15]

### 2.6.4 Fournir des informations et une formation aux travailleurs :

Si les travailleurs doivent effectuer des activités de manutention manuelle, ils doivent être informés des risques d'accidents et de maladies, notamment en ce qui concerne leurs tâches spécifiques. Ils devraient également recevoir une formation sur l'utilisation de l'équipement et sur les techniques de manutention correctes. [15]

### 2.7 Techniques de manutention correcte :

#### 2.7.1 Levage :

Avant de soulever la charge, vous devez planifier et vous préparer à la tâche. Sois sûr que:

- Vous savez où vous allez ;
- La zone autour de la charge est exempte d'obstacles ;
- Les portes sont ouvertes et il n'y a rien sur le sol qui pourrait faire trébucher quelqu'un ou le faire glisser ;
- Vous avez une bonne adhérence sur la charge ;
- Vos mains, la charge et les poignées ne sont pas glissantes ;
- Si vous soulevez avec quelqu'un d'autre, vous savez tous les deux ce que vous faites avant de commencer ; [15]



Figure (I-11) : La position correcte pour le levage

Vous devez adopter la technique suivante lors du levage de la charge:

- Mettez vos pieds autour de la charge et votre corps dessus (si cela n'est pas possible, essayez de garder votre corps aussi près que possible de la charge et devant elle) ;
- Utilisez les muscles de vos jambes pour soulever ;
- Gardez votre dos droit ;

## Chapitre 01 : Etude des Systèmes de la Manutention Mécanique et Manuelle et les Appareils de Levage

- Tirez la charge aussi près que possible de votre corps ;
- Soulevez et transportez la charge avec les bras droits. [15]

### **2.7.2. Pousser et tirer :**

La poussée et la traction des dispositifs de manutention tels que les chariots et les brouettes sont particulièrement pénibles pour le dos, les épaules et les bras. C'est important que:

- La poussée et la traction se font en utilisant le poids du corps: lorsque vous poussez, vous devez vous pencher en avant, lorsque vous tirez, vous devez vous pencher en arrière
- Vous avez suffisamment d'adhérence au sol pour vous pencher en avant / en arrière
- Vous évitez de tordre, de tourner et de plier le dos
- Les dispositifs de manutention ont des poignées que vous pouvez utiliser pour exercer une force.
- La hauteur de la poignée doit être entre l'épaule et la taille afin que vous puissiez pousser / tirer dans une bonne posture neutre
- Les dispositifs de manutention sont bien entretenus pour que les roues tournent en douceur
- Les sols sont durs, uniformes et exempts de déchets. [15]

### **Conclusion :**

Comme nous l'avons vu dans ce chapitre, les opérations de levage peuvent être délicates et comportent beaucoup de risques, donc pour travailler dans un lieu de travail sûr, l'employeur doit fournir au personnel un équipement de bonne qualité, réduire le besoin pour la manutention manuelle, s'assurer que les opérateurs ont une formation professionnelle pour utiliser ces équipements d'une meilleure façon pour les sensibiliser aux risques de ces équipements. Les travailleurs doivent suivre les règles de sécurité, porter le EPI et respecter les consignes données par le superviseur.

# **CHAPITRE 02- LES METHODES D'ANALYSE DES RISQUES**

### **Introduction :**

Depuis l'Antiquité, les humains ont été exposés à différents types de risques et comme nous avons tous un instinct de survie, ils ont toujours trouvé de nouvelles façons d'éviter ces risques et de vivre dans un environnement sûr.

De nos jours, les humains sont toujours exposés à divers risques sur le lieu de travail. Ils ont donc développé de nouvelles façons d'éviter ou de réduire les conséquences de ces risques. L'acte d'essayer de prédire, de minimiser ou de supprimer les risques est appelé analyse des risques.

Après que les champs industriels aient connu de nombreux accidents et catastrophes ayant causé de nombreux dommages, qu'ils soient humains (décès et blessés) ou matériels (indemnisation des blessés, arrêt de travail, dommages matériels), l'analyse des risques a permis à ces entreprises de réduire la possibilité et/ou la gravité de ces catastrophes.

Dans ce chapitre, nous parlerons de l'analyse des risques, de son importance et des méthodes que nous utilisons pour y parvenir

### **1. L'analyse de risque :**

#### **1.1. Définition :**

L'analyse de risque est une méthode utilisée pour faire le point sur la qualité et l'opportunité des mesures de sécurité en place pour contrôler ou éliminer les risques à la santé et à la sécurité à un poste, une machine, une tâche, etc. Et aussi pour cibler où l'on doit faire des efforts de prévention dans le but d'éviter des lésions et des maladies professionnelles. [2]

#### **1.2. Objectif d'analyse des risques :**

L'analyse des risques est utilisée pour :

- Identifier et évaluer les risques associés à l'ensemble d'un établissement ;
- Identifier et évaluer les risques à un poste de travail ;
- Identifier et évaluer les risques sur une machine ou un équipement ;
- Identifier et évaluer les risques associés à une tâche ;
- Identifier et évaluer les risques associés à une situation. [2]

#### **1.3. Méthodologie d'application :**

L'application de différentes méthodes d'analyse des risques consiste aux 7 étapes principales, ce sont: [2]

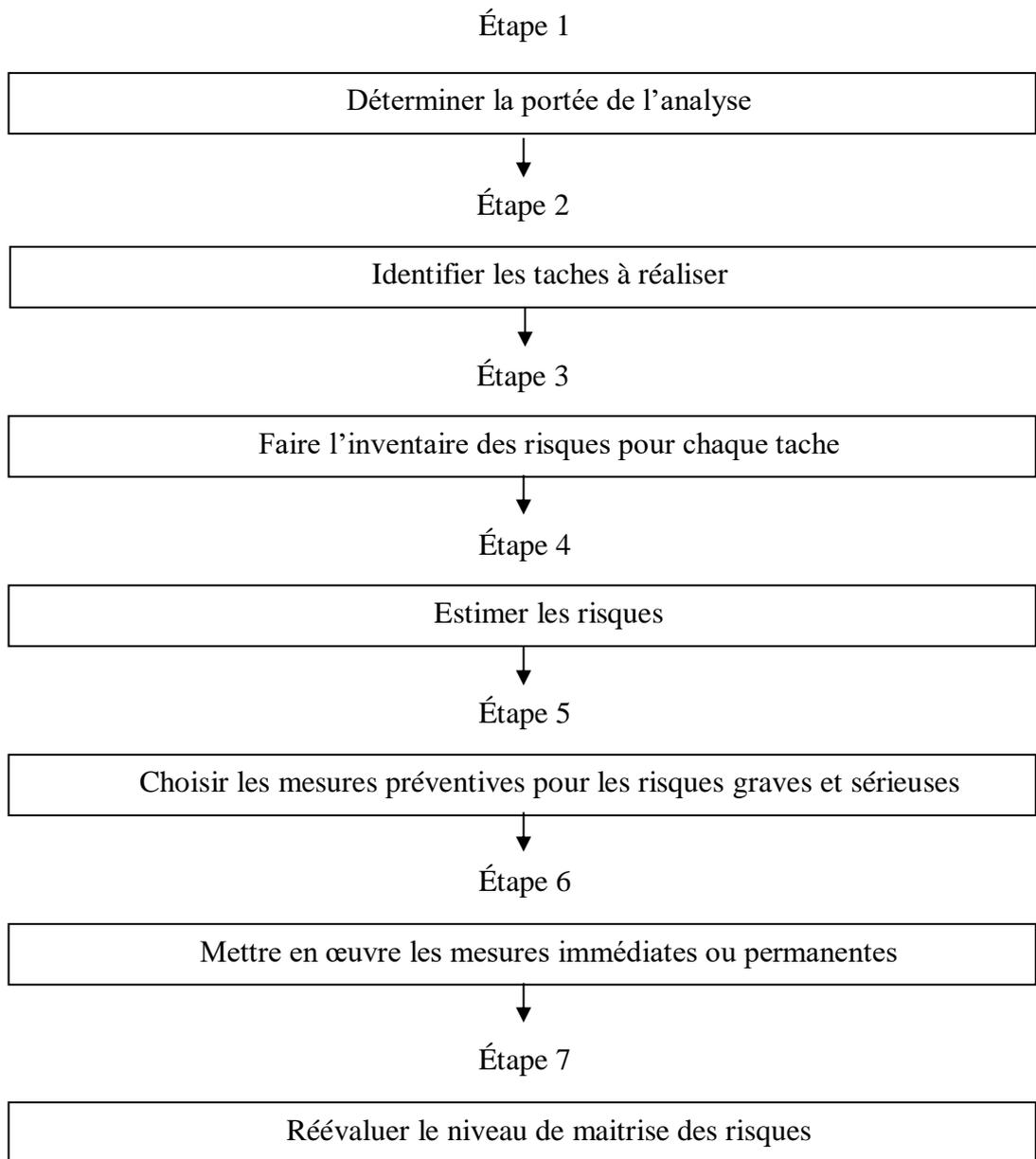


Figure (II-1) : Les étapes d'analyse des risques

## 2. Textes réglementaires et normatifs :

Les textes réglementaires sont le meilleur moyen d'assurer l'application des normes liées à la sécurité au travail, qui obligent l'employeur à suivre ces règles. Voici quelques textes nationaux et internationaux :

### 2.1 Réglementation algérienne :

A partir de la fin des années 80, le gouvernement algérien a commencé à promulguer des lois relatives à l'hygiène et à la sécurité industrielle. Voici les lois les plus importantes relatives à la sécurité industrielle et environnementale et à la protection contre les risques liés aux appareils de levage :

**2.1.1. Textes réglementaires relatif à l'hygiène et sécurité au travail :**

Loi N° 88-07 du 26 janvier 1988 : relative à l'hygiène et la sécurité et la médecine du travail :

- L'organisme employeur est tenu d'assurer l'hygiène et la sécurité aux travailleurs.
- L'organisme employeur est tenu d'intégrer la sécurité des travailleurs dans le choix des techniques et technologies et dans l'organisation du travail.

Décret exécutif N° 91-05 du 19 janvier 1991: relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail.

**2.1.2. Texte réglementaire relatif à la protection des risques industriels :**

La loi N° 04-20 du 25 décembre 2004 : relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.

**2.1.3 Texte réglementaire relatif à la protection des risques liés aux appareils de levage et les machines minières :**

Arrêté du 29 Rabie El Aouel 1425 correspondant au 19 mai 2004 relatif aux conditions d'exploitation des machines minières :

Art. 3. — Afin de réduire les risques au minimum, les employeurs assurent au personnel qui doit travailler près des machines un bon éclairage, un endroit sûr pour les pieds et suffisamment d'espace

Art. 10. — Les grues, les appareils de levage, les derricks, les appareils de terrassement, les machines d'excavation, les camions à benne, ainsi que toute autre pièce d'équipement ne doivent pas être laissés sans surveillance, sans s'être au préalable assuré que les éléments mobiles de l'équipement ne peuvent se déplacer à la suite d'un mauvais fonctionnement ou du desserrage des freins ou d'autres dispositifs mécaniques.

Art. 31. — Les employeurs prennent les mesures nécessaires pour que la charge maximale permise des moufles fixes, utilisées avec des appareils de levage, soit estampée ou clairement et visiblement marquée sur chaque moufle.

Art. 23. — Il est interdit de monter sur un pont roulant ou sur une partie de celui-ci, sauf si l'agent, selon le cas :

- est un grutier ou un stagiaire grutier ;
- effectue l'entretien, l'inspection ou l'essai du pont roulant ;
- est un surveillant ;
- effectue des réparations d'entretien à partir du pont roulant et qu'aient été prises des mesures visant à le protéger.

Art. 22. — Il est interdit de :

- monter sur un crochet de levage ou une charge transportée par une grue ;
- travailler sous la charge transportée par une grue.

Art. 21. — Le fonctionnement d'une grue mécanique actionnée à partir d'une cabine de commande, ne peut être effectué que par un grutier qualifié.

La conduite par un agent en formation n'est faite que sous la surveillance d'un grutier compétent.

## CHAPITRE 02 : LES METHODES D'ANALYSE DES RISQUES

Art. 24. — Avant de quitter la cabine de commande de la grue, le grutier veille à ce qu'aucune charge ne soit laissée suspendue, et que les interrupteurs et les commandes soient fermés

Art. 27. — Les grues à cabine de commande doivent être munies d'un avertisseur sonore approprié visant à prévenir les personnes susceptibles d'être mises en danger par la grue ou une charge.

### **2.1.4 Textes réglementaires relatif à la protection de l'environnement :**

Décret exécutif N° 06-198 du 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement : le présent décret a pour objet de définir la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement et notamment les régimes d'autorisation et de déclaration d'exploitation des établissements classés, leurs modalités de délivrance, de suspension et de retrait, ainsi que les conditions et modalités de leur contrôle.

### **2.2 Normes AFNOR relatif à la protection des risques liés aux appareils de levage :**

NF EN 13557 : Appareils de levage à charge suspendue : commandes et postes de conduite.

NF EN 60204-32 : Sécurité des machines – Équipement électrique des machines, partie 32 : Exigence pour les appareils de levage.

NF EN 15011 : Appareils de levage à charge suspendue. Ponts roulants et portiques.

NF EN 14492-1 : Appareils de levage à charge suspendue. Treuils et palans motorisés.

### **3. Le développement d'une analyse de risques :**

Tout d'abord, la norme EN 1441, adoptée par le CEN (Comité européen de normalisation) le 13 septembre 1997, présente une méthode d'évaluation des risques liés aux dispositifs médicaux, spécifiant une procédure à destination des fabricants d'équipements médicaux.

Cependant, plusieurs autres outils, issus du milieu industriel, peuvent être utilisés, avec notamment quelques méthodes inductives (débutant par l'analyse des causes du danger pour aboutir aux effets) :

- Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE et AMDEC)
- Analyse préliminaire de risques (APR)
- HAZOP (étude des dangers et opérabilité)

Mais aussi des méthodes déductives (partant des effets pour remonter aux causes), telles que l'AdD (Analyse des Défaillances). [16]

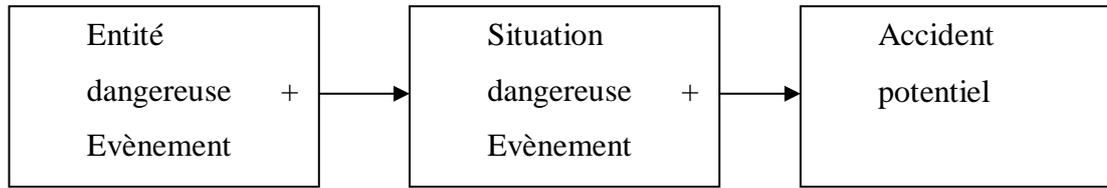
### **4. Outils d'analyse :**

Plusieurs méthodes inductives d'analyse de scénarios de risque sont à notre disposition.

#### **4.1 APR : Analyse préliminaire de risques :**

Cette méthode, principalement utilisée dans les secteurs de l'aéronautique, de la chimie et du nucléaire, amène à l'identification de l'ensemble des risques. Elle permet

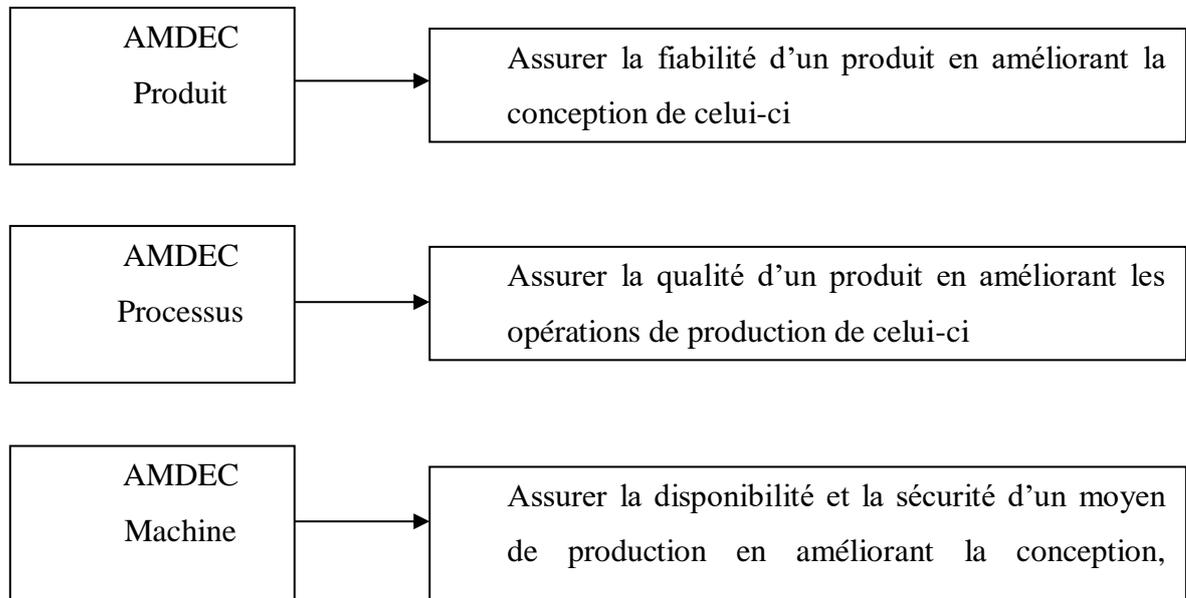
d'identifier les risques inhérents au système étudié dès les premières phases de conception. Cependant son utilisation sera restreinte à des systèmes conséquents. [16]



**4.2 AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité :**

Il s'agit de la méthode qualitative la plus utilisée, mais elle a surtout une orientation industrielle. L'AMDEC présente l'avantage de pouvoir être mise en œuvre tout au long du cycle de vie d'un système. Cependant, elle est principalement utilisée en tant que technique d'analyse préventive pour détecter les défaillances potentielles, évaluer les risques et susciter des actions de prévention. [16]

3 types d'AMDEC ont été développés :



La méthodologie de L'AMDEC peut être divisée en quatre phases :

Phase 1 : Analyse des mécanismes de défaillance

Identification des mécanismes de défaillance de manière exhaustive.

Phase 2 : Evaluation de la criticité

Affectation d'un niveau de criticité à chaque défaillance.

Détermination des défaillances critiques par comparaison au seuil de criticité acceptable prédéfini.

Phase 3 : Proposition d'actions correctives

Diminution du niveau de criticité des défaillances en agissant sur un ou plusieurs des critères (fréquence, gravité, probabilité de non-détection de la défaillance).

Phase 4 : Synthèse de l'étude / Décisions

Effectuer un bilan et fournir les éléments permettant de lancer les actions à effectuer.

#### **4.3 HAZOP: Hazard and Operability study:**

Cette méthodologie peut elle aussi être divisée en 4 phases :

Phase 1 : Identification des dérives potentielles à l'aide d'une liste guide

Phase 2 : Recherche des causes possibles

Phase 3 : Recherche des conséquences

Phase 4 : Détermination d'actions correctives et de protection

Cette méthode ne nécessite pas l'étude systématique des modes de défaillance de chaque composant. Cependant, elle peut être complétée par une étude AMDEC sur certains sous-ensembles. [16]

#### **5. Objectif des méthodes d'analyse de risque :**

Les méthodes d'analyse de risque ont pour objectif de :

- a) Apprécier le niveau de dangerosité (risques et conséquences) d'une installation.
- b) Diminuer les risques techniques, pour assurer et améliorer :
  - La protection de l'exploitant
  - La protection de l'environnement et des populations
  - La fiabilité des machines
- c) Se conformer à la réglementation.
- d) Faire des investissements appropriés au niveau des risques. [2]

#### **6. Méthodologie de l'analyse des risques :**

L'analyse des risques doit être structurée et appliquée de telle sorte qu'elle aide à faire une analyse par étapes, ces étapes sont illustrées dans la figure (II-2): [2]

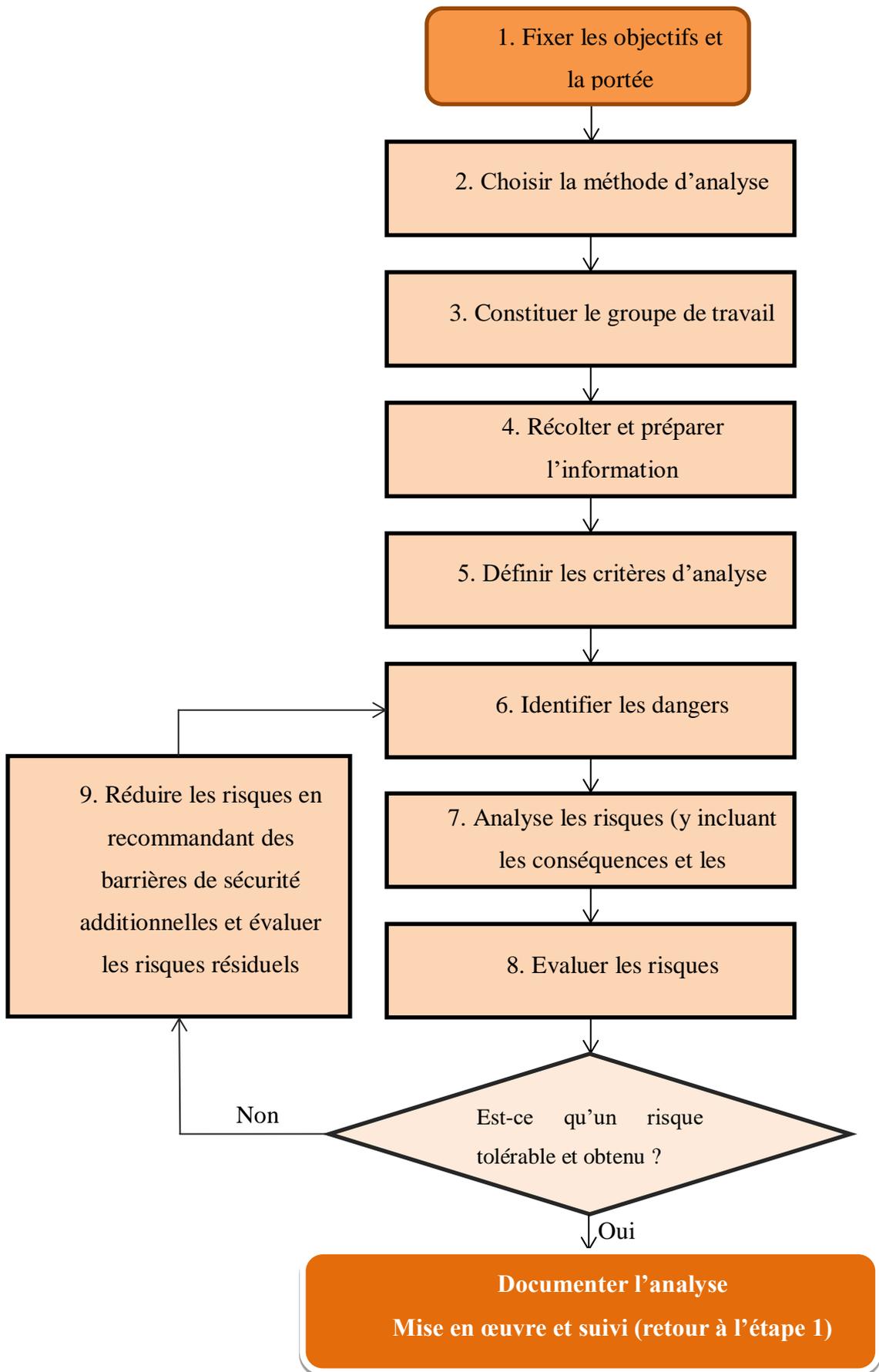


Figure (II-2) : Processus d'analyse de risque.

## **7. Evaluation des risques professionnels :**

### **7.1 Définition:**

L'évaluation des risques professionnels (EvRP) consiste à identifier les risques auxquels sont soumis les salariés d'un établissement, en vue de mettre en place des actions de prévention pertinentes couvrant les dimensions techniques, humaines et organisationnelles. Elle constitue l'étape initiale de toute démarche de prévention en santé et sécurité au travail.

L'EvRP est une démarche structurée dont les résultats sont formalisés dans un "document unique ». Ce document est mis à la disposition des salariés, des membres du CHSCT, des délégués du personnel, du médecin du travail, de l'inspecteur du travail et des agents des services de prévention des organismes de sécurité sociale ainsi que des inspecteurs de la radioprotection. [7]

### **7.2 Les Étapes de l'EvRP:**

L'évaluation des risques professionnels est l'étape essentielle d'une politique réussie de santé et sécurité au travail, l'EvRP est une démarche structurée en 03 étapes :

- L'identification des risques professionnels.
- L'évaluation et la hiérarchisation des risques professionnels.
- La planification des actions de prévention et les outils de suivi. [3]

### **7.3 Les principes de l'EvRP:**

- Engagement de l'employeur :

L'employeur est tenu d'afficher sa volonté ; de réaliser une évaluation des Risques professionnels, auprès des salariés. Cet engagement se décline par :

- ✓ La présentation de la démarche aux salariés ;
- ✓ La mise à disposition des ressources ;
- ✓ L'organisation de la communication ;
- ✓ L'implication régulière et continue dans la démarche ; [3]

- Adaptabilité à la situation propre de l'entreprise :

L'employeur choisit les outils appropriés pour l'évaluation des risques professionnels, il utilise des outils adaptés aux spécificités de son entreprise, en termes de :

- ✓ Taille
- ✓ Situation
- ✓ Organisation
- ✓ Nature des activités
- ✓ Nature de ses risques professionnels [3]

- Autonomie dans la réalisation de l'EvRP :

L'Entreprise s'organise pour être autonome dans sa démarche, elle s'appuie pour cela sur des compétences en interne.

## CHAPITRE 02 : LES METHODES D'ANALYSE DES RISQUES

Le développement de l'autonomie permet à l'employeur de rester maître des décisions garantissant la maîtrise des risques professionnels et de contribuer à l'appropriation de la démarche par l'encadrement et les salariés. [3]

- Participation des salariés de l'Entreprise :

Le chef d'entreprise associe les salariés à l'évaluation des risques professionnels. Des concertations avec le personnel doivent être organisées en procédant à une analyse de leur poste leur situation de travail. Ces concertations permettent de croiser les savoirs et les savoir-faire professionnels des salariés et ceux des préventeurs. [3]

- Finalité : décider des actions de prévention :

Le chef d'Entreprise décide des actions de prévention à mettre en place.

L'EvRP conduit à choisir les actions de prévention appropriées afin de préserver la santé et la sécurité des salariés de l'entreprise, cette démarche est anticipatrice, dynamique et évolutive. [3]

### 7.4 Avantages de l'EvRP:

- Protéger la santé et la sécurité des travailleurs :

L'évaluation des risques professionnels suppose qu'un travail d'anticipation soit réalisé au sein de l'entreprise afin de comprendre et d'analyser tous les phénomènes susceptibles de faire naître un risque pour la santé et la sécurité au travail.

L'évaluation des risques professionnels vise à tenir compte aussi bien des aspects humains, que des aspects techniques et organisationnels du travail. [3]

- Répondre aux obligations de prévention :

L'employeur doit respecter ses obligations en matière de santé et de sécurité au travail.

Il revient à l'employeur de mettre en place les moyens les plus adaptés pour répondre à son obligation de résultat dans ce domaine. [3]

- Favoriser le dialogue social:

La prévention et l'évaluation des risques professionnels s'appuient sur un dialogue constant et constructif entre l'employeur, les représentants du personnel et les salariés. Ce dialogue est à garantie d'une meilleure compréhension et d'un traitement efficace des risques professionnels. [3]

- Créer un emploi de qualité :

Cet enjeu, a pour composante essentielle un environnement de travail sur et sain. Il s'agit d'assurer de bonnes conditions de travail par une démarche de prévention ambitieuse. L'image de l'entreprise et de la profession en sont valorisées. [3]

- Contribuer à la performance de l'Entreprise :

Les accidents de travail et les maladies professionnelles se traduisent par la perte de certaines journées de travail, c'est un coût humain et économique très important pour les entreprises :

- ✓ Le temps et production perdus ;
- ✓ Les dégâts causés aux matériels, équipements et produits ;
- ✓ L'augmentation des primes d'assurance et des frais de justice ;

- ✓ La baisse du moral et de la motivation des salariés ;
- ✓ La dégradation du climat social ; [3]

### 7.5 Le document unique:

Les résultats de l'EvRP sont transcrits dans un dossier appelé « Document unique » qui contient :

- Le cadre de l'évaluation,
- La méthode d'analyse des risques choisie ainsi que les outils mis en œuvre,
- La méthode de classement choisie,
- L'inventaire des risques identifiés et évalués
- Les actions à mettre en place.

L'employeur doit annexer au document unique :

- ✓ Les données collectives utiles à l'évaluation des expositions aux facteurs de pénibilité de nature à faciliter la déclaration, le cas échéant à partir de l'identification des postes, métiers ou situations de travail figurant dans un accord collectif de branche étendu ou un référentiel professionnel de branche homologué,

- ✓ La proportion de salariés exposés à ces facteurs au-delà des seuils.

Il est essentiel de conserver ces éléments pour assurer :

- La cohérence dans la démarche d'évaluation, qui est dynamique et évolutive.
- Le suivi et la pérennité de l'action d'évaluation des risques dans l'entreprise, en particulier lors de la mise à jour du document permettant de :
  - Faire un bilan des actions réalisées,
  - D'améliorer de façon régulière la prise en compte des risques,
  - De pouvoir faire émerger des risques moins évidents lors d'aménagements importants,
  - De prendre en compte l'évolution des règles relatives à la santé et la sécurité au travail, la survenue d'accidents ou d'incidents... [7]

### 8. Critères de choix d'une méthode d'analyse de risque :

Nous avons retenu l'essentiel des critères pesant dans la mise en œuvre d'une méthode plutôt qu'une autre dans l'étude d'un système donné :

- Domaine de l'étude.
- Stade de l'étude (spécification, conception, ..., démantèlement).
- Perception du risque dans ce domaine.
- Culture de la sûreté de fonctionnement de l'organisation.
- Caractéristiques du problème à analyser.
- Niveau envisagé de la démonstration de la sécurité.
- Savoir-faire des intervenants.
- Nature des informations disponibles (spécifications du système et de ses interfaces, contraintes, etc.).
- Retour d'expérience et base de données disponibles.
- Moyens humains, logistiques et autres.
- Délais et autres contraintes de management de projet. [2]

Toutefois, l'utilisation séparée d'une seule méthode d'analyse de risque peut ne pas apporter une démonstration définitive de la réalisation des objectifs de sécurité. En effet, il est nécessaire de combiner plusieurs méthodes pour une meilleure complétude et une bonne cohérence en termes de résultats.

### **9. La cartographie des risques d'une entité :**

Le risque peut être défini comme tout évènement dont la survenance porte atteinte à la capacité d'une structure à atteindre ses objectifs. On distingue traditionnellement :

- le risque inhérent : c'est le risque théorique lié à l'activité. On peut aussi le définir comme le risque initial, avant toute mesure de maîtrise (contrôle interne) ;
- le risque résiduel : c'est le risque subsistant après la mise en œuvre de dispositifs de maîtrise (contrôle interne). Il convient de rappeler que des mesures de maîtrise des risques peuvent exister indépendamment d'un dispositif de contrôle interne formalisé. [8]

Un risque se caractérise par sa probabilité de survenance et par son impact (gravité), en cas de réalisation. Pour chaque facteur, on peut évaluer un niveau selon une échelle de trois valeurs (faible, moyen, fort ou 1, 2, 3). Il existe également des modèles à 4 niveaux (faible, moyen ou modéré, fort, critique) ou à 5 niveaux (très faible ou nul, faible, modéré, fort, critique). Tout dépend de la capacité de la structure à mesurer la probabilité de survenance du risque, ce qui est facile pour certains domaines tels que les domaines opérationnels à condition de mettre en place un dispositif de mesure (% d'erreurs, % de réclamations, etc...) [8]

Dans les structures dotées de dispositifs de maîtrise des risques formalisés et organisés, il existe une cartographie des risques. La construction d'une cartographie des risques est une démarche complexe, qui peut se décomposer en trois étapes :

- l'identification des risques, conduite généralement par processus d'activité.
- l'évaluation du risque selon les deux facteurs de probabilité et d'impact/gravité en distinguant entre le risque inhérent et le risque résiduel : on peut dans ce cadre réaliser un tableau des risques en faisant figurer le risque inhérent, le dispositif de maîtrise des risques existant, le risque résiduel : on parlera alors de matrice des risques ;
- la représentation du portefeuille des risques dans une cartographie des risques. Les différents risques identifiés sont généralement reportés sur un repère orthonormé, ce qui permet de disposer d'une représentation immédiate des risques majeurs ou critiques. On peut réaliser une cartographie des risques inhérents et une cartographie des risques résiduels. Le plus souvent, il n'existe qu'une cartographie des risques résiduels. [8]



Figure (II-3) : Cartographie des risques 4\*4



: Risque acceptable - Aucune mesure de contrôle des risques n'est nécessaire



: Risque acceptable avec contrôle - Des mesures de contrôle des risques sont en place



: Risque Non souhaitable - Des mesures de contrôle des risques doivent être introduites dans un délai spécifié



: Risque inacceptable

L'intérêt d'une cartographie des risques est de servir de base à la définition d'un plan d'action pour maîtriser ou réduire les risques les plus importants

**Conclusion :**

Comme nous l'avons vu, l'analyse des risques est une nécessité sur tous les lieux de travail pour maintenir un environnement de travail sûr et sain, il existe de nombreuses idées fausses en matière d'analyse des risques, mais contrairement à ce que beaucoup pensent, elle n'a pas besoin d'être trop compliquée ou de prendre beaucoup de temps. , en fait, plus cela peut être simple, plus c'est généralement efficace, et il n'y a pas de bonne ou de mauvaise façon de le faire, tout dépend de son efficacité sur le système ou le travail que nous voulons analyser.

# **CHAPITRE 03-Présentation de la S.CI.Z et l'évaluation de ses risques associés**

**Introduction :**

L'industrie du ciment est l'une des principales industries nécessaires au développement durable. Il peut être considéré comme l'épine dorsale du développement. Cette industrie est connue pour être l'une des industries les plus dangereuses en raison des nombreux risques qu'elle comporte.

L'ALGERIE est un des pays qui produit ces matériaux, elle possède d'importantes cimenteries, parmi lesquelles la cimenterie ZAHANA, dans laquelle nous avons effectué un stage et nous donnerons une description générale de ce procédé de fabrication, ainsi que les risques industriels de cette usine de ciment.

**1. Généralités sur les cimenteries en Algérie :**

Le ciment est une matière pulvérulente formant avec l'eau ou avec une solution saline une pâte plastique liante, capable d'agglomérer, en durcissant des substances variées. Il sert à désigner aussi, dans un sens plus large, tout matériau interposé entre deux corps durs pour les lier. Le mot ciment peut désigner différents matériaux comme par exemple :

- Le plâtre,
- La chaux commue,
- La pouzzolane naturelle,
- Le ciment prompt,
- Le ciment portland ou ciment artificiel.

Il y a deux groupes des cimenteries en l'Algérie le Groupe (GICA) et le Groupe Lafarge. Le groupe industriel des ciments d'Algérie (GICA) produit 10.8 Million de tonnes / an alors que le groupe Lafarge produise environs 11.4 Million tonne par an.

**1.1 La cimenterie de ZAHANA :**

**1.1.1 Situation :**

La société des ciments de ZAHANA dénommée « S.C.I.Z », filiale du groupe GICA est implantée dans la wilaya de Mascara, sise dans la localité de DJENINE MESKINE, à proximité de la route nationale N°13 et du réseau ferroviaire reliant les villes d'Oran et de Sidi-Bel-Abbès. Elle est située au nord de Mascara à environ de 40 km d'Oran, s'étendant sur une superficie de plus de 31 ha.

**1.1.2 Capacités contractuelles de production clinker et du ciment :**

Le tableau suivant englobe la capacité contractuelle de production clinker et le ciment

Tableau (III-1) : Capacités contractuelles de production clinker et ciment

	Débit four (tonne/jour)	Diamètre four rotatif (mètre)	Jours de Marche (Jours/an)	Capacité clinker tonnes/an	Capacité De Ciment tonnes /an
Voie sèche	3000	5,60	315	950000	1000000

Voie humide	600	3,75	315	190000	200000
Total	/	/	/	1140000	1200000

### 1.2 Procédé de fabrication :

La fabrication du ciment dépend au quatre éléments principaux selon ces dosages: la chaux (65 %), la silice (20 %), l'alumine (10 %), l'oxyde de fer (5%). Les cimenteries sont souvent situées à proximité de gisements de calcaire ou de craie car elles constituent l'ingrédient prédominant dans la fabrication du ciment.

Les cimenteries sont souvent situées à proximité de gisements de calcaire ou de craie car elles constituent l'ingrédient prédominant dans la fabrication du ciment. Ces éléments (appelés cru) sont traités dans des installations soit par voie sèche, soit par voie humide en fonction de la quantité d'eau présente dans le calcaire ou la craie.

Le processus humide consiste à broyer le cru et à la malaxé avec de l'eau pour former une pâte liquide. Cette pâte est homogénéisée et stockée dans de grandes cuves cylindriques, après quoi elle est introduite dans le four. Quant au procédé sec, il dépend du séchage du cru puis de son broyage, après quoi il est homogénéisé dans de grands silos puis introduit dans la tour de préchauffage sous une forme pulvérisée pour le décarboner, après quoi il est introduit dans le four approprié.

#### 1.2.1 Extraction de la matière :

Les matières premières sont extraites des parois rocheuses dans une carrière à ciel ouvert. Cela se fait par abattage à l'explosif ou des pelles mécaniques ou par ripage au bulldozer, puis ces roches sont transportées par camions à benne vers un atelier de concassage.

Les matières premières sont soigneusement échantillonnées, ces échantillons sont dosés et mélangés pour obtenir une composition parfaitement régulière dans le temps afin de produire un ciment de qualité constante.

- Carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) : de 77 à 83 %
- Silice ( $\text{SiO}_2$ ) : de 13 à 14%
- Alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) : de 2 à 4%
- Oxyde ferrique ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) : de 1,5 à 3 %



Figure (III-1) : Stockage de la matière première

### 1.2.2 Concassage :

Le concassage n'est qu'un procédé de fractionnement, ce procédé nous permet de réduire la dimension des matériaux provenant des carrières (dimensions de 0 à plus de 1000 mm) à de petites dimensions qui facilitent les opérations de traitement ultérieures.

Les roches extraites sont transportées du concasseur et stockées dans le hall de pré-homogénéisation.



Figure (III-2) : Concasseur de la matière première

### 1.2.3 Le Séchage et le Broyage de cru :

Le mélange préparé dans le hall de pré-homogénéisation doit être séché et broyée très finement (c'est-à-dire au maximum quelques dizaines de microns) afin de réduire la dimension de la roche en une poudre très fine pour faciliter les opérations ultérieures. La poudre obtenue est appelée la farine crue qui est très largement brassée dans de deux silos de mélange fonctionnant en continu pour avoir un mélange homogène.



Figure (III-3) : Un broyeur de cru de l'Intérieur

#### **1.2.4 La Cuisson :**

Après le processus d'homogénéisation, la farine est chauffée d'environ 800 à 850 °C dans une grille ou un réchauffeur en spirale afin d'améliorer l'équilibre thermique et aider à réduire les émissions de dioxyde de carbone de la matière. Ce processus est appelé préchauffage.

Après ce processus, cette farine est chauffée à 1450 °C, qui est la température requise pour la clinkérisation (le processus de production de clinker), et elle consomme entre 3200 et 4200 kJ/tonne de clinker. Cette source de chaleur est alimentée en charbon pulvérisé, pneus usagés, poids lourds fioul et farines animales et huiles usagées.

Le clinker est le produit semi-fini obtenu à partir de ce processus. Il se présente sous forme de granulés gris. Il doit être refroidi immédiatement après sa sortie du four. Il existe plusieurs méthodes, dont le refroidissement par ballon et le refroidissement par maille, qui est le système le plus récent et le plus utilisé aujourd'hui.

La combinaison des réactions physiques et chimiques résultant du processus de combustions conduites à la production de clinker, à la sortie du four, un fluide caloporteur à mailles est utilisée pour tremper et refroidir le clinker à une température de 100°C. Ainsi il est obtenu sous forme de granulés d'un diamètre de quelques centimètres. Le clinker refroidit doit être transporté et stocké dans un hall d'une capacité de 50000 t. Ensuite, il envoi à l'atelier de broyage par des transporteurs.



Figure (III-4): Le clinker

### 1.2.5 Broyage de ciment :

Au cours de ce processus, le clinker est transféré dans les broyeurs à boulets d'acier, et du gypse est ajouté dans un certain pourcentage (de 3 à 5%), puis il commence à broyer le clinker à travers les billes d'acier qui cassent le clinker et produisent progressivement du ciment dans le cas de farines fines avec un faible pourcentage de grains d'une taille supérieure à 40 microns, à la sortie du broyeur le cyclone sépare les microéléments appropriés des autres éléments qui sont renvoyés à l'entrée du broyeur.

On obtient ainsi du ciment Portland, pour obtenir d'autres types de ciment (les ciments "à ajouts"), des éléments minéraux sont ajoutés lors du processus de broyage du clinker, comme le remplissage du calcaire ou de la pouzzolane, ou du développement industriel, comme le laitier de haut fourneau ou les cendres volantes.



Figure (III-5) : Broyeur du ciment

Le ciment est transporté vers des silos de stockage et sort de l'usine en sacs ou en vrac. Les sacs contiennent généralement 50 kg de ciment. Les sacs sont transportés à travers des dispositifs de portage et placés dans les camions, et en cas de panne de ces

dispositifs, le camion est rempli avec l'aide des ouvriers (ce qui est la principale cause des risques liés à la manutention manuelle dans la cimenterie).



Figure (III-6) : Remplissage d'un camion dans la zone d'expédition

## **2. Prévention des risques liés à la cimenterie de Zahana :**

Ces dangers dont la cause est interne au fonctionnement du site, seront étudiés de façon globale au site. Les dangers sur l'activité sont liés à deux causes principales : la défaillance du matériel, l'erreur humaine.

### **2.1 Risque liés à la Circulations à l'intérieur du site :**

La cause principale de ces accidents en cimenterie est l'utilisation et la circulation de véhicules lourds, ces accidents peuvent être liés à :

- Collision de deux véhicules entre eux ou contre un obstacle (risque d'écrasement du conducteur et/ou des travailleurs) ;
- La circulation des camions de livraison chargés du transport du produit fini (ciment), ou lors du déchargement des matières premières provenant de l'extérieur du site ;

Puisque les facteurs de risque étant importants (vitesse, masse), les conséquences de ces risques peuvent être très graves.

### **Mesures de préventions :**

- Former les conducteurs de véhicules à la conduite sécuritaire ;
- Vérification périodique des véhicules ;
- Porter des tenues de travail réfléchissantes en cas de travail de nuit ;

- Organiser le trafic à l'intérieur de la cimenterie en ajoutant des panneaux de signalisation et goudronnée les routes ;
- Organiser les déplacements des véhicules.

## **2.2 Risque d'incendie et d'explosion:**

### **2.2.1 Risque d'incendie :**

L'incendie est une combustion non maîtrisée et involontaire affectant le lieu d'activité pour une partie ou dans sa totalité. Dans le cas de la cimenterie de Zahana, l'incendie peut provenir :

- Une panne dans les installations électriques;
- Une défaillance des engins présents sur le site;
- A des opérations ponctuelles de maintenance telles que des travaux de soudure.
- Un accident comme une collision entre deux véhicules

### **2.2.2 Risque d'explosion et de projection :**

Une explosion est une expansion rapide du volume associée à une libération d'énergie vers l'extérieur extrêmement vigoureuse, généralement avec la génération de températures élevées et la libération de gaz à haute pression.

Sur la cimenterie de Zahana, le risque d'explosion est lié :

- à la présence d'installations électriques;
- à l'utilisation de matériels pouvant présenter ce type de risque (compresseurs, postes de soudure, bouteilles oxygène) ;
- ravitaillement en carburant de machinerie lourde et de véhicules ;
- ravitaillement en carburant des réservoirs souterrains;
- à des actes de criminelles

### **Mesures de préventions :**

- Respecter les limites de stockage des matériaux et produits inflammables ;
- Organiser le stockage de produits dangereux
- Faire des exercices d'évacuation périodiques
- Respecter les consignes de sécurité
- Faire des formations sur la lutte contre l'incendie ;
- Faciliter l'accès à les moyens de secours ;
- Interdire de stationner sur les emplacements des bouches d'incendie;
- Remplacer les produits inflammables par un autre moins inflammable
- Capturer les vapeurs et les poussières émises ;
- Maîtrisez les sources potentielles d'inflammation : flamme, étincelle, cigarette, surfaces chaudes (poste de soudure) ;
- N'encombrez pas les cheminements d'évacuation et issues de secours ;
- Installer des moyens de détection et d'alarme ;
- Installer des moyens d'extinction adaptés : extincteurs, RIA, systèmes automatiques (sprinklers, gaz...) ;

- Etablisse des consignes de sécurité incendie ;
- Encadrer les opérations qui peuvent générer ces risques

### **2.3 Le risque de pollution de l'air :**

#### **2.3.1 Les poussières (particules volantes)**

Il existe diverses origines liés aux risques de pollutions, comme:

- La propagation de poussières lors de la circulation des engins sur le site ;
- Les émissions de poussières des installations de production de ciment;

Les poussières engendrent un risque majeur de la fabrication du ciment, les poussières générées par le concassage et le transport des matières premières peuvent:

- Atteindre aux alvéoles pulmonaires.
- Présentent des risques pour les vois respiratoires (rhinites, asthme, altération de la fonction respiratoire comme la bronchite chronique...).
- Etre responsables d'affections oculaires.

#### **Mesures de préventions :**

- Faire un Isolement des postes polluants
- Réduire le nombre d'opérateurs exposés
- Restreindre de l'accès aux zones à risque... ;
- Réduire le niveau et la durée d'exposition des employées;
- Former et informer les travailleurs exposés aux poussières ;
- Organiser un suivi individuel renforcé des travailleurs exposés ;
- Porter des EPI adaptés au travail et nettoyer les vêtements de travail régulièrement
- Assurer l'efficacité du système de ventilation et de captage à la source;
- S'assurer que la limite d'exposition professionnelle ne soit pas dépassée

#### **2.3.2 Rejets gazeux :**

L'extraction et le broyage des matières premières ne produisant aucun effluent gazeux. Les sources des émissions gazeux au niveau de la cimenterie, sont les pots d'échappement des véhicules lourds de livraison et d'expédition des matières premières et des matériaux finis rejettent les gaz de combustion. Ces gaz sont donc constitués de CO<sub>2</sub> ; CO ; représentent la fraction imbrulée ou incomplètement brulé du combustible, d'oxyde de soufre (SO<sub>2</sub> ; SO<sub>3</sub>) et de la vapeur d'eau. Les gaz d'échappement comprennent également l'air post combustion composé d'O<sub>2</sub> ; de N<sub>2</sub> et de NO<sub>x</sub>.

#### **Mesures de préventions :**

- Diminuer les émissions de vapeurs, de gaz ou de fumées en installons des capteurs
- Utiliser des appareils de protection respiratoire,
- Assurer une ventilation adéquate sur les lieux de travail
- Détection et mesure du CO<sub>2</sub> : (le test à la bougie est à proscrire, une mesure du taux d'O<sub>2</sub> est insuffisante) ;
- Détection du CO;

- Equiper la cimenterie de plusieurs filtres à manches.

#### **2.4 Risque de pollutions accidentelles des sols et des eaux :**

Les sources de contamination des eaux superficielles et souterraines du site sont :

- Les hydrocarbures existant sur le site stockage d'huiles ;
- Une fuite à cause d'une rupture d'un réservoir suite à un accident ;
- Au fonctionnement des moteurs et des engins amenés à évoluer sur le site ;

#### **Mesures de préventions :**

- Utiliser des réseaux d'extraction pour capter les polluants à la source ;
- Combattre le risque à la source (supprimer le risque) ;
- Traiter et éliminer les polluants de manière non nocive pour l'environnement ;
- Sensibiliser les travailleurs aux dangers de la pollution environnementale.
- Mettre en place des absorbants (sable ou autre);
- Pas de végétation à proximité immédiate de l'aire de ravitaillement.

#### **2.5 Risques acoustiques :**

Les sources de bruit existent principalement dans les stations de concassage et de broyage. La santé des travailleurs est affectée par l'environnement créé par le bruit.

Le bruit ambiant peut entraîner:

- Des atteintes au système auditif;
- Baisse de vigilance et de dextérité ou de concentration.

Heureusement, le niveau sonore à l'intérieur dans les limites du site de la cimenterie ne se propage pas à l'extérieur de l'unité jusqu'à la pièce à vivre la plus proche

#### **Mesures de préventions :**

- Installer un Système de gestion du bruit;
- Faire un système de supervision et de surveillance de la santé ;
- Contrôle du bruit à la source (applications des mesures antibruit raisonnablement praticables).
- Porter des EPI (casque ou bouchons)
- Réduire les durées d'exposition des travailleurs aux bruits par réduire leur temps de séjour dans les lieux bruyants.

#### **2.6 Risques thermiques :**

Près du four, il y a des températures élevées qui génèrent de la chaleur rayonnante. Être à proximité de cette source de chaleur peut entraîner :

- Des céphalées, hypersudation;
- Tachycardie, hypotension;
- Des températures de l'air élevé;
- Des malaises dus à la déshydratation et des troubles circulatoires.

#### **Mesures de préventions :**

- Réduire la durée d'exposition des employés aux sources de chaleur;

- Climatiser les locaux;
- Avoir des pauses dans un local climatisé pour les salariés exposés aux températures élevées ;
- Fournissez des équipements de protection individuels adaptés;
- Sensibiliser les salariés exposés aux risques liés aux ambiances thermiques

### **2.7 Risques liés aux matières stockées :**

Dans la cimenterie de Zahana les matières qui peuvent être stockées sont l'acétylène, l'oxygène, gasoil, les huiles de lubrification :

- Huiles de lubrification sont stockées en petite quantité au niveau de l'atelier de maintenance et qui présentent un risque limité de combustion.
- Produits dangereux destiné à laboratoire : L'établissement manipule seulement les produits utilisés dans les analyses du ciment dans laboratoire.

### **Mesures de préventions :**

- Organiser le stockage de produits dangereux ;
- Assurer la compatibilité des produits avant les stockés ensemble ;
- Respecter les consignes de sécurité ;
- Porter les EPI avant la manipulation de ces produits ;
- Installer des moyens de détection et d'alarme ;

### **2.8 Risques mécaniques :**

C'est un ensemble des facteurs physiques qui peuvent être à l'origine d'une blessure par l'action mécanique d'éléments de machine, outils, de pièce ou de matériaux solides ou de fluides projetés. On peut regrouper les risques d'origine mécanique en plusieurs familles, ce sont :

- écrasement.
- cisaillement.
- chocs.
- abrasion.

Les risques mécanique dans la cimenterie sont liés aux:

- Manutention mécanique
- Le non-respect de protocoles pour les opérations de chargement et de déchargement dans la carrière.
- Utilisations d'outils tranchants ;
- Utilisation d'outils portatifs
- Intervention du service maintenance qui peut résulter des accidents lors des travaux en cas d'ignorance du facteur de la sécurité.

### **Mesures de préventions :**

- Utiliser des outils en bon état ;
- Porter les EPI ;
- Utiliser les outils adaptés aux travaux ;

- Respecter les consignes de sécurité ;
- Installer des protecteurs fixes ou mobiles

### **2.9 Risques liés à l'électricité :**

Les risques électriques sont principalement les risques d'électrocution, d'électrocution et de brûlures, ces risques peuvent être dus à un contact avec un conducteur nu sous tension accessible.

#### **Mesures de préventions :**

- Vérification périodique des installations électriques ;
- sensibiliser les personnels des risques électriques
- toujours porter l'EPI pendant travailler sur les installations électriques
- interdire de l'accès aux zones des installations électriques sans autorisation
- Faire un contrôle périodique sur les installations électriques ;

### **2.10 Risques chimique :**

Le risque chimique est le risque d'exposition à un produit chimique dangereux qui peut provoquer des brûlures, des irritations, des cancers...etc.

Dans la cimenterie de Zahana ces risques sont liés à l'utilisation d'ajouts chimiques, ils peuvent être dus à : de mauvaises conditions de stockage ou le stockage de produits incompatibles entre eux, ou encore l'utilisation imprudente de ces produits chimiques...etc.

#### **Mesures de préventions :**

- Doucher après un contact avec un produit chimique ;
- Assurer l'hygiène de plancher de travail ;
- Porter l'EPI;
- Respecter la FDS du produit ;
- Assurer la compatibilité des produits traité ;
- Aération des laboratoires

### **2.11 Risques liés à la manutention :**

#### **2.11.1 Risques liés à la manutention mécanique:**

En raison du grand besoin de transport de produits et d'équipements dans la cimenterie cela peut entraîner de nombreux risques liés au levage mécanique qui sont présentes dans le premier chapitre (Voir I.1.8), est ses mesures préventives sont aussi lister dans le 1<sup>er</sup> chapitre (Voir I.1.9).

#### **2.11.2 Risques liés à la manutention manuelle:**

Dans la plupart des cas les risques de levage manuel se trouvent dans la zone d'expédition, ses mesures préventives sont aussi lister dans le 1<sup>er</sup> chapitre (Voir I.2.6).

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes étapes de fabrication du ciment dans la cimenterie de Zahana et les différents dangers les plus fréquentés. Dans l'industrie, nous avons remarqué que le pont roulant est l'un des systèmes les plus dangereux, nous avons donc décidé de l'étudier pour essayer de minimiser les risques liés à cet appareil de levage.

# **CHAPITRE 04 - PRESENTATION DU SYSTEME ETUDIE**

**Introduction :**

le système étudié est un pont roulant qui a été fabriqué par Konecrane et a été implémenté dans la cimenterie de Zahana au début des années 2000, lors de notre visite dans la cimenterie après avoir grimpé l'échelle pour y jeter un coup d'œil à cet appareil de levage, nous avons observé la fragilité de l'installation de ses chemins de fer que nous pensions même qu'il allait se détruit à tout moment, c'est pourquoi nous avons décidé d'étudier ce système et d'évaluer les risques auxquels l'opérateur est exposé

**1. Définition :**

Le pont roulant est un appareil de levage desservant toute la surface d'un bâtiment ou une aire de stockage. Il se compose d'une poutre métallique montée sur galets et se déplaçant sur un chemin de roulement placé sur des chaises fixées au mur ou sur des poteaux. Le pont roulant est composée essentiellement par les composants mentionnés dans la figure suivante : Figure (IV-1)

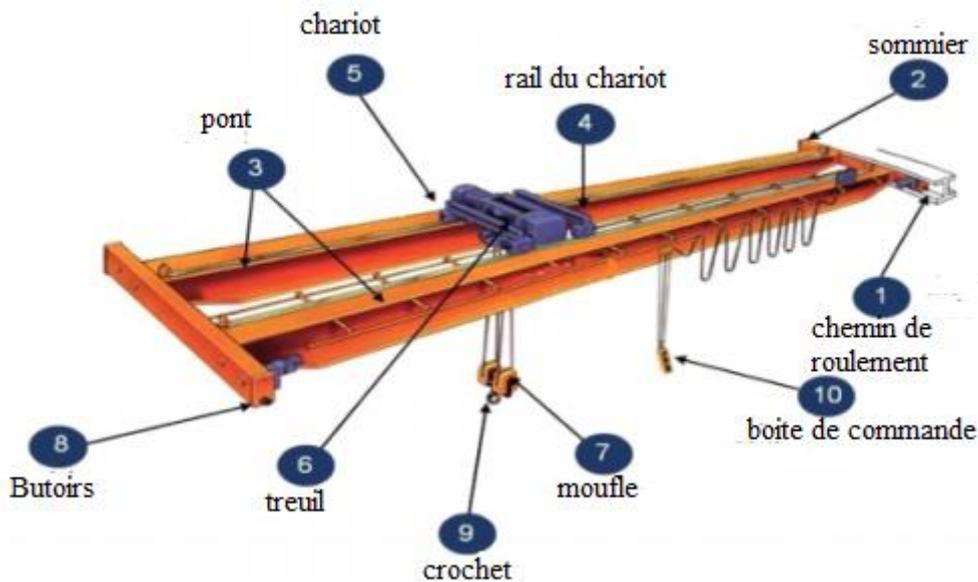


Figure (IV-1): Composantes du pont roulant

Cet appareil permet au moyen des mouvements de levage, direction et translation, de déplacer ou de transborder une charge en tout point d'un volume parallélépipédique.

**2. Principe de fonctionnement :**

Comme le montre la figure (IV-2) le principe de fonctionnement d'un pont roulant est ; le déplacement à trois sens gauche/droite, haut/bas, avant/arrière (parfois le pont roulant n'a que deux sens) ; Dans notre mémoire, on s'intéressera un pont roulant a trois sens gauche/droite, haut/bas et avant/arrière. [1]

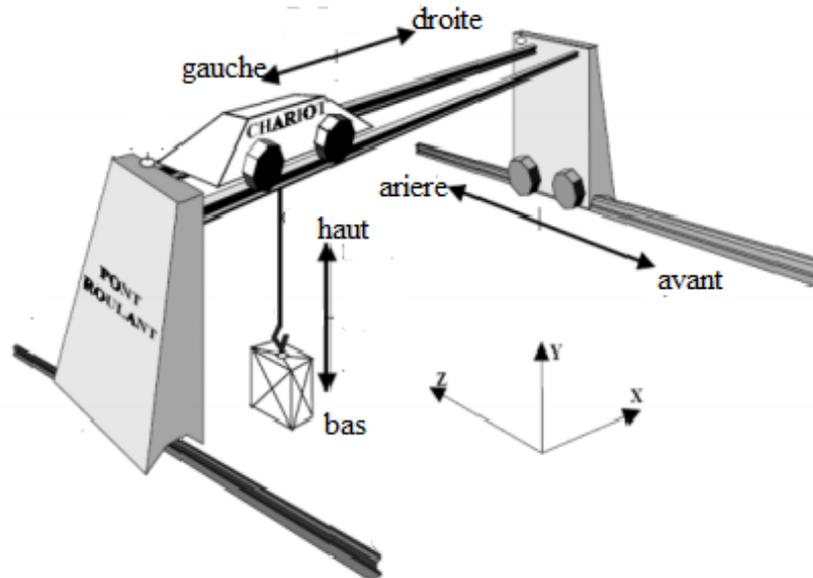


Figure (IV-2): Principe de fonctionnement d'un pont roulant

### 3. Structure et Principaux mouvement :

Le pont roulant diffère de la grue, de la potence et du monorail principalement par sa conception. Il est constitué:

- d'une structure horizontale en acier (le « pont » ou quadrilatère) se déplaçant sur deux voies de roulement ;
- de treuils ou palans suspendus ou posés ; ils permettent d'enrouler le ou les câbles ou la chaîne de levage. [1]

Chaque axe de déplacement peut être manuel ou motorisé électriquement. À l'extrémité du câble, est monté le crochet de levage, soit directement soit par l'intermédiaire d'une moufle équipée de poulie. Les principaux mouvements du pont roulant sont :

- **La translation** : C'est le déplacement du pont roulant (droite-gauche)
- **La direction** : C'est le déplacement du chariot (avant-arrière)
- **Le levage** : C'est le déplacement du mécanisme d'accrochage des charges (en haut-en bas) [1]

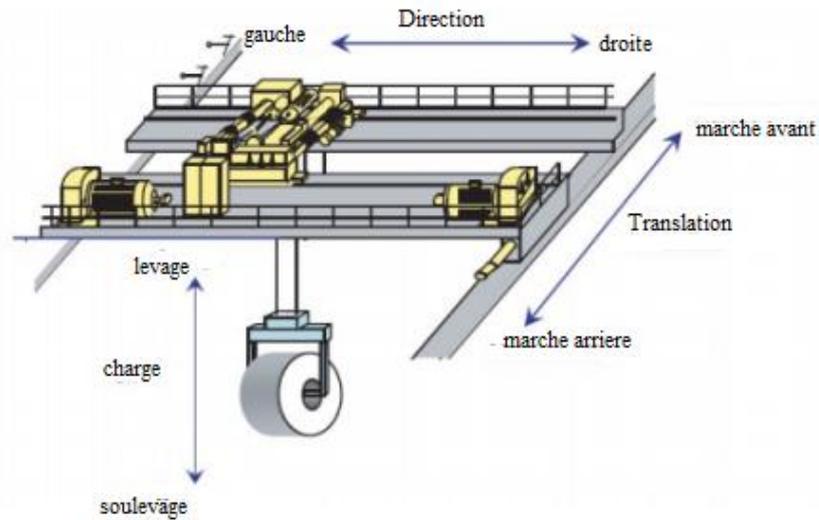


Figure (IV-3) : structure et principaux mouvements d'un pont roulant

#### 4. Installation d'un pont roulant:

En premier lieu, il est nécessaire de savoir à quoi le pont va-t-il servir. Quel poids le pont doit-il lever et combien de fois par jour. Sur la base de ces données, le groupe de pont peut être mise en place. Pour déterminer la capacité de levage, il faut non seulement tenir compte de la charge maximale à soulever, mais aussi avec le poids des appareils auxiliaires éventuels, qui servent à tenir la charge (comme palonniers, système ventouses ou avec électroaimants,...).

La longueur de la pièce à soulever peut aussi jouer un rôle important dans le choix du type de pont. Si le pont roulant est utilisée surtout pour déplacer de longs tuyaux ou profils, il est parfois conseillé de choisir un pont avec 2 palans jumelés ou 2 ponts qui travaillent ensemble. Le type de construction est déterminé par la portée et la capacité de levage.

La façon standard de commander « contrôler » le pont se fait par un terminal de commandes (avec des boutons poussoirs), qui est suspendue à un câble. Ce câble peut être déplacé indépendamment du palan, mais toujours dans la ligne de la (ou d'une) poutre principale. Une plus grande flexibilité peut être obtenue en utilisant une commande à distance. De cette manière, l'opérateur peut se mettre à l'endroit le mieux situé pour commander le pont.



Figure (IV-4): Hall de stockage du clinker où le pont roulant est installé

### 5. Fonctions :

Les ponts roulants sont généralement installés dans des halls industriels ou leur prolongement à l'air libre. Ils permettent la manutention de la charge dans tout l'espace de ces halls. Sur un petit pont roulant, la conduite de l'engin se fait par télécommande ou radiocommande ; les gros ponts possèdent souvent une cabine de conduite, mais ils peuvent également être pilotés depuis le sol par une télécommande.

Les ponts roulants sont utilisées pour la manutention dans les parcs à matières premières, à produit finis dans les gros halls de stockage. Ils peuvent être équipés pour les manutentions particulières, de pinces, de godets, de grappins, d'électro-aimants. Ils fonctionnent à l'énergie électrique.

### 6. Le type de commande de pont roulant étudié :

D'une façon générale, les ponts roulants sont commandés à partir d'une cabine ou du sol ; plus rarement, ils sont automatisés totalement ou en partie. Dans le cas de plusieurs postes de commande pour un appareil de levage, un seul poste doit être opérationnel à la fois, afin que les opérateurs ne puissent se mettre en danger mutuellement. Le pont roulant que nous avons étudié est de type commande cabine.

Les commandes en cabine procurent au pontier une meilleure visibilité de la charge et de l'itinéraire à emprunter. Elles offrent la possibilité de protéger le pontier contre :

- Les intempéries : chaleur, froid, courants d'air, averses de pluie, notamment lorsque l'appareil est à l'extérieur ;
- Les nuisances industrielles : chaleur, rayonnements, poussières, vapeurs nocives, à condition d'être spécialement équipées.

Les cabines peuvent être fixes, mobiles ou orientables. Elles sont notamment utilisées lorsque les tâches à effectuer nécessitent la présence d'un pontier à temps complet.

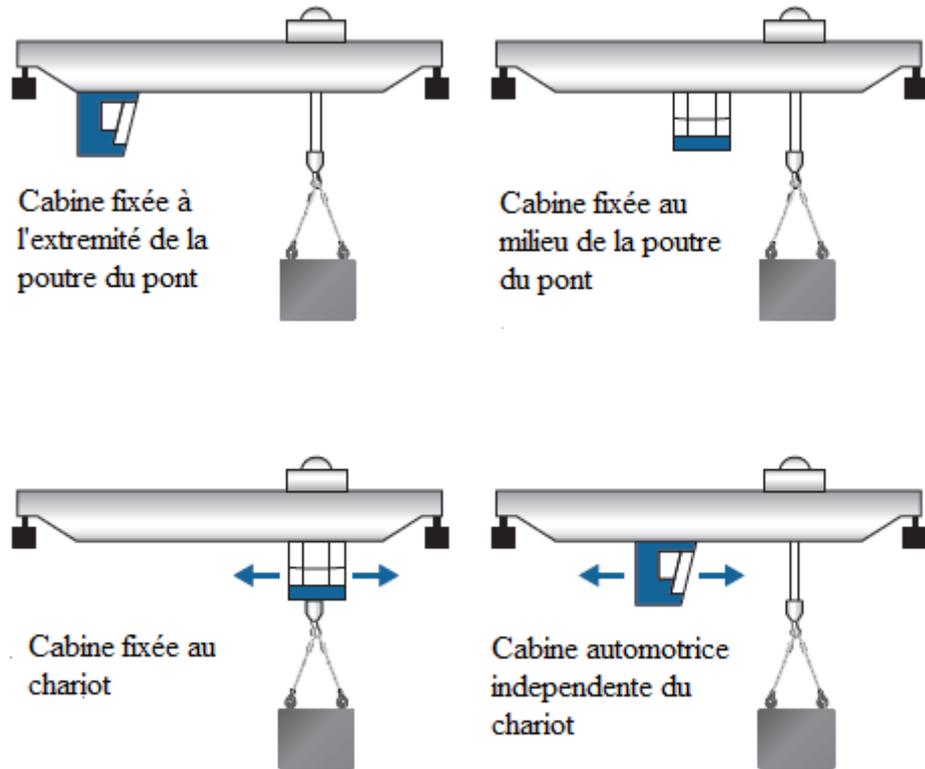


Figure (IV- 5) : Les types de cabines des ponts roulants

### 7. Pont roulant à benne avec commande en cabine :

Le pont roulant à benne est idéal pour le levage et le transport du clinker en vrac et le chargement et le déchargement des diverses matières dans la cimenterie. Composé d'une poutre-caisson, un treuil de chariot avec benne preneuse, une cabine et un système de commande électrique, c'est un appareil de levage polyvalent. A part le mécanisme de levage, ce pont roulant à benne preneuse est essentiellement la même qu'un pont roulant avec crochet. Tous les mécanismes de cet équipement de manutention sont dirigés depuis la cabine. Cette cabine est par ailleurs accessible depuis les côtés, du dessous et du dessus.



Figure (IV- 6): Pont roulant à benne avec commande en cabine

### 8. Plan et Spécifications techniques:

Ce pont roulant a été fabriqué par la société Konecran, il est du type bipoutre car il fonctionne sur une grande portée ce qui est parfait pour déplacer de grosses charges des produits de fabrication de ciment. Cet équipement de levage est géré par trois groupes de travailleurs chaque groupe a 4 membres travaillant 6 heures par jour. Voici le plan de cet appareil :

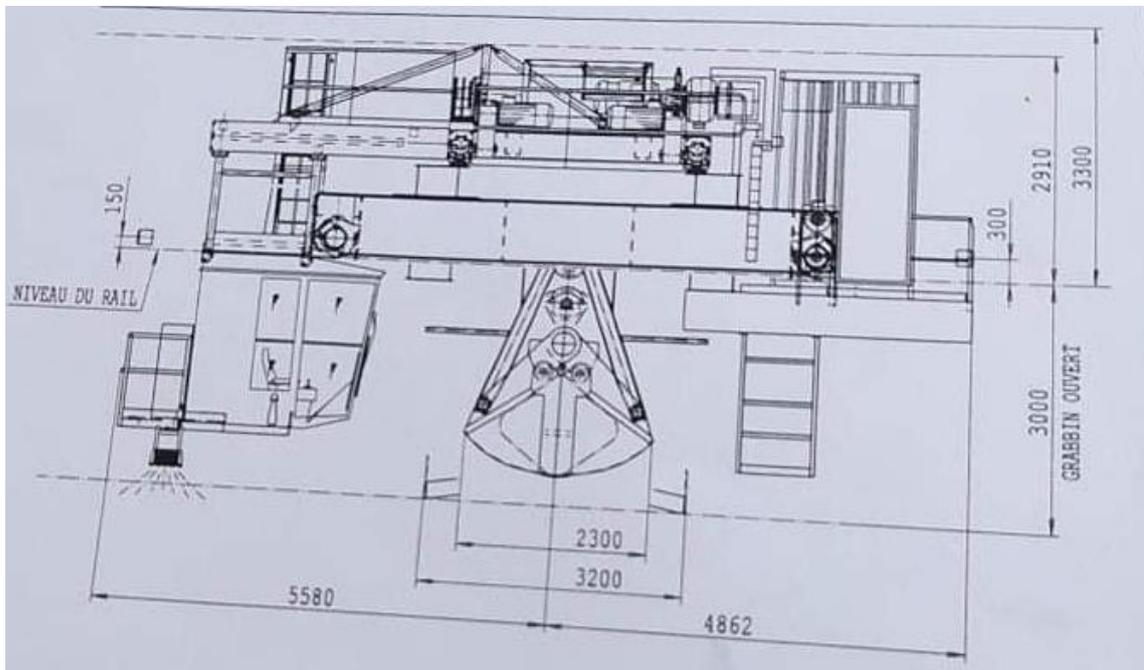


Figure (IV- 7): Plan du pont roulant étudié

Et après avoir eu contact avec le personnel responsable de la conservation des documents et données liées aux équipements et matériaux de la cimenterie, on a pu

## CHAPITRE 04 : PRESENTATION DU SYSTEME ETUDIE

obtenir le plan et les spécifications techniques du pont roulant étudié, ainsi que ses spécifications techniques suivants :

- Portée : 30 Mètre
- Capacité : 10 T FEM «Force électromotrice»
- Classification : FEM M8
- Vitesse de translation : 0-100 m/min
- Moteur de translation : 2\*15 KW 60% ED
- Chemin de roulement : 200 m
- Tension d'alimentation : 3-380 V  $\pm$ 5%, 50 HZ
- Tension de commande : 230 V
- Poids des poutres : 35.3 T

Et les spécifications techniques du chariot sont présentées au-dessous :

- Capacité : 10 T FEM M8
- Hauteur de levage : 17.35 m
- Vitesse de levage : 0-30 m/min
- Moteur de levage : 2\*45 KW 60% ED
- Vitesse de direction : 0-50 m/min
- Moteur de direction : 2\*3.6 KW 60% ED
- Poids : 9.7 T
- Température Ambient : +10 - +50 °C

### 9. Vue générale sur le pont roulant à benne «Konecranes»:

Les installations de production de ciment fonctionnent 24 heures sur 24 dans des environnements difficiles. Avec court-intervalles d'entretien et peu de temps pour les révisions, les temps d'arrêt imprévus peuvent avoir d'importants impacts sur la productivité et les revenus. Toutes les ponts roulants de la zone de production de ciment doivent être protégés contre l'usure et la corrosion par la chaleur, la poussière, humidité et utilisation constante. La figure (IV-8) nous montre une vue d'ensemble du pont roulant a benne comme celui utiliser dans la cimenterie de Zahana.



Figure (IV- 8): Pont roulant à benne «Konecranes»

## 10. Les principaux éléments du mécanisme d'un pont roulant à benne:

### 10.1. Moteur de levage principal dans un pont roulant à benne:

En général, les moteurs électriques des appareils de levage sont alimentés soit par un courant triphasé qui produit un couple important lors du démarrage, ou bien par un courant continu qui permet d'obtenir un bon rendement et une meilleure souplesse. Le choix du moteur se fait à base de la puissance nécessaire à la montée de la charge. [4]

### 10.2. Tambour:

Le tambour, pièce essentielle du mécanisme de levage, sur laquelle s'enroule le câble, il a une surface utile tubulaire, en effet, il obtenu à partir d'un "tube mécanique"; ainsi les économies sur le poids sont appréciables constitué en acier, suffisamment dur pour éviter les indentations créées par le câble ne viennent détériorer le câble qui le remplace. Les tambours doivent être dimensionnés dans toute la mesure du possible afin que la capacité d'enroulement soit tenue en une seule couche. L'angle de déflexion du câble sur le tambour ne devra pas dépasser 6,33% soit approximativement degré 4°. [4]



Figure (IV- 9): Tambour d'un pont roulant

### 10.3. Freins :

Les freins ont deux rôles :

- Absorber l'inertie cinétique des masses en mouvement pour ralentir rapidement la charge avant l'arrêt.
- Maintenir la charge en toute sécurité Les freins les plus utilisés pour les appareils de levage de moyenne puissance sont les freins à sabots, commandés par électro-aimants.

Pour un service intensif, la tendance actuelle est de remplacer les freins à sabots par les freins à disque, qui permettent d'obtenir dans un espace plus réduit des couples de freinage plus importants. [4]



Figure (IV - 10): Frein d'un pont roulant

#### 10.4. Réducteur de vitesse (levage) :

Les engrenages de réducteurs sont montés sous carter étanche à bain d'huile. Toutefois, pour les grandes puissances ou les très grands rapports de réduction ( $\geq 100$ ), on utilise une couronne dentée à l'air libre fixée sur le tambour, et attaquée par un pignon monté sur l'arbre de sortie du réducteur.

Les réducteurs à engrenage (denture inclinée) sont employés. Ils sont silencieux et ont un très bon rendement (0,98 à 0,99 par train d'engrenage). [4]

#### 10.5. Moufle :

La moufle est une partie de dispositif mécanique qui permet le levage d'une charge par plusieurs brins de câble, afin de démultiplier l'effort de traction, Il se compose d'un câble de levage, poulies et croché.

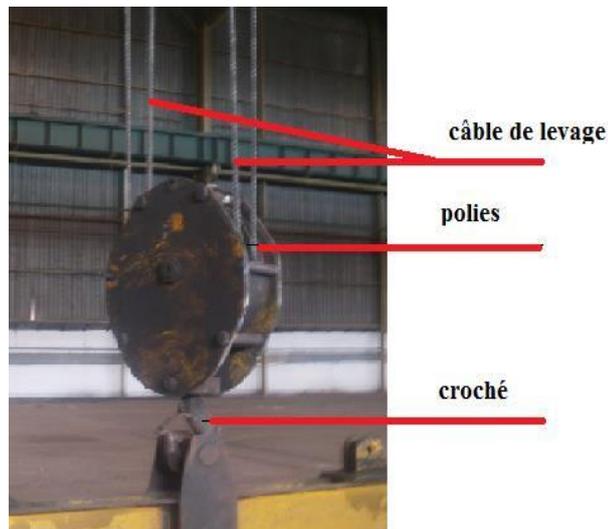


Figure (IV- 11) : Moufle d'un pont roulant

##### 10.5.1. Câble :

Des fils d'acier enroulés en hélice autour d'un fil central constituent un toron, ces torons sont eux-mêmes enroulés en hélice autour d'une âme centrale ; un câble à fils fins est

plus souple qu'un câble à gros fils, il pourra s'enrouler sans dommage sur une poulie ou un tambour de plus faible diamètre.

On notera que l'âme centrale en textile augmente la souplesse des câbles. Les câbles sont avantagés d'être huit fois plus légers qu'une chaîne ayant à supporter la même charge.

La durée de vie d'un câble de levage dépend de facteurs inhérents, d'une part à la construction interne du câble (âme, souplesse du fil, composition) et d'autre part aux conditions d'enroulement. Ainsi, la durée de vie du câble est d'autant plus longue que les diamètres d'enroulement sont grands et l'effort de traction est faible. [4]

### 10.5.2. Poulies :

Les poulies sont des roues dont la jante est appelée gorge qui reçoit un flexible, câble ou cordage. Une gorge est définie par :

- Sa largeur de jante
- Le rayon du congé de la jante

Pour que ces dimensions soient correctes, il faut qu'un certain nombre de conditions soient remplies :

- Le fond de gorge ou congé doit être un arc de cercle égal au 1/3 de circonférence du câble. Le câble doit poser sur un arc de cercle compris entre 120° et 140°, il est donc indispensable de vérifier fréquemment le diamètre exact du congé on se sert d'un jeu de jauges.
- L'angle de frottement formé par les bords des gorges doit être compris entre 350 et 400.

On distingue les poulies de moufle, de renvoi et la poulie d'équilibrage (point fixe). [4]

### 10.5.3. Crochet :

La charge est suspendue aux câbles par l'intermédiaire d'un crochet, le crochet est en général en acier forgé extra-doux pour petites charges (25 t), on utilise parfois des crochets en acier estampé pour une très grande charge (>100 t), on peut utiliser des crochets formés par plusieurs épaisseurs de tôles découpées. Jusqu'à 25 tonnes le crochet est généralement simple croc. De 15 à 50 tonnes, les crochets sont soit à simple soit à double croc. Cette forme permet une meilleure répartition des charges transmises par les élingues.

Pour les très grandes charges, on emploie quelque fois des axes pour la sécurité, les crochets fermes constitués de plusieurs éléments assemblés par des axes pour la sécurité, les crochets doivent être munis obligatoirement de linguets qui s'opposent de façon sûre aux décrochages des élingues. [4]



Figure (IV- 12) : Crochet d'une moufle d'un pont roulant

### **11. Les risques qui entourent les ponts roulants:**

Les quatre dangers les plus courants liés aux ponts roulants sont les risques d'ordre électrique, ceux liés à la surcharge des équipements, le potentiel de chute et vibration ainsi que le manque d'application de l'ergonomie dans les cabines de conduite.

#### **11.1. Risques d'ordre électrique:**

Environ 50 % des accidents impliquant des ponts roulants sont dus au contact d'une partie métallique d'un pont roulant avec une source d'alimentation (c'est-à-dire une ligne électrique à haute tension). Il existe un risque que la ligne de levage ou la flèche d'une grue touche des lignes électriques sous tension lors du déplacement de matériaux à proximité ou en dessous. Alors que ceux qui touchent directement la grue sont les plus susceptibles d'être électrocutés, tous les travailleurs à proximité sont également à risque. Par conséquent, un seul accident peut entraîner plusieurs décès et blessures. Il est donc crucial que la planification préalable au travail soit effectuée avant de commencer le travail.

#### **11.2. Risques liée à la surcharge:**

Lorsqu'une grue dépasse sa capacité opérationnelle, cela peut également s'avérer être la chose même, qui a tendance à causer environ 80% de tous les accidents du pont roulant et des défaillances structurelles. La surcharge de la capacité opérationnelle du pont roulant est causée par certains des éléments suivants :

- La présence de balancement ou d'une chute soudaine de toute charge ;
- Tout composant défectueux ;
- Le levage d'une charge qui dépasse sa capacité normale.

Beaucoup de ces erreurs sont le résultat d'une erreur humaine prévisible. La formation formelle des pontiers doit avoir une connaissance pratique de certains points clés et de toutes les conditions dans lesquelles les capacités de levage indiquées sont valides. Certains de ces points clés sont les tableaux de charge des ponts roulants et les capacités de levage. Les pontiers ne devraient pas se fier uniquement à leur instinct ou à leur expérience pour décider si la charge de poids est correcte.

### **11.3. Risque ergonomique :**

Bien que l'évaluation de cette intervention ne soit pas complète, nous croyons que la présence des bonnes conditions de travail dans un tel endroit est obligatoire et doit être assurée et signalé par le chef HSE afin que le pontier peut compléter sa tâche de la manière la plus sûre. Les remarques qu'on a pu prendre par les pontiers et d'après notre courte présence à l'intérieur de la cabine sont : augmentation des postures contraignantes, manque de visibilité et le mal aménagement de la cabine; une vibration permanent de la chaise au quel s'assoie le pontier ainsi que l'infiltration de la poussière à l'intérieure de la cabine; pour les travailleurs de l'entretien : accès plus difficile, présence des postures contraignantes.

### **11.4. Risque de fragilité et vibration :**

Durant notre stage Au sein de la cimenterie de Zahana et précisément pendant notre exploration du pont roulant principal de cette cimenterie, on a pu remarquer la fragilité des rails du pont roulant après avoir été témoins d'une vibration énorme juste auprès des rails. C'est ce qui nous a été confirmé par le pontier ainsi que le responsable de la sécurité, d'après eux cette fragilité et vibration hors norme est présente en raison du manque de la maintenance et l'ancienneté des rails du pont roulant. Tout cela augmente les risques du phénomène de vibration ainsi que tous ce que peut résulter d'une telle fragilité d'un composant principal.

## **12. Conduite en sécurité :**

### **12.1. Accès aux cabines :**

L'accès aux cabines doit se faire dans les meilleures conditions de sécurité possibles pour le pontier ; il est interdit d'emprunter les chemins de roulement comme passage normal d'accès. Toutefois, il n'est pas interdit au pontier de traverser le chemin de roulement pour se rendre à sa cabine si elle est en face de l'accès normal. À noter que, dans le cadre des dispositions constructives :

- aucun espace libre au-dessus du vide ne doit exister sur le trajet emprunté par le pontier pour rejoindre son poste de travail ;
- des passerelles munies de garde-corps et des escaliers munis de rampes sont préférables aux échelles fixes à crinoline ;
- une plate-forme aménagée à l'arrivée de l'escalier ou de l'échelle permet d'accéder à la cabine ou mieux à un balcon solidaire de la cabine ;
- des portillons à fermeture automatique asservis à la position relative du pont roulant et de la plate-forme permettent le passage du pontier.
- En service normal, ne pas tenter d'accéder au pont roulant lorsqu'il n'est pas à son point normal d'accès.

Lorsque le pont roulant est immobilisé accidentellement, le pontier doit pouvoir quitter son poste de travail :

- dès que le pont roulant a été ramené par le service entretien à son point normal d'accès ;

- en utilisant un moyen d'évacuation, ce qui nécessite que le pontier soit entraîné à l'utilisation de ce mode d'évacuation, notamment lorsqu'il s'agit d'une échelle de corde. [9]

### **12.2. Chauffage, ventilation :**

Pendant la saison froide, les cabines sont chauffées, généralement à l'aide de convecteurs électriques «chauffage électrique» correctement fixés. Les braseros et les résistances incandescentes sont interdits en raison des risques d'intoxication et d'incendie. En outre, les cabines doivent être aménagées pour mettre le pontier à l'abri des fumées, gaz, vapeurs toxiques, rayonnements et autres émanations nuisibles. Une climatisation avec filtration et épuration de l'air constitue une excellente solution pour les cas difficiles. [9]

### **12.3. Visibilité :**

Les cabines de pont roulant sont normalement aménagées pour que le pontier puisse suivre les manœuvres depuis son poste de travail sans avoir à se pencher à l'extérieur. Il convient de nettoyer régulièrement le pare-brise, les glaces, les rétroviseurs, de vérifier le bon fonctionnement des essuie-glaces (ponts roulants situés à l'extérieur) et d'enlever tout ce qui pourrait gêner la visibilité. [9]

Dans la mesure du possible, le nettoyage de la face extérieure des vitrages se fait depuis une passerelle munie de garde-corps ou, à défaut, depuis l'intérieur de la cabine ; la sécurité du personnel contre les chutes doit être assurée. [9]

### **12.4. Propreté :**

Le poste de conduite doit rester propre et nettoyer régulièrement après la fin de chaque tâche en raison de sécurité et dans le but d'accomplir le travail dans les meilleures conditions possibles.

À l'extérieur, enlever la boue, la neige et la glace des passerelles et marchepieds pour éviter les chutes.

- Ne pas laisser de chiffons ou de vêtements à sécher sur l'appareil de chauffage ou à proximité, cela pourrait provoquer un incendie.
- Ne pas abandonner d'outils, de chiffons, d'objets divers susceptibles de se déplacer au cours du travail et de bloquer accidentellement une commande ou de provoquer une chute.
- Utiliser selon les cas le coffre à outils ou la boîte à déchets métalliques ; ne pas omettre de refermer le couvercle de la boîte à déchets et de la vider régulièrement. [9]

### **12.5. Protection incendie :**

Un extincteur est fixé sur un support dans la cabine. Il permet de combattre efficacement tout début d'incendie, sous réserve qu'il soit adapté à la nature du feu. De plus, il conviendra de s'assurer que le produit d'extinction est adapté au type de feu qu'il pourrait être appelé à combattre. [9]

Dans le cadre de la formation à la sécurité, le pontier a appris à se servir correctement du type d'extincteur installé dans sa cabine. Cet extincteur est régulièrement contrôlé et entretenu soit par le service de protection incendie de l'établissement, soit plus généralement par une société spécialisée. La date des vérifications et des opérations d'entretien figure sur une étiquette apposée sur l'extincteur. Il doit être remédié aux défauts constatés. Les extincteurs utilisés même partiellement doivent être signalés au service compétent et rechargés. [9]

### **12.6. Manœuvres des ponts roulants commandés à partir d'une cabine :**

- Respecter les consignes du service et celles qui sont particulières au pont ;
- porter les équipements de protection individuelle recommandés et mis à disposition ;
- rester à son poste et se tenir prêt à exécuter les ordres du chef de manœuvre ;
- ne pas quitter son poste de travail sans prévenir son chef direct et sans avoir coupé l'alimentation du pont roulant. [9]

#### **12.6.1. Avant mise en route :**

Les essais et les contrôles à effectuer avant de mettre en route un pont roulant à cabine diffèrent selon que le pont travaille à un seul ou à plusieurs postes. [9]

#### **12.6.2 Travail à plusieurs postes :**

Le pontier après avoir arrêté le pont roulant et quitté son poste, laisse la place au pontier remplaçant qui en premier lieu vérifie « l'interrupteur de cabine » :

- si celui-ci est muni d'une pancarte de consignation, il en informe son chef direct ;
- si, en revanche, l'interrupteur n'en est pas muni, le pontier s'assure que :
  - ✓ cet interrupteur est ouvert,
  - ✓ les organes de service (contrôleurs, manipulateurs, etc.) sont effectivement au zéro,
  - ✓ le carnet de bord, dont la présence en cabine est souhaitable en cas de travail à plusieurs postes, ne contient pas d'observations éventuellement formulées par le pontier précédent ou par une personne du service entretien,
  - ✓ l'extincteur est en place et plombé,
  - ✓ les moyens d'évacuation sont en place.

Avant la mise en route, procéder comme suit :

- exécuter les opérations prévues aux consignes générales d'exploitation ou particulières au pont,
- vérifier qu'il n'y a personne sur le pont et ses chemins de roulement,
- fermer « l'interrupteur de cabine »,
- vérifier le bon fonctionnement des signalisations sonores et lumineuses éventuelles,
- actionner l'avertisseur de manœuvre,
- faire, à petite vitesse, les essais à vide des mouvements de levage, de direction et de translation,
- vérifier le bon fonctionnement des interrupteurs de fin de course et du ou des freins de levage,

## CHAPITRE 04 : PRESENTATION DU SYSTEME ETUDIE

Dans le cas d'appareils à faible vitesse et (ou) à grande hauteur de levage, lorsque cette vérification n'est pas compatible avec le temps dont dispose le pontier, la vérification du fonctionnement de l'interrupteur fin de course pourra se faire lors de la vérification périodique de l'appareil ; cette périodicité sera fonction du taux d'utilisation de l'appareil, vérifier le bon fonctionnement des freins de translation et le cas échéant du chariot, ainsi que celui des interrupteurs de fin de course de direction et de translation. En cas d'anomalies, le pontier avertit immédiatement son chef direct, en lui remettant la feuille de contrôle prévue à cet effet. [9]

### 12.6.3. Travail à un seul poste :

Avant de rejoindre la cabine stationnant à son lieu d'accès normal, le pontier s'assure que le pont n'est pas consigné. En outre :

- si « l'interrupteur tête de ligne » est verrouillée mécaniquement ou encore muni d'une pancarte de consignation, le pontier rend compte à son chef direct de l'impossibilité de remplir sa mission,
- si « l'interrupteur tête de ligne » n'est ni verrouillé mécaniquement, ni muni d'une pancarte de consignation, le conducteur le ferme et se rend à son pont en utilisant la voie d'accès prévue.

En accédant au pont, le pontier procède intégralement comme indiqué au paragraphe précédent. [9]

### 12.6.4. Manœuvres et interdictions :

Chaque manœuvre doit être précédée d'un avertissement sonore. Le pontier refuse toute manœuvre s'il s'avère que :

- la charge est supérieure à la charge maximale du pont roulant,
- la manœuvre est contraire aux consignes de sécurité,
- les instructions d'élingage ne sont pas respectées.

Le pontier arrête immédiatement la manœuvre au cas où plusieurs personnes commandent en même temps ou si les gestes ne sont pas parfaitement compréhensibles. Lorsque la charge n'est pas visible par le pontier, celui-ci se fait guider par le chef de manœuvre ou, à défaut, par un agent au sol (signaleur). Le pontier veille particulièrement à l'interdiction de :

- monter sur les charges ou se suspendre aux crochets et élingues pour se faire transporter,
- manœuvrer ou manutentionner une charge dans une zone limitée par des parois ou des obstacles, si du personnel se tient entre la charge et ces parois ou obstacles. C'est le cas, en particulier, des manutentions dans les casiers, les wagons, les fosses, les silos, etc.

Il est, de même, interdit de passer au-dessus du personnel et de certaines machines avec une charge (sauf s'il existe un toit de protection de résistance suffisante).

Si le personnel ne s'écarte pas suffisamment au signal sonore, le pontier arrête immédiatement sa manœuvre. [9]

### **12.6.5. Incidents et avaries :**

#### **12.6.5.1. Avaries ou mauvais fonctionnement du pont :**

Dans ce cas :

- déposer si possible la charge et la faire décrocher ; s'il n'est pas possible de déposer la charge, baliser au sol la zone sous la charge, pour empêcher le personnel de passer sous la charge,
- amener le pont à son point d'accès si celui-ci peut encore se déplacer,
- vérifier que les organes de service (contrôleurs, manipulateurs, etc.) sont effectivement à zéro,
- ouvrir l'interrupteur de cabine,
- placer le signal (pancarte) indiquant l'arrêt du pont,
- prévenir son chef direct,
- donner au personnel chargé du dépannage toutes indications utiles sur les circonstances du mauvais fonctionnement.
- le dépannage étant terminé, s'assurer que le personnel d'entretien n'est plus présent sur les lieux, retirer le signal d'arrêt du pont et reprendre le service.

Il est interdit au pontier d'intervenir seul sur les installations mécaniques ou électriques du pont, sauf s'il a reçu une formation spécifique et est habilité par le responsable de l'entretien. [9]

#### **12.6.5.2. Panne de courant :**

Lorsqu'une panne de courant se produit, le pontier doit :

- ramener au zéro les organes de service (si ceux-ci n'y reviennent pas automatiquement),
- si la panne se prolonge, ouvrir « l'interrupteur de cabine »,
- placer le signal indiquant l'arrêt du pont,
- prévenir son chef direct,
- si une charge est suspendue, opérer comme en cas d'avarie (balisage de la zone au sol sous la charge...) [9]

#### **12.6.5.3. Incendie :**

Prendre la responsabilité, Agir rapidement et :

- en premier lieu, donner l'alarme avec l'avertisseur suivant le signal prévu par les consignes,
- déposer rapidement la charge, si faire se peut,
- ouvrir « l'interrupteur de cabine »,
- attaquer dès que possible le feu à l'aide de l'extincteur de cabine.

Si le feu prend des proportions dangereuses pour le pontier, il évacue d'urgence la cabine en veillant particulièrement aux lignes électriques, aux ponts voisins et à tous les autres risques, et emprunte le moyen d'évacuation de secours prévu à cet effet. [9]

**12.6.6. En fin de poste :**

- Arrêter le pont face à la plate-forme d'accès ou à l'échelle,
- ne jamais laisser une charge suspendue au crochet,
- ramener le crochet vers le haut, dans sa position normale de repos,
- ouvrir « l'interrupteur de cabine »,
- tenir à jour et émarger le carnet de bord,
- nettoyer et quitter la cabine,
- si le pont travaille à plusieurs postes, inscrire dans le carnet de bord et informer le conducteur montant des incidents ou nouvelles consignes reçues au cours du poste de travail,
- rendre compte, s'il y a lieu, à son chef direct, des anomalies relevées. [9]

**12.13 L'inspection d'un pont roulant avec commandes dans une cabine de contrôle :**

Les principaux éléments à vérifier lors de l'inspection visuelle sont:

- la zone de travail: outils oubliés sur le pont ou la structure lors des travaux d'entretien ou de réparation, allées dégagées;
- les fuites d'huile pouvant provenir des boîtes d'engrenages ou des systèmes hydrauliques;
- les garde-fous ou les passerelles: état général;
- les butées des rails: état général;
- l'éclairage;
- la structure: partie supérieure pouvant être observée de la cabine (déformation, boulons manquants);
- la cabine de contrôle: éclairage et propreté;
- l'extincteur portatif;
- le câble de levage: rechercher tout signe d'usure: fils ou torons cassés, déformation, rétrécissement (signe de surcharge), aplatissement d'un toron, corrosion. La présence d'une seule coque ou d'une déformation est suffisante pour alerter le service d'entretien et de réparation. Les fils brisés et le rétrécissement du câble peuvent indiquer qu'il a été soumis à une surcharge. [10]

**12.14 Les principaux éléments à vérifier lors des essais techniques :**

- l'avertisseur sonore;
- l'arrêt d'urgence;
- les mouvements du pont roulant (translation, direction, levage, orientation);
- les freins du pont roulant;
- l'enroulement adéquat du câble de levage;
- les freins du treuil, qui permettent de retenir la charge;
- l'interrupteur de fin de course de levage, un dispositif de sécurité permettant de limiter la hauteur de levage;

## CHAPITRE 04 : PRESENTATION DU SYSTEME ETUDIE

- l'interrupteur de fin de course au sol, un dispositif de sécurité qui empêche le câble de levage de se dérouler sur le sol;
- les bruits inhabituels tels que les grincements des roues ou des engrenages, les vibrations excessives, la conduite cahoteuse, etc. [10]

### **12.15 L'inspection d'un palan :**

On doit vérifier périodiquement le bon état du palan et consigner dans un registre toutes les anomalies constatées. [10]

### **12.16 Les principaux éléments à vérifier lors de l'inspection visuelle :**

- la boîte de contrôle: état de la boîte, boutons en bon état, propreté et identification claire des fonctions;
- le câble de levage: repérer des fils ou des torons cassés, aplatis, un rétrécissement ou une déformation du câble. Quant aux chaînes, détecter les signes d'usure, de déformation, etc.;
- les fuites d'huile pouvant provenir des composantes mécaniques;
- les fuites d'air pouvant provenir du système pneumatique;
- le dévidoir et le crochet: rechercher les signes d'usure, de déformation ou de corrosion;
- les accessoires de levage et d'accrochage tels que les élingues, les crochets, les manilles, etc.: rechercher les signes d'usure, de déformation ou de corrosion;
- les boulons et les écrous: rechercher les signes d'usure, de déformation, de fendillement, etc. [10]

### **Conclusion:**

L'utilisation du pont roulant avec ses plusieurs types est très fréquente dans les industries moyenne ou large. Cet appareil de levage qui facilite le transport d'un tel produit ou marchandise en grand quantité est toujours accompagné avec des dangers et risques qui menacent la vie et la sécurité des travailleurs qui l'entoure.

Donc il est obligatoires de mettre en place un plan de sécurité par le responsable HSE dont il doit être respecté afin de limiter les risques est les dégâts qui peuvent accompagner l'utilisation de cette appareil.

# **CHAPITRE 05 – MISE EN OEUVRE DE LA METHODE JSA**

### **Introduction:**

L'analyse des risques qui entourent un poste de travail est essentielle dans le but de réduire ces risques et assurer le déroulement du travail en toute sécurité. Dans ce chapitre on va appliquer la méthode JSA qui est utilisée pour la gestion des risques liés à une tâche ou à une activité spécifique, cette méthode est l'un des modèles préformés du logiciel PHA PRO.

### **1. Définition de JSA :**

JSA (Job Safety Analysis) est une procédure qui aide à intégrer les principes et pratiques acceptés en matière de sécurité et de santé dans une tâche ou une opération particulière. Dans une JSA, chaque étape de base du travail consiste à identifier les dangers potentiels et à recommander la façon la plus sûre de faire le travail. D'autres termes utilisés pour décrire cette procédure sont job hazard analysis (JHA) et job hazard breakdown.

La méthodologie est basée sur l'idée que la sécurité est une partie intégrante de chaque travail et non une entité distincte. Dans ce document, seuls les aspects santé et sécurité seront pris en compte. Il y a quatre étapes de base dans la conduite d'une JSA :

- sélectionner le travail à analyser ;
- décomposer le travail en une séquence d'étapes ;
- identifier les dangers potentiels ;
- déterminer des mesures préventives pour surmonter ces dangers.

### **2. Définition de PHA PRO :**

Les risques sont inhérents aux installations à forte intensité d'actifs et à haut risque, et en particulier lorsque l'ensemble de données sur les risques est vaste et que le risque de sécurité des processus est réparti dans toute l'organisation. Il est difficile de standardiser et d'évaluer toutes les sources de risque pour soutenir les installations gourmandes en ressources.

Le PHA Pro de Sphera offre un cadre, des méthodologies configurables et des workflows d'évaluation des risques pour aider les organisations à normaliser et à enregistrer les données d'évaluation des risques et à garantir la mise en place de contrôles appropriés.

Ce logiciel PHA-Pro est l'outil d'identification des dangers et d'évaluation des risques le plus reconnu et le plus fiable pour renforcer le processus d'évaluation des risques. Il permet d'identifier, d'évaluer et de contrôler l'impact des risques liés aux processus. Et leurs développeurs sont des experts qui ont une vaste expérience dans la réalisation d'évaluations des risques basées sur n'importe quelle méthodologie, notamment :

- HAZOP, What/If ;
- FMEA, FMECA (AMDE, AMDEC) ;
- Revalidation PHA (Process hazard analysis)
- Workplace Job Safety Analysis JSA (Analyse de la sécurité au travail sur le lieu de travail) ;
- Layers of Protection Analysis LOPA (Analyse des couches de protection) et Safety Integrity Levels SIL niveaux d'intégrité de la sécurité ;

### **3. JSA du pontier :**

Au cours de notre période de stage, nous avons remarqué que l'opérateur de pont est exposé à un nombre énorme de risques dans son travail, nous avons donc recherché la meilleure méthode pour aider à analyser les risques liés à son travail et nous avons constaté que JSA a été adopté par l'OSHA en tant que meilleure pratique pour les procédures de travail en toute sécurité, car JSA est un moyen très efficace d'aider à réduire les incidents, les accidents et les blessures sur le lieu de travail.

Après avoir observé le processus de travail et interrogé les employés sur le lieu de travail sur les problèmes et les accidents liés à ce travail, nous avons divisé le travail en trois étapes principales :

1. Déplacement vers le poste de travail ;
2. Accomplir ses tâches (Déplacement des charges) ;
3. Vérification du pont.

Et nous avons associé chaque étape avec des accidents survenus auparavant ou peut se produire à l'avenir avec ses conséquences sur la santé et la sécurité de l'employé et des recommandations supplémentaires pour réduire la gravité ou la probabilité de ces accidents.

### **4. Choix de la matrice :**

Nous avons choisi la matrice de type 4\*4 car il permet d'avoir une représentation hiérarchisée des risques principaux. Les couleurs permettent de visualiser les différents niveaux de risque : acceptables à inacceptables (Voir la figure (II-3)).

### **5. Résultat de l'évaluation du risque professionnel sur PHA PRO :**

Tableau (V-1) : Mise en œuvre de la méthode JSA utilisant le programme PHA PRO

CHAPITRE 05 : MISE EN OEUVRE DE LA METHODE JSA

Tâche	Étape	Incidents potentiels	Conséquences	Risque avant réduction			Recommandations	Risque après réduction		
				G	P	RR		G	P	RR
La conduite du pont roulant	Déplacement vers le poste de travail	-Accidents dus aux circulations à l'intérieur de la cimenterie	- Blessures mortelles - Fractures	4	B	8	- Mettre en place des règles de circulation interne ; - Mettre en place des plaques d'avertissement.	3	A	3
		-Chute Plain-pied à cause de manque de l'éclairage	- Blessures - Fractures	2	C	6	- Maintenir un bon éclairage à la cimenterie; - Porter une lampe de poche.	2	A	2
		-Chute en grim pant à l'échelle	- Blessures - Fractures	3	B	6	- Installer des échelles à crinoline - Porter des EPI	2	B	4
	Accomplir ses tâches (Déplacement des charges)	-Impact de travail de nuit	- Probabilité accrue d'obésité; - Risque accru de maladie cardiovasculaire; - Risque plus élevé de changements d'humeur; - Risque plus élevé d'accidents de la route et d'accidents du travail;	3	D	12	- Prévoir des congés à des moments « socialement avantageux » comme le week-end dans la mesure du possible; - Démarrer un système de quarts spécial si les demandes de production entraînent de longues périodes d'heures supplémentaires; - Informer les travailleurs postés de leurs horaires de travail bien à l'avance afin qu'eux-mêmes, leur	1	B	2

CHAPITRE 05 : MISE EN OEUVRE DE LA METHODE JSA

			- Probabilité accrue de problèmes familiaux, y compris le divorce;				famille et leurs amis puissent planifier leurs activités; - Remettre autant de flexibilité que possible pour les changements d'équipe; - Garder les horaires aussi simples et prévisibles que possible; - Prêter attention à l'environnement de travail. par exemple, un bon éclairage et une bonne ventilation sont importants sur tous les quarts de travail;			
		-Problèmes de communication dus au bruit	-Influencer la productivité des travailleurs; - Affecter la santé (pathologie vocale)	2	D	8	-Utiliser la langue des signes une fois nécessaire; - Utiliser radios bidirectionnelles "talkywalky".	1	A	1
		-Contamination des zones de travail.	-La chance d'avoir une glissade augmente considérablement	2	C	6	-Nettoyage quotidien hebdomadaire des zones fortement contaminées par une équipe de nettoyage spécialisée.	1	A	1
		-Corrosion des équipements ou des surfaces	-Augmenter le risque de pannes catastrophiques des	2	C	6	-Maintenance et inspection permanentes	1	B	2

CHAPITRE 05 : MISE EN OEUVRE DE LA METHODE JSA

		équipements; -Coûts élevés de réparation ou de remplacement							
	-Dégâts de chute	- Blessures « mortelles » dangereuses si les travailleurs sont en place; - Projections de débris	4	B	8	- Mettre des systèmes de garde-corps; - Ajouter des systèmes de filet de sécurité; -Mettre des systèmes antichute personnels; - Garder les sols des zones de travail propres et les outils bien rangés	2	B	4
	Choc électrique	- Affecter le système nerveux central; - Dommages à long terme aux nerfs et au cerveau; - Si le courant a traversé les yeux, des cataractes peuvent se développer avec le temps.	4	C	12	- Utilisez les connecteurs de câble ou les coupleurs appropriés pour joindre des longueurs de câbles ensemble et n'autorisez pas les joints scotchés; - Les installations électriques sont installées et entretenues par une personne compétente et vérifiées régulièrement; - L'équipement électrique fixe devrait avoir un interrupteur clairement identifié pour couper	2	B	4

CHAPITRE 05 : MISE EN OEUVRE DE LA METHODE JSA

						l'alimentation en cas d'urgence; -Tous les équipements et installations électriques doivent être entretenus pour éviter tout danger; - Porter l'EPI				
		-Problèmes d'épuisement	-Réactions plus lentes aux signaux et aux situations "mauvais réflexe"; -Affecter la capacité d'un travailleur à prendre de bonnes décisions; -Augmenter le risque d'incidents et de blessures sur le lieu de travail.	2	D	8	- Interroger les travailleurs par les superviseurs et les représentants de la santé et de la sécurité sur l'impact des charges de travail et des horaires, y compris les déplacements liés au travail et le travail en dehors des heures normales; - Examiner les données sur les incidents en milieu de travail et les données sur les ressources humaines, les horaires de travail, les conditions environnementales, la politique sur la fatigue au travail.	1	A	1
		- Risque pour la santé dû à la chaleur extrême	-Epuisement par la chaleur, Crampes de chaleur, coup de chaleur ainsi qu'exacerber des	3	D	12	-Revoir les tâches de travail, la conception et la gestion; -Surveiller les températures sur le lieu de travail, le type de travail effectué, la durée et la	2	B	4

CHAPITRE 05 : MISE EN OEUVRE DE LA METHODE JSA

		affections chroniques préexistantes, telles que diverses maladies respiratoires, cérébrales et cardiovasculaires, des étourdissements.				pénibilité du travail			
	- Irritation de la peau, des yeux, etc.	-Maladie de dermatite	3	D	12	- Porter un équipement de protection individuel approprié "EPI" - Limiter le taux d'exposition en appliquant le travail posté. - Réparer la cabine afin qu'aucune poussière ne puisse se répandre à l'intérieur	2	B	4
	-Maladies pulmonaires	-Augmenter l'incidence du cancer; -Augmentation de la fréquence des crises d'asthme symptomatiques; -Diminution de la fonction pulmonaire.	4	C	12	- Porter un équipement de protection individuel approprié "EPI"; - Limiter le taux d'exposition en appliquant le travail posté.	2	B	4
	- Risque de vibration	-Des niveaux excessifs de vibrations peuvent causer des dommages	3	D	12	-Installer des sièges à vibrations réduites ou suspendus pour isoler les conducteurs des	3	B	6

CHAPITRE 05 : MISE EN OEUVRE DE LA METHODE JSA

			aux travailleurs et, au fil du temps, peuvent perturber les systèmes musculaire, nerveux et vasculaire entraînant un engourdissement, des lésions nerveuses et/ou des tissus mous et de la fatigue				vibrations du pont roulant ; -Suivi médical périodique des pontiers ; - L'optimisation de la posture de pontier.			
		-Inhalation de poussière	- Des problèmes respiratoires - Irritation au nez; -Risques de glissade; - Obstruer les boutons ou bloquer la ventilation, les filtres ou d'autres mesures de sécurité	3	D	12	- Porter un EPI adéquat ; - Réparer la cabine afin qu'aucune poussière ne puisse se répandre à l'intérieur	2	B	4
	Vérification du pont roulant	- Chute de la hauteur	- Fracture ; - Blessure.	4	C	12	- Utiliser des appareils de levage de personnes; - Porter des EPI; - Mettre des systèmes de garde-corps; - Ajouter des systèmes de filet de sécurité;	2	B	4
		- Se coincer lors de la	- Blessure grave	4	B	8	- Interdiction de faire des	2	B	4

CHAPITRE 05 : MISE EN OEUVRE DE LA METHODE JSA

		fixation des câbles	parfois mortelle: - Fracture.				interventions sans autorisation; - Formations en comment faire des interventions en cas d'une défaillance			
		- Electrocutation	- Blessure grave parfois mortelle.	<b>4</b>	<b>C</b>	<b>12</b>	- Porter des EPI; - Alerter le responsable de la sécurité avant de faire une vérification	<b>1</b>	<b>B</b>	<b>2</b>

**Interprétation des résultats :**

Alors d'après ces résultats on a obtenu :

- Neuf évènements inacceptables
- Neuf évènements non souhaitables

On a proposé des solutions pour réduire la gravité et/ou la probabilité de ces risques, ces solutions sont présentées dans le tableau (V-1) dans la case des recommandations. Les figures suivant (V-1), (V-2) représentent le nombre de conséquences en fonction de la gravité et la probabilité d'occurrence avant et après l'application des recommandations

**Avant l'application des recommandations :**

La figure suivante (V-1) représente le nombre de conséquences pour les risques ayant la même valeur de risque en fonction de la gravité et la probabilité de ces risques avant l'application des recommandations, afin de mieux comprendre ce graphe 3D, il est représenté en deux faces :

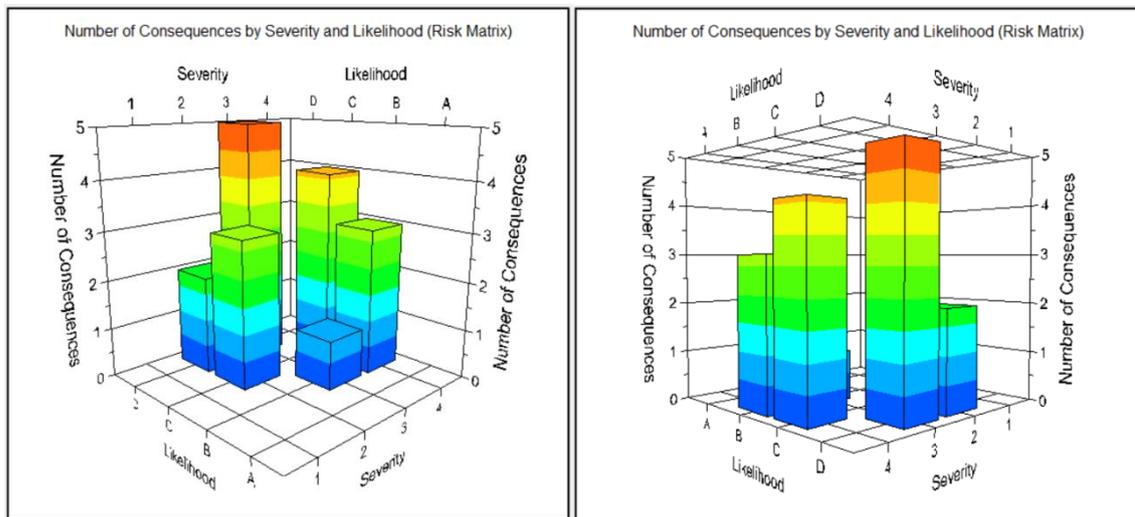


Figure (V-1) : Les deux faces du graphe qui représente le nombre de conséquence en fonction de la gravité et de la probabilité avant l'application des recommandations

Le graphe créé par PHA PRO compare les résultats du tableau d'évaluation des risques du travail du pontier avant et après l'application des recommandations. Le graphe se compose de trois axes : la probabilité d'occurrence, la gravité et le nombre de conséquences probable. Sur l'axe de probabilité d'occurrence, plus le barre est proche de la lettre D, plus la probabilité d'accidents est élevée, et plus il est proche de la lettre A, plus la probabilité d'occurrence est faible. Quant à l'axe de gravité, la gravité de l'accident augmente avec le nombre (de un « 1 » à quatre « 4 »). Quant au nombre de conséquences, le PHA PRO regroupe le nombre de conséquences possibles pour les risques qui ont la même valeur (probabilité x gravité) dans une barre, (on note par exemple que le nombre de conséquences pour les risques qui ont en valeur 12 (probabilité D et gravité 3) avant d'appliquer les recommandations c'est 5 conséquences, mais après l'application des recommandations on a réduit la valeur de risque, et il n'y a pas de risques avec une valeur de 12). On note qu'avant d'appliquer les

## CHAPITRE 05 : MISE EN OEUVRE DE LA METHODE JSA

recommandations, la plupart des barres se situent dans la zone des risques non souhaitable (il y a deux barres dans une valeur de risque de 12 (un barre en (3 ; D), et un barre en (4 ; C)), les somme des conséquences possibles qui en découlent est de 9 risques non souhaitables), et Il n'y a pas de barres dans la zone de risques acceptable car il n'existe actuellement aucune mesure préventive pour protéger le pontier de ces risques.

### Après l'application des recommandations :

Après avoir appliqué les recommandations, les valeurs des risques changent avec la gravité et la probabilité de ces risques, ces nouvelles valeurs sont représentées dans le graphe 3D représenté sur la figure suivante (V-2) :

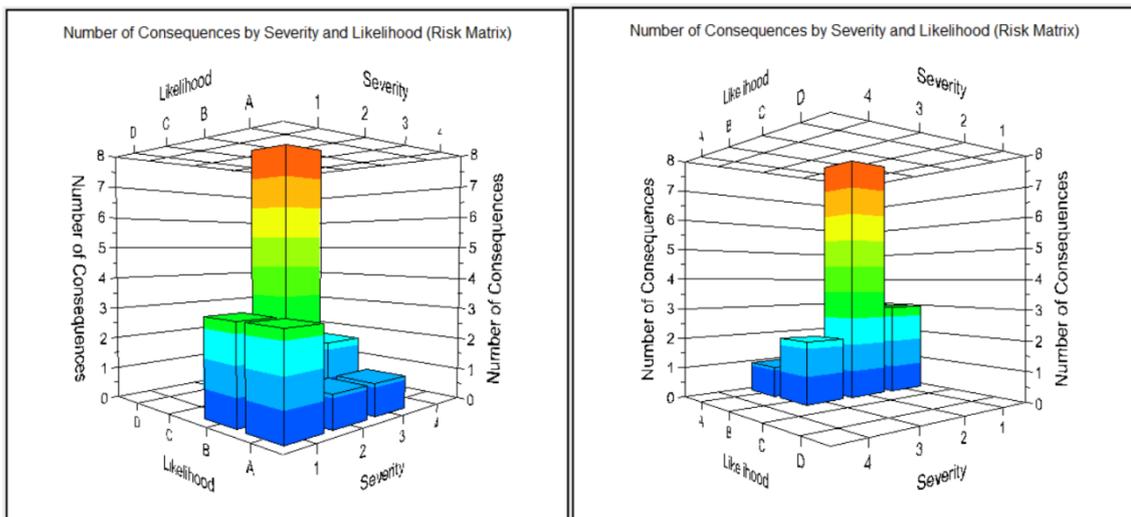


Figure (V-2) : Les deux faces du graphe qui représente le nombre de conséquence en fonction de la gravité et de la probabilité après l'application des recommandations

Après l'application des recommandations, cela réduit soit la possibilité d'occurrence des risques soit la gravité de ces risques, donc la valeur de risques diminue. Par conséquent, nous constatons que les barres sont toutes confinées dans les cases à risques acceptables (il y a deux risques qui ont une valeur de 6 dans la zone des risques acceptables avec contrôle) et les majorités des valeurs des risques (8 risques) sont situés dans (2 ; B) ce qui signifie que c'est moins dangereux qu'avant et cela assure à le pontier un environnement de travail plus sûr.

### Conclusion :

L'objectif principal de l'évaluation des risques professionnelle est d'anticiper et limiter les conséquences possibles des accidents du travail et des maladies professionnelles sur les être humaine, de préserver les machines et les équipements de travail et de protection de l'environnement.

L'utilisation de la méthode JSA nous a aidés d'étudier tous les risques liés au travail du pontier et de proposer des mesures de préventions qui peuvent aider prévenir ces risques.

## **Conclusion générale:**

L'analyse des risques est un aspect fondamental de la création d'un lieu de travail productif, elle permet de créer un environnement de travail sûr et réduit les coûts liés à la réparation ou au remplacement des équipements endommagés.

Nous étions curieux de savoir quels sont les risques liés à la fabrication de ciment dans la cimenterie de Zahana, et nous avons découvert que cette industrie est une industrie vraiment dangereuse et comporte de nombreux risques, donc en raison du manque de temps et de la pluralité des opérations dangereuses, nous avons décidé d'étudier les différents risques liés au processus de manutention dans cette cimenterie et notamment les risques liés au pont roulant.

L'un des travaux les plus dangereux de la cimenterie de Zahana est le pontier, nous avons pris en compte tous les aspects de son travail et prédit les différents scénarios d'accidents qui peuvent se produire pour chaque étape, nous avons indiqué les conséquences possibles de ces accidents et ce qui est peut causer à le pontier et à proposer des recommandations qui peuvent aider à réduire la probabilité et/ou la gravité de ces accidents en utilisant la méthode JSA (évaluation de la sécurité au travail) dans le programme PHA PRO.

Cette étude nous a aidés à acquérir de l'expérience dans l'évaluation des risques et à appliquer ce que nous avons appris au cours des années d'études à l'Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Nous espérons que les recommandations que nous avons faites seront appliquées par la direction de la cimenterie de Zahana pour aider à réduire les risques liés au pont roulant. Et enfin nous souhaitons que la direction de la cimenterie priorise l'aspect sécurité afin de maintenir un environnement de travail sûr et sain pour le personnel ce qui entraînera bien sûr l'augmentation de leur productivité.

Les résultats de ce modeste travail constituent les bases d'un travail à poursuivre et à améliorer pour une étude beaucoup plus approfondie qui pourra faire l'objet d'une thèse de doctorat.

Comme perspective à notre travail, nous suggérons de réaliser des études sur :

- Les rails sur lesquels le pont roulant est installé et rechercher les mesures appropriées pour éliminer les risques qui y sont liés ;
- Les conséquences des risques ergonomiques sur la santé et la sécurité des pontiers;
- Les mesures appropriées pour empêcher la propagation de la poussière résultant du processus de manutention du hall du pont roulant vers l'intérieur de la cimenterie.

## **Bibliographie :**

- [1] A. Guezgouz, « Etude et amélioration de la commande d'un pont roulant », thèse de master, université Badji Mokhtar, Annaba, 2017.
- [2] H. Djidjelli & S. Abada, « Etude des risques technologiques liés au levage et manutention », thèse de master, Université Badji Mokhtar, Annaba, 2019.
- [3] A. Zagaye et C. Ouazzane, « Elaboration d'une méthodologie d'évaluation des risques au niveau de GL3/Z. », thèse de master, Université Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, Oran, 2020.
- [4] K.-E. Guenadzia, « Etude des mécanismes de levage et de direction d'un pont roulant », thèse de master, Université Badji Mokhtar, Annaba, 2018.
- [5] ArcelorMittal Atlantique-Lorraine, Levage, document dont la conformité au système documentaire n'est assurée que le 28/02/2019 17:11:35 (date d'impression), 2019.
- [6] « Référentiel des risques professionnels », sous-direction des politique sociales et des conditions de travail bureau santé et sécurité, France, 2013.
- [7] Document INRS, « Evaluation des risques professionnels. ».
- [8] B. Causse, « CARTOGRAPHIE DES RISQUES DE L'ENTITE ET MATRICE DES RISQUES DE L'AUDITEUR. ».
- [9] Document INRS, « Pont roulant - Manuel de sécurité ».
- [10] L. Marinatchi, Document : « Gréage et appareils de levage, 2010.
- [11] « Levage industriel et manutention : Définitions et principaux équipements - Solutions de manutention ». <https://www.preventica.com/dossier-risques-manutention-levage-industriel-appareils.php> (consulté le sept. 14, 2021).
- [12] « Maintenance et vérifications périodiques obligatoires - Solutions de manutention ». <https://www.preventica.com/dossier-risques-manutention-levage-industriel-maintenance.php> (consulté le sept. 14, 2021).
- [13] European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. 4th European Working Conditions Survey. 2005.
- [14] « “Work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders” - Agency report, 2000.
- [15] European Agency for Safety and Health at Work, « Hazards and risks associated with manual handling in the workplace ».
- [16] « Analyse des risques », Université de technologie de Compiègne, [https://www.utc.fr/~farges/gbm\\_et\\_qualite/outils/analyse\\_risques.htm](https://www.utc.fr/~farges/gbm_et_qualite/outils/analyse_risques.htm), France.