



Université du 20 Août 1955 SKIKDA

Institut des sciences et techniques Appliquées

Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de Master.

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle

Spécialité : Sécurité des Procédés Pétrolières et Gazières

Gestion des risques liés à l'utilisation des moyens de levage cas des chariots élévateurs

Présenté et soutenu publiquement le : 30/06/2025

Par :

Boulakour Younes

Kerboua Heithem

Devant le jury composé de:

Président :	Dr. BOUNEZOUR Hichem	U- 20 Août 1955. Skikda
Encadreur :	Dr. RAMDANE Nassima	U- 20 Août 1955. Skikda
Examineur :	Dr. MOUATS Sofiane	U- 20 Août 1955. Skikda
Examineur :	Dr. MARSA Zoubida	U- 20 Août 1955. Skikda

2^{ème} Promotion

Juillet 2025



Université du 20 Août 1955 SKIKDA

Institut des sciences et techniques Appliquées

Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de Master.

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle

Spécialité : Sécurité des Procédés Pétrolières et Gazières

Gestion des risques liés à l'utilisation des moyens de levage cas des chariots élévateurs

Présenté et soutenu publiquement le : 30/06/2025

Par :

Boulakour Younes

Kerboua Heithem

Devant le jury composé de:

Président : Dr. BOUNEZOUR Hichem U- 20 Août 1955. Skikda

Encadreur : Dr. RAMDANE Nassima U- 20 Août 1955. Skikda

Examineur : Dr. MOUATS Sofiane U- 20 Août 1955. Skikda

Examineur : Dr. MARSA Zoubida U- 20 Août 1955. Skikda

2^{ème} Promotion

Juillet 2025

Dédicaces

À Dieu, source de toute sagesse et de toute force, pour nous avoir permis
d'achever ce travail

À nos chers parents,
pour leur amour, leur patience et leurs prières, qui ont toujours été notre force
et notre refuge

À nos familles,
pour leur présence bienveillante et leur soutien indéfectible.

À nos enseignants,
pour la richesse de leur savoir et leur accompagnement tout au long de notre
formation

À nos amis fidèles,
pour leurs encouragements, leur humour et leur aide précieuse
À tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce
mémoire, nous dédions humblement ce travail

Kerboua Heithem

Boulakour Younes

Remerciements

*A*vant toute chose, nous remercions Dieu Tout-Puissant, Le Clément et Le Miséricordieux, de nous avoir accordé la santé, la patience, la persévérance et la force nécessaires pour mener à bien ce travail. Sans Sa Guidance et Sa Bénédiction, rien n'aurait été possible.

*N*ous exprimons notre profonde gratitude à notre encadreur Dr. RAMDANE Nassima, pour son accompagnement, ses conseils judicieux et sa disponibilité tout au long de ce travail. Sa rigueur et son expertise ont été d'une d'une aide précieuse.

*N*ous adressons nos remerciements les plus sincères à Madame CHELGHAM Amel pour ses encouragements constants et ses conseils enrichissants.

*N*ous remercions également l'ensemble des enseignants et personnels de l'Institut des sciences et techniques Appliquées, pour leur encadrement et l'ensemble des connaissances qu'ils nous ont transmises durant notre formation.

*E*nfin, nous remercions toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de cette mémoire

Liste des tableaux

Chapitre I: Généralités sur le levage et la manutention	
Titre	Page
Tableau I.1 : Limites acceptables de port manuel	6
Tableau I.2 : Activité et sa valeur maximale acceptable	7

Chapitre II: Risques liés au levage et manutention	
Titre	Page
Tableau II : Exemples de registre d'accidents	32
Tableau II: Exemple de tableau de plan de d'action	36

Chapitre III: Méthodes d'analyse des risques	
Titre	Page
Tableau III.1 : Différentes méthodes d'analyse des risques	42
Tableau III.2 : Quatre questions de base de l'AMDEC	44
Tableau III.3 : Echelle de Gravité	50
Tableau III.4 : Echelle de Fréquence	50
Tableau III.5 : Echelle de Détectabilité	51
Tableau III.6 : Illustration d'un tableau AMDEC	52

Chapitre IV: Application de la méthode AMDEC sur un chariot élévateur	
Titre	Page
Tableau IV.1 : Elaboration d'un check-list	58
Tableau IV.2 : Plan d'action	60
Tableau IV.3 : Application et résultats de la méthode AMDEC	63
Tableau IV.4 : Classement décroissant par priorité	64
Tableau IV.5 : Classification des Composants par Criticité	65
Tableau IV.6: Plan d'action	67

Liste des figures

Chapitre I: Généralités sur le levage et la manutention	
Titre	Page
Figure I.1: Exemple d'un moyen de levage suspendu (chariot pont roulant)	3
Figure I.2 : Hayon élévateur	4
Figure I.3: Chariot élévateur	4
Figure I.4 : Exemple de manutention manuelle	6
Figure I.5 : Exemple de manutention mécanique	7
Figure I.6: Exemple d'une grue	8
Figure I.7: Exemple d'une grue à tout	9
Figure I.8 : Exemple d'une grue mobile	10
Figure I.9: Exemple d'une grue auxiliaire de chargement de véhicule	10
Figure I.10 : Exemple d'un pont roulant	11
Figure I.11: Exemple d'un treuil	12
Figure I.12: Exemple d'un palan	13
Figure I.13 : Exemple d'un chariot élévateur	14
Figure I.14 : Composants d'un chariot élévateur	15
Figure I.15 : Chariot élévateur tout-terrain	19
Figure I.16 : Chariot à mât rétractable	20
Figure I.17 : Gerbeur	20
Figure I.18 : Préparateur de commande	21
Figure I.19: Transpalette	21

Chapitre II: Risques liés au levage et manutention	
Titre	Page
Figure II.1 : Etapes d'évaluation des risques	27
Figure II.2: Etapes pour analyser un accident du travail	31
Figure II.3 : Constitution d'un groupe d'analyse pluricompétent	33

Chapitre III: Méthodes d'analyse des risques	
Titre	Page
Figure III.1: Typologies des méthodes d'analyse de risque	39
Figure III.2: Classification des principales méthodes d'analyse de risque qualitatives	39
Figure III.3 : Approches d'analyse de risque	41
Figure III.4 : Démarche méthodologique de l'AMDEC	47
Figure III.5: Arbre fonctionnel du "Correcteur de phare"	49

Chapitre IV: Application de la méthode AMDEC sur un chariot élévateur	
Titre	Page
Figure IV.1: Situation géographique de l'Entreprise portuaire de Skikda	53
Figure IV.2 : Organigramme de L'entreprise Portuaire de Skikda	54
Figure IV.3 : Accidents survenus selon la fonction	55
Figure IV.4: Statistiques des accidents survenus dus à la manutention	55
FigureIV.5: Lieu de survenue des accidents	56
FigureIV.6 : Siège des lésions enregistrées lors des accidents	57
Figure IV.7 : Chariot élévateur tout-terrain	57

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
AFNOR	Association Française de Normalisation
CACES	Certificat d'Aptitude à la Conduite En Sécurité
GME	Grue à Montage par Elément
GMA	Grue à Montage Automatisé
NF	Norme Française
EN	Norme Européenne
OM	Ouvriers Manutentionnaires
AT	Accident de travail
DMA	Direction de la Manutention et d'Acconage
HSE	Hygiène, Sécurité et Environnement
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
EPC	Equipment de Protection Collective
APR	Analyse Préliminaire des Risques
HAZOP	Etude des Risques et de l'Opérabilité
AdD	Arbre de Défaillances
AdE	Arbre des Evénements
AdC	Arbre des Causes
LOPA	Analyse des Niveaux de Protection
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité
EPI	Equipment de protection individuelle
NA	Norme Algérienne
MP	Maladie professionnelle

C	Criticité (indice utilisé en AMDEC)
G	Gravité
F	Fréquence
D	Non-détection (ou Détectabilité)
FMECA	Failure Modes, Effects and Criticality Analysis
PVC	Polychlorure de vinyle

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Abréviations

Introduction générale	1
Chapitre I: Généralités sur le levage et la manutention	
I.1. Introduction	3
I.2. Typologie de levage et manutention	3
I.3. Manutention	5
I.4. Principaux équipements de levage et de manutention	7
I.5. Chariot élévateur	14
I.6. Conclusion	21
Chapitre II: Risques liés au levage et manutention	
II.1. Introduction	22
II.2. Définitions générales	22
II.3. Identification des risques liés au levage et manutention	23
II.4. Facteurs de risque	26
II.5. Evaluation des risques	27
II.6. Analyse d'accident liée au levage et manutention	30
II.7. Conclusion	36
Chapitre III: Méthodes d'analyse des risques	
III.1. Introduction	38
III.2. Objectif des méthodes d'analyse de risque	38
III.3. Classification des méthodes d'analyse de risque	38
III.4. Différentes méthodes d'analyse des risques	41
III.5. Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC)	43

III.6. Conclusion	52
Chapitre IV: Application de la méthode AMDEC sur un chariot élévateur	
IV.1. Introduction	53
IV.2. Présentation de l'Entreprise Portuaire de Skikda	53
IV.3. Accidents survenus dus à la manutention	55
IV.4. Elaboration d'un check-list	57
IV.5. Application de la méthode AMDEC à l'analyse des risques d'un chariot élévateur	61
IV.6. Conclusion	68
Conclusion générale	70
Références bibliographiques	70
Annexes	76

ملخص

يهدف هذا البحث إلى تقييم ظروف استخدام الرافعات الشوكية في المؤسسة المينائية بسكيكدة، وذلك بهدف تحديد الأعطال التقنية والتنظيمية التي قد تؤثر سلبيًا على سلامة السائقين وفعالية العمليات. وفي هذا الإطار، تم إعداد قائمة تفقد (Check-list) للرقابة، ووضع خطة عمل تصحيحية، كما تم تطبيق منهجية أمديك لترتيب المخاطر حسب درجة الأهمية، مما أدى إلى اعتماد خطة عمل مبنية على نتائج هذا التحليل. يمكن القول إن النتائج المحققة ستشكل مرجعًا لوضع سياسات صيانة أكثر صرامة للرافعات الشوكية، تركز على الاستدامة، والموثوقية التشغيلية، والوقاية من الأعطال.

الكلمات المفتاحية: رافعة شوكية - خطر - وقاية - أمديك.

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer les conditions d'utilisation des chariots élévateurs à l'Entreprise Portuaire de Skikda afin d'identifier les défaillances techniques et organisationnelles susceptibles de nuire à la sécurité des conducteurs et à l'efficacité des opérations. Dans ce cadre, un check-list de contrôle a été élaborée, un plan d'action correctif a été mis en place, et la méthode AMDEC a été appliquée pour hiérarchiser les risques, conduisant à l'adoption d'un plan d'action fondé sur les résultats de cette analyse.

On peut dire que les résultats obtenus constitueront un référentiel pour l'élaboration de politiques de maintenance plus rigoureuses des chariots élévateurs, axées sur la durabilité, la fiabilité opérationnelle et la prévention des défaillances.

Mots-clés : Chariot élévateur - Risque - Prévention - AMDEC.

Abstract

The objective of this study is to assess the operating conditions of forklifts at the Skikda Port Company in order to identify technical and organizational failures that could compromise driver safety and the efficiency of operations. As part of this process, a control checklist was developed, a corrective action plan was implemented, and the FMECA method was applied to prioritize risks, leading to the adoption of an action plan based on the results of this analysis.

It can be said that the results obtained will serve as a reference for the development of more rigorous forklift maintenance policies, focused on sustainability, operational reliability, and failure prevention.

Keys-words: Forklift - Risk - Prevention – FMECA.

Introduction générale

Introduction générale

Les équipements de manutention et de levage occupent une place essentielle dans de nombreux secteurs industriels et logistiques. Ils permettent de soulever, déplacer et positionner des charges lourdes avec efficacité, tout en réduisant l'effort physique des opérateurs et en améliorant la productivité. Parmi ces équipements, les chariots élévateurs sont particulièrement répandus en raison de leur polyvalence, de leur capacité de charge et de leur facilité de manœuvre. Cependant, leur utilisation n'est pas sans risques. Des défaillances techniques, une mauvaise manipulation, un défaut d'entretien ou le non-respect des consignes de sécurité peuvent entraîner des accidents graves, mettant en danger la santé des travailleurs et compromettant la continuité des opérations. Il est donc indispensable d'assurer une maintenance préventive rigoureuse, de former régulièrement les conducteurs et de mettre en œuvre des procédures strictes afin de garantir une utilisation sécurisée et fiable de ces équipements.

Dans le contexte industriel actuel, la sécurité et la performance des équipements de manutention constituent des enjeux majeurs pour le bon déroulement des opérations logistiques, en particulier dans les zones portuaires. Parmi ces équipements, les chariots élévateurs occupent une place centrale du fait de leur rôle essentiel dans le déplacement, le chargement et le déchargement des marchandises. Leur utilisation intensive dans des environnements parfois complexes les expose à des risques élevés de défaillance technique, pouvant avoir de graves répercussions sur la sécurité des opérateurs, la protection des matériaux déplacés, et le bon déroulement des activités.

L'Entreprise Portuaire de Skikda, en tant qu'acteur stratégique du commerce maritime algérien, est confrontée à ces défis au quotidien. Garantir la disponibilité, la fiabilité et la sécurité des chariots élévateurs devient ainsi une priorité, tant pour la continuité des opérations que pour la prévention des accidents de travail. Dans ce cadre, une analyse rigoureuse de l'état et des conditions d'utilisation de ces engins s'impose.

La présente étude a pour objectif d'identifier et d'évaluer les défaillances techniques et organisationnelles associées à l'utilisation des chariots élévateurs au sein de l'entreprise portuaire de Skikda. Afin d'atteindre cet objectif, nous avons mis en œuvre une démarche structurée reposant notamment sur l'élaboration d'un check-list de contrôle, la mise en place d'un plan

d'action correctif structuré, ainsi que l'application de la méthode AMDEC, afin de hiérarchiser les risques et de proposer des mesures préventives et correctives adaptées.

Cette étude contribue à une démarche d'amélioration en apportant des solutions concrètes visant à renforcer la sécurité des conducteurs, optimiser la maintenance et améliorer la performance opérationnelle des équipements de levage.

Le manuscrit est structuré en quatre chapitres principaux :

- Le premier chapitre présente des généralités relatives aux opérations de levage et de manutention.
- Le deuxième chapitre aborde les risques associés à ces activités.
- Le troisième chapitre décrit les principales méthodes d'analyse des risques, en mettant particulièrement l'accent sur la méthode AMDEC, qui sera appliquée par la suite.
- Le quatrième chapitre expose les résultats issus de l'élaboration de la check-list de contrôle, de la mise en place du plan d'action correctif, et de l'application de la méthode AMDEC sur le chariot élévateur.

Enfin, le mémoire s'achève par une conclusion générale qui récapitule les résultats obtenus.

Chapitre I

Généralités sur le levage et la manutention

I.1. Introduction

Les appareils de manutention et levage sont essentiels dans les secteurs industriels et commerciaux, intervenant à différentes étapes des cycles de production et du transport. Leur performance, fiabilité et sécurité sont cruciales pour assurer une manipulation efficace des charges.

I.2. Typologie de levage et manutention

I.2.1. Levage

Le levage industriel est une activité de manutention qui consiste à soulever, déplacer ou manutentionner des charges lourdes à l'aide principalement de grues mobiles, mais aussi de bras de grues, de chariots élévateurs, de treuils, voire même d'hélicoptères.

I.2.1.1. Levage suspendu

La charge levée est maintenue au moyen d'un crochet ou d'un outil de préhension suspendu à un câble ou à un équipement. Le centre de gravité de cette charge s'aligne verticalement avec le point de suspension placé sur l'équipement rigide de l'appareil de levage.

Parmi les appareils à charge suspendue, on trouve les ponts roulants, les ponts portiques et semi-portiques, les grues sur portiques, les grues à tour, les grues repliables, les grues mobiles, les grues auxiliaires montées sur camion, ainsi que les potences fixes ou mobiles d'atelier et les palans (Pelletier, 2024).



Figure I.1: Exemple d'un moyen de levage suspendu (chariot pont roulant)

I.2.1.2. Levage porté

La charge repose sur un ou des supports (standards ou spéciaux). Elle est maintenue de façon rigide et suivant une orientation fixe par rapport à l'équipement de l'appareil de levage sur des fourches, un plateau... Des mouvements relatifs de l'équipement, d'amplitude limitée, permettent de modifier légèrement cette orientation. La charge est prise par-dessous et est reposée à l'endroit souhaité de la même façon. La charge doit permettre cette prise ou, sinon, être posée sur un support adéquat (palette standard ou spéciale...) (Pelletier, 2024).

Les appareils à charge portée comprennent les chariots élévateurs, les plates-formes, les hayons élévateurs, les gerbeurs, les tables élévatrices...



Figure I.2 : Hayon élévateur



Figure I.3: Chariot élévateur

I.2.1.3. Levage de charge et levage de personnes

Le Levage de charge concerne plusieurs types d'appareils appartenant à la famille des appareils de levage.

Le levage de personnes (à l'exclusion des ascenseurs, monte-charge et téléphériques) comprend les nacelles mobiles sur bras télescopique ou repliable, les nacelles mobiles sur plate-forme élévatrice, les échafaudages suspendus...Ce type d'opération qui concerne les personnels de chantier et d'atelier, à l'exclusion de tout public, est soumis à des règles de sécurité spécifiques (Pelletier, 2024).

I.3. Manutention

La manutention concerne l'activité qui permet de déplacer des palettes et des colis manuellement. L'avancée technologique a permis d'utiliser des travaux de manutention, à l'aide d'outils plus performants.

Les appareils de manutention ont été créés, pour permettre aussi aux entreprises d'accroître leur productivité. L'investissement dans ce type d'équipement offre une rentabilité certaine et une possibilité de vaincre la concurrence.

Cette optique de la concurrence pousse les sociétés à investir dans des appareils de plus en plus performants. La plupart des usines utilisant un déplacement et chargement de palettes et produits volumineux, sont dotées d'une belle équipe de manutentionnaires bien qualifiés et de machines de manutention (Bernier, 2003). Il existe deux types de manutention :

I.3.1. Manutention manuelle

Le législateur définit la manutention manuelle comme toute opération consistant à transporter ou soutenir une charge, incluant le levage, la pose, la poussée, la traction, le port ou le déplacement, qui nécessite un effort physique de la part d'un ou plusieurs travailleurs.

Cette activité reste courante pour de nombreux salariés, car elle ne se limite pas à un secteur d'activité particulier, mais concerne divers domaines tels que le tertiaire, le bâtiment, le commerce ou l'agroalimentaire.

Les risques liés à la manutention sont nombreux et variés, engendrant fréquemment des contusions, des plaies, des fractures, des douleurs dorsales, des déchirures musculaires, pouvant même conduire à la reconnaissance de maladies professionnelles.

Historiquement, les mesures de prévention mises en place par la réglementation ont d'abord porté sur la prise en compte des risques liés au port de charges, la limitation des poids à soulever et la formation des salariés (Bernier, 2003).



Figure I.4 : Exemple de manutention manuelle

Norme de l'AFNOR est un outil d'aide à l'évaluation des risques professionnels liés à la manutention manuelle. Elle s'applique à l'activité de manutention de charges (lever, transporter, pousser/tirer, avec déplacement de la charge) dans un cadre professionnel, avec ou sans utilisation d'aide à la manutention, par une personne. Elle propose des critères d'analyse des risques ainsi que des valeurs seuils de manutention de charges en fonction d'éléments de référence comme la distance parcourue, la hauteur de manutention, le tonnage, la position corporelle, la fréquence, etc. (Bouchemala et Hanachi, 2019).

Les limites recommandées pour le port occasionnel de charges sont :

Tableau I.1 : Limites acceptables de port manuel (Bouchemala et Hanachi, 2019)

Hommes			Femmes		
15 à 18 ans	18 à 45 ans	45 à 65 ans	15 à 18 ans	18 à 45 ans	45 à 65
45 kg	30 kg	25 kg	12 kg	15 kg	12 kg

Il est recommandé de ne pas dépasser en translation horizontal un effort de :

- 25 kg pour un homme (soit une charge max de 600 kg sur le transpalette).
- 15 kg pour une femme (soit une charge de 360 kg sur le transpalette).

Tableau I.2 : Activité et sa valeur maximale acceptable (Bouchemala et Hanachi, 2019)

Activité	Valeur maximale acceptable	Valeur maximale sous conditions
Soulever/porter	15 kg de charge/ opération	25 kg de charge/ opération
Pousser/tirer	7.5 tonnes/ jour/ pers	12 tonnes/jour/pers
	200 kg de poids déplacé	400 kg de poids déplacé

I.3.2. Manutention mécanique

La manutention mécanique utilise des équipements de levage tels que des grues, des chariots élévateurs automoteurs et des ponts roulants. Ces moyens facilitent les tâches de manutention, accélèrent le flux des marchandises et améliorent les performances logistiques. Le personnel chargé de ces opérations doit être formé à la manipulation des matériels de levage, par exemple en obtenant le Certificat d'Aptitude à la Conduite En Sécurité (CACES), et, dans certains cas, avoir passé une visite médicale d'aptitude. Le port d'équipements de protection individuelle (casques, gants, chaussures de sécurité, lunettes, etc.) est obligatoire, et un repérage préalable des lieux est nécessaire pour éviter tout déplacement inutile ou obstacle à l'opération (Bernier, 2003).

**Figure I.5** : Exemple de manutention mécanique

I.4. Principaux équipements de levage et de manutention

On considère comme appareils de levage : les grues, ponts roulants, portiques, treuils, palans, potences, chariots élévateurs, engins élévateurs à nacelle, plates-formes élévatrices, vérins, crics ...

Les élingues, les chaînes, les sangles, les palonniers, les pinces autos errantes sont des accessoires de levage.

I.4.1. Grue

La grue est un 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.) (Micipsa, 2019).



Figure I.6: Exemple d'une grue

I.4.1.1. Différents types de grues

Les grues à tour, grues mobiles, grues auxiliaires. Chaque grue a ses spécificités adaptées à un besoin précis, c'est notamment pour cela qu'il existe des formations différentes pour chaque type de grue.

Les grues à tour, les grues mobiles et les grues auxiliaires sont des appareils de levage qui sont utilisés dans le domaine de la construction pour déplacer des charges.

Les grues à tour sont des grues à câble qui sont actionnées par un moteur électrique. La partie mobile de la grue est attachée à un mât vertical qui peut être actionné par un câble. La grue à tour est généralement actionnée par une cabine de contrôle située à l'intérieur du mât.

Les grues mobiles sont montées sur des chenilles ou des pneus. Elles sont capables de se déplacer librement sur le chantier et peuvent être actionnées via une télécommande.

Les grues auxiliaires de chargement de véhicules sont des grues à bras articulés et/ou télescopiques sur lesquels il est possible d'adapter l'appareil de levage sur un véhicule ou une

remorque. Elles sont utilisées pour charger ou décharger le véhicule et le cas échéant positionner la charge (Pelletier, 2024).

I.4.1.1.1. Grues à tour

La grue à tour est un équipement de levage utilisé sur les chantiers pour soulever jusqu'à 40 tonnes. Composée d'une tour, d'une flèche pivotante et d'un crochet, elle permet d'atteindre de grandes hauteurs et des zones difficiles. Pilotée à distance par un grutier, elle offre stabilité et sécurité. On distingue deux types : les grues à montage par élément (GME) pour les immeubles et les grues à montage automatisé (GMA) pour les maisons individuelles (Micipsa, 2019).

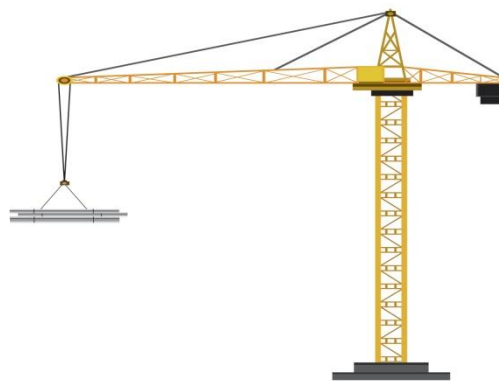


Figure I.7: Exemple d'une grue à tour

I.4.1.1.2. Grues mobiles

Les grues mobiles sont souvent utilisées dans des environnements où il n'y a pas assez d'espace pour une grue fixe, ou lorsque les charges doivent être déplacées régulièrement d'un emplacement à un autre. Le plus souvent, elle sert à des actions occasionnelles de levage ou de manutention ou vient en renfort sur un chantier avec une grue à tour quand celle-ci ne suffit pas à répondre aux besoins de déplacement de charges lourdes. Une grue mobile peut donc être déplacée très facilement contrairement aux grues à tour (Micipsa, 2019).

Il existe différents types de grues mobiles, chacune avec ses caractéristiques. Les principaux types de grues mobiles sont les grues à flèche télescopique sur porteur ou les grues flèches treillis sur chenille.



Figure I.8 : Exemple d'une grue mobile

I.4.1.1.3. Grues auxiliaires de chargement de véhicule

Les grues auxiliaires de chargement de véhicules sont des engins de levage qui aident les conducteurs à charger et à décharger des matériaux et des marchandises du camion au sol ou vers un autre camion. Elles sont souvent utilisées dans les ports et les entrepôts pour manipuler des conteneurs. Elle permet de maîtriser la conduite des grues auxiliaires de chargement et de comprendre la réglementation et les risques liés à leur utilisation (Pelletier, 2024).



Figure I.9: Exemple d'une grue auxiliaire de chargement de véhicule

I.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 (Calderonne, 2000).



Figure I.10 : Exemple d'un pont roulant

I.4.2.1. Différents types de pont roulant

I.4.2.1.1. Pont roulant monopoutre

Le pont roulant monopoutre est composé d'une seule poutre horizontale sur laquelle est installé le palan.

Les caractéristiques du pont roulant monopoutre sont :

- Adapté pour des charges légères à moyennes
- Portée moyenne, généralement jusqu'à 20 à 25 mètres
- Coût d'installation et de maintenance réduit par rapport aux modèles bipoutres

Ce type de pont est idéal pour les ateliers de production, les entrepôts et les petites unités industrielles (Calderonne, 2000).

I.4.2.1.2. Pont roulant bipoutre

Le pont roulant bipoutre est équipé de deux poutres parallèles, offrant une stabilité et une capacité de charge accrues.

Les caractéristiques du pont roulant bipoutre sont :

- Capacité de levage élevée, allant jusqu'à plusieurs centaines de tonnes
- Portée importante, souvent supérieure à 25 mètres
- Permet l'installation de plusieurs palans pour optimiser les opérations de levage (Calderonne, 2000).

I.4.2.1.3. Pont roulant portique

Contrairement aux autres types, le pont roulant portique repose sur des pieds au lieu d'être fixé à une structure en hauteur.

Les caractéristiques du pont roulant portique sont :

- Mobilité accrue : il peut être déplacé facilement
- Peut être installé en extérieur, notamment sur les chantiers ou les ports
- Capacité de charge élevée (Calderonne, 2000).

I.4.3. Treuil

Dispositif mécanique permettant de commander l'enroulement et le déroulement d'un câble, d'une chaîne ou de tout autre type de filin destiné à porter ou à tracter une charge. Un treuil peut être motorisé ou non. Il inclut généralement un dispositif de démultiplication de l'effort, soit au niveau de la motorisation, soit par l'utilisation de poulie(s) et un tambour enrouleur. Les treuils pour charge lourde peuvent être équipés d'un système de traction linéaire hydraulique (Micipsa, 2019).



Figure I.11: Exemple d'un treuil

I.4.3.1. Différents types de treuils

Il existe différents types de treuils : les treuils manuels et les treuils animés par une source d'énergie externe.

I.4.3.1.1. Treuils manuels

Les treuils manuels sont les plus simples, ils ont une capacité de traction modeste - jusqu'à deux tonnes pour les plus gros - et ne comptent comme source d'énergie que vos bras. Parfaits pour le chantier et les petites charges, recommandés pour les avant-bras (Micipsa, 2019).

I.4.3.1.2. Treuils mécaniques

Les treuils mécaniques sont entraînés par un moteur thermique. Les treuils mécaniques sont plus lourds et plus chers que les treuils électriques mais permettent un travail en continu. Pour un véhicule, ils nécessitent une installation spécifique et ne sont pas transférables d'un véhicule à l'autre facilement (Micipsa, 2019).

I.4.3.1.3. Treuils hydrauliques

Les treuils hydrauliques sont reliés à un circuit hydraulique qui entraîne le tambour. Les treuils hydrauliques offrent la disponibilité et la robustesse des treuils mécaniques. L'installation sur un véhicule nécessite l'intervention d'un spécialiste. Il est impératif que le circuit hydraulique auquel il sera relié ait une pression et un débit suffisants pour l'actionner (Micipsa, 2019).

I.4.3.1.4. Treuils électriques

Les treuils électriques sont des outils régulièrement utilisés par les professionnels. Ces treuils vous apportent une aide supplémentaire sans utiliser votre force, contrairement aux treuils manuels, et vous permettent de lever des charges lourdes avec un minimum d'efforts (Micipsa, 2019).

I.4.4. Palan

Mécanisme constitué de 2 groupes (ou mouffles), l'un fixe, l'autre mobile, contenant chacun un nombre arbitraire de poulies et d'une corde qui les relie. Il sert à démultiplier l'effort nécessaire pour rapprocher les deux groupes de poulies. On l'utilise par exemple pour soulever des objets lourds.

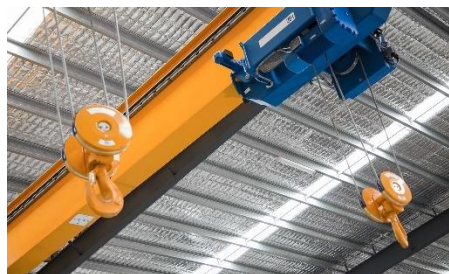


Figure I.12: Exemple d'un palan

I.5. Chariot élévateur

Le Chariot élévateur est une machine largement utilisée dans le secteur industriel qui permet la manutention mécanisée des charges, leur permettant d'être soulevées en hauteur et transportées. Les chariots élévateurs ou d'entretiens automoteurs sont toutes les machines qui se déplacent au sol, à traction motorisée, à roues, à l'exclusion de celles qui roulent sur des rails conçus principalement pour transporter, pousser, tirer ou soulever des charges de toute nature, dirigées par un conducteur en déplacement à pied près du camion (Bouchemala et Hanachi, 2019).



Figure I.13 : Exemple d'un chariot élévateur

I.5.1. Structure et composants d'un chariot élévateur

C'est un véhicule qui sert à : soulever, transporter, déposer des charges Pour déplacer, transporter et élever des charges et ce dans tous les secteurs d'activité, sauf si le sol nécessite un engin tous terrains. Les chariots avec les plus fortes capacités sont utilisés dans l'industrie lourde ou sur les ports pour déplacer les conteneurs à l'aide de spreads. Les roues arrière servent ordinairement à la direction du chariot, tandis que les roues avant sont motrices. Lorsqu'il est chargé, le chariot élévateur illustre le principe de la balance. Les roues avant agissent comme point d'appui. Le poids qui repose sur les bras de fourche est équilibré par un contrepoids à l'arrière du chariot. Une charge trop lourde sur les bras de fourche risque de faire basculer le chariot vers l'avant, ou si la charge n'est pas prise correctement sur la fourche, le chariot peut aussi basculer vers l'avant (Bouchemala et Hanachi, 2019).

La figure suivante illustre les composants de chariot élévateur :



Figure I.14 : Les composants d'un chariot élévateur

I.5.1.1. Mât

Le Mât est l'élément vertical qui permet de soulever et d'abaisser les charges. Pour la plupart des chariots élévateurs, le mât est situé à l'avant du chariot élévateur, directement dans le champ de vision de l'opérateur.

Les mâts sont constitués d'une ou plusieurs profilés qui permettent de lever ou abaisser le tablier porte-équipement avec les fourches ou l'accessoire qui y est attaché (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.2. Vérin de levage

Le vérin de levage est un système qui permet le mouvement vertical du mât, ou l'élévation et ou l'abaissement du tablier porte-équipement et des fourches. Le vérin de levage est généralement actionné hydrauliquement. C'est un vérin hydraulique à simple effet, ce qui signifie qu'il pousse dans une seule direction (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.3. Vérin d'inclinaison

Le vérin d'inclinaison est semblable au vérin de levage, le vérin d'inclinaison est utile lors des opérations de pose ou de prise des charges à manutentionner. La principale différence est que le vérin d'inclinaison contrôle le mouvement d'inclinaison du mât du chariot et l'angle des fourches par rapport au sol (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.4. Tablier d'équipement

Le Tablier d'Équipement est l'élément situé à l'avant du mât de chariot élévateur. Il est utilisé pour y accrocher différents types d'équipement dans l'objectif de manutentionner les charges. Le premier des accessoires pouvant être les fourches du chariot élévateur. On vient y fixer également le dossier d'appui de charge (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.5. Fourches

Les fourches constituent l'équipement de base le plus courant et elles sont utilisées pour réaliser la préhension des charges. Elles sont en contact direct avec une charge pour les manutentionner. Elles sont fixées sur le tablier porte équipement du chariot ou sur tous autres accessoires nécessitant des fourches, elles sont conçues pour manutentionner une charge par le bas. Les fourches de chariot élévateur existent dans nombreuses formes et tailles. Il existe une grande variété de fourches pour diverses applications (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.6. Dossier d'appui de charge

Le Dossier d'Appui de Charge est un accessoire qui permet d'avoir un élément de maintien vertical de la charge. Fixé sur le tablier, le dossier d'appui de charge permet d'éviter que la charge ne bascule vers l'opérateur pendant les opérations de levage et de déplacement. Le dossier d'appui de charge permet également de protéger le mât ainsi que tous ses éléments constitutifs (vérins, flexibles hydrauliques, etc.) (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.7. Contrepoids

Le contrepoids est la masse installée sur le chariot élévateur pour lui permettre de compenser le poids soulevé par ce dernier. Il permet de garantir sa stabilité pendant les opérations de levage et de déplacement. Chaque engin de manutention a des capacités de charge maximales en lien avec le contrepoids dont il est équipé. Il est donc important de connaître la capacité de charge de son chariot élévateur pour pouvoir soulever des charges sans risque de basculement. Les opérateurs doivent vérifier les capacités de levage inscrites sur les plaques de charges installées sur chaque chariot élévateur (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.8. Source d'énergie

Différentes sources d'énergie sont disponibles pour les chariots élévateurs et plusieurs motorisations existent en fonction du type de chariot élévateur. Les chariots élévateurs peuvent être électriques (à batteries), ils peuvent être alimentés par du diesel, du gaz ou du propane (combustion interne). Sur les chariots élévateurs à combustion interne, le moteur est généralement situé à l'arrière du chariot élévateur, sous le siège. Les chariots élévateurs gaz propane sont équipés spécialement pour recevoir soit une bouteille, soit un réservoir monté en général sur le contrepoids pour un accès plus aisé (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.9. Pneus

Tous les chariots élévateurs ont besoin de pneus pour fonctionner, mais les types de pneus et leur nombre peuvent varier. Les chariots élévateurs qui utilisent quatre pneus ou plus sont capables de soulever des charges lourdes et sont très polyvalents. Les chariots élévateurs à trois roues sont idéaux pour des utilisations en intérieur où dans des lieux offrant des espaces de manœuvre limités et où leur capacité de tourner et de manœuvrer efficacement est fondamentale (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.10. Roues motrices

Les roues motrices restituent la puissance du moteur en permettant au chariot élévateur de se mouvoir. En général de dimensions plus importantes que les roues directrices, elles sont conçues pour supporter des poids très importants pendant les opérations de manutention (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.11. Roues directrices

Généralement situées à l'arrière des engins de manutention, les roues directrices permettent de mieux manœuvrer les chariots élévateurs. Elles sont dans la grande majorité des cas plus petites que les roues motrices, parfois de la même taille mais jamais plus grand (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.12. Cabine de l'opérateur

La cabine du chariot élévateur peut être ouverte ou fermée selon les options choisies. C'est l'espace dans lequel l'opérateur contrôle et actionne toutes les fonctions. C'est dans la cabine que nous allons retrouver un grand nombre de fonctionnalités du chariot élévateur et des dispositifs de sécurité, comme par exemple : les freins de service et de parking, le volant,

le klaxon, les commandes d'éclairage et de sens de marche, les commandes hydrauliques permettant les mouvements du mât, les pédales d'accélération, les jauges et autres indicateurs de fonctionnement (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.13. Siège

Par opposition aux matériels portés debout (comprendre que l'opérateur est debout lorsqu'il manœuvre son chariot), les matériels à conducteur porté assis sont équipés de siège. Il existe une grande variété de sièges : non suspendu ou à suspensions, suspension mécanique ou pneumatique, avec ou sans accoudoir, avec ou sans rehausse dorsale, avec ou sans appuie-tête, en tissus ou en PVC (Polychlorure de vinyle) (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.14. Volant

Il permet de contrôler le mouvement des roues directrices. Généralement équipé d'une boule au volant afin de faciliter les mouvements de rotation rapides. Trônant au sommet de la colonne de direction, cette dernière est très généralement réglable en inclinaison et parfois en hauteur (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.15. Commandes hydrauliques

Elles permettent de contrôler les mouvements du mât (levée et inclinaison) ainsi que ceux des accessoires installés sur le matériel.

Les commandes par leviers s'opposent aux commandes hydrauliques du bout des doigts qui portent différentes dénominations en fonction des constructeurs (mini-leviers, joysticks qui lui-même s'oppose au joystick multitâche, Fingertips, etc.) (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.16. Plaque de charge

La plaque de charge fournit aux utilisateurs des informations détaillées sur les capacités de levage du chariot élévateur. Ainsi on y retrouvera la capacité nominale du matériel, sa capacité résiduelle à hauteur maximum, les angles d'inclinaison du mât, le type de pneumatiques du matériel. C'est un élément de sécurité essentiel : elle doit être lue et comprise par toutes les personnes avant l'utilisation du chariot élévateur (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.1.17. Toit de protection

Egalement appelé protège-conducteur, c'est un élément essentiel de la sécurité du conducteur car sa fonction est de le protéger en cas de chute d'objet dans la cabine du chariot élévateur. Les chariots élévateurs sont conçus pour minimiser le risque de chute de tout ou partie des charges manutentionnées au-dessus du toit de protection. Toutefois le risque de chute d'objet en cas de chocs accidentels ou lorsque les charges sont mal agencées ou mal arrimées ne peut jamais être exclu (Bouchemala et Hanachi, 2019).

I.5.2. Différents types de chariots élévateurs

I.5.2.1. Chariot élévateur tout-terrain

Destiné à un usage intense, le chariot élévateur tout-terrain est capable de soulever des charges de 1 à 50 tonnes. Il s'adapte à toutes les distances quel que soit le type de terrain. Il est apprécié pour sa grande polyvalence et sa robustesse, mais aussi pour sa vitesse (INRS, 2012).



Figure I.15 : Chariot élévateur tout-terrain

I.5.2.2. Chariot à mât rétractable

Aussi efficace que le chariot élévateur tout-terrain en termes de capacité de charge, le chariot à mât rétractable procure les mêmes fonctions, convient à un usage intense et s'adapte à toutes les distances avec l'avantage d'une grande polyvalence, d'une bonne vitesse et d'une robustesse éprouvée. Il peut aussi servir à récupérer des marchandises emmagasinées en hauteur dans les entrepôts, dans les entreprises de logistique ou encore au sein des centres de distribution (Rhône-Alpes, 2020).



Figure I.16 : Chariot à mât rétractable

I.5.2.3. Gerbeur

Idéal pour manipuler, pour soulever et pour le gerbage des charges d'un poids moyennement compris entre 1 et 2 tonnes, le gerbeur convient aussi à un usage intense. Il offre comme avantage une grande facilité d'accès aux espaces exigus et est aussi apprécié pour sa vitesse quoiqu'efficace uniquement en sol aménagé offrant une pente de 5 à 10 % au plus.

Il sert idéalement au placement de marchandises sur des rayonnages moyennement faibles en hauteur (AFNOR, 2019).



Figure I.17 : Gerbeur

I.5.2.4. Préparateur de commande

Idéal pour la manutention, l'élévation et le gerbage, le préparateur de commande offre une capacité de charge d'environ 1 à 2 tonnes. Il offre l'avantage d'une bonne vitesse avec un maximum de confort à l'emploi bien qu'il ne soit adapté uniquement qu'au sol aménagé par un maximum de pente compris entre 5 à 10 %.

Il trouve de l'efficacité pour optimiser matériellement la gestion des cycles de produits (Conseil, 2019).



Figure I.18 : Préparateur de commande

I.5.2.5. Transpalette

Uniquement destiné à la manutention basse, cet outil permet facilement l'accès aux espaces réduits, mais ne convient qu'à un sol aménagé uniquement. Il est surtout efficace pour le déplacement des palettes à hauteur réduite (INRS, 2020).



Figure I.19: Transpalette

I.6. Conclusion

Les mécanismes de levage et de manutention jouent un rôle essentiel dans la facilitation des opérations industrielles, logistiques et de construction. Conçus pour déplacer, soulever ou positionner des charges lourdes en toute sécurité, ces dispositifs améliorent l'efficacité, réduisent les risques d'accidents et optimisent la productivité. Leur conception repose sur des principes mécaniques solides (leviers, poulies, vérins hydrauliques, treuils, etc.) et doit respecter des normes strictes de sécurité et d'ergonomie. Le choix d'un système adapté dépend de plusieurs facteurs : la nature de la charge, la hauteur de levage, la fréquence d'utilisation, et l'environnement de travail. En conclusion, un mécanisme de levage bien étudié et bien entretenu garantit non seulement une meilleure performance opérationnelle, mais aussi la protection des opérateurs et des équipements.

Chapitre II

Risques liés au levage et manutention

II.1. Introduction

Les activités de levage et de manutention constituent une cause majeure d'accidents en milieu professionnel. Leur caractère répétitif, les charges manipulées ainsi que des conditions de travail parfois inadaptées exposent les opérateurs à des risques importants pour leur santé et leur sécurité. Ces activités représentent non seulement une source fréquente d'incidents, mais sont également associées à un niveau de gravité souvent élevé. Le nombre d'accidents liés au levage et à la manutention dépasse celui associé à d'autres types de risques professionnels, avec une proportion de cas graves ou mortels significativement plus élevée.

II.2. Définitions générales

La compréhension des notions clés liées à la gestion des risques constitue un préalable essentiel à toute démarche de prévention. Les principaux éléments relatifs au risque, au danger, au risque professionnel, à l'accident, à la sécurité et à la prévention sont définis de la manière suivante :

II.1.1. Risque

Le risque peut être défini comme la possibilité qu'un événement futur survienne, susceptible de provoquer un dommage ou une altération. Il s'agit donc de la probabilité qu'une situation dangereuse se produise et entraîne des conséquences graves, telles qu'un accident ou une maladie. La notion de risque intègre une dimension de probabilité, et il est aujourd'hui largement admis qu'elle correspond à " un événement futur, potentiellement dommageable, dont la survenue est incertaine ". En d'autres termes, le risque implique une conséquence négative potentielle pour une personne ou un bien, avec une probabilité plus ou moins élevée de survenance et une gravité variable des effets (AFNOR, 2019).

II.2.2. Danger

Selon le référentiel OHSAS 18001, un danger est défini comme une source ou une situation susceptible de provoquer des blessures, des atteintes à la santé, des dommages matériels, des impacts sur l'environnement de travail, ou une combinaison de ces éléments. Il est important de souligner que divers termes sont employés par différentes normes et auteurs pour désigner la notion de danger, ce qui peut engendrer une certaine confusion (AFNOR, 2019).

De plus, les dictionnaires associent fréquemment les termes " danger " et " risque" comme des synonymes, conduisant à une utilisation interchangeable, même dans certains textes officiels.

II.2.3. Risque professionnel

Un risque professionnel désigne tout risque ayant pour origine une activité professionnelle, c'est-à-dire un travail rémunéré, aujourd'hui indispensable à la vie quotidienne. Tout phénomène ou événement survenant dans le milieu de travail et représentant un danger pour l'homme est qualifié de risque professionnel (INRS, 2019).

II.2.4. Accident

Un accident est un événement imprévu et non souhaité, entraînant des dommages aux personnes, aux biens, à l'environnement ou à l'entreprise dans son ensemble. Il résulte généralement d'un enchaînement incontrôlé d'événements survenus au cours de l'exploitation d'un établissement (INRS, 2019).

II.2.5. Sécurité

La sécurité est considérée comme un état ou une situation d'absence de danger. Il est révélateur de constater que ce terme est souvent défini de manière négative, comme un manque, suggérant que la présence de danger est perçue comme la norme (INRS, 2019).

II.2.6. Prévention

La prévention des risques professionnels consiste à mettre en œuvre les mesures nécessaires pour préserver la santé et la sécurité des travailleurs, dans le cadre du droit du travail et du dialogue social. Cela peut se faire par la formation, l'information ou la sensibilisation face aux risques. En d'autres termes, la prévention désigne les moyens de protection, les conduites à adopter en cas d'accident, ainsi que les précautions à prendre vis-à-vis des substances dangereuses (OIT, 2020).

II.3. Identification des risques liés au levage et manutention

L'identification des dangers fait partie intégrante du processus visant à déterminer si une situation, un élément ou un objet donné pourrait causer un préjudice. Le terme le plus souvent utilisé pour désigner l'ensemble de ce processus est l'évaluation des risques.

Ce processus comprend plusieurs étapes :

- Identifier les dangers et les facteurs de risque susceptibles de causer un préjudice (identification des dangers)
- Analyser et évaluer le risque associé à chaque danger identifié (analyse et évaluation du risque)
- Déterminer des moyens appropriés pour éliminer le danger ou maîtriser le risque lorsque ce dernier ne peut être supprimé (maîtrise du risque).

De manière générale, l'identification des dangers a pour objectif de repérer et de consigner tout danger potentiel présent dans le milieu de travail. Pour ce faire, il est recommandé de travailler en équipe, en associant des personnes familières avec la zone à inspecter et d'autres qui ne la connaissent pas, afin de bénéficier à la fois de l'expérience terrain et d'un regard neuf lors de l'inspection (Eddine, 2019).

II.3.1. Risques liés à la manutention manuelle

Le travail de manutention manuelle est la cause la plus fréquente de fatigue professionnelle et de douleurs lombaires. Environ trois deux opérateurs sur quatre dont le travail comprend des tâches de manutention manuelle souffrent de douleurs au dos à un moment ou un autre de leur vie. Près d'un tiers des pertes d'emploi sont attribuables à ces blessures et même plus d'un tiers des indemnités sont versées pour cette même condition. Mais il ne faut pas négliger la souffrance physique, qui est bien plus importante que les questions de nature financière. (Eddine,2019).

Les principaux risques liés à la manutention manuelle sont les suivants :

II.3.1.1. Accidents de type traumatique

Les incidents tels que les chutes, les heurts ou les accidents de plain-pied figurent parmi les risques les plus répandus sur les lieux de travail. Le risque traumatique reste le premier risque d'accidents du travail. Il est très étroitement lié à l'activité physique au travail (efforts, déplacements ...) et peut provoquer des atteintes lombaires, des contusions, des plaies et coupures, des entorses, des fractures, des déchirures musculaires ou encore des luxations. (Eddine, 2019).

II.3.1.2. Fatigue et douleur

La fatigue physique est définie comme l'incapacité progressive à réaliser une tâche du fait de la baisse des capacités de force, de vitesse ou de mouvement. En mesurant ces éléments avant et après le travail, il est possible de quantifier la fatigue. Celle-ci peut modifier le fonctionnement moteur et altérer les coactivités musculaires nécessaires au maintien ou au contrôle d'une posture ou d'un geste. Elle est source de perte de production, d'erreurs, de diminution de la qualité, d'accidents (chutes, faux mouvements, ...) et d'atteintes muscles squelettiques (Eddine, 2019).

II.3.1.3. Atteintes de l'appareil locomoteur (TMS, lombalgies)

Les principaux TMS (troubles musculo-squelettique) des membres et du tronc résultent de l'exposition à une combinaison de facteurs biomécaniques (répétitivité des gestes, efforts, postures) et psychosociaux et sont liés à l'organisation du travail. Ils affectent principalement les muscles, les tendons et les nerfs. Ils se caractérisent par des douleurs ou des gênes fonctionnelles et peuvent entraîner des pathologies (Coutarel et Garrigou, 2016).

II.3.1.4. Effets toxiques

Le travail physique entraîne une augmentation de la fréquence et du volume respiratoire ainsi qu'une sudation plus importante. Un travailleur qui a un travail physiquement exigeant dans une ambiance toxique pourra inhaler 3 à 6 fois plus de toxiques que celui qui a une tâche sédentaire. De même, la sudation et l'hyperhémie cutanée occasionnées par un travail physique vont augmenter la perméabilité cutanée aux toxiques et fixer ceux-ci sur la peau. Enfin, l'exposition à des produits toxiques peut nécessiter le port d'équipements de protection individuelle (masque respiratoire, combinaison étanche), qui peut accroître la pénibilité de l'activité physique (Coutarel et Garrigou, 2016).

II.3.2. Risques liés à la manutention mécanique

La manutention mécanique concerne le déplacement de charges à l'aide d'équipements ou appareils. Il peut s'agir en particulier d'engins de levage tels que des grues, chariots élévateurs ou nacelles. Bien qu'elle permette de limiter les efforts nécessaires pour déplacer les charges, la manutention mécanique n'est pas sans risque. Par ailleurs, la variété des types de manutention, et notamment des appareils de levage disponibles, entraîne de multiples situations. Chacune

demande une organisation spécifique afin de ne pas présenter de dangers pour les salariés ((INRS, 2019).

Les risques identifiés par le passé dans le service logistique sont principalement liés aux opérations de manutention :

- ❑ **Décrochage de la charge** : ce type d'accident est dû essentiellement à une mauvaise élingue et une mauvaise maîtrise des règles (Brunet, 2018).
- ❑ **Rupture d'élingue** : ce type d'accident arrive malheureusement très souvent et provoque de graves conséquences humaines et matérielles. La cause est souvent la rupture de l'attache qui est due soit à une mauvaise connaissance sur l'utilisation du matériel d'élingue, soit une défaillance de l'anneau de levage de la pièce à soulever (Renaudin, 2015).
- ❑ **Ecrasement de la victime** : l'écrasement ou le choc de la victime entre une charge ou l'obstacle est une cause très fréquente d'accidents. Elle concerne le conducteur, l'élingueur, la personne qui guide la charge ou une personne non impliquée dans l'opération de levage. Ce risque est dû au déplacement de l'environnement encombré (Chateau, 2017).
- ❑ **Blessure des élingueurs (coincement, écrasement, électrisation, etc.)** : matériel de manutention installé à proximité d'une ligne à haute tension doit respecter des règles de sécurité strictes. Une distance minimale doit être laissée entre les éléments mobiles du matériel de manutention (câble, charge, structure de la grue) et la ligne électrique. Cette distance est plus ou moins importante en fonction de la puissance. Le contact direct ou une approche de cette ligne présenter un danger mortel pour les personnes se trouvant à proximité (Brunet, 2018).

II.4. Facteurs de risque

La survenue des accidents liés au levage et à la manutention peut être favorisée par divers facteurs, qu'ils soient liés aux équipements utilisés, aux conditions de travail ou au comportement des opérateurs. Parmi les principaux facteurs de risque, on peut citer:

- les caractéristiques de la charge.
- le mode de fixation de la charge : arrimage absent ou insuffisant, charge mal répartie.
- les moyens de manutention : mauvaise utilisation, entretien et vérifications insuffisants, utilisation d'engins inadaptés.
- L'absence des équipements de protections individuelles, ou leur utilisation inappropriée ou incorrecte (gants mal ajustés, casque non attaché, chaussures non conformes, ...).

- les facteurs humains : information et formation insuffisantes.
- l'environnement : état du sol, encombrement, éclairage, ambiance...

II.5. Evaluation des risques

L'évaluation des risques représente une étape essentielle dans toute démarche de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. Elle vise à repérer les dangers potentiels au sein de l'environnement de travail, à en apprécier la gravité et la probabilité d'occurrence, afin de définir des mesures de prévention appropriées. En identifiant et en anticipant les situations dangereuses, cette évaluation contribue à préserver la santé physique et mentale des salariés, à optimiser les conditions de travail et à améliorer la performance globale de l'entreprise. Par ailleurs, elle constitue un outil de gestion incontournable pour l'employeur, lui permettant de satisfaire à ses obligations légales en matière de sécurité (Bouzeria, 2013).

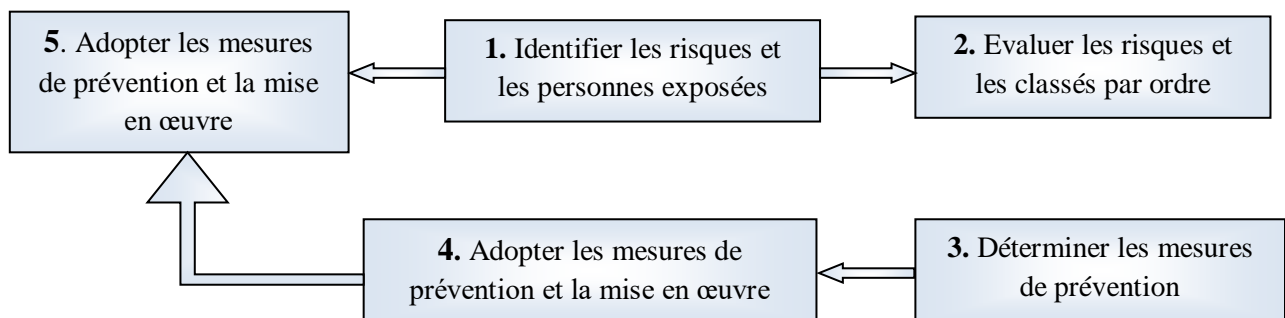


Figure II.1 : Etapes d'évaluation des risques (Bouzeria, 2013)

L'évaluation des risques se déroule en plusieurs étapes, dont les principales sont :

II.5.1. Identification des risques et des personnes exposées

Cette étape consiste à dépister sur le lieu de travail les sources possibles d'accidents et à identifier les personnes qui peuvent être exposées. Il faut donc se rendre sur le lieu de travail et y repérer les éléments pouvant engendrer un dommage, car aussi longtemps qu'un danger n'est pas repéré, le risque y afférent ne pourra être ni analysé, ni géré. De plus, pour chacun des dangers, il faut identifier les personnes menacées. Il ne suffit pas d'identifier les personnes directement exposées au danger, mais également celles qui sont indirectement exposées.

Outre les personnes actives sur un lieu de travail, il faut également considérer les groupes de personnes pouvant entrer en contact quelconque avec le danger, comme par exemple les salariés d'un autre secteur devant passer par ce lieu de travail ou encore les personnes faisant partie de l'équipe de nettoyage, etc. S'y ajoutent des groupes de personnes plus susceptibles d'être menacés, tels que les jeunes travailleurs, les travailleurs intérimaires sans formation spécifique, les travailleurs handicapés, les femmes enceintes et allaitantes, les salariés convalescents, etc. (Bouzeria, 2013).

II.5.2. Evaluation des risques et le classement par ordre de priorité

Dans cette deuxième étape, on évalue les risques liés à chaque danger. On vérifie donc à quel niveau le salarié est exposé au danger. Il faut évaluer dans quelle mesure le danger peut provoquer un accident ou une maladie, le niveau de gravité de cet accident ou de cette maladie et la fréquence à laquelle les salariés y sont exposés. Une évaluation des risques s'avérera toujours difficile car elle est toujours sujette à une interprétation subjective qui peut mener soit à une surestimation, soit à une sous-estimation du risque (Bouzeria, 2013).

II.5.3. Détermination des mesures de prévention

La troisième étape consiste à déterminer les mesures afin d'éliminer les risques ou, au moins, à les maîtriser. Il faut pouvoir déterminer si un risque peut être éliminé complètement ou dans le cas contraire mettre en place des mesures de façon à le contenir et s'assurer qu'il ne compromet pas la sécurité et la santé des salariés. Il faut également tenir compte du fait que les risques détectés peuvent s'additionner ou combiner leurs effets. Il est important de prendre en compte le résultat de l'évaluation des risques et de classer les mesures par ordre de priorité, de manière à appliquer en premier lieu les mesures de prévention qui sont les plus efficaces. Les principes généraux sont :

- éviter / écarter le risque.
- s'adapter au progrès technique.
- améliorer le niveau de protection (Bouzeria, 2013).

II.5.4. Adoption des mesures de prévention et mise en œuvre

La quatrième étape consiste à mettre en œuvre les mesures de prévention déterminées auparavant. Il va de soi que toutes les mesures ne pourront être en œuvre simultanément : il faut donc établir un ordre de priorité en tenant compte de la gravité du risque et de ses conséquences. Il faut aussi déterminer les personnes pouvant s'occuper de la mise en œuvre, le temps que cela va prendre et déterminer un délai de mise en œuvre. Parmi les mesures à réaliser, nous pouvons ainsi distinguer :

- Les mesures applicables de suite et à moindre frais
- Les mesures provisoires à mettre en place en attendant les mesures applicables à plus long terme et plus coûteuses
- Les mesures applicables à terme et représentant des frais plus élevés. Pour l'application de certaines mesures, une planification et un certain budget sont à prévoir au préalable (Bouzeria, 2013).

II.5.5. Contrôle, examen, réexamen et enregistrement

Après que les mesures de prévention aient été mises en œuvre, il faut contrôler si elles ont été exécutées et si les délais d'exécution des mesures ont été respectés. Il s'agit non seulement de vérifier si les risques ont pu être éliminés ou écartés entièrement ou s'ils ont pu être diminués de façon à pouvoir les maîtriser mais aussi si aucun nouveau risque n'a été créé suite à l'application des mesures. De plus, il est recommandé de réaliser régulièrement une nouvelle évaluation de risques.

Afin de déterminer si les risques ont bien pu être éliminés définitivement ou si d'autres risques sont apparus depuis la dernière évaluation. Il est indispensable d'effectuer à nouveau une évaluation des risques chaque fois qu'il y a eu un changement dans l'entreprise. Ce changement peut se situer au niveau organisationnel, au niveau du personnel ou être de nature technique. Il peut s'agir, par exemple, de la création d'un nouveau poste de travail, l'engagement de nouveaux salariés, l'installation d'une nouvelle machine, l'introduction d'un nouveau procédé ou l'introduction d'un nouveau produit. Finalement, avoir enregistré l'évaluation des risques est toujours avantageux lors des contrôles et des examens.

Un bon enregistrement peut servir en tant que :

- Base pour réexamens et les évaluations des risques à venir.
- Preuve destinée aux organismes de contrôle
- Information à transmettre aux personnes concernées.

Afin de bien servir de base des évaluations futures, il est recommandé que l'enregistrement contienne :

- Les noms et poste des personnes effectuant les contrôles et examens.
- Les risques qui ont pu être dépistés.
- Les mesures de prévention mises en œuvre.
- Les informations concernant des contrôles et examens futurs.
- Les informations concernant la participation des travailleurs dans l'évaluation des risques (Bouzeria, 2013).

II.6. Analyse d'accident liée au levage et manutention

L'analyse des accidents du travail est une étape cruciale de la démarche de prévention, bien qu'elle ait lieu a posteriori. Analyser un accident du travail, c'est identifier les causes de sa survenue et agir en conséquence pour éviter son renouvellement par la mise en œuvre d'actions correctives adaptées. Cela permet également d'améliorer le fonctionnement de l'entreprise grâce à une meilleure compréhension des dysfonctionnements et du travail réel.

II.6.1. Analyser un accident du travail

L'analyse des accidents du travail s'appuie sur une démarche qualitative en sept grandes étapes :

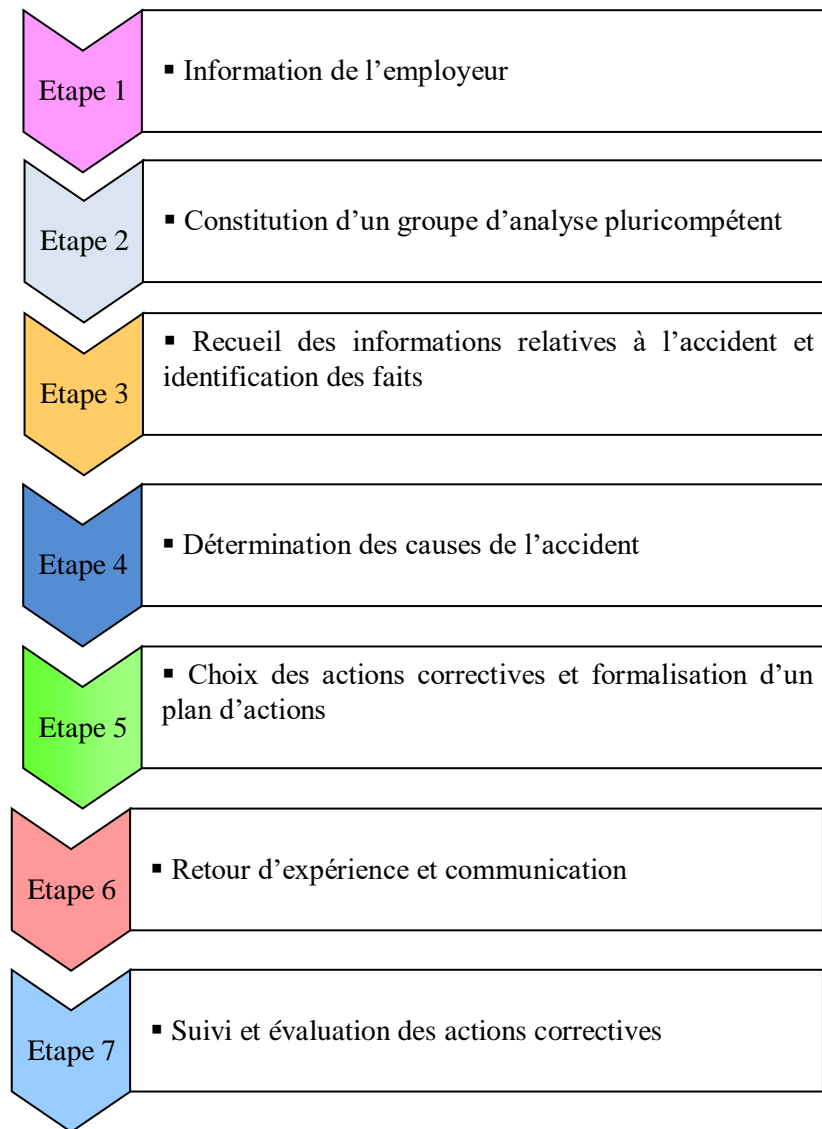


Figure II.2: Etapes pour analyser un accident du travail

➔ Etape 1 : Information de l'employeur

Pour faciliter cette remontée d'informations, l'entreprise doit avoir mis en place une procédure indiquant les personnes à contacter (responsable hiérarchique, préventeur d'entreprise, ressources humaines...), les informations à fournir, les éventuels documents à compléter (par exemple une fiche interne de déclaration d'accident) et le traitement qui sera fait de cette remontée d'informations.

Pour faciliter la conservation des informations et leur traitement, il est conseillé en parallèle de recenser et d'enregistrer dans un document ou un logiciel

Les informations à conserver à minima sont :

- La date
- Les personnes concernées
- Le lieu
- Les circonstances
- Les conséquences pour la victime.

Tableau II.1 : Exemples de registre d'accidents

Quand ?	Qui ?		Où ?	Comment ?	Lésions ?
Date	Nom	Poste occupé	Lieu	Circonstances	Blessures

➤ Etape 2 : Constitution d'un groupe d'analyse pluricompétent

Il est recommandé de constituer, le plus tôt possible après la survenue de l'accident, un groupe d'analyse qui aura pour mission de collecter les informations liées à l'accident, d'identifier ses causes et de proposer des actions correctives.

L'essentiel est que la démarche d'analyse ne soit pas menée par une seule personne. La composition et l'effectif du groupe d'analyse doivent être adaptés à la taille et à l'organisation de l'entreprise, ainsi qu'à la nature de l'accident et aux dommages occasionnés. Le groupe est constitué, au minimum, de l'employeur ou de son représentant désigné, ainsi que d'un membre des instances représentatives du personnel. Il peut être complété d'un préventeur, d'un autre membre des instances représentatives du personnel, de membres de l'encadrement, de salariés ayant une bonne connaissance de l'activité (INRS, 2019).

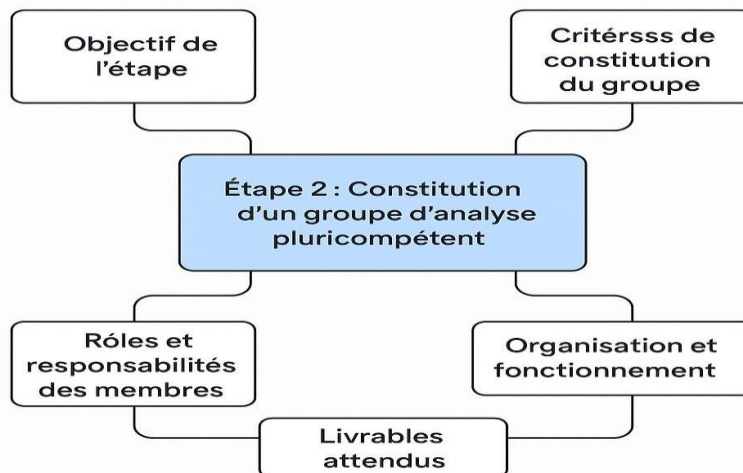


Figure II.3 : Constitution d'un groupe d'analyse pluricompétent

➤ Etape 3 : Recueil des informations relatives à l'accident et identification des faits

Le groupe d'analyse collecte les informations relatives aux circonstances de l'accident, le plus tôt possible après sa survenue afin d'en limiter la perte, l'interprétation et la déformation.

Les circonstances de l'accident peuvent être analysées selon cinq thèmes :

☞ **l'organisation du travail** : préparation de la tâche demandée, organisation de l'activité réalisée et de la coactivité, existence de consignes...

☞ **la victime** : ancienneté, formation, expérience...

☞ **la tâche demandée, l'activité réalisée** : ce qui était demandé (la tâche) et ce qui était réalisé (l'activité) au moment de l'accident (conduite d'un engin, opération de maintenance, manutention de charges...)

☞ **le milieu** : localisation de l'accident, caractéristiques de l'environnement de travail (éclairage, bruit, poussières...)

Des informations complémentaires peuvent être recueillies à partir :

- d'observations (mise en situation, reconstitution, lieu de l'accident, environnement de travail, machines, outils...)

- d'entretiens avec la victime, les témoins, l'encadrement, des collègues de travail...

- de documents (procédures, consignes, notices techniques, plans, attestations de formation...)

(INRS, 2019).

➡ Etape 4 : Détermination des causes de l'accident

A partir des informations recueillies, le groupe d'analyse reconstitue le déroulement de l'accident en s'intéressant aux événements qui l'ont directement provoqué, ainsi qu'à ceux qui, bien qu'antérieurs, ont contribué à sa survenue. Il s'agit ensuite d'identifier :

① Les causes directes, en premier lieu :**➡ Mauvaise utilisation des équipements:**

- Mauvais choix de l'équipement de levage (grue, palan, chariot élévateur, etc.)
- Surcharge (charge dépassant la capacité maximale)
- Mauvais arrimage ou fixation de la charge
- Utilisation d'équipements défectueux ou mal entretenus

➡ Erreurs humaines :

- Manœuvres imprudentes ou brusques
- Non-respect des procédures de sécurité
- Inattention, fatigue, précipitation
- Mauvaise communication entre opérateurs (ex. : signaux mal compris)

➡ Défaut d'équipement ou rupture matérielle :

- Câbles, chaînes ou sangles usés ou mal dimensionnés
- Dispositifs de sécurité absents ou défectueux
- Défaillance mécanique soudaine (freins, moteur, système hydraulique)

➡ Conditions environnementales :

- Sol instable ou glissant
- Vent fort (particulièrement critique lors de levage en hauteur)
- Mauvaise visibilité (pluie, brouillard, éclairage insuffisant)

② Les causes profondes :**➡ Défaut de formation et de compétences :**

- Opérateurs non formés ou insuffisamment formés à la conduite des équipements
- Absence de sensibilisation aux risques spécifiques liés au levage/manutention
- Manque de recyclage ou de mise à jour des compétences

➡ Défaut de planification et d'organisation du travail :

- Absence ou insuffisance de l'analyse préalable des risques (APS, plan de levage manquant)

- Procédures de travail inexistantes, incomplètes ou non respectées
- Zone de travail non préparée (absence de balisage, contrôle du sol, etc.)
- ➡ **Manque de maintenance et d'inspection des équipements :**
 - Entretien régulier des engins et accessoires de levage non réalisé
 - Contrôles périodiques négligés ou effectués de manière superficielle
 - Utilisation d'équipements usés ou non conformes
- ➡ **Pression sur la productivité :**
 - Pression temporelle poussant à bâcler les opérations ou à prendre des raccourcis
 - Priorité donnée aux délais au détriment de la sécurité
 - Minimisation des risques pour "aller plus vite"
- ➡ **Défaut de culture sécurité**
 - Absence d'une culture sécurité forte dans l'entreprise
 - Tolérance aux comportements à risque
 - Faible implication de la hiérarchie dans la sécurité opérationnelle
- ➡ **Communication défaillante**
 - Mauvaise circulation de l'information entre les équipes
 - Absence ou mauvaise utilisation des consignes, des panneaux, des signaux manuels
 - Barrière de langage entre opérateurs dans certaines équipes multiculturelles
- ➡ **Evaluation des risques incomplète ou inadaptée**
 - Risques spécifiques du site ou de l'opération mal identifiés
 - Evaluation théorique sans vérification pratique sur le terrain
 - Equipements mal adaptés aux contraintes réelles (ex : engin trop lourd pour un sol fragile)

➡ **Etape 5 : Choix des actions correctives et formalisation d'un plan d'actions**

A partir des causes directes et profondes identifiées à l'étape précédente, le groupe d'analyse va réfléchir aux actions correctives les plus adaptées à proposer à l'employeur afin d'éviter la survenue d'un accident similaire ou ayant pour origine certaines des causes identifiées.

Les actions choisies sont à renseigner sous forme d'un plan d'actions précisant pour chacune le délai, le coût prévisionnel, et le responsable de mise en œuvre. Cela permet d'en assurer la traçabilité et le suivi. Le choix des actions correctives à mettre en œuvre relève de la responsabilité de l'employeur.

Tableau II.2: Exemple de tableau de plan de d'action (INRS, 2019)

Plan d'actions correctives suite à l'accident d'un chariot élévateur					
Action	Responsable	Date d'échéance	Investissement prévisionnel	Commentaires	Etat d'avancement

➤ Etape 6 : Retour d'expérience et communication

Une fois le plan d'actions construit et validé, il est indispensable de réaliser un retour d'expérience auprès de la victime de l'accident et de son collectif de travail. Ce retour d'expérience a pour objectif de les informer sur les causes identifiées de l'accident, de favoriser le partage d'une vision commune des circonstances de l'accident (éviter l'interprétation, la recherche de responsabilité...), et ainsi de faciliter l'acceptation des actions correctives qui vont être mises en œuvre. Dans le cas où certaines causes identifiées de l'accident peuvent être observées dans d'autres situations de travail de l'entreprise, il est utile de communiquer sur cet accident auprès des salariés concernés. Ceci favorise la connaissance partagée des risques au sein des équipes.

➤ Etape 7 : Suivi et évaluation des actions correctives

Une fois les actions correctives choisies, l'employeur doit s'assurer de leur mise en œuvre, de leur suivi, et de leur évaluation. Le suivi est à réaliser selon une périodicité à définir en amont (trimestrielle, semestrielle...). Il consiste à vérifier que les actions retenues sont mises en œuvre selon les échéances planifiées et à les réajuster au besoin. L'évaluation permet de vérifier l'impact des actions correctives, de s'assurer qu'elles ne génèrent pas de nouveaux risques non identifiés au moment de leur choix, et d'analyser les écarts éventuels entre le résultat attendu et la situation observée (INRS, 2019).

II.7. Conclusion

La maîtrise des risques liés aux opérations de manutention constitue un enjeu majeur pour la sécurité des personnes, la préservation des équipements et la continuité des activités industrielles. Les accidents peuvent avoir des conséquences humaines, matérielles et économiques importantes. C'est pourquoi il est indispensable d'adopter une approche systémique

qui prend en compte à la fois les aspects techniques, organisationnels et humains. La mise en œuvre d'une politique de sécurité efficace repose sur l'engagement de tous les acteurs, la sensibilisation permanente du personnel, et une surveillance régulière de l'état des équipements. En favorisant une culture de la prévention et du respect des normes, il devient possible de réduire significativement les incidents et d'installer durablement des conditions de travail sûres et performantes.

Chapitre III

Méthodes d'analyse des risques

III.1. Introduction

Dans les industries à haut risque, la maîtrise des dangers est essentielle pour garantir la sécurité des installations, des personnes et de l'environnement. Face à la complexité croissante des procédés, les méthodes d'analyse de risque permettent d'anticiper et de gérer efficacement les scénarios accidentels. Parmi les différentes méthodes d'analyse utilisées pour l'évaluation et la gestion des risques industriels, la méthode AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) occupe une place importante. Elle permet d'identifier de manière systématique les défaillances potentielles d'un système, d'en analyser les effets et de hiérarchiser leur criticité, en vue de définir des actions correctives et préventives adaptées. Cette démarche vise à réduire les incidents, à améliorer la fiabilité globale et à renforcer la maîtrise des risques.

III.2. Objectif des méthodes d'analyse de risque

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

- Apprécier le niveau de dangerosité (risques et conséquences) d'une installation.
- 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
- Se conformer à la réglementation.
- Faire des investissements appropriés au niveau des risques.

Elle doit permettre de caractériser, d'évaluer, et d'anticiper tous les risques potentiels qui pèsent sur une entreprise et la sécurité des personnes. Cette analyse permet ainsi la construction du document unique d'évaluation des risques professionnels obligatoire dans toute entreprise.

III.3. Classification des méthodes d'analyse de risque

La classification des méthodes d'analyse de risque distingue généralement trois grandes catégories, à savoir les méthodes qualitatives, quantitatives et combinées. Cette classification permet de choisir la méthode la plus appropriée selon la complexité du système et les données disponibles.

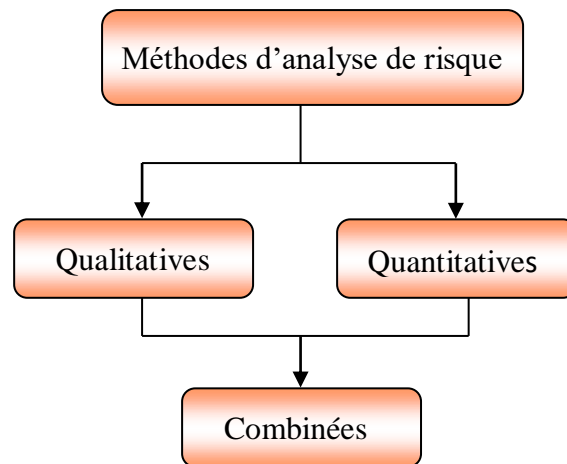


Figure III.1: Typologies des méthodes d'analyse de risque

III.3.1. Méthodes qualitatives

Une méthode d'analyse de risques qualitative consiste à identifier non seulement les événements dangereux ou les enchaînements d'événements dangereux (scénarios) pouvant conduire à une situation à risques mais aussi les causes et les conséquences de ces événements. Elle est qualitative puisqu'elle conduit à une estimation des conséquences des événements dangereux et non à un chiffrage de ces conséquences comme c'est le cas pour une méthode quantitative (Feddaoui et Merabet, 2019).

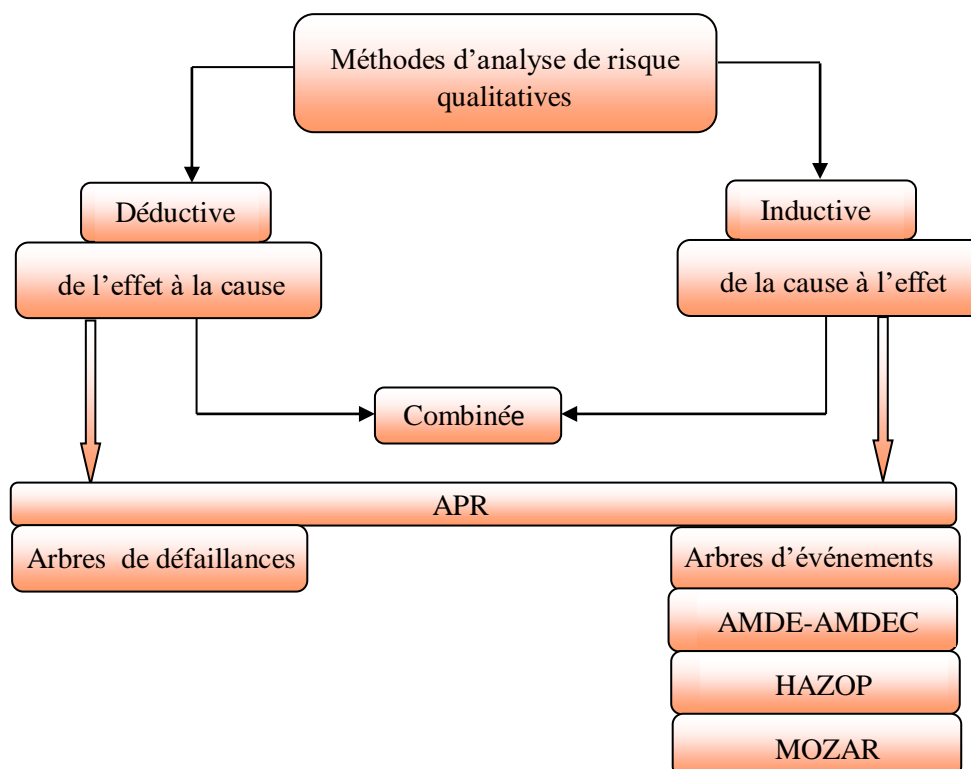


Figure III.2: Classification des principales méthodes d'analyse de risque qualitatives

III.3.2. Méthodes quantitatives

Les analyses quantitatives sont supportées par des outils mathématiques ayant pour but d'évaluer la sûreté de fonctionnement et entre autres la sécurité. Cette évaluation peut se faire par des calculs de probabilités (par exemple lors de l'estimation quantitative de la probabilité d'occurrence d'un événement redouté) ou bien par recours aux modèles différentiels probabilistes tels que les Chaines de Markov, les réseaux de pétri, les automates d'états finis, etc.

Les analyses quantitatives ont de nombreux avantages car elles permettent :

- d'évaluer la probabilité des composantes de la sûreté de fonctionnement.
- de fixer des objectifs de sécurité.
- de juger de l'acceptabilité des risques en intégrant les notions de périodicité des contrôles, la durée des situations dangereuses, la nature d'exposition, etc.
- d'apporter une aide précieuse pour mieux juger du besoin d'améliorer la sécurité.
- de hiérarchiser les risques.
- de comparer et ensuite ordonner les actions à entreprendre en engageant d'abord celles permettant de réduire significativement les risques.
- de chercher de meilleure coordination et concertation en matière de sécurité entre différents opérateurs (sous-systèmes interagissant) ou équipes (exploitation, maintenance, etc.) (Feddaoui et Merabet, 2019).

III.3.3. Approche déterministe

L'approche déterministe a généralement été adoptée dans les domaines à haut risque tels que nucléaire, militaire, transports guidés, où le moindre risque significatif est traqué et réduit à la source. Elle consiste à recenser les événements pouvant conduire à un scénario d'accident en recherchant le pire cas possible (The Worst Case) et en affectant une gravité extrême à ses conséquences potentielles. Par conséquent, les sous-systèmes critiques (systèmes de sauvegarde, de protection et de prévention) sont dimensionnés pour éviter toute défaillance dangereuse et organisés rigoureusement selon une stratégie de défense en profondeur (Feddaoui et Merabet, 2019).

III.3.4. Approche probabiliste

L'approche probabiliste fait intervenir le calcul de probabilités relatives à l'occurrence d'événements faisant partie du processus de matérialisation d'un scénario d'accident donné.

Il s'agit d'une approche complémentaire qui permet d'analyser le dispositif de défense en profondeur décidée à l'issue d'une approche purement déterministe, ceci a été le cas dans le domaine nucléaire où les techniques probabilistes viennent appuyer l'approche déterministe (Feddaoui & Merabet, 2019).

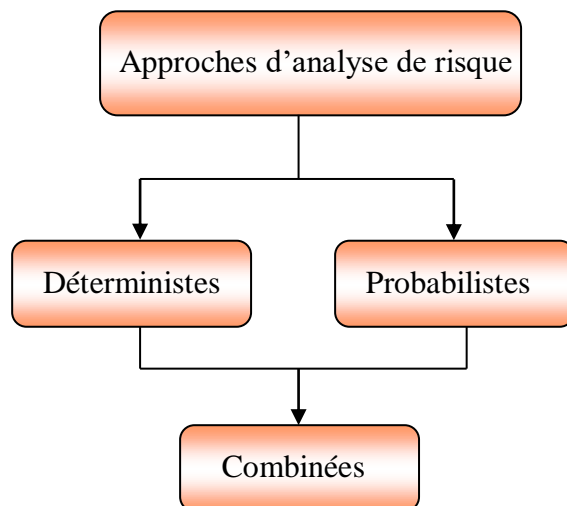


Figure III.3 : Approches d'analyse de risque.

III.4. Différentes méthodes d'analyse des risques

Parmi les méthodes d'analyses des risques d'accidents, on peut citer :

- l'analyse Préliminaire des Risques (APR),
- l'Analyse des risques sur schémas type HAZOP,
- l'analyse par arbres des défaillances, arbres d'évènements et arbres des causes,
- Analyse des niveaux de protection LOPA,
- l'analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC).

Tableau III.1 présente les différentes méthodes d'analyse des risques :

Tableau III.1 : Différentes méthodes d'analyse des risques

Méthode	Domaine d'application	Principe	Avantages	Inconvénients
AMDEC (FMECA)	Industrie, qualité, maintenance	Analyse les modes de défaillance, leurs effets et leur criticité	Approche structurée, hiérarchisation des risques, anticipation des défaillances	Longue à mettre en place, nécessite des données précises
HAZOP	Procédés industriels, chimie	Etude systématique des écarts possibles par rapport au fonctionnement prévu	Très détaillée, collaborative, efficace pour identifier les défaillances de processus	Chronophage, demande une expertise pluridisciplinaire
Arbre des causes	Analyse post-incident	Recherche des causes profondes d'un événement indésirable	Visuel, pédagogique, permet d'identifier les défaillances organisationnelles	Pas prédictif, intervient après l'événement
Arbre de défaillance	Sûreté de fonctionnement	Modélisation descendante des causes d'un événement redouté	Méthode rigoureuse, permet une analyse quantitative approfondie	Complexe, nécessite des compétences techniques spécifiques
APR (Analyse Préliminaire des Risques)	Phases initiales de projet, conception	Identification anticipée des dangers potentiels	Simple, préventive, sert de base à d'autres méthodes d'analyse	Peu détaillée, nécessite des révisions en phase de réalisation
Nœud de papillon (Bow-Tie)	Gestion des risques majeurs, HSE	Combine arbre de causes (à gauche) et mesures de maîtrise (à droite)	Visuel, clair, lie les causes aux conséquences via l'événement redouté, bon outil de communication	Moins détaillé sur les mécanismes profonds, nécessite données et expertise

III.5. Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC)

III.5.1. Historique et domaines d'application

L'AMDEC a été créée aux États-Unis par la société Mc Donnell Douglas en 1966. Elle consistait à dresser la liste des composants d'un produit et à cumuler des informations sur les modes de défaillance, leur fréquence et leurs conséquences. La méthode a été mise au point par la NASA et le secteur de l'armement sous le nom de FMEA pour évaluer l'efficacité d'un système. Dans un contexte spécifique, cette méthode est un outil de fiabilité. Elle est utilisée pour les systèmes où l'on doit respecter des objectifs de fiabilité et de sécurité. À la fin des années soixante-dix, la méthode fut largement adoptée par Toyota, Nissan, Ford, BMW, Peugeot, Volvo, Chrysler et d'autres grands constructeurs d'automobiles.

La méthode a fait ses preuves dans les industries suivantes : spatiale, armement, mécanique, électronique, électrotechnique, automobile, nucléaire, aéronautique, chimie, informatique et plus récemment, on commence à s'y intéresser dans les services. Dans le domaine de l'informatique la méthode d'Analyse des Effets des Erreurs Logiciel (AEEL) a été développée³. Cette approche consiste en une transcription de l'AMDEC dans un environnement de logiciels. Aujourd'hui, dans un contexte plus large comme celui de la qualité totale, la prévention n'est pas limitée à la fabrication. Il est maintenant possible d'anticiper les problèmes dans tous les systèmes du processus d'affaires et de rechercher à priori des solutions préventives. C'est pourquoi l'application de l'AMDEC dans les différents systèmes du processus d'affaires est très utile, souvent même indispensable. Cette méthode est donc considérée comme un outil de la qualité totale.

Il est important de souligner que l'utilisation de la méthode se fait avec d'autres outils de la qualité et cette combinaison augmente considérablement la capacité et l'efficacité de la méthode (certains exemples sont mentionnés plus loin (Boukhrissi, 2015).

III.5.2. Définition de l'AMDEC

L'AMDEC, ou Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité, est une méthode systématique utilisée pour identifier les défaillances potentielles d'un système, d'un produit ou d'un processus, évaluer leurs effets sur le fonctionnement global et déterminer leur niveau de criticité.

Il nous paraît pertinent de résumer l'approche AMDEC de la manière suivante ; quatre questions clés permettent d'en saisir la logique fondamentale et de comprendre que l'AMDEC

constitue avant tout une démarche de réflexion structurée et une méthode d'analyse (Boukhrissi, 2015).

Tableau III.2 : Quatre questions de base de l'AMDEC

Modes de défaillance potentielle	Effets possibles	Causes possibles	Plan de Surveillance
Qu'est-ce qui Pourrait Aller mal ?	Quels pourraient être les effets ?	Quelles pourraient être les causes ?	Comment faire pour voir ça ?

III.5.3. Différents types de l'AMDEC

III.5.3.1. AMDEC procédé

Pratiquée sous la responsabilité de celui qui a déterminé le procédé de fabrication, L'AMDEC procédé permet de répondre à la question générique suivante :

« Comment le procédé pourrait générer des paramètres du produit qui ne répondraient pas aux spécifications, les effets entraînés et les causes possibles, ainsi que les moyens prévus pour détecter ces non-conformités ? »

☞ Les objectifs de l'AMDEC procédé sont de :

- Faire le lien entre les caractéristiques critiques du produit et les paramètres du procédé
- Apporter des modifications sur le procédé et l'optimiser ;
- Définir les points critiques du procédé ;
- Eventuellement proposer des changements en conception .

L'AMDEC permet d'anticiper les risques liés au non fonctionnement ou au fonctionnement anormal d'un équipement, d'une machine (Boukhrissi, 2015).

III.5.3.2. AMDEC produit

Pratiquée sous la responsabilité du concepteur du produit, l'AMDEC produit permet de répondre à la question :

" Comment chaque fonction pourrait-elle faillir, les conséquences que cela entraînerait, et les causes possibles, ainsi que les moyens prévus pour détecter ces problèmes, lors de la conception ? "

☞ Les objectifs de l'AMDEC produit sont de :

- Respecter les contraintes ;
- Déterminer les paramètres importants pour les performances de l'ensemble ;

- Définir les points critiques du produit, au moins, les paramètres de sécurité et de réglementation ;
- Apporter des modifications de conception ;
- Optimiser les séquences de tests et d'essais, et aider à bâtir un plan de validation ;
- Commencer à penser aux modalités de fabrication, d'assemblage, de réparation, de transport (Boukhrissi, 2015).

III.5.3.3. AMDEC services

Pratiquée sous la responsabilité de celui qui a déterminé le service ou les modalités de la prestation du service, l'AMDEC service permet de répondre à la question générique suivante :

" Comment le service ou la prestation du service pourrait générer des défaillances perceptibles, les effets entraînés, les causes possibles, ainsi que les moyens prévus pour détecter ces problèmes potentiels ? "

☞ Les objectifs de l'AMDEC services sont de :

- Respecter les contraintes ;
- Définir les points critiques ;
- Proposer des changements sur le service ou la prestation ;
- Optimiser, voire créer les contrôles.

III.5.4. Avantages et inconvénients de la méthode AMDEC

L'AMDEC est une méthode préventive qui vise à identifier et à hiérarchiser les risques potentiels afin de sécuriser les produits, procédés ou systèmes. Reconnue pour son efficacité dans l'amélioration continue, elle offre de nombreux bénéfices, mais présente également certaines limites liées à sa mise en œuvre. Une bonne connaissance de ses avantages et de ses inconvénients permet d'en optimiser l'utilisation.

III.5.4.1. Avantages de la méthode AMDEC

Les avantages de l'AMDEC sont les suivants :

① **La satisfaction du client** est l'objectif majeur de l'AMDEC, un objectif contre laquelle personne ne peut aujourd'hui s'élever. S'il n'y avait que ce seul argument en faveur de l'AMDEC, il devrait suffire à la rendre indispensable dans nos organisations.

② **Le pilotage de l'amélioration continue** repose sur la gestion des plans d'action. L'élaboration et la mise à jour régulière de ces plans, en lien avec l'AMDEC, constituent l'un des principaux leviers pour faire vivre l'amélioration continue et en démontrer la mise en œuvre.

③ **La réduction de coûts** : l'AMDEC peut contribuer à la réduction des coûts internes liés à la qualité, à condition qu'elle prenne également en compte les conditions de travail et les effets internes.

Dans le cadre de l'AMDEC procédé, la réduction des rebuts et des retouches permet également de diminuer les coûts externes. Cela se traduit par une baisse des retours sous garantie, des réclamations clients et des plaintes, entre autres.

④ **L'optimisation de contrôles** : l'AMDEC permet de cibler les contrôles uniquement sur les points critiques, évitant ainsi un contrôle systématique inutile, contrairement à une idée fréquemment répandue.

⑤ **L'élimination des causes de défaillances** : est un des objectifs majeurs de l'AMDEC qui se traduira par la mise en place de mesures préventives voire par l'élaboration de plans d'actions.

III.5.4.2. Inconvénients de la méthode AMDEC

On peut citer parmi les **inconvénients** de l'AMDEC :

- ① Coûts souvent élevés au début de l'application.
- ② Ne permet pas parfois de prendre en compte la combinaison de plusieurs défaillances.
- ③ L'animation de l'AMDEC peut s'avérer complexe, en raison de la participation de responsables de divers secteurs, dont la disponibilité pour les séances de travail est parfois limitée.
- ④ Nécessité de Brainstorming.

III.5.5. Etapes nécessaires à une méthode AMDEC complète

La figure ci-dessous illustre les étapes nécessaires à une méthode AMDEC complète :

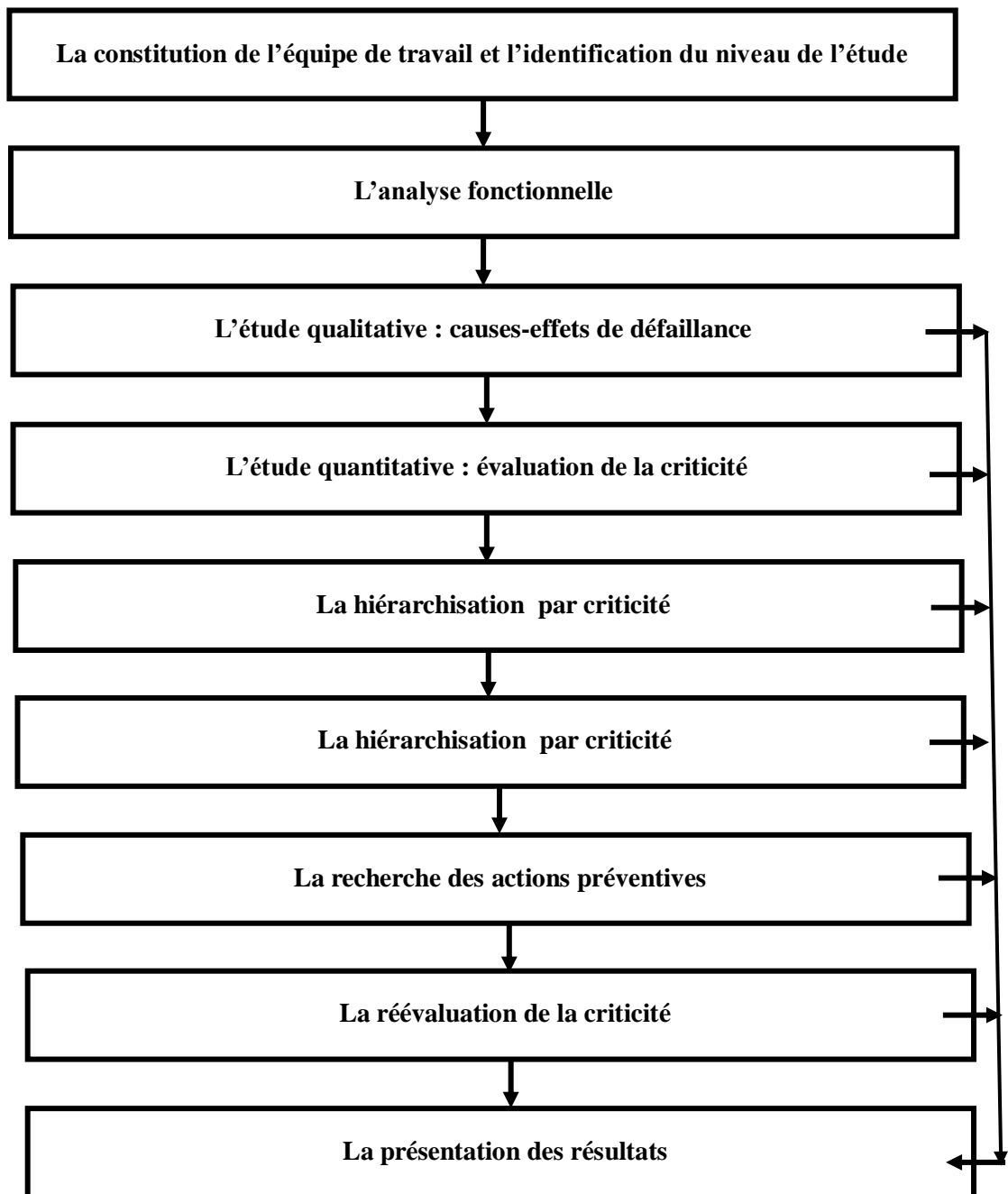


Figure III.4 : Démarche méthodologique de l'AMDEC

La méthode s'inscrit dans une démarche en huit étapes comme suit :

III.5.5.1. Constitution d'une équipe de travail

Il s'agit de constituer l'équipe multidisciplinaire qui aura à réaliser l'étude. Les personnes impliquées dans une étude AMDEC processus par exemple représentent les services de recherche et développement des achats du marketing de la maintenance de la qualité des méthodes et de la fabrication.

La présence d'un animateur bien formé et des techniques spécifiques de la démarche et du travail en équipe est une condition de succès de l'application de la méthode.

III.5.5.2. Analyse fonctionnelle

Une défaillance est la disparition ou la dégradation d'une fonction. Donc pour trouver les défaillances potentielles il faut connaître les fonctions.

Le but de l'analyse fonctionnelle est de déterminer d'une manière assez complète les fonctions principales d'un produit les fonctions contraintes et les fonctions élémentaires.

Pour réaliser correctement l'analyse fonctionnelle il faut effectuer trois étapes principales :

- Définir le besoin à satisfaire. Le principe consiste à décrire le besoin et la façon dont il est satisfait et comment il risque de ne pas être satisfait.
- Définir les fonctions qui correspondent au besoin. Chaque fonction répond à la question à quoi ça sert ? La réponse doit comprendre un sujet et un verbe (ex : un rasoir ras ; un couteau coupe). On peut alors déterminer la défaillance potentielle (le rasoir ne ras pas ; le couteau ne coupe pas)
- Etablir l'arbre fonctionnel afin de visualiser l'analyse fonctionnelle. Très souvent les fonctions principales comportent des sous fonctions ou résultent d'un ensemble des fonctions élémentaires d'où le besoin de l'arbre fonctionnel.

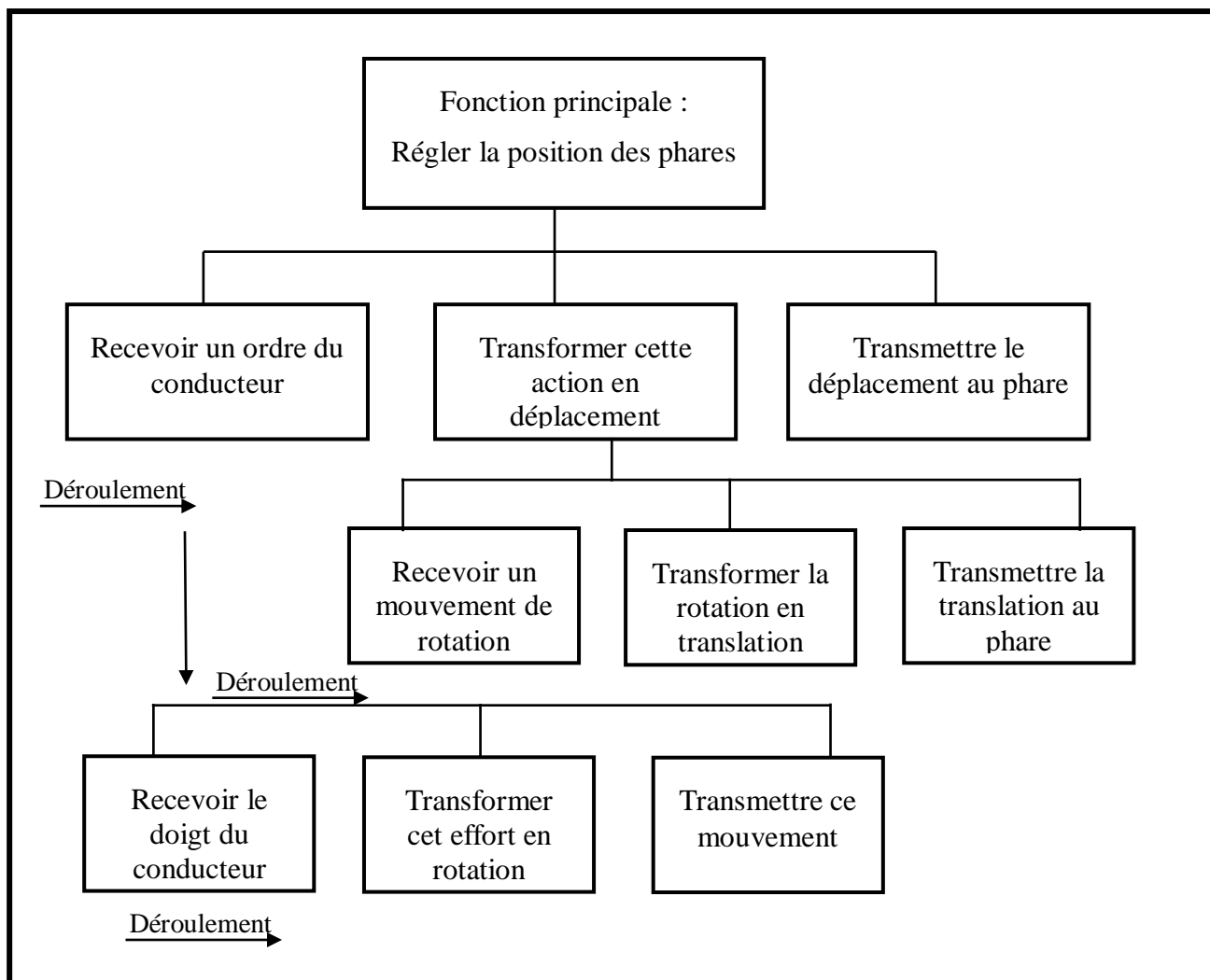


Figure III.5: Arbre fonctionnel du "Correcteur de phare"

III.5.5.3. Etude qualitative des défaillances

Celle-ci consiste à identifier toutes les défaillances possibles, à déterminer les modes de défaillance à identifier les effets relatifs à chaque mode de défaillance, à analyser et à trouver les causes possibles et les causes les plus probables des défaillances potentielles. Pour réaliser cet objectif, on s'appuie sur l'analyse fonctionnelle. A partir des fonctions définies on cherche directement les défaillances potentielles.

III.5.5.4. Etude quantitative

Il s'agit d'une estimation de l'indice de criticité du trio cause mode effet de la défaillance potentielle étudié selon certains critères. Plusieurs critères peuvent être utilisés pour déterminer cet indice.

Souvent dans la pratique on considère qu'une défaillance est d'autant plus important si :

- ① ses conséquences sont graves.
- ② Elle se produit souvent.
- ③ Elle se produit et on risque de ne pas détecter.

Dans la pratique, on attribue trois notes, chacune sur une échelle de 1 à 4, pour chaque trio cause-mode-effet :

- La note G - gravité de l'effet - les conséquences sur le client/utilisateur
- La note F - la probabilité d'occurrence - la fréquence d'apparition
- La note D - la probabilité de non-détection - le risque de non-détection

L'indice de criticité (C) s'obtient en multipliant ces trois notes précédentes soit celle de la gravité, de la probabilité d'occurrence et de la probabilité de non-détection :

$$C = G \times F \times D \text{ (III.1)}$$

Tableau III.3 : Echelle de Gravité

Valeur	Niveau	Description
1	Négligeable	Aucun effet sur la sécurité, la performance ou l'environnement
2	Mineur	Léger inconfort ou altération de performance sans interruption
3	Significatif	Perte partielle de la fonction, risque modéré pour l'opérateur
4	Majeur / Critique	Danger pour la sécurité, perte complète de la fonction, arrêt de production

Tableau III.4 : Echelle de Fréquence

Valeur	Fréquence estimée	Description
1	Très rare / exceptionnelle	Moins d'une fois par an
2	Rare	Environ une fois par an
3	Fréquente	Plusieurs fois par an
4	Très fréquente / constante	Mensuelle, hebdomadaire ou plus

Tableau III.5 : Echelle de Détectabilité

Valeur	Niveau de détection	Description
1	Très facile à détecter	Détectable immédiatement par l'opérateur ou un capteur simple
2	Facile à détecter	Détection par inspection régulière ou instrument simple
3	Difficile à détecter	Requiert contrôle spécifique ou appareil de mesure
4	Presque indétectable	Aucune alerte visible, défaillance souvent non détectée avant l'effet

III.5.5.5. Hiérarchisation

La difficulté essentielle d'une étude qui veut anticiper les problèmes et rechercher les solutions préventives provient de la très grande variété des problèmes potentiels à envisager. D'où le besoin d'une hiérarchisation, qui permet de classer les modes de défaillance et d'organiser leur traitement par ordre d'importance.

III.5.5.6. Recherche des actions préventives/correctives

Après le classement des différentes modes de défaillance potentielles d'après les indices de criticité le groupe désigne les responsables de la recherche des actions préventives ou correctives. Les outils tels que le diagramme causes effet, le travail en équipe doivent être appliqué pour une recherche efficace. En pratique le groupe de travail s'attache à réduire l'indice de criticité par des actions qui visent :

- ① la réduction de la probabilité d'occurrence
- ② la réduction de la probabilité de non détection
- ③ la réduction de la gravité de l'effet de défaillance

III.5.5.7. Suivi des actions prises et la réévaluation de criticité

C'est le moment de vérité pour la méthode. Un nouvel indice de criticité est calculé de la même façon que lors de la première évaluation, en prenant en compte les actions prises. L'objectif de cette réévaluation est de déterminer l'impact et l'efficacité des actions prises. Le nouvel indice de criticité doit être donc inférieur au seuil criticité.

III.5.5.8. Présentation des résultats

Pour voir effectuer et appliquer l'AMDEC, l'entreprise utilise des tableaux conçus spécialement pour le système étudié et préparés en fonction des objectifs recherchés. Ces tableaux sont habituellement disposés en formes de colonnes et contiennent en général les informations nécessaires pour réaliser l'étude.

Tableau III.6 : Illustration d'un tableau AMDEC

Fonction du produit, ou opération du processus	Mode d'une défaillance potentielle	Effet de la défaillance	Causes Possibles de la défaillance	Évaluation		Actions préventives		Résultats	
						Recommandées	Prises		

III.6. Conclusion

La méthode AMDEC est un outil structuré et efficace pour anticiper les défaillances, améliorer la fiabilité des systèmes et renforcer la maîtrise des risques. Elle permet de hiérarchiser les priorités d'action et de prévenir les incidents grâce à une analyse rigoureuse. Toutefois, son efficacité dépend largement de la rigueur de sa mise en œuvre, de l'implication des équipes pluridisciplinaires et du suivi régulier des plans d'action. Malgré quelques contraintes liées à sa complexité et aux ressources qu'elle mobilise, l'AMDEC reste une méthode performante, adaptable à différents domaines (produit, procédé, service) et particulièrement utile dans une stratégie globale de gestion des risques.

Chapitre IV

Application de la methode AMDEC

sur un chariot élévateur

IV.1. Introduction

Les chariots élévateurs, bien qu'essentiels aux opérations de manutention, présentent divers risques pour la sécurité des opérateurs et de l'environnement de travail. Leur utilisation inadéquate ou des défaillances techniques peuvent être à l'origine d'accidents graves.

Dans le cadre de notre étude, nous avons mené une analyse des chariots élévateurs au sein de l'entreprise portuaire de Skikda. Cette démarche nous a permis d'identifier un certain nombre de défaillances techniques et organisationnelles. Afin d'évaluer la criticité de ces défaillances et d'en dégager des priorités d'action, nous avons appliqué la méthode d'analyse AMDEC.

IV.2. Présentation de l'Entreprise Portuaire de Skikda

L'Entreprise Portuaire de Skikda, bénéficiant d'une position stratégique dans le bassin méditerranéen et au niveau national, joue un rôle clé en desservant plusieurs wilayas du pays. Son activité revêt une importance économique majeure.

Construit en 1861 durant la période coloniale, l'Entreprise Portuaire de Skikda est devenu aujourd'hui l'un des fleurons de l'économie nationale et un maillon essentiel d'un pôle intégré dédié aux hydrocarbures, contribuant activement à l'essor et au développement économique de l'Algérie. Il s'agit d'un port de commerce situé dans la partie sud de la baie de Stora, s'étendant sur une superficie de 35 hectares. Il est délimité au nord par la grande jetée, ancrée à l'est sur la pointe de Skikda et orientée légèrement en décalage par rapport à la côte ; à l'est, par le massif de Skikda ; et à l'ouest, par le môle du Château Vert, qui laisse une passe d'entrée d'environ 130 mètres de large.

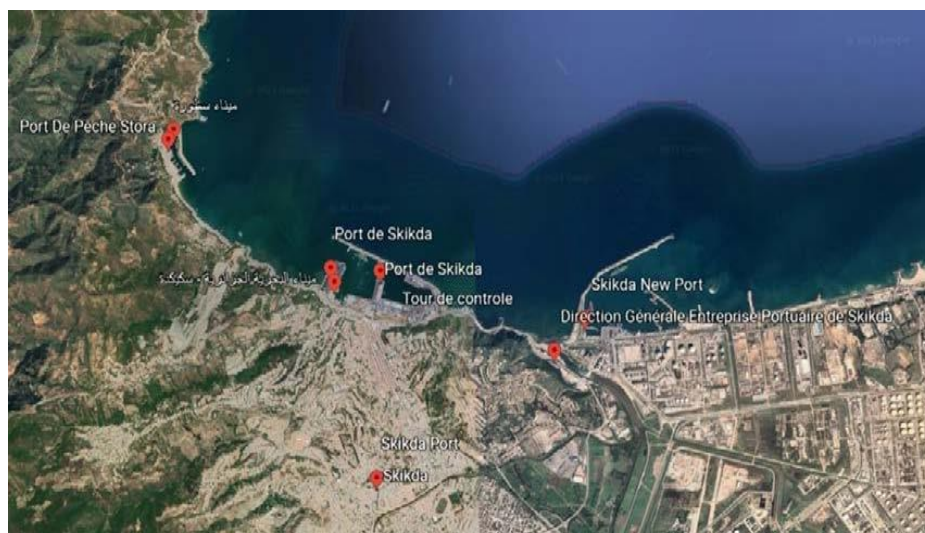


Figure IV.1: Situation géographique de l'entreprise portuaire de Skikda

La figure ci-dessous illustre l'organigramme de l'entreprise Portuaire de Skikda:

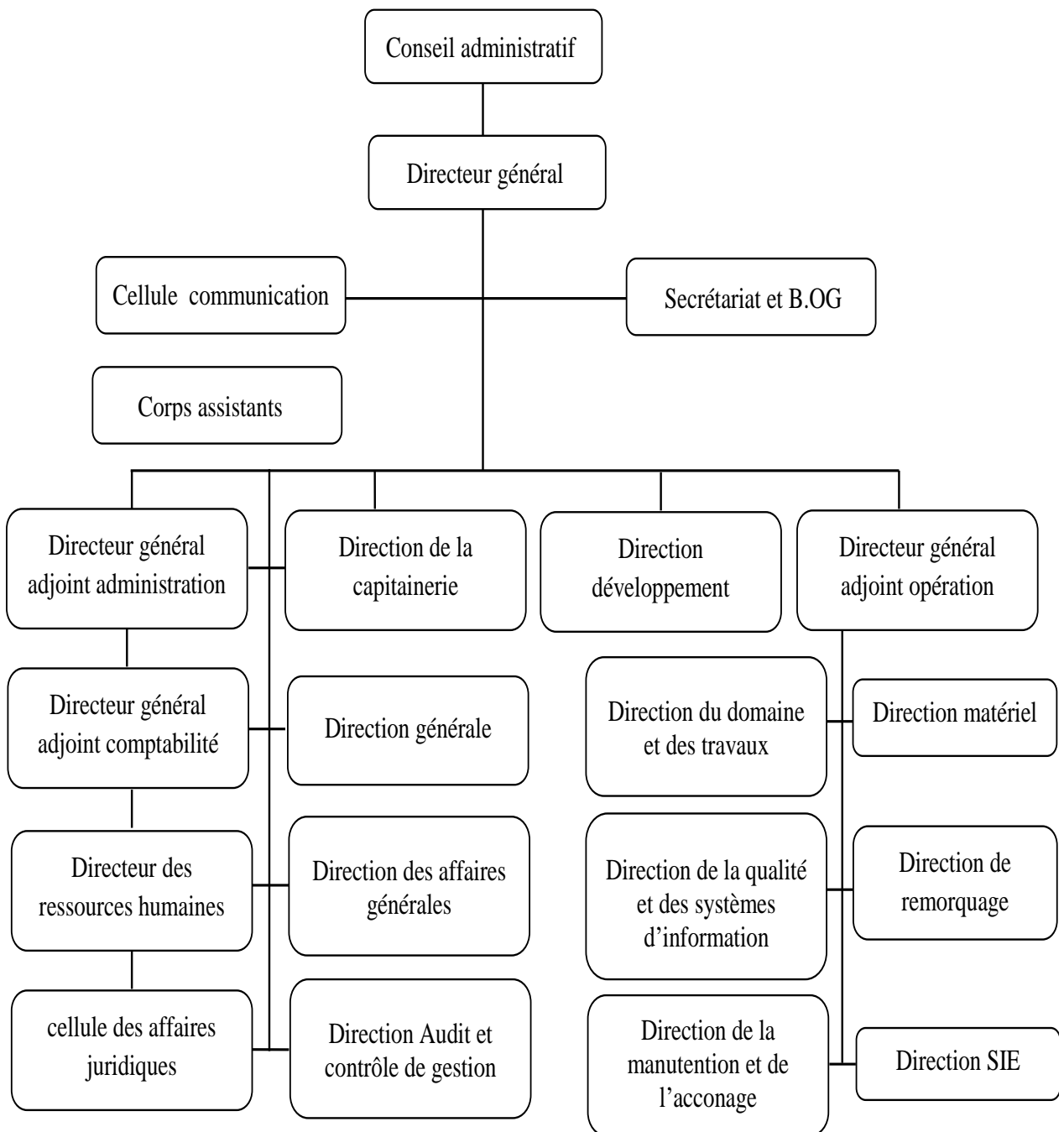


Figure IV.2 : Organigramme de L'entreprise Portuaire de Skikda

IV.3. Accidents survenus dus à la manutention

Selon le bilan des accidents de travail de l'année 2024 de l'Entreprise Portuaire de Skikda, le nombre d'accidents liés à la manutention est estimé à 44. Ce chiffre correspond au nombre d'accidentés appartenant à la catégorie des Ouvriers Manutentionnaires (OM), la plus exposée aux risques en raison de la nature de leurs tâches (manutention manuelle, charges lourdes, environnement encombré, etc.).

Par ailleurs, la Direction de la Manutention et d'Acconage (DMA) est la structure la plus touchée avec 53 accidents, dont 26 survenus lors de la manipulation de marchandises particulièrement dangereuses comme le fer.

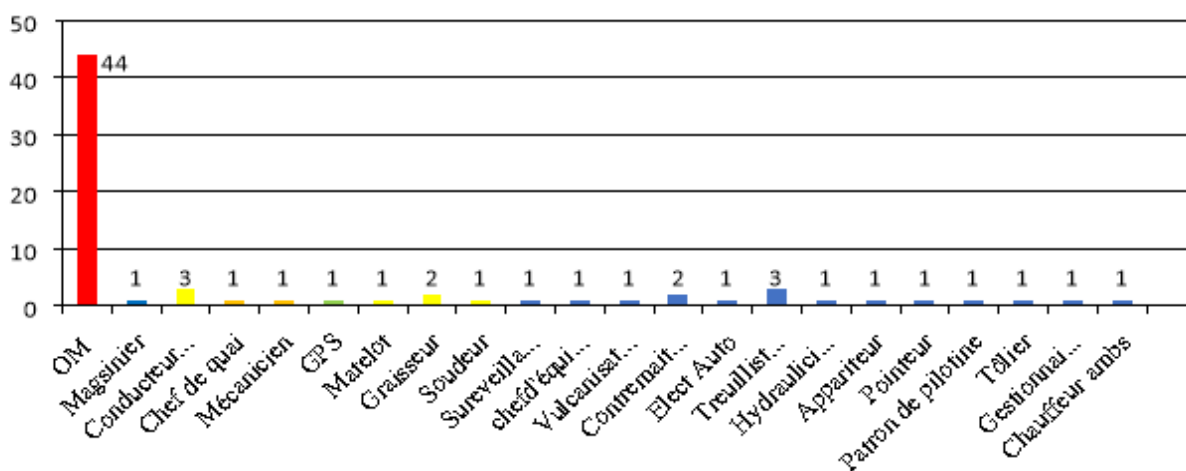


Figure IV.3 : Accidents survenus selon la fonction

Les accidents sont répartis selon la représentation graphique comme suit:

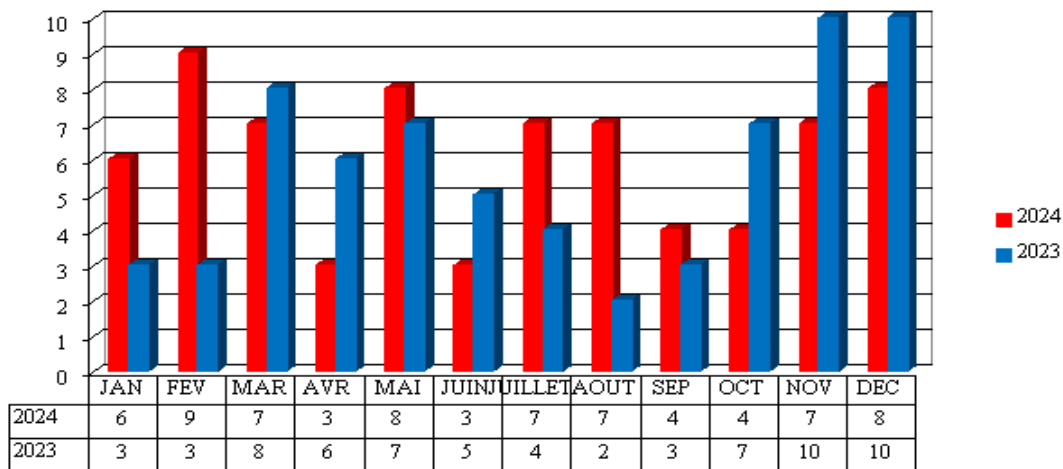
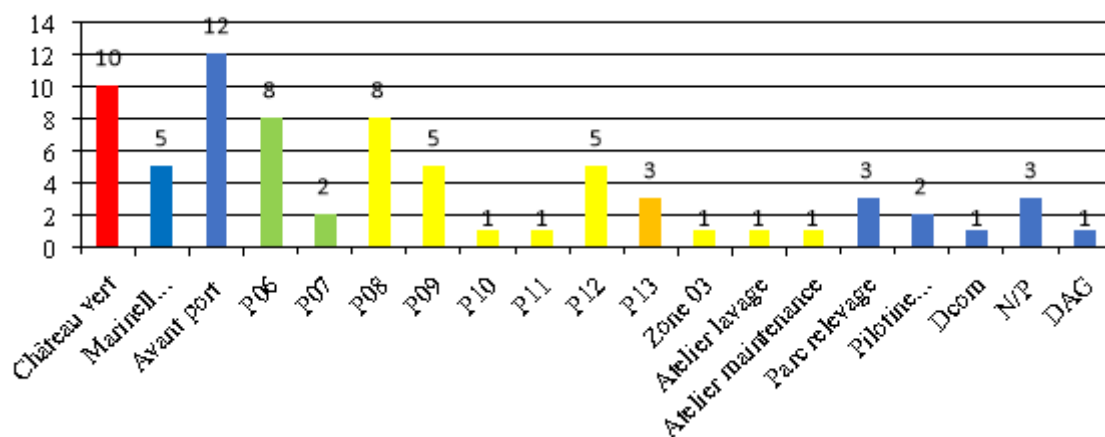


Figure IV.4: Statistiques des accidents survenus dus à la manutention

D'après la Figure IV.4, l'analyse comparative du nombre d'accidents entre 2023 et 2024 montre une hausse notable des incidents durant le premier semestre 2024, notamment en janvier et février, ce qui peut traduire une reprise d'activité sans mesures de prévention suffisantes ou une sensibilisation insuffisante en début d'année. En revanche, une amélioration est observée à partir de septembre 2024, suggérant la mise en place de mesures correctives efficaces. A l'inverse, l'année 2023 se distingue par un pic préoccupant d'accidents en fin d'année, particulièrement en novembre et décembre, révélant un possible relâchement des consignes de sécurité ou une surcharge de travail. Ces variations soulignent l'importance de maintenir un dispositif de prévention rigoureux et continu tout au long de l'année, en adaptant les actions aux périodes critiques.

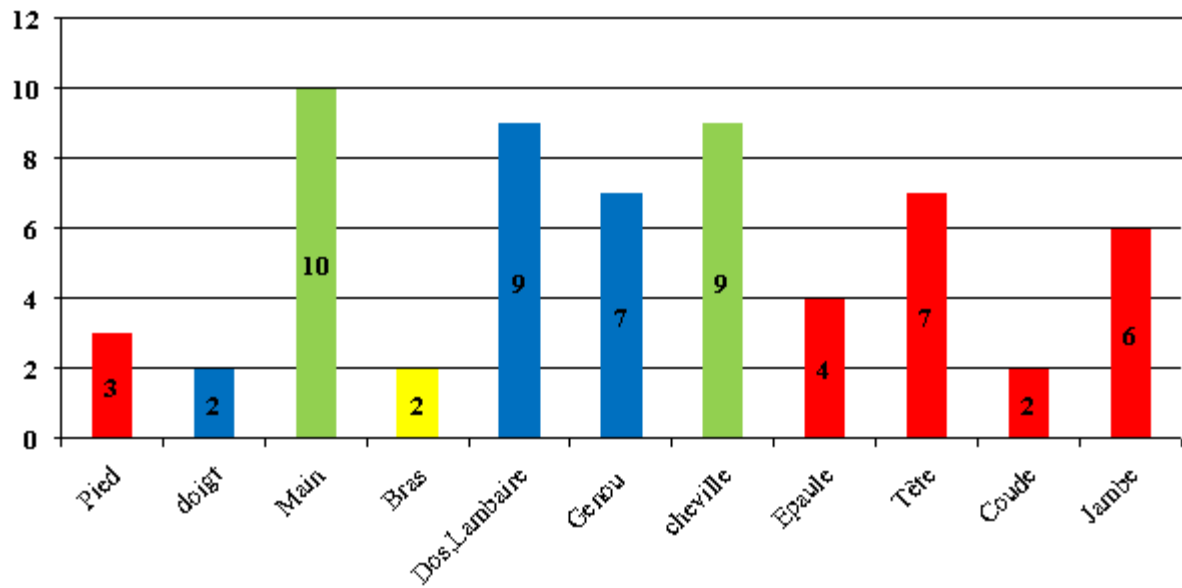
La figure suivante présente des accidents survenus selon le lieu :



FigureIV.5: Lieu de survenue des accidents

D'après la figure Figure IV.5, l'analyse de la répartition des accidents selon le lieu de survenue montre que les sites les plus touchés sont l'Atelier port avec 12 accidents, suivi du Château Vert (10 accidents) et de P06 et P08 avec 8 accidents chacun. Ces zones concentrent à elles seules une part importante des incidents, ce qui peut s'expliquer par une activité intense, des conditions de travail à risque ou une application insuffisante des mesures de sécurité. D'autres secteurs tels que P09, P12, et P07 enregistrent également un nombre non négligeable d'accidents (entre 5 et 6). En revanche, certains secteurs comme Zone 03, Atelier mécanique, Périphérie, Plomberie, Décontamination (Decom), VIP, et DAG présentent un nombre plus réduit d'accidents (entre 1 et 3), ce qui peut témoigner un niveau de risque plus faible due à une meilleure gestion de la sécurité.

La figure ci-dessous illustre le siège de la lésion de survenue de l'accident :



FigureIV.6 : Siège des lésions enregistrées lors des accidents

La des figure IV.6 montre que, selon l'analyse des accidents en fonction du siège lésions, les victimes ont été principalement touchées aux membres inférieurs et supérieurs.

IV.4. Elaboration d'un check-list

Nous avons élaboré un check-list remis au pilote du processus HSE afin de vérifier le bon fonctionnement et le suivi de l'équipement (chariot élévateur).

Le chariot élévateur de type tout-terrain a fait l'objet de notre étude.



Figure IV.7 : Chariot élévateur tout-terrain

Tableau IV.1 : Elaboration d'un check-list

Check-list			
1. Inspection générale	Oui	Non	Observation
Etat des pneus		×	Pression insuffisante
Goujons	×		
Dégât matérielle		×	Fissures pouvant nuire à la sécurité
Extincteur	×		
2. Contrôle des niveaux :			
Niveau d'huile moteur	×		
Niveau liquides de refroidissement		×	Niveau insuffisant
Niveau d'huile de convertisseur	×		
Niveau d'huile hydraulique	×		
Niveau de graisse		×	Graisse insuffisante
Niveau huile de frein	×		
Niveau de gasoil		×	Niveau bas
3. Fonctionnement système de sécurité :			
Klaxon	×		
Bip de recule	×		
Feux de route	×		
Feux de travail	×		
Rétroviseurs	×		
Frein de stationnement	×		
Camera de recule		×	Image floue
Feux de recule	×		
Frein service		×	Frein faible
Etat d'essui-glace	×		
4. Fuites :			
Fuite d'huile moteur	×		Présence de fuite d'huile
Fuite d'eau		×	

Fuite d'huile hydraulique		×	
Fuite d'huile de convertisseur	×		Fuite détectée

IV.4.1. Plan d'action correctif

Suite aux non-conformités relevées à l'aide du check-list que nous avons nous-mêmes établie, le plan d'action mis en place a permis d'identifier 12 anomalies majeures affectant à la fois la sécurité, la performance mécanique et le bon fonctionnement de l'équipement.

Le plan d'action présenté fait suite à une inspection technique rigoureuse, permettant d'identifier 12 anomalies majeures touchant à la fois la sécurité, l'état mécanique et le bon fonctionnement de l'équipement. Ce document démontre une approche méthodique en attribuant à chaque non-conformité une action corrective précise, un responsable désigné, un délai d'exécution clair et les ressources nécessaires à sa mise en œuvre.

Les actions urgentes (pression des pneus, niveaux de fluides, graissage, carburant) sont planifiées pour une intervention immédiate par le service maintenance ou les conducteurs, ce qui reflète une bonne réactivité face aux anomalies pouvant entraîner des arrêts imprévus ou des risques pour l'opérateur.

Les anomalies plus complexes (fissures structurelles, dysfonctionnement du frein de service, fuites hydrauliques ou moteur) nécessitent des interventions spécialisées avec des délais allant de 1 à 2 jours. L'implication de divers services (atelier, service hydraulique, HSE, électriciens, mécaniciens) garantit une répartition claire des responsabilités.

En outre, le tableau prévoit les ressources matérielles et humaines adéquates (pièces de rechange, outils, main-d'œuvre qualifiée), ce qui montre une bonne anticipation des besoins pour mener à bien les réparations.

Le tableau suivant illustre le plan d'action :

Tableau IV.2 : Plan d'action

N°	Anomalie constatée	Action corrective proposée	Responsable	Délai	Ressources nécessaires
1	Pression insuffisante des pneus	Vérifier et regonfler les pneus selon les normes du constructeur	Service maintenance	Immédiat	Compresseur, manomètre
2	Fissures sur la structure	Inspection approfondie + réparation ou remplacement de la pièce	Bureau technique / atelier	2 jours	Soudeur qualifié, pièces de rechange
3	Extincteur absent et non conforme	Installer et remplacer l'extincteur conforme à la norme en vigueur	HSE	1 jour	Extincteur neuf
4	Niveau bas de liquide de refroidissement	Faire l'appoint de liquide	Service maintenance	Immédiat	Liquide de refroidissement
5	Graisse insuffisante	Graissage complet des points de lubrification	Service maintenance	Immédiat	Graisse industrielle, pistolet à graisse
6	Niveau de gasoil bas	Faire le plein	Conducteur / maintenance	Immédiat	Carburant
7	Caméra de recul – image floue	Nettoyage ou remplacement de la caméra	Service électrique	2 jours	Caméra / chiffon, produit de nettoyage
8	Frein de service faible	Vérifier et régler ou changer les plaquettes	Mécanicien spécialisé	1 jour	Kit de frein, outils mécaniques
9	Fuite d'huile moteur	Détection et colmatage de la fuite	Mécanicien moteur	1 jour	Joints, clé, bac de récupération
10	Fuite d'huile de convertisseur	Contrôle de l'étanchéité, réparation	Service hydraulique	2 jours	Joint, huile spéciale
11	Fuite d'huile hydraulique	Inspection du circuit + réparation	Service hydraulique	2 jours	Tuyaux hydrauliques, joints
12	Fuite d'eau	Identifier origine et colmater	Plombier industriel	1 jour	Joints, mastic

IV.5. Application de la méthode AMDEC à l'analyse des risques d'un chariot élévateur

La méthode AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) est l'une des approches les plus pertinentes pour l'analyse des équipements industriels, notamment dans le cas des chariots élévateurs.

Tableau IV.3 : Application et résultats de la méthode AMDEC

Composants	Fonction	Mode de Défaillance	Cause	Effet	G	F	D	C	Action corrective	Pilote	G'	F'	D'	C'
Mât	Lever/abaisser les charges	Blocage ou rupture	Défaut hydraulique / usure	Impossibilité de lever la charge	4	2	3	24	Inspection régulière	Technicien de maintenance	3	2	2	12
Vérins de levage	Assurer le mouvement vertical	Fuite d'huile\ Perte de pression	Usure des joints, défaut hydraulique	Impossibilité de lever/abaisser la charge	4	2	3	24	Maintenance préventive, contrôle de pression	Technicien de maintenance	2	2	2	8
Vérin d'inclinaison	Incliner le mât/fourches	Blocage ou fuite	Corps de vérin endommagé	Charge instable	3	2	3	18	Vérification périodique	Technicien de maintenance	2	2	2	8
Fourches	Saisir/manutentionner les charges	Usure, fissure	Surcharge / matériau fatigué	Chute de charge	4	3	3	36	Remplacement périodique	Technicien de maintenance	3	2	2	12
Pneus	Mobilité et stabilité	Usure / éclatement	Sol inadapté / surcharge	Perte d'adhérence ou basculement	3	3	3	27	Contrôle Périodique	Technicien de maintenance	2	2	2	8
Volant	Contrôle directionnel	Blocage / jeu	Usure / défaut fabrication	Perte de contrôle	4	1	3	12	Contrôle Périodique	Technicien de maintenance	2	1	1	2
Siège	Siège conducteur	Casse / instabilité	Fatigue matériau / surcharge	Blessure Et maladie pour l'opérateur	2	2	2	8	Remplacement à fréquence fixe	Technicien de maintenance	1	1	1	1
Source d'énergie	Fournir la puissance	Batterie vide / fuite gaz	Mauvais entretien Fuite	Arrêt du chariot / risque d'incendie	4	2	4	32	Contrôle batterie / réservoir	Technicien de maintenance	2	1	2	4

Dosseret de charge	Empêcher la chute de la charge vers l'arrière	Fissure / absence	Mauvais montage / choc	Risque de chute de la charge	4	2	3	24	Vérification du montage et fixation	Responsable sécurité	2	2	2	8
Klaxon	Alerter les piétons	Ne fonctionne pas	Déconnexion / panne électrique	Risque de collision	4	2	3	24	Contrôle périodique de fonctionnement	Conducteur / technicien	2	1	2	4
Avertisseur de recul	Avertir pendant la marche arrière	Silence / bruit faible	Défaut de haut-parleur / câblage	Non détection du chariot en recul	4	2	3	24	Remplacement des éléments défectueux	Technicien électricien	2	1	2	4
Toit (Structure protectrice)	Protéger l'opérateur contre la chute d'objets	Déformation / corrosion	Impact / oxydation	Blessure grave à l'opérateur	4	1	2	8	Inspection de structure + traitement antirouille	Technicien maintenance	2	1	2	4
Gyrophare	Alerter visuellement	Ne s'allume pas / cassé	Ampoule grillée / mauvais contact	Non-visualisation du danger	3	2	3	18	Vérification électrique régulière	Électricien industriel	2	1	2	4
Superstructure	Sécurité globale du poste de conduite	Jeu / corrosion	Vieillessement, impact	Perte de protection	3	1	2	6	Vérification visuelle et entretien de la structure	Technicien maintenance	2	1	1	2
Siège avec suspension	Confort et réduction des vibrations	Suspension cassée	Usure / surcharge	Fatigue ou douleur chez l'opérateur	2	2	3	12	Remplacement du système de suspension	Atelier maintenance	1	1	2	2
Dispositif de retenue (ceinture)	Maintien de l'opérateur en cas de choc	Usure / non-fonctionnement	Ceinture déchirée ou bloquée	Éjection ou blessure grave	4	2	3	24	Contrôle et remplacement obligatoire	Responsable sécurité	2	1	2	4

Le tableau présente une grille d'évaluation des défaillances selon leur niveau de criticité (C), permettant d'orienter les décisions en matière de maintenance, d'amélioration ou de modification de conception. Il est divisé en quatre classes de priorité croissante, facilitant l'interprétation et la hiérarchisation des risques.

Tableau IV.4 : Classement décroissant par priorité

Criticité (C)	Niveau	Explication
$1 < C < 10$	Criticité négligeable	Aucun besoin de modifier le design. Maintenance corrective simple
$10 \leq C < 20$	Criticité moyenne	Améliorations possibles. Maintenance préventive recommandée
$20 \leq C < 40$	Criticité élevée	Interventions urgentes. Revoir conception ou maintenance rigoureuse
$40 \leq C \leq 50$	Criticité interdite	Danger inacceptable. Revoir totalement la conception

Résultats et Commentaires :

Chaque niveau de criticité correspond à un degré de gravité spécifique, impliquant des actions adaptées que l'on peut résumer comme suit :

- Pour une criticité négligeable ($1 < C < 10$), aucune modification majeure n'est requise : une simple maintenance corrective suffit.
- Un niveau de criticité moyen ($10 \leq C < 20$) indique des possibilités d'amélioration. La mise en place d'une maintenance préventive devient alors souhaitable pour éviter l'aggravation du problème.
- Lorsque la criticité est élevée ($20 \leq C < 40$), des actions urgentes s'imposent, pouvant aller jusqu'à une révision de la conception ou à un renforcement des pratiques de maintenance.
- Enfin, un niveau de criticité très élevé ($40 \leq C \leq 50$) correspond à un danger inacceptable. Une refonte complète de la conception est impérative pour éliminer tout risque majeur.

Le tableau IV.5 classe les composants d'un chariot élévateur en fonction de leur niveau de criticité (C), afin de prioriser les actions correctives nécessaires à leur bon fonctionnement et à la sécurité de l'ensemble. Il distingue trois niveaux de criticité : élevé, moyen et négligeable, chacun associé à des recommandations d'intervention adaptées.

Tableau IV.5 : Classification des Composants par Criticité

Composant	Criticité (C)	Niveau de criticité	Action corrective proposée
Fourches	36	Criticité élevée	Remplacement périodique
Source d'énergie	32	Criticité élevée	Contrôle batterie / réservoir
Pneus	27	Criticité élevée	Contrôle périodique
Vérin d'inclinaison	18	Criticité moyenne	Vérification périodique
Gyrophare	18	Criticité moyenne	Vérification électrique régulière
Siège avec suspension	12	Criticité moyenne	Remplacement du système de suspension
Mât	24	Criticité élevée	Inspection régulière
Vérins de levage	24	Criticité élevée	Maintenance préventive, contrôle de pression
Klaxon	24	Criticité élevée	Contrôle périodique de fonctionnement
Avertisseur de recul	24	Criticité élevée	Remplacement des éléments défaillants
Dispositif de retenue (ceinture)	24	Criticité élevée	Contrôle et remplacement obligatoire
Dosseret de charge	24	Criticité élevée	Vérification du montage et fixation
Volant	12	Criticité moyenne	Contrôle périodique
Siège	8	Criticité négligeable	Remplacement à fréquence fixe
Superstructure	6	Criticité négligeable	Entretien de la structure
Toit (Structure protectrice)	8	Criticité négligeable	Traitement antirouille + vérification de la structure

Résultats et Commentaires :

Les composants présentant une criticité élevée ($C \geq 24$), tels que les fourches, pneus, mât, vérins de levage ou dispositifs de sécurité (ceinture, avertisseur de recul, klaxon), nécessitent des contrôles fréquents, des remplacements périodiques, ou une maintenance préventive

rigoureuse. Ces éléments sont essentiels au bon fonctionnement et à la sécurité de l'équipement, d'où la nécessité d'interventions systématiques.

Les éléments à criticité moyenne ($12 \leq C < 20$), comme les vérins d'inclinaison, le gyrophare, le volant ou le siège avec suspension, demandent une surveillance et une inspection régulière et, dans certains cas, un remplacement ciblé pour maintenir un bon niveau de performance et de confort.

Enfin, les composants classés en criticité négligeable ($C < 10$), tels que le siège fixe, la superstructure ou le toit, nécessitent seulement un entretien courant ou des actions préventives simples (ex. : traitement antirouille), sans urgence immédiate.

Cette classification permet de planifier efficacement les interventions, de concentrer les efforts de maintenance sur les composants les plus critiques, et de garantir à la fois la sécurité de l'opérateur et la fiabilité du chariot élévateur.

IV.5.1. Plan d'action correctif

Le tableau ci-dessous illustre un plan d'action correctif (remplacement de pièces) et préventif (inspections et maintenance), issu de l'application de la méthode AMDEC, visant à corriger les défaillances critiques relevées sur les chariots élévateurs.

Tableau IV.6: Plan d'action

Action	Responsable	Période	Investissement prévisionnel (KDA)	Commentaires
Remplacer les fourches usées ou fissurées	Technicien maintenance	Annuelle	500	Risque élevé de chute de charge
Inspection complète du système hydraulique (vérins de levage/inclinaison)	Technicien maintenance	Mensuel	300	Perte de pression constatée
Contrôle et remplissage du réservoir de batterie	Technicien maintenance	Mensuel	150	Risque d'arrêt brutal ou incendie
Vérification de la ceinture de sécurité et remplacement si nécessaire	Atelier maintenance	Journalière	80	L'opérateur n'était pas retenu
Réparation ou remplacement du klaxon	Electricien industriel	Mensuel	50	Aucun avertissement sonore au moment de l'accident
Formation de sensibilisation à la sécurité pour les conducteurs	Responsable HSE	Trimestriel	1000	Prévention des comportements à risque
Inspection visuelle de la superstructure et du toit	Technicien maintenance	Trimestriel	0	Vérification d'éventuelles déformations ou corrosion
Mise à jour de l'analyse AMDEC	Responsable / HSE	Chaque 6 mois	0	Recalcul des criticités et priorisation
Mise en place d'un suivi mensuel de l'état des chariots Check List	Conducteur HSE	Mensuel	0	Intégration dans le plan de maintenance préventive

Résultats et Commentaires :

Le tableau IV.6 a permis de constater que :

- Les équipements présentant des défaillances, tels que les fourches, les vérins hydrauliques, la ceinture de sécurité ou le klaxon, font l'objet de remplacements ciblés. Ces interventions ont pour objectif de réduire des risques graves, notamment la chute de charge, la perte de contrôle de l'engin ou l'absence d'avertissement sonore en cas de danger.
- L'inspection régulière du système hydraulique et de la batterie vise à détecter en amont toute anomalie pouvant compromettre la sécurité ou perturber le bon fonctionnement des chariots élévateurs.
- La formation des conducteurs, la mise à jour semestrielle de l'analyse AMDEC, ainsi que la mise en place d'un contrôle mensuel à l'aide d'un check-list, contribuent à une gestion anticipative des risques, en intégrant le facteur humain et en assurant la traçabilité des actions menées.
- Le plan combine des actions à faible coût (50 à 300 KDA) avec d'autres plus stratégiques comme la formation (1000 KDA), reflétant une démarche reposant sur la maîtrise des coûts et l'exigence en matière de sécurité.
- Les fréquences d'intervention (journalière, mensuelle, trimestrielle, semestrielle ou annuelle) ont été établies en tenant compte du degré de criticité des défaillances identifiées, garantissant ainsi une gestion efficace et hiérarchisée des priorités.

IV.6. Conclusion

L'étude réalisée au sein de l'Entreprise Portuaire de Skikda a abouti à l'élaboration et à la mise en place d'une stratégie structurée et adaptée, visant à améliorer la sécurité d'utilisation des chariots élévateurs.

Les résultats obtenus ont permis :

- D'identifier 12 anomalies majeures affectant la sécurité et la performance des chariots élévateurs, grâce à un check-list de contrôle rigoureuse.
- De mettre en œuvre un plan d'action correctif détaillé pour chaque non-conformité détectée.
- D'appliquer l'analyse AMDEC afin de hiérarchiser les défaillances selon leur criticité, mettant en évidence les composants les plus sensibles tels que les fourches, les vérins, les freins et les dispositifs de sécurité.
- D'établir une classification des niveaux de criticité, facilitant la priorisation des actions correctives et contribuant à une gestion plus efficace des risques.

- D'adopter un plan d'action structuré, comportant des mesures correctives (remplacement de pièces) et préventives (inspections et maintenance), visant à corriger de manière ciblée les défaillances critiques identifiées sur les chariots élévateurs.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les chariots élévateurs jouent un rôle central dans les opérations portuaires mais présentent des risques élevés en cas de défaillances techniques ou d'une mauvaise utilisation.

L'étude menée au sein de l'Entreprise Portuaire de Skikda a mis en évidence l'importance vitale de la sécurité dans l'utilisation des chariots élévateurs. Ces engins, bien qu'indispensables au bon déroulement des opérations de manutention, représentent également une source significative de risques lorsqu'ils ne sont pas utilisés dans des conditions optimales. En effet, leur maniement exige une vigilance constante, une maintenance rigoureuse et une organisation efficace. Toute négligence, qu'elle soit d'ordre technique ou humaine, peut entraîner des conséquences graves pour les conducteurs, le personnel environnant, ainsi que pour la continuité des activités portuaires.

Un check-list a été élaboré afin d'assurer un suivi rigoureux de l'état des chariots élévateurs, a permis de détecter 12 anomalies majeures impactant la sécurité, les performances mécaniques et le bon fonctionnement global de ces équipements.

Pour y remédier, un plan d'action correctif détaillé a été mis en place, définissant pour chaque non-conformité une action ciblée, un responsable désigné, un délai d'exécution précis et les ressources matérielles ou humaines nécessaires.

Parallèlement, l'application de la méthode AMDEC a permis d'analyser et de hiérarchiser les modes de défaillance selon leur criticité, facilitant ainsi la priorisation des interventions. Les composants jugés les plus critiques, notamment les fourches, les vérins, les freins et les dispositifs de sécurité, font l'objet de recommandations strictes en matière de maintenance préventive et de remplacement périodique.

Une classification structurée des niveaux de criticité a également été établie, permettant de distinguer les situations nécessitant une intervention urgente de celles qui relèvent d'un suivi moins immédiat, contribuant ainsi à une gestion optimisée des risques techniques et organisationnels.

L'adoption d'un plan d'action structuré, intégrant des mesures correctives et préventives, a permis de résoudre de manière efficace les défaillances critiques relevées sur les chariots élévateurs.

En résumé, l'étude menée au sein de l'Entreprise Portuaire de Skikda a abouti à la mise en œuvre d'une stratégie cohérente et ciblée visant à renforcer la sécurité des chariots élévateurs. L'élaboration d'une check-list de contrôle, l'établissement d'un plan d'action détaillé ainsi que l'application rigoureuse de la méthode AMDEC ont permis d'identifier les défaillances critiques, de prioriser les interventions et de définir des actions correctives adaptées. Cette approche globale contribue efficacement à la réduction des risques, à l'amélioration des pratiques de maintenance et à la fiabilité opérationnelle de ces équipements essentiels au bon déroulement des activités portuaires.

Afin d'améliorer la sécurité, la fiabilité et les conditions d'utilisation du chariot élévateur, les recommandations suivantes sont proposées :

- 1. Etablir un calendrier d'entretien régulier** pour les composants critiques tels que les freins, pneus, vérins, fourches et direction.
- 2. Contrôler systématiquement le système de levage et d'inclinaison** afin de prévenir les blocages ou situations d'instabilité.
- 3. Former les opérateurs à la conduite sécuritaire**, au respect de la charge maximale autorisée et aux gestes de prévention.
- 4. Organiser des sessions de recyclage annuelles** accompagnées d'évaluations régulières des compétences.
- 5. Sensibiliser les conducteurs aux zones à risque** et à l'importance de respecter la signalisation au sol.
- 6. Imposer une check-list quotidienne avant chaque prise de service**, incluant la vérification des pneus, freins, source d'énergie, signaux sonores et visibilité.
- 7. Documenter et signaler immédiatement toute anomalie constatée**, afin d'assurer une traçabilité et une réaction rapide.
- 8. Installer des sièges avec suspension** pour réduire l'exposition aux vibrations et améliorer le confort de conduite.

9. Garantir une visibilité optimale depuis le poste de conduite, en assurant le bon état des vitrages et dispositifs d'éclairage.

10. Fournir les équipements de protection individuelle adaptés (gants, gilets fluorescents, casques) et en imposer l'usage.

11. Respecter les consignes de montée et de descente du chariot élévateur par les conducteurs.

12. Interdire la présence de toute personne autre que le conducteur sur le chariot élévateur.

13. Assurer une formation annuelle des conducteurs de chariots élévateurs avec mise à jour de leur habilitation.

Références bibliographiques

- Institut Algérien de Normalisation IANOR. (2024). CTN 17 : Grues et engins de levage. Récupéré sur [ianor.dz](https://www.ianor.dz/wp-content/uploads/2024/02/CTN-17-Grues-et-engins-de-levage.pdf): <https://www.ianor.dz/wp-content/uploads/2024/02/CTN-17-Grues-et-engins-de-levage.pdf>.
- (INRS), I. n. (2012). Chariots automoteurs de manutention à conducteur porté – Évaluation et prévention des principaux risques lors de l'utilisation (ED 949). France : Institut national de recherche et de sécurité (INRS).
- OIT., I. (2018). Santé et sécurité au travail : principes et pratiques. OIT.
- AFNOR. (2019). Manutention manuelle et mécanisée : définitions et classifications. Association Française de Normalisation. AFNOR.
- AFNOR. (2019). NF X50-110 : Management des risques - Vocabulaire. Association Française de Normalisation. AFNOR.
- Akintoye.A, Beck.M, & Hardcastle.C. (2003). Public-Private Partnerships. Glasgow Caledonian University.
- Benhadji.S. (2014). Risque projet et méthodes de management des risques projet, Université El-Hadj Lakhdar - Batna.
- Bernier, S. (2003). La prévention des risques liés aux manutentions manuelles et mécaniques - S'organiser et apprendre à bien porter pour mieux se porter. Centre national de la recherche scientifique.
- Boukhrissi, M. (2015). AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité) appliquée à la STEP d'Ain El Houtz. Université Abou Bekr Belkaid - Tlemecen
- Bourareche.M. (2009). Apport des techniques floues et possibilistes à l'analyse semiquantitative des risques industriels. Université EL Hadj Lakhdar - Batna.
- Bouzeria, N. (2013). Identification et évaluation des risques de l'activité de la manutention au sein de l'entreprise portuaire de Bejaïa (EPB). Université Abderrahmane Mira-Bejaïa.
- Brunet, A. (2018). Manutention et levage : sécurité des travailleurs en milieu industriel. . Lyon: Presses de l'INSA.
- Calderonne, A. (25 janvier 2000). Equipement de levage pour le LHC. Chamonix, France: Organisation européenne pour la recherche nucléaire.
- CEI. (2001). études de danger et d'exploitabilité (étude HAZOP)_guide d'application.
- Chateau, D. (2017). Accidents de travail : analyse des causes et prévention. Paris .

- Chinniah, Y, & Burlet-Vienney, D. (2018). Santé et sécurité du travail en manutention. Québec: IRSST.
- Collomp.R. (2008). Pilotage de la performance du circuit du médicament au travers du management des risques iatrogènes. Paris: l'Ecole des Mines de Paris.
- Conseil, L. (2019). Préparation de commande : équipements et ergonomie. Logistique Conseil.
- Coutarel, F, & Garrigou, A. (2016). Toxicologie et prévention des risques chimiques au travail. Éditions Techniques de l'Ingénieur.
- Dejean, J.-L. (2016). Sécurité des opérations de levage : prévention et réglementation. . Paris: Editions Lavoisier.
- Dufour, A, & Lemoine, S. (2019). Analyse des accidents du travail : méthodes et pratiques de prévention. Paris: Editions Liaisons.
- Eddine, D. H. (Juin 2019). Etude des risques technologiques liés au levage et. Université badji mokhtar - Annaba.
- Eddine, D. H. (Juin 2019). Etude des risques technologiques liés au levage et manutention. Université Badji Mokhtar- Annaba.
- Bouchemala et Hanachi. (2019). Les risques liés aux travaux de levage et manutention, Les mesures de prévention et protection (Dans unité industrielle) Université Badji Mokhtarv- Annaba.
- Feddaoui, Y., & Merabet, I. E. (2019). Étude des principaux risques industriels dans un poste de travail. Récupéré sur Université d'Annaba: <https://biblio.univ-annaba.dz/...Feddaoui-Youcef-Merabet-Imed-Eddine.pdf>.
- Giraud, J, & Michel, C. (2015). Santé et sécurité au travail. Editions Dunod.
- Hadid, L. (2021). étude sur la sécurité et les risques de manutention portuaire en algérie: cas du port de skikda. Revue algérienne de sécurité industrielle.
- INRS. (2019). Accidents du travail : causes et prévention. INRS.
- INRS. (2020). Engins de manutention : prévention des risques. Institut national de recherche et de sécurité. INRS.
- Jean-Pierre.D, François.F, et al. (2017). Méthode danalyse des risques.
- Digabel, L., & Houllier, F. (2004). Incorporation of wheat straw co-products into thermoplastic matrices: compatibility between filler and matrix and composite properties. University of Reims Champagne-Ardenne, UFR of Exact and Natural Sciences, Doctoral School of Science and Health, france.

- Leclerc, A, & Niedhammer, I. (2017). Conditions de travail et santé : liens et prévention. . Editions La Découverte.
- Leoni AG . (s.d.). (2020). Application de la méthode AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité. Récupéré sur Academia: https://www.academia.edu/13797677/Application_de_la_Méthode_AMDEC_Analyse.
- Matériel de manutention, appareil de levage - Espace Equipement. (2010). Récupéré sur espace-equipement: <https://www.espace-equipement.com/23-manutention>
- Micipsa, A. (2019). Etude et réalisation d'un chariot élévateur. Université Abderrahmane Mira, Bejaia,.
- OIT, O. i. (2020). Guide pratique sur la sécurité dans les ports. Genève.
- Pelletier, C. (2023) Appareils de levage. Récupéré sur techniques-ingenieur: <https://www.techniques-ingenieur.fr>
- Raouf, S. M. (2017). Amélioration de la prévention contre les risques électriques et choix. Université Badji Mokhtar - Annaba.
- Renaudin, P. (2015). Matériels et techniques de levage : guide de sécurité. Paris: Techniques de l'Ingénieur.
- Rhône-Alpes, C. (2020). Les équipements de levage et de manutention. CARSAT .
- Ulutas, B. H, & Ozkan, N. F. (2019). Assessing occupational risk factors for forklift drivers. Le Travail humain, 82(2), 129-149. research gate.

Annexes

Ce tableau illustre les réglementations et cadres normatifs :

N°	Réf NA	Année	Intitulé	Source
1	NA 30	2008	Equipement de stockage de produits en Vrac - Code de sécurité	ISO 8456
2	NA 932	2017	Crochets de levage - Nomenclature	ISO 1837 :2003
3	NA 933	2008	Chariots de manutention - Roues et roulettes - Vocabulaire	ISO 2163
4	NA 934	2008	Chariots élévateurs à fourche - Bras de fourche à tenons - Vocabulaire	ISO 2331
5	NA 937	2018	Chariots de manutention automoteurs - terminologie	ISO 5053 :2015
6	NA 939	2005	Engins de manutention continue - Code de sécurité - Règles générales	ISO 1819
7	NA 940	2008	Engins de manutention continue pour produit en Vrac - culbuteurs de Wagons (rotatifs ou à déchargement latéral ou longitudinal) - Code de sécurité	ISO 3265
8	NA 941	2008	Engins de manutention continue pour produit en Vrac - Tuyauterie flexible et raccords utilisés en manutention pneumatique - Code de sécurité	ISO 5031
9	NA 942	2008	Engins de manutention continue pour produits en Vac - Distributeurs à tambour cylindrique et distributeurs à tambour alvéolé - code de sécurité	ISO 5033
10	NA 943	2008	Engins de manutention continue pour produits en vrac- Pelles semis -automatiques- Code de sécurité	ISO 5034
11	NA 944	2008	Engins de manutention continue pour charge isolées - transporteurs à chine traîneuse ou porteuses de type biplan aire pour charges	ISO 5041
12	NA 945	2005	Engins de manutention continue pour charge isolées - transporteurs à chaîne charnière ou à plaques - code de sécurité	ISO 5042
13	NA 946	2005	Engins de manutention continue - Code de sécurité des transporteurs à courroie - Exemple de protection aux points d'enroulement	ISO/TR 5045

Le tableau suivant présente le rapport d'enquête d'accident au sein de l'entreprise Portuaire de skikda :

Rapport d'enquête d'accident	
FORM-MG-06-11-01	Page 01

Rapport d'accident

Direction : DRH	Lieu : Ancien port	Date : 08/05/2025
------------------------	---------------------------	--------------------------

A transmettre à :

Rapport établi par	xxxxxxx xxxxxx
Nom et Prénom du blessé	xxxxxxx xxxxxx
Adresse	Frères Lekhal cité 30 lgts BT A N° 5
Date et lieu de naissance	30/12/1999 à Ain Mlila
Sexe	M
État civil	M
Date de recrutement	07/07/2015
Matricule	03122
Direction	DRH
Niveau	C
Fonction	Chef de service et relations avec les caisses
Date de l'accident	08/05/2025
Heure de l'accident	12h15
Heures de travail effectuées avant l'accident	4h30
Est-ce qu'il a travaillé le jour précédent ?	Oui
Reste des heures de travail	04H15
Lieu de l'accident	En face DRH

Type de travail (travail posté, supplémentaires)	Travail journée 8h30
Tâche au moment de l'accident	En train de manipuler un colis lors d'une opération de manutention
Zone de travail	A terre
Causes de l'accident	Glissade ou déséquilibre survenue lors de la manipulation d'un objet lourd
Agent matériel	Charge encombrante manipulée manuellement
Action dangereuse	/
Situation dangereuse	
Automobile impliquée	/
Description de l'accident	Lors d'une opération de manutention, l'employé soulevait un colis volumineux sans assistance mécanique. En effectuant un mouvement de rotation pour le déposer, il a adopté une mauvaise posture, ce qui a entraîné une torsion au niveau du genou droit

Lésion	Entorse du genou droit
Siège de lésion	Genou droit
Nombre de jours perdus	Zéro jour
Domage sur l'environnement	/
Actions prises / Recommandations	Prise en charge immédiate de l'agent par le service médical. Évacuation vers le centre de soins le plus proche. Repos recommandé et surveillance médicale. Préconisation de formation sur les gestes et postures adaptés à la manutention
Actions préventives / Curatives / Correctives	/

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Abréviations

Introduction générale	1
Chapitre I: Généralités sur le levage et la manutention	
I.1. Introduction	3
I.2. Typologie de levage et manutention	3
I.2.1. Levage	3
I.2.1.1. Levage suspendu	3
I.2.1.2. Levage porté	4
I.2.1.3. Levage de charge et levage de personnes	5
I.3. Manutention	5
I.3.1. Manutention manuelle	5
I.3.2. Manutention mécanique	7
I.4. Principaux équipements de levage et de manutention	7
I.4.1. Grue	8
I.4.1.1. Différents types de grues	8
I.4.1.1.1. Grues à tour	9
I.4.1.1.2. Grues mobiles	9
I.4.1.1.3. Grues auxiliaires de chargement de véhicule	10
I.4.2. Pont roulant	10
I.4.2.1. Différents types de pont roulant	11
I.4.2.1.1. Pont Roulant Monopoutre	11
I.4.2.1.2. Pont Roulant Bipoutre	11
I.4.2.1.3. Pont Roulant Portique	11
I.4.3. Treuil	12

I.4.3.1. Différents types de treuils	12
I.4.3.1.1. Treuils manuels	12
I.4.3.1.2. Treuils mécaniques	13
I.4.3.1.3. Treuils hydrauliques	13
I.4.3.1.4. Treuils électriques	13
I.4.4. Palan	13
I.5. Chariot élévateur	14
I.5.1. Structure et composants d'un chariot élévateur	14
I.5.1.1. Mât	15
I.5.1.2. Vérin de Levage	15
I.5.1.3. Vérin d'inclinaison	15
I.5.1.4. Tablier d'équipement	16
I.5.1.5. Fourches	16
I.5.1.6. Dossieret d'appui de charge	16
I.5.1.7. Contrepoids	16
I.5.1.8. Source d'énergie	17
I.5.1.9. Pneus	17
I.5.1.10. Roues motrices	17
I.5.1.11. Roues directrices	17
I.5.1.12. Cabine de l'opérateur	17
I.5.1.13. Siège	18
I.5.1.14. Volant	18
I.5.1.15. Commandes hydrauliques	18
I.5.1.16. Plaque de charge	18
I.5.1.17. Toit de protection	19
I.5.2. Différents types de chariots élévateurs	19
I.5.2.1. Chariot élévateur tout-terrain	19
I.5.2.2. Chariot à mât rétractable	19

I.5.2.3. Gerbeur	20
I.5.2.4. Préparateur de commande	20
I.5.2.5. Transpalette	21
I.6. Conclusion	21
Chapitre II: Risques liés au levage et manutention	
II.1. Introduction	22
II.2. Définitions générales	22
II.1.1. Risque	22
II.2.2. Danger	22
II.2.3. Risque professionnel	23
II.2.4. Accident	23
II.2.5. Sécurité	23
II.2.6. Prévention	23
II.3. Identification des risques liés au levage et manutention	23
II.3.1. Risques liés à la manutention manuelle	24
II.3.1.1. Accidents de type traumatique	24
II.3.1.2. Fatigue et douleur	25
II.3.1.3. Atteintes de l'appareil locomoteur (TMS, lombalgies)	25
II.3.1.4. Effets toxiques	25
II.3.2. Risques liés à la manutention mécanique	25
II.4. Facteurs de risque	26
II.5. Evaluation des risques	27
II.5.1. Identification des risques et des personnes exposées	27
II.5.2. Evaluation des risques et le classement par ordre de priorité	28
II.5.3. Détermination des mesures de prévention	28
II.5.4. Adoption des mesures de prévention et mise en œuvre	29
II.5.5. Contrôle, examen, réexamen et enregistrement	29
II.6. Analyse d'accident liée au levage et manutention	30

II.6.1. Analyser un accident du travail	30
II.7. Conclusion	36
Chapitre III: Méthodes d'analyse des risques	
III.1. Introduction	38
III.2. Objectif des méthodes d'analyse de risque	38
III.3. Classification des méthodes d'analyse de risque	38
III.3.1. Méthodes qualitatives	39
III.3.2. Méthodes quantitatives	40
III.3.3. Approche déterministe	40
III.3.4. Approche probabiliste	40
III.4. Différentes méthodes d'analyse des risques	41
III.5. Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC)	43
III.5.1. Historique et domaines d'application	43
III.5.2. Définition de l'AMDEC	43
III.5.3. Différents types de l'AMDEC	44
III.5.3.1. AMDEC procédé	44
III.5.3.2. AMDEC produit	44
III.5.3.3. AMDEC services	45
III.5.4. Avantages et inconvénients de la méthode AMDEC	45
III.5.4.1. Avantages de la méthode AMDEC	45
III.5.4.2. Inconvénients de la méthode AMDEC	46
III.5.5. Etapes nécessaires à une méthode AMDEC complète	46
III.5.5.1. Constitution d'une équipe de travail	47
III.5.5.2. Analyse fonctionnelle	48
III.5.5.3. Etude qualitative des défaillances	49
III.5.5.4. Etude quantitative	49
III.5.5.5. Hiérarchisation	51
III.5.5.6. Recherche des actions préventives/correctives	51
III.5.5.7. Suivi des actions prises et la réévaluation de criticité	51
III.5.5.8. Présentation des résultats	52

III.6. Conclusion	52
Chapitre IV: Application de la méthode AMDEC sur un chariot élévateur	
IV.1. Introduction	53
IV.2. Présentation de l'Entreprise Portuaire de Skikda	53
IV.3. Accidents survenus dus à la manutention	55
IV.4. Elaboration d'un check-list	57
IV.4.1. Plan d'action correctif	59
IV.5. Application de la méthode AMDEC à l'analyse des risques d'un chariot élévateur	61
IV.5.1. Plan d'action correctif	66
IV.6. Conclusion	68
Conclusion générale	70
Références bibliographiques	73
Annexes	76

ملخص

يهدف هذا البحث إلى تقييم ظروف استخدام الرافعات الشوكية في المؤسسة المينائية بسكيكدة، وذلك بهدف تحديد الأعطال التقنية والتنظيمية التي قد تؤثر سلبيًا على سلامة السائقين وفعالية العمليات. وفي هذا الإطار، تم إعداد قائمة تفقد (Check-list) للرقابة، ووضع خطة عمل تصحيحية، كما تم تطبيق منهجية أمديك لترتيب المخاطر حسب درجة الأهمية، مما أدى إلى اعتماد خطة عمل مبنية على نتائج هذا التحليل. يمكن القول إن النتائج المحققة ستشكل مرجعًا لوضع سياسات صيانة أكثر صرامة للرافعات الشوكية، تركز على الاستدامة، والموثوقية التشغيلية، والوقاية من الأعطال.

الكلمات المفتاحية: رافعة شوكية - خطر - وقاية - أمديك.

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer les conditions d'utilisation des chariots élévateurs à l'Entreprise Portuaire de Skikda afin d'identifier les défaillances techniques et organisationnelles susceptibles de nuire à la sécurité des conducteurs et à l'efficacité des opérations. Dans ce cadre, un check-list de contrôle a été élaborée, un plan d'action correctif a été mis en place, et la méthode AMDEC a été appliquée pour hiérarchiser les risques, conduisant à l'adoption d'un plan d'action fondé sur les résultats de cette analyse.

On peut dire que les résultats obtenus constitueront un référentiel pour l'élaboration de politiques de maintenance plus rigoureuses des chariots élévateurs, axées sur la durabilité, la fiabilité opérationnelle et la prévention des défaillances.

Mots-clés : Chariot élévateur - Risque - Prévention - AMDEC.

Abstract

The objective of this study is to assess the operating conditions of forklifts at the Skikda Port Company in order to identify technical and organizational failures that could compromise driver safety and the efficiency of operations. As part of this process, a control checklist was developed, a corrective action plan was implemented, and the FMECA method was applied to prioritize risks, leading to the adoption of an action plan based on the results of this analysis.

It can be said that the results obtained will serve as a reference for the development of more rigorous forklift maintenance policies, focused on sustainability, operational reliability, and failure prevention.

Keys-words: Forklift - Risk - Prevention – FMECA.