

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

BADJI MOKHTAR- ANNABA UNIVERSITY
UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR- ANNABA



جامعة باجي مختار عنابة

Faculté : Sciences de L'Ingéniorat
Département : Électromécanique

MÉMOIRE

Analyse des risques

(Etude de cas de l'entreprise ALFAPIPE ANNABA)

Domaine : Sciences et Technologie
Filière : Electromécanique
Spécialité : Hygiène et Sécurité Industrielle

Par :

Feddaoui Youcef
Merabet Imed Eddine

DEVANT LE JURY :

Directeur de mémoire :	M ^{me} DJEMAI M.	U.B.M. Annaba
Président :	M ^r HADJADJ AE.	U.B.M. Annaba
Examineur :	M ^r LAKHAL A.	U.B.M. Annaba
Examineur :	M ^{me} ADBI Z.	U.B.M. Annaba

Année 2019

Liste des figures

Chapitre I :

Figure I.1 : Processus de gestion du risque.	8
Figure I.2 : Principe ALARP.	11
Figure I.3 : Répartition par catégories des accidents du travail.	13
Figure I.4 : Démarche à suivre pour l'évaluation des risques professionnels.	16
Figure I.5 : L'ensemble des risques professionnels.	21
Figure I.6 : Modèle de système de management de la SST selon le référentiel OHSAS.	24

Chapitre II :

Figure II.1 : Exemple de tableau d'APR.	26
Figure II.2 : Tableau représente l'arbre d'événement.	29
Figure II.3 : Exemple de nœud de papillon.	29
Figure II.4 : Les étapes pour réaliser la méthode HAZOP.	30
Figure II.5 : Exemple d'arbre des causes.	33
Figure II.6 : Représentation du risque sociétal courbe F/N typique (d'après [CPR 18 ^E , 1999]).	34
Figure II.7 : Des définitions des termes utilisés dans la méthode LOPA.	35
Figure II.8 : Démarche d'analyse de risque.	38
Figure II.9 : Méthodes habituelles de réduction de risque rencontrées dans les industries de processus (CEI, 2003).	40
Figure II.10 : Vision globale de la méthodologie MOSAR.	41
Figure II.11 : Etape de mise en œuvre de MADS-MOSAR.	42

Chapitre III :

Figure III.1 : L'organisme de l'unité ALFAPIPE.	46
Figure III.2 : Le rabotage (soudage automatique).	48
Figure III.3 : Dressage bande.	48
Figure III.4 : Cisailage.	49
Figure III.5 : Nettoyage de tube.	49

Figure III.6 : Soudage extérieur et intérieur.	50
Figure III.7 : Tronçonneuse des tubes.	50
Figure III.8 : Contrôle hydrostatique.	51
Figure III.9 : Contrôle radioscopie.	51
Figure III.10 : Carte suiveuse du tube.	52
Figure III.11 : Cycle de production de tube.	53
Figure III.12 : Les 3 (trois) couches de revêtement extérieur.	53
Figure III.13 : Plaques de signalisations dans l'industrie.	55

Chapitre IV :

Figure IV.1 : machine à souder.	57
Figure IV.2 : Chaise d'attente.	58
Figure IV.3 : Dévidoir.	59
Figure IV.4 : Pré planeur.	59
Figure IV.5 : Raboutage.	60
Figure IV.6 : Rouleaux planeur.	60
Figure IV.7 : Guidage de Bande.	61
Figure IV.8 : Bloc cisailage des rives.	61
Figure IV.9 : Bloc à Hacheuse.	62
Figure IV.10 : La Brosse.	62
Figure IV.11 : Rouleaux entraineurs.	63
Figure IV.12 : Cage de formage du tube.	63
Figure IV.13 : machine à régénérer le flux.	64
Figure IV.14 : Soudage intérieur.	65
Figure IV.15 : Soudage extérieur.	65
Figure IV.16 : Oxycoupage des tubes.	66
Figure IV.17 : Nettoyage du tube.	66
Figure IV.18 : Contrôle visuel.	67
Figure IV.19 : Banc d'essai hydrostatique.	68
Figure IV.20 : Zone de réparation.	68

Figure IV.21 : Zone de chanfrein des tubes.	69
Figure IV.22 : Les 5 étapes d'évaluation des risques.	76
Figure IV.23 : Courbe du taux de fréquence (%) dans les 5 ans (2013 à 2017).	81
Figure IV.24 : Courbe du taux de gravité (%) dans les 5 ans (2013 à 2017).	82

Liste des tableaux

Chapitre I :

Tableau I.1 : Recueil des plus importants accidents industriels survenus dans le monde entre 2003-2014.	6
---	----------

Chapitre II :

Tableau II.1 : Le symbole de quelques éléments de l'Add.	27
Tableau II.2 : Exemple des familles des 5 M.	31
Tableau II.3 : Notion d'indépendance des couches.	39
Tableau II.4 : Domaine d'expertise des différents participants a une revue LOPA.	40

Chapitre IV :

Tableau IV.1 : Les éléments de machine à souder.	57
Tableau IV.2 : (matrice N°1 et 2) niveau exposition et niveau de protection.	71
Tableau IV.3 : (matrice 03 et 1x2) niveau de gravité et résultat probabilité.	71
Tableau IV.4 : Niveau de maîtrise du risque.	72
Tableau IV.5 : Les observations selon le niveau de maîtrise du risque (NM).	72
Tableau IV.6 : Source d'accident de travail.	79
Tableau IV.7 : Conséquence d'accident.	80
Tableau IV.8 : Statistiques accidents de travail.	80

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé.....	1
Introduction générale	4

Chapitre 1 : Généralités sur la gestion et l'évaluation des risques

Introduction.....	5
I.1-Le risque : concepts généraux.....	5
I.1.1 Notion de danger	5
I.1.2- Notion de risque.	5
I.1.3- Notion d'accident.....	6
I.1.4- Notion de sécurité.....	7
I.1.5-Classification des risques.....	7
I.1.6-Gestion du risque.....	8
I.1.7-Analyse du risque.....	9
I.1.8-Évaluation du risque	9
I.1.9-Réduction du risque	9
I.2-Acceptabilité du risque	10
I.2.1-Risque acceptable	10
I.3-Les risques professionnels.....	11
I.3.1-Les accidents du travail	11
I.3.1.1-Typologie des accidents.....	12
I.3.2- accident de trajet.....	13
I.3.3-Les maladies professionnelles.....	14
I.4-Évaluation des risques professionnels.....	14
I.4.1-Définition	14
I.4.2-L'EvRP, un facteur de progrès pour l'entreprise.....	15
I.4.3- Comment évaluer les risques professionnels ?	15
I.4.3.1-Quatre principes à respecter.....	15
I.4.3.2-Démarche à suivre.....	16
I.4.4-Familles des Risques Professionnels.....	18
I.4.4.1-Les risques physiques.....	18
I.4.4.2-Les risques chimiques.....	18
I.4.4.3-Les risques biologiques.....	18
I.4.4.4-Risques liés à l'électricité	19
I.4.4.5-Incendie / explosion.....	19
I.4.4.6-Chute.....	19
I.4.4.7-Chutes d'objets.....	20
I.4.4.8-Manutention.....	20
I.4.4.9-Circulation.....	21

I.4.4.10-Les autres risques.....	21
I.5-Aspect réglementaire et normatif	22
I.5.1-Aspect réglementaire	22
I.5.1.1-Réglementation algérienne.....	22
I.5.1.2-Réglementation Internationale.....	22
I.5.2-Aspect normatif.....	23
Conclusion.....	24

Chapitre 2 : Les méthodes d’analyse des risques

Introduction.....	25
II.1 Les différentes méthodes classiques d’analyse des risques.....	25
II.1.1-Analyse Préliminaire des Risques – APR.....	25
II.1.2-AMDEC : (Analyse des Modes de Défaillances de leurs Effets et de leur Criticité...)	26
II.1.3-Arbres de défaillances (AdD)	27
II.1.4-L’Arbre d’Evènements (AdE)	28
II.1.5-LE NŒUD DE PAPILLON.....	29
II.1.6-La méthode HAZOP (HAZard and Operability studies)	29
II.1.7-La méthode des 5M.....	31
II.1.8-Arbre des causes	32
II.2 Les différentes méthodes intégrées d’analyse des risques	33
II.2.1-La méthode QRA/EQR - Évaluation Quantitative des Risques.....	33
II.2.2-LOPA.....	35
II.2.3- La méthode MADS-MOSAR.....	41
Conclusion.....	43

Chapitre 3 : La tuberie d’ALFAPIPE

Introduction.....	44
III.1. Présentation de l’unité ALFAPIPE–ANNABA-.....	44
III.2. Historique et caractéristiques d’ALFAPIPE.....	44
III.2.1 Historique.....	44
III.2.2 La composition de l’unité d’ALFAPIPE.....	45
III.2.3 Choix d’implantation de la tuberie spirale.....	45
III.3. Organigramme de l’unité ALFAPIPE.....	46
III.4. Les objectifs généraux d’ALFAPIPE de juillet 2018	47
III.5. Politique de qualité, santé, sécurité et environnement de l’entreprise.....	47
III.6. Les installations de la tuberie spirale et leurs risques.....	47
III.7. Cycle de fabrication.....	53
III.8. Revêtement extérieur	53
III.9. Revêtement intérieur.....	54
III.10. Les risques liés aux ateliers.....	54
III.11. Quelques mesures préventives pour réduire le risque.....	55
Conclusion.....	56

Chapitre 4 : Etude du risque de la machine à souder

Introduction.....	57
IV.1 Les tubes soudés en spirale.....	57
IV.1.1 Caractéristiques techniques.....	57
IV.1.2 Etude du fonctionnement de la machine à souder.....	58
IV.2. parachèvement des tubes	67
IV.2.1 Zone de contrôle visuel	67
IV.2.2 Banc d'essai hydrostatique.....	67
IV.2.3 Zone de réparation.....	68
IV.2.4 Zone de chanfrein des tubes.....	69
IV.3 la méthode HIRA.....	70
IV.3.1 Définition et terminologie.....	70
IV.3.2 Les types d'HIRA.....	70
IV.4-Sécurité dans l'entreprise.....	76
IV.5- Conséquences d'accidents	80
IV.6 Analyse des accidents à ALFAPIPE- ANNABA.....	80
Conclusion.....	82
Conclusion générale	83
Bibliographie.....	84
Annexe	86

REMERCIEMENTS

NOUS REMERCIONS TOUT D'ABORD « ALLAH »
QUI NOUS A DONNÉ
LA FORCE ET LA PATIENCE NÉCESSAIRE
POUR RÉALISER CE MODESTE TRAVAIL.
NOUS REMERCIONS NOTRE ENCADREUR
M^{ME}. DJEMAI M,
NOUS REMERCIONS AUSSI « M^R. LAKHAL »,
« M^R. HADJADJ AE » ET « M^{ME} ADBI Z »
NOUS REMERCIONS ÉGALEMENT TOUS LES
ENSEIGNANTS DU DÉPARTEMENT DE
ÉLECTROMÉCANIQUE, ET TOUTE L'ÉQUIPE DE
L'ENTREPRISE « ALFAPIPE » ;
NOS COLLÈGUES AINSI QUE NOS AMIS
ENFIN, NOUS REMERCIONS TOUS CEUX QUI NOUS
ONT AIDÉ DE À RÉALISER CE TRAVAIL.

DEDICACES

Je dédie ce travail

- A mes parents Qui n'ont cessé de m'encourager***
- A ma sœur qui m'a soutenu durant cette période et à la petite Rafif .***
- A ma famille***
- A mes amis***
- A imed , hamza , azon, ala, Mohamed, zinou, doudi et tout les amis du quartier sans exception***
- A tous mes enseignants ...***

Feddaoui Yoncef...

DEDICACE

***Je rend grâce à dieu de m'avoir donner le courage
et la volonté d'avoir pu terminer mes études.***

Je dédie ce travail :

***A mes très chers parents symbole de tendresse,
d'amour et de patience pour leurs sacrifices
inestimables.***

A mon frère et mes sœurs.

A toute la famille.

A tous mes amis chacun a son nom

A mes frères de l'HSJ

A toute ma promotion de master 2 «juin 2019»

à tous ceux que J'aime.

Merabet imed eddine...

Résumé

Le but de ce projet de mémoire est d'exposer l'étude d'analyse des risques (étude de cas de l'entreprise ALFAPIPE ANNABA) .

Dans la première partie du mémoire consiste à définir les termes utilisés dans la sécurité pour étudier un cas comme accident, danger, risque, leurs classifications et leurs gestions Etc.

La deuxième partie s'intéresse au méthodes d'analyse des risques reconnue internationalement les plus fréquemment utiliser dont la méthode HAZOP , AMDEC et autres en donnant leurs définitions et leurs objectifs et leurs démarches à suivre.

Dans la troisième partie de la mémoire nous présentant l'unité ALFAPIPE, le risque qui entoure le personnel et quoi faire pour le prévenir.

La dernière et la quatrième partie se focalise sur la machine à souder automatique du tube spirale dans l'unité ALFAPIPE et l'utilisation de la méthode HIRA sur l'opérateur de la machine.

Mots clés : risque, danger, dommage, soudure, méthodes... etc.

Abstract

The aim of this thesis project is to expose study of analysis of the risks (study of case of ALFAPIPE company –ANNABA-).

In the first part of the thesis, accident, incident, investigation, investigation and prevention are defined.

The second part focuses on the most frequently used internationally recognized risk analysis methods, including the HAZOP, AMDEC and other methodology, giving their definitions, objectives and their steps.

In the third part of this work are presenting the ALFAPIPE unit, the risk surrounding the staff and what to do to prevent it.

The last and the fourth part focuses on the automatic spiral tube welding machine in the ALFAPIPE unit and the use of the HIRA method on the machine operator.

Keywords: risk, danger, damage, welding, methods ... etc.

ملخص

الغرض من هذا المشروع هو كشف دراسة تحليل المخاطر (دراسة الحالة)، في الجزء الأول من مذكرة، نجد فيه من تعريف المصطلحات المستخدمة في الأمن لدراسة حالة مثل حادث، خطر، تصنيفاتها وإدارتها... إلخ.

الجزء الثاني يبحث في أساليب تحليل المخاطر المعترف بها دوليا الأكثر استخداما ، بما في ذلك طريقة شجرة الأسباب شجرة الاخطاء وغيرها من خلال إعطاء تعريفاتهم وأهدافهم وطرق اتباعها.

في الجزء الثالث من المذكرات التي تقدم وحدة ألفابايب ، والمخاطر المحيطة بالموظفين وما يجب القيام به لمنع ذلك.

يركز الجزء الأخير والرابع على آلة لحام الأنبوب الحلزوني الأوتوماتيكي في وحدة ألفابايب واستخدام طريقة هيرا على مشغل الآلة.

الكلمات الرئيسية: خطر ، تلف ، لحام ، طرق ... إلخ.

Introduction générale :

L'hygiène, la sécurité et les conditions de travail sont des notions récentes puisqu'elles ont fait leurs apparitions au 19^{ème} siècle avec le développement industriel qui constitue le noyau dur autour duquel s'est construit progressivement le droit du travail ; avec les premières mesures de protections au bénéfice des travailleurs les plus fragiles. En Algérie l'évolution de la prévention des risques technologique, depuis l'indépendance, s'est faite progressivement. Ayant hérité de la législation internationale en la matière de la prévention était prise en charge dans peu de secteurs sinon, absente.

Les accidents de travail et les maladies professionnelles sont les concrétisations les plus répandues des risques professionnels. Ils sont nombreux et variés, certains sont bénins et sans conséquences. Par contre un nombre important d'entre eux est grave, voire mortel, ceci sans négliger l'impact financier, social et moral de ces deux phénomènes.

L'amélioration des conditions de vie au travail est devenue l'une des premières préoccupations de l'entreprise et qui doit être conçue comme une stratégie sociale progressive, dont l'objectif est de réduire la fatigue et les nuisances, d'augmenter l'intérêt au travail, les qualifications et les occasions d'épanouissement du personnel.

Le transport des hydrocarbures par canalisation est un secteur névralgique en Algérie, la fabrication des tubes est une étape primordiale pour assurer un produit conforme aux normes et exigences techniques et de sécurité, le processus de soudage des tubes en spirale et une phase déterminante. Pour atteindre cet objectif il est nécessaire de maintenir les machines à un bon niveau de performance.

Dans le cadre de la formation de master en hygiène et sécurité industriel à l'Université Badji Mokhtar Annaba, on est amené, à l'issue du cursus à réaliser un projet de fin d'études. Le but de ce projet est d'être confronté à une situation professionnelle qui est à la fois d'ordre scientifique et technique. Il regroupe donc l'ensemble des qualités que doit posséder un technicien dans son travail quotidien.

Il s'agit d'une étude minutieuse et à la fois détaillée sur les risques dans le milieu de travail en général, l'approche utilisée comprend une analyse détaillée des différents risques liés aux opérations de production des tubes soudés en spirale.

L'étude est focalisée sur les machines à souder et leurs opérateurs.

Notre choix de recherche a pour objectif de :

- Déterminer la source des accidents du travail et leurs conséquences sur les travailleurs.
- Avoir un contact au milieu professionnel
- Détecter le rôle de la formation en hygiène et sécurité pour réduire les accidents.
- Voir la relation entre certaines variables (telles que la sécurité, hygiène et conditions de travail) et les accidents de travail.
- Démontrer le côté positif et négatif de la vie professionnelle.

Introduction

La maîtrise des risques professionnels est un enjeu pour les hommes, entreprise et société. Si les arrêts de travail et les maladies professionnelles ont un coût, la prévention est un investissement. Chaque travailleur doit prendre soin en fonction de sa formation et de ses possibilités, de sa sécurité et de sa santé ainsi que celle des autres personnes concernés du fait de ses actes ou dès ses omissions de travail conformément aux instructions données par l'employeur.

I.1 Concepts généraux

I.1.1 Notion de danger

Selon Desroches [1] et la norme IEC 61508 [2], le danger désigne une nuisance potentielle pouvant porter atteinte aux personnes, aux biens (détérioration ou destruction) ou à l'environnement. Les dangers peuvent avoir une incidence directe sur les personnes, par des blessures physiques ou des troubles de la santé, ou indirecte, au travers de dégâts subis par les biens ou l'environnement.

Le référentiel OHSAS 18001 / ISO 45001 [3] définit le danger comme étant une source ou une situation pouvant nuire par blessure ou atteinte à la santé, dommage à la propriété et à l'environnement du lieu de travail ou une combinaison de ces éléments.

I.1.2 Notion de risque

La perception des dommages potentiels liés à une situation dangereuse se rapporte à la notion de risque. Le terme risque à plusieurs significations. De même, les risques peuvent être de nature très variée et beaucoup de classifications ont été proposées.

Le risque est la mesure du niveau de danger, fonction de la probabilité d'occurrence de l'évènement indésirable et des conséquences (gravité) de cet évènement [4].

Selon OHSAS 18001 / ISO 45001, un risque est la combinaison de la probabilité et de la (des) conséquence (s) de la survenue [3].

Selon la définition du BIT : « Le risque est l'éventualité qu'un événement non désiré ayant des conséquences données survienne dans une période donnée ou dans des circonstances données, cette éventualité étant exprimée selon le cas en termes de fréquence (nombre

d'événements donnés par unité de temps) ou en termes de probabilité (probabilité que se produise un événement donné à la suite d'un événement préalable). » [5].

I.1.3 Notion d'accident

Selon OHSAS 18001 / ISO 45001, l'accident est un événement imprévu entraînant la mort, une détérioration de la santé, des lésions, des dommages ou autres pertes [3].

Date d'accident	Type d'accident	Domage d'accident
27 juillet 2003, Karachi (Pakistan)	Naufrage du Tasman Spirit,	40 000 tonnes de pétrole brut se déversent dans la mer.
30 juillet 2004, Ghislenghien (Belgique)	Explosion d'un important gazoduc	24 morts et 132 blessés.
11 décembre 2005, Catastrophe de Buncefield (Angleterre)	Incendie dans un terminal pétrolier	Un des plus graves incendies d'Europe qui dura deux jours, 43 personnes blessées.
25 Octobre 2008, Kazan (Russie)	Une explosion dans une usine de poudre	4 morts et 5 blessés. Un tiers du bâtiment a été détruit.
25 Octobre 2008, Kazan (Russie)	La plateforme pétrolière Deep water Horizon coule dans le golfe du Mexique au large de la Louisiane	Marées noires très graves. Onze (11) travailleurs y perdent la vie.
11 mars 2011, centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (Japon)	Accident nucléaire	18 000 morts
4 mars 2012, Brazzaville (République du Congo)	Explosion	La mort de 282 personnes. L'accident a fait plus de 2 300 blessés et détruit des milliers d'habitations.
17 Avril 2013, West (Texas)	Explosion	La mort de 14 personnes et plus de 200 autres blessées.
22 Novembre 2013, Qingdao en Chine	Explosion d'un oléoduc	47 personnes tuées, principalement des ouvriers qui tentaient de colmater une fuite.
13 Mai 2014, Manisa, en Turquie	Explosion	La mort de plus de 282 employés.

Tableau I.1 : Recueil des plus importants accidents industriels survenus dans le monde entre 2003-2014 [30]

L'ampleur et la fréquence de ces accidents ont suscité de nombreux efforts sur les études de risques afin de mieux les prévenir, les prévoir et les gérer.

I.1.4 Notion de sécurité

La sécurité est souvent définie par rapport à son contraire : elle serait l'absence de danger, d'accident ou de sinistre. Selon A. Desroches, A. Leroy, and F. Vallée [6], la sécurité concerne la non occurrence d'événements pouvant diminuer ou porter atteinte à l'intégrité du système, pendant toute la durée de l'activité du système, que celle-ci soit réussie, dégradée ou ait échoué.

Et suivant le guide ISO/CEI 73 [7] élaboré par l'ISO sur la terminologie du management du risque, la sécurité est l'absence de risque inacceptable, de blessure ou d'atteinte à la santé des personnes, directement ou indirectement, résultant d'un dommage au matériel ou à l'environnement.

I.1.5 Classification des risques

Dans la littérature, on trouve plusieurs classifications des risques [8], l'analyse des risques permet de les classer en cinq grandes familles :

- ❖ les risques naturels : inondation, feu de forêt, avalanche, tempête, séisme, etc. ;
- ❖ les risques technologiques : d'origine anthropique, ils regroupent les risques industriels, nucléaires, biologiques, ruptures de barrage, etc. ;
- ❖ les risques de transports collectifs (personnes, matières dangereuses) : sont aussi considérés comme des risques technologiques ;
- ❖ les risques de la vie quotidienne : accidents domestiques, accidents de la route, etc. ;
- ❖ les risques liés aux conflits.

Une des classifications les plus répandues est de classer les risques en deux catégories : **les risques naturels et les risques liés à l'activité humaine.**

Selon cette classification,

- Les risques peuvent être naturels dans le sens où ils ont trait à un événement sans cause humaine directe avérée. Les causes directes supposées ou indirectes ne doivent pas modifier cette distinction.
- Les risques liés à l'activité humaine recouvrent un ensemble de catégories de risques divers :

- ✓ les risques techniques, technologiques, industriels et nucléaires ;
- ✓ les risques liés aux transports ;
- ✓ les risques sanitaires ;
- ✓ les risques économiques, financiers, managériaux ;
- ✓ les risques médiatiques ;
- ✓ les risques professionnels.

I.1.6 Gestion du risque

La gestion des risques est une opération commune à tout type d'activité. Les objectifs visés peuvent concerner par exemple :

- le gain de rentabilité et de productivité ;
- la gestion des coûts et des délais ;
- la qualité d'un produit....

La gestion du risque peut être définie comme l'ensemble des activités coordonnées en vue de réduire le risque à un niveau jugé tolérable ou acceptable. Cette définition, cohérente avec les concepts présentés dans les guides ISO/CEI 51 et 73, s'appuie, ainsi, sur un critère d'acceptabilité du risque [8].

De manière classique, la gestion du risque est un processus itératif qui inclut notamment les phases suivantes (voir figure I.1) :

- Appréciation du risque (analyse et évaluation du risque) ;
- Acceptation du risque ;
- Maîtrise ou réduction du risque.

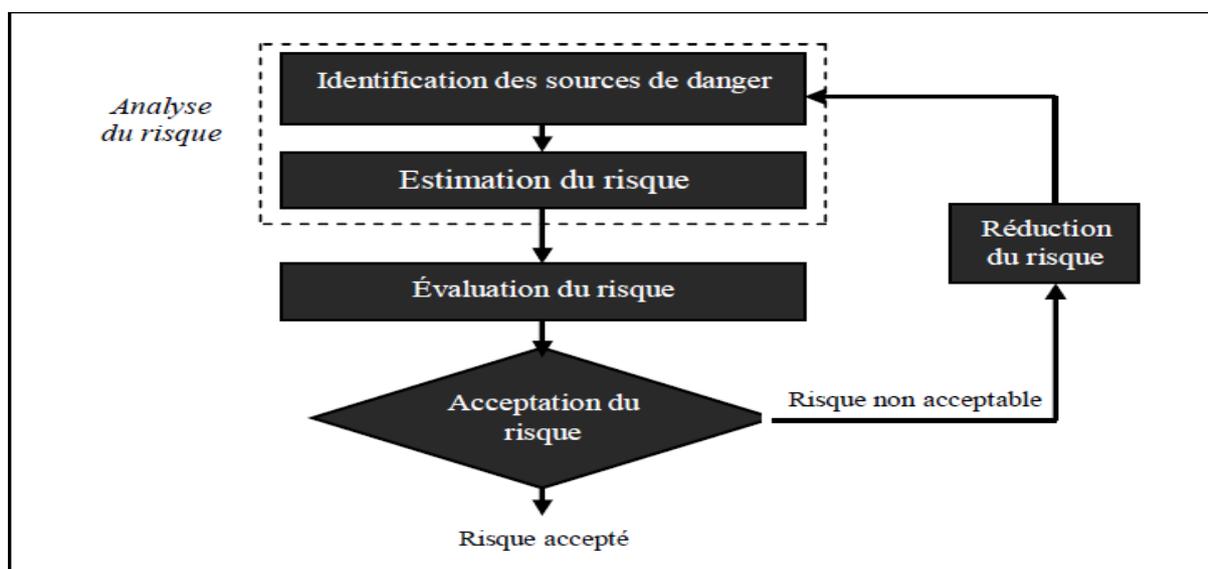


Figure I.1 : Processus de gestion du risque [31]

I.1.7 Analyse du risque

L'analyse du risque est définie dans le guide ISO/CEI 51 : 1999 comme « l'utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimer le risque ». L'analyse des risques vise tout d'abord à identifier les sources de dangers et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens. Dans un second temps, l'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurité existante en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (barrières de prévention) ou d'en limiter les conséquences. (Barrières de protection). Consécutivement à cette identification, il s'agit d'estimer les risques en vue de hiérarchiser les risques identifiés au cours de l'analyse et de pouvoir comparer ultérieurement ce niveau de risque à un niveau jugé acceptable [8].

I.1.8 Évaluation du risque

L'évaluation du risque désigne une procédure fondée sur l'analyse du risque pour décider si le risque tolérable est atteint. En pratique, cette phase peut être accompagnée d'une quantification détaillée et précise (simplifiée) par opposition à l'estimation des risques qui reste très des grandeurs qui caractérisent le risque [8].

I.1.9 Réduction du risque

La réduction du risque (ou maîtrise du risque) désigne l'ensemble des actions ou dispositions entreprises en vue de diminuer la probabilité ou la gravité des dommages associés à un risque particulier. De telles mesures doivent être envisagées dès lors que le risque considéré est jugé inacceptable.

De manière très générale, les mesures de maîtrise du risque concernent :

- la prévention, c'est-à-dire réduire la probabilité d'occurrence de la situation de danger à l'origine du dommage ;
- la protection, visant à limiter la gravité du dommage considéré.

Les mesures de réduction du risque doivent être envisagées et mises en œuvre tant que le risque est jugé inacceptable [8].

I.2 Acceptabilité du risque

La notion d'acceptabilité permet de distinguer ce qui peut être, dans les pertes occasionnées par la manifestation d'un aléa, perçu comme tolérable par les parties prenantes. Cette notion peut évoluer avec le temps suivant la progression de l'information de même que la culture du risque [9].

Cette notion, définie à travers un ensemble de critères « critères d'acceptabilité » (appelés aussi « niveaux du risque ou niveaux d'intolérabilité ») et rendue opérationnelle au niveau de la grille de criticité, permet d'améliorer, de réviser ou de proposer des mesures de réduction du risque et de ce fait, de reconsidérer les pratiques d'analyse et d'évaluation des risques.

I.2.1 Risque acceptable

Selon OHSAS 18001/ ISO 45001 [3], le risque acceptable est un risque qui a été réduit à un niveau tolérable pour un organisme en regard de ses obligations légales et de sa propre politique de santé et de sécurité au travail.

Selon « Health and Safety Executive » (HSE) de l'Angleterre Le terme « risque acceptable » est celui qui est « négligeable ». Le risque « tolérable » n'est pas négligeable, mais les gens sont prêts à faire avec s'il leur procure des bénéfices et s'ils ont confiance en son contrôle. Dans ce cas, les limites maximales de risques admises par les normes de sécurité sont basées sur le risque tolérable en insistant sur le fait que des mesures « raisonnables » et/ou « praticables » doivent être mises en place pour réduire le risque jusqu'à obtention d'un risque « négligeable » ; au-delà de ce seuil, il n'y a aucune obligation de prendre des mesures pour réduire encore le risque [8].

Cette approche est basée sur le principe « As Low As Reasonably Practicable » qu'est développée au niveau international dans le domaine nucléaire (voir figure I.2)

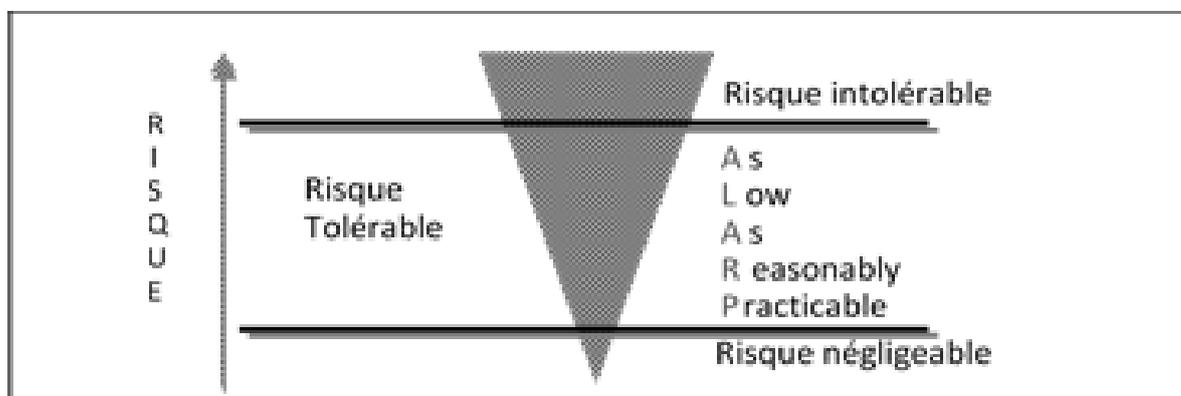


Figure I.2 : Principe ALARP [32]

I.3 Les risques professionnels

L'évolution de la technologie, de la structure des métiers et des modes d'organisation du travail, les situations de travail actuelles sont susceptibles d'exposer le travailleur à différents risques. Différentes classifications de ces risques peuvent être proposées selon les critères retenus.

En termes de réparation médico-légale, l'expression « risques professionnels » désigne trois types d'évènements définis par le Code de la Sécurité Sociale : l'accident du travail, l'accident de trajet et la maladie professionnelle [10].

I.3.1 Les accidents du travail

Sont considérés comme accidents du travail, quelle qu'en soit la cause, les accidents survenus par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant à quelque titre en quelque lieu que ce soit, pour un ou plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise sont considérés comme accidents du travail : les accidents de voyage, de transport ou de circulation dans lesquels les travailleurs sont blessés et qui surviennent a cause ou au cours du travail,

c'est-à-dire lorsqu'ils exercent une activité économique, sont au travail ou s'occupent des affaires de l'employeur (missions) ou au cours d'activités organisées par l'entreprise [11].

I.3.1.1 Typologie des accidents

La typologie des accidents n'est pas là même selon leur niveau de gravité. Pour les accidents les plus graves (c'est-à-dire les accidents mortels), une partie des décès résultent d'accidents que l'on peut qualifier d'accidents majeurs, c'est-à-dire des explosions, incendies, accidents d'hélicoptères, naufrages de plateformes...etc.

L'autre partie des décès résulte de situations plus courantes, que l'on qualifiera d'accidents au poste de travail et qui constituent l'immense majorité des accidents non mortels [12].

Les accidents liés au poste de travail (mortels ou non) les plus fréquents sont :

- Les cas de personnes heurtées par un équipement, une machine en mouvement ou qui sont victimes d'une projection ou une chute d'objet. Cette catégorie (struck by) représente 23 % des accidents ;
- Les situations où des personnes se font écraser ou emporter par des machines en mouvement (caught in, under or between). Cette catégorie représente 21 % des cas ;
- Les cas de glissades et chutes à hauteur d'homme (slips and trips), qui représentent 17 % des blessés ;
- Les cas de chutes d'une hauteur (falls from height), qui représentent 10% des blessés.

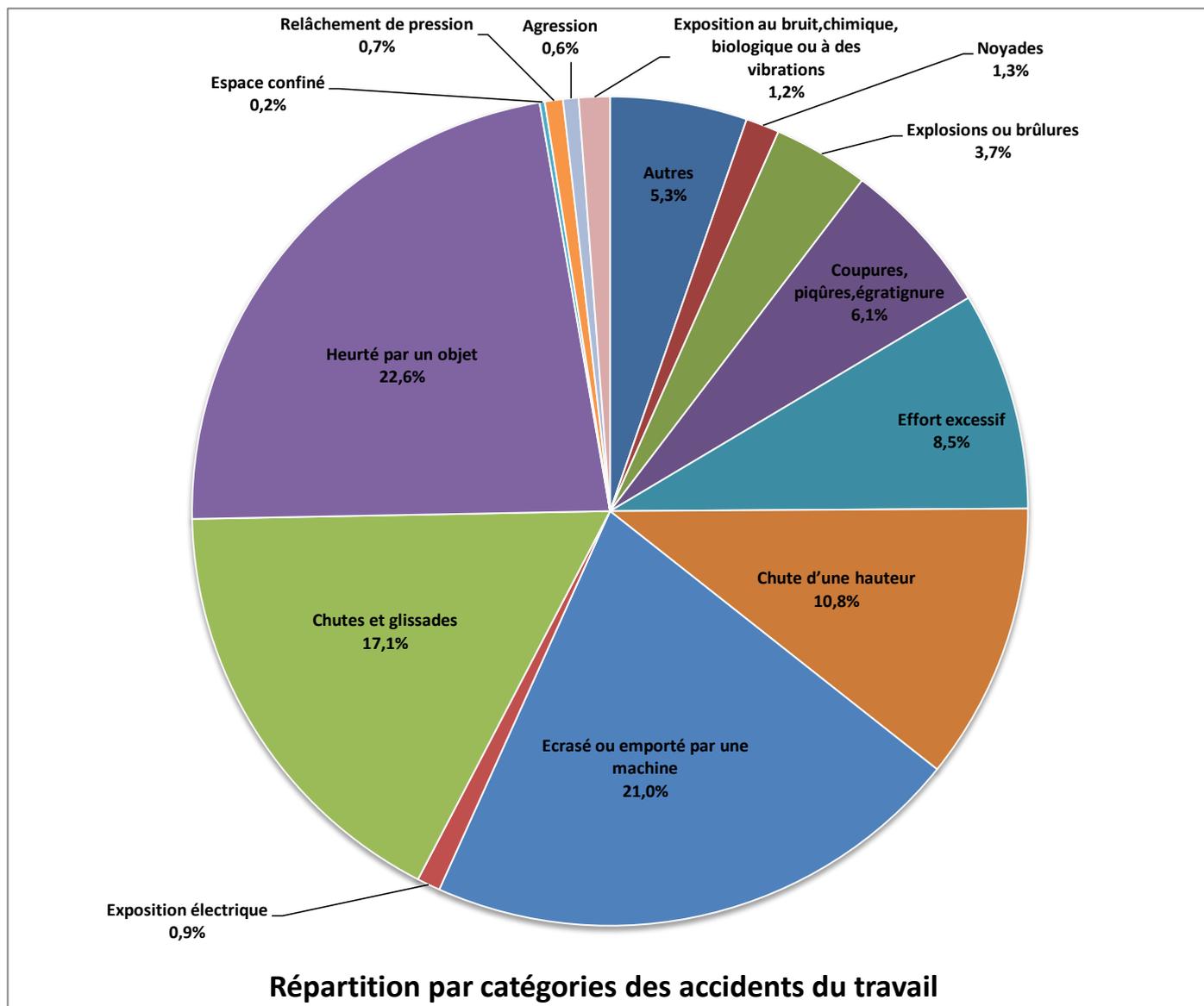


Figure I.3 : Répartition par catégories des accidents du travail [33]

I.3.2 Accident de trajet

Considéré comme accident du travail, l'accident de trajet est celui qui survient lors du parcours normal aller-retour effectué par le salarié entre :

- Le lieu de travail et sa résidence principale - ou sa résidence secondaire si elle présente un caractère de stabilité (maison de week-end par exemple), ou encore un lieu de séjour où l'intéressé se rend de façon habituelle pour des motifs d'ordre familial ;
- Le lieu de travail et celui où il prend habituellement ses repas (restaurant, cantine...).

La notion de « parcours normal » n'implique pas nécessairement le parcours le plus direct. En revanche, elle exige que le trajet soit effectué pendant le temps normal du parcours, compte tenu des horaires habituels du salarié et des nécessités de l'emploi qu'il occupe. [13].

I.3.3 Les maladies professionnelles

Aujourd'hui, le travailleur est intégré au sein de l'entreprise comme un élément fondamental nécessitant plus de protection. De nombreux pays ont adopté des législations spécifiques qui ont pour objet l'élimination à la source des risques pour la santé, la sécurité et l'intégrité physique et mentale des travailleurs.

Selon la Loi algérienne n° 83-13 du 2 juillet 1983 [14] relative aux accidents du travail et aux maladies professionnelles « Une maladie professionnelle est un état pathologique résultant de l'exposition habituelle à une nuisance déterminée au cours du travail ».

En Algérie la loi n°88/07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine du travail et le décret n° 93/120 du 15 mai 1993 relatif à l'organisation de la médecine du travail mettent l'accent sur la prévention des risques professionnels.

I.4 Évaluation des risques professionnels

L'évaluation des risques professionnels (**EvRP**) constitue une étape cruciale de la démarche de prévention. Elle en est le point de départ. L'identification, l'analyse et le classement des risques permettent de définir les actions de prévention les plus appropriées, couvrant les dimensions techniques, humaines et organisationnelles. L'évaluation des risques doit être renouvelée régulièrement [15].

I.4.1 Définition

L'évaluation des risques professionnels (**EvRP**) consiste à identifier les risques auxquels sont soumis les salariés d'un établissement, en vue de mettre en place des actions de prévention pertinentes couvrant les dimensions techniques, humaines et organisationnelles.

Elle constitue l'étape initiale de toute démarche de prévention en santé et sécurité au travail. L'EvRP est une démarche structurée dont les résultats sont formalisés dans un DU "document unique". Ce document est mis à la disposition des salariés [16].

I.4.2 L'EvRP, un facteur de progrès pour l'entreprise

L'EvRP constitue l'un des principaux leviers de progrès dans l'entreprise. En effet, elle lui est utile dans la mesure où elle peut contribuer à améliorer son fonctionnement tout au long de son évolution, en consolidant la maîtrise des risques avérés et en pointant l'apparition de nouveaux risques. Autrement dit, la mise en place d'une démarche de prévention contribuera à améliorer la performance de l'entreprise sur le plan humain et économique [17].

I.4.3 Comment évaluer les risques professionnels ?

I.4.3.1 Quatre principes à respecter

La clé du succès de l'évaluation des risques passe nécessairement par le respect de quelques principes de base [17]

❖ **L'évaluation n'est pas une fin en soi**

L'évaluation des risques professionnels sert à planifier des actions de prévention dans l'entreprise en tenant compte des priorités afin de préserver la santé et la sécurité des salariés de l'entreprise.

❖ **La maîtrise de l'évaluation appartient à l'entreprise**

Même si vous avez recours à des conseils extérieurs, les décisions finales et les mesures à prendre pour maîtriser vos risques vous appartiennent. L'entreprise s'organise donc pour être autonome dans sa démarche en s'appuyant principalement sur ses compétences internes.

❖ **L'évaluation des risques est une démarche collective**

Les salariés eux-mêmes sont souvent les mieux placés pour connaître les situations dangereuses. Il est donc nécessaire de les associer à la démarche pour mieux prendre en compte la réalité du travail. Ainsi, des échanges avec le personnel doivent être organisés en procédant à une analyse de leur poste et de leur situation de travail.

❖ **L'évaluation n'est pas une démarche éphémère**

L'évaluation doit être continue dans l'entreprise et doit faire l'objet de mises à jour annuelles ou à l'occasion de modifications importantes (agrandissement des locaux, changement du système de production...). Autrement dit, cette démarche est anticipatrice, dynamique et évolutive.

I.4.3 2 Démarche à suivre

La mise en œuvre de l'évaluation des risques professionnels doit impérativement passer par la construction d'une démarche rigoureuse et structurée. Pour ce faire [17], des étapes clés doivent être suivies afin de respecter le processus d'amélioration continue :

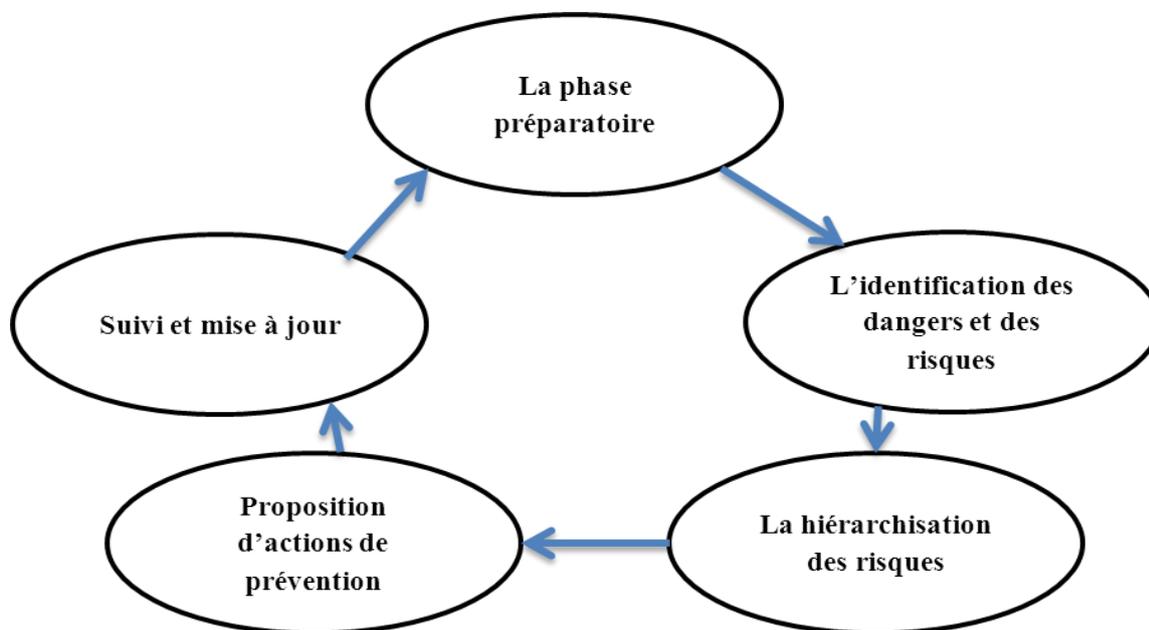


Figure I.4 : Démarche à suivre pour l'évaluation des risques professionnels [34]

A La phase préparatoire

Objectifs

Cette première étape consiste à définir le cadre de l'évaluation ainsi que les moyens qui lui sont alloués, ceci préalablement à son déroulement. Lors de cette phase de préparation, plusieurs points sont définis :

- L'organisation à mettre en place (désignation d'une personne ou d'un groupe qui coordonne et rassemble les informations...)
- Le champ d'intervention ;
- Les outils mis en œuvre pour l'évaluation ;
- Les moyens financiers ;
- La communication.

Travaux préparatoires

Ces travaux ont pour but de faciliter la mise en œuvre de l'évaluation des risques en apportant des informations nécessaires à l'identification des risques.

- Définition des unités de travail ;
- Description des postes de travail.

B- L'identification des dangers et des risques

Cette deuxième étape permet de repérer les dangers et de se prononcer sur l'exposition à ces derniers. L'identification des risques peut se baser sur la connaissance de la réalisation potentielle d'un dommage, sur les connaissances techniques ou encore sur les expériences et savoir-faire des opérateurs.

Cette étape nécessite de s'appuyer sur les compétences internes et, si nécessaire, sur des compétences externes notamment pour d'éventuelles métrologies (bruit, éclairage, poussières...).

C- la hiérarchisation des risques

Cette troisième étape est fondamentale dans la mesure où elle permet de classer les différents risques afin de dégager ensuite des priorités d'action.

- Evaluation du risque brut (initial) ;
- Evaluation du risque résiduel (RR) ;
- Définition des priorités d'action.

D- proposition d'actions de prévention

La hiérarchisation des risques a pour but la mise en place d'un plan de prévention. Ce dernier doit s'intéresser en premier lieu aux risques les plus importants afin de les éliminer ou de les réduire suivant les cas. Pour cela, des mesures techniques et/ou organisationnelles peuvent être envisagées. Pour chaque solution envisagée, plusieurs paramètres devront être définis :

- Le responsable de la mise en œuvre des actions ;
- Le délai de réalisation ;
- L'estimation du coût éventuel ;
- Le contrôle de l'efficacité des actions.

I.4.4 Familles des Risques Professionnels

I.4.4.1 Les risques physiques

On entend généralement ainsi les risques induits par une exposition professionnelle à des sources d'énergie. Ce sont les risques dus aux ambiances de travail (ambiance thermique, ambiance sonore, les vibrations, ambiance lumineuse) et les risques dus aux rayonnements (rayonnements ionisants, rayonnements ultra-violets et infra-rouges, ondes électromagnétiques). Les risques liés à la manutention de charges figurent souvent dans cette catégorie [10].

❖ Identification

- Différents moyens de transport, installations et machines (bruit et vibrations) ;
- Présence de sources de rayonnements ionisants ;
- Présence de sources de rayonnements infrarouge ou ultraviolet.

I.4.4.2 Les risques chimiques

Ce sont les risques liés à une exposition professionnelle à des substances chimiques. L'identification des dangers induits par ces substances a permis de les distinguer en substances explosives, comburantes, inflammables, toxiques, nocives, corrosives, irritantes, sensibilisantes, cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction, dangereuses pour l'environnement [10].

❖ Identification

Dangers liés :

- Aux propriétés physico-chimiques (produits corrosifs, comburants, explosifs ou inflammables) ;
- Aux propriétés toxicologiques (produits irritants, nocifs toxiques, cancérigènes, mutagènes, ...etc.) ;
- Aux propriétés éco-toxicologiques.

I.4.4.3 Les risques biologiques

Ils correspondent aux risques dus à une exposition à des agents biologiques. On entend par agents biologiques les micro-organismes, y compris les organismes génétiquement recombinés, les parasites et les cultures cellulaires susceptibles de provoquer une infection, une allergie ou une intoxication [10].

❖ Identification

Dangers liés :

- Au degré de pathogénicité des agents biologiques ;
- Aux objets coupants, tranchants et piquants ;
- À la libération de produits biologiques allergisants ou toxiques ;
- À l'incertitude face à la pathogénicité de différents agents ;
- Aux produits dangereux pour l'environnement ;
- Soins aux personnes en milieu hospitalier.

I.4.4.4 Risques liés à l'électricité

Risques d'accident résultant du contact avec des installations électriques [18].

❖ Identification

- Contact direct avec des éléments sous tension ;
- Contact indirect (arc électrique).

I.4.4.5 Incendie / explosion

Risque d'accident suite à un incendie ou à une explosion [18].

❖ Identification

- Présence de matériaux ou produits combustibles (p. ex. stockage de produits facilement inflammables ou explosifs, stockage de papier, etc.) ;
- Présence d'équipement ou d'installation pouvant générer de la chaleur (p. ex. travaux de soudage, etc.) ;
- Présence d'un comburant (p. ex. oxygène, produits chimiques dégageant de l'oxygène, etc.) ;
- Stockage de produits incompatibles.

I.4.4.6 Chute

Risque d'accident résultant du contact brutal d'une personne avec le sol ou avec une autre surface suffisamment large et solide [18].

❖ Identification

- Travail en hauteur
- Déplacements à pied

I.4.4.7 Chutes d'objets

Risques d'accident résultant de la chute d'objets lors du transport ou du stockage (par ex. : d'un étage supérieur ou de l'effondrement de matériaux) et lors de travaux en hauteur [18].

❖ Identification

- Lieux de travail superposés
- Objets stockés en hauteur
- Objets empilés sur une grande hauteur
- Travaux effectués à des hauteurs ou étages différents
- Travaux effectués dans des tranchées, des puits, des galeries, etc.
- Transports avec un appareil de levage (grues à tour, ponts roulants, grues mobiles ...etc.).

I.4.4.8 Manutention**A-Manutention manuelle**

Risques au niveau du tronc et des membres supérieurs et inférieurs suite aux postures, efforts physiques intenses (p. ex. écrasements, chocs,) [18].

❖ Identification

- Dangers liés à la nature de la charge (poids, volume, forme).

B-Engins de manutention

Risque d'accident lié à la manutention de charges avec des engins (chariots élévateurs, grues, ponts roulants, pelles mécaniques, etc.) [18].

❖ Identification

- Dangers liés à la charge manutentionnée, au déplacement d'engins, aux moyens de manutention.

I.4.4.9 Circulation

A-Circulation dans l'entreprise (interne)

Risques d'accident résultant du heurt d'une personne par un véhicule ou d'une collision entre véhicules ou entre un véhicule et un obstacle [18].

B-Circulation routière (externe)

Risque d'accident de la circulation lié au déplacement d'un salarié réalisant une mission pour le compte de l'entreprise.

❖ Identification

- Déplacement en voiture ou par un autre véhicule motorisé (p. ex. chariot élévateur) au sein de l'entreprise ou à l'extérieur pour le compte de l'entreprise.

I.4.4.10 Les autres risques

A côté de ces différentes catégories de risques, aux conséquences graves pour la santé et la sécurité des travailleurs, des risques liés à l'organisation du travail, au temps de travail, à l'intensification du travail, au vieillissement des travailleurs paraissent de plus en plus fréquents ; les troubles musculo-squelettiques [18].

Les fiches de risques	
	1. Risques d'accident de plain-pied
	2. Risques de chute de hauteur
	3. Risques liés aux circulations internes
	4. Risque routier
	5. Risques liés à l'activité physique
	6. Risques liés à la manutention mécanique
	7. Risques liés aux produits, aux émissions et aux déchets
	8. Risques liés aux agents biologiques
	9. Risques liés aux équipements de travail
	10. Risques liés aux effondrements et aux chutes d'objets
	11. Risques et nuisances liés au bruit
	12. Risques liés aux ambiances thermiques
	13. Risques d'incendie, d'explosion
	14. Risques liés à l'électricité
	15. Risques liés à l'éclairage
	16. Risques liés aux rayonnements
	17. Risques psychosociaux
	18. Autres risques

Figure I.5 : l'ensemble des risques professionnels [35]

I.5 Aspect réglementaire et normatif

I.5.1 Aspect réglementaire

I.5.1.1 Réglementation algérienne

-Loi n° 83-13 du 2 juillet 1983 relative aux accidents du travail et aux maladies professionnelles, p. 1210, JO n° 28, du 5 juillet 1983 ;

-Loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et à la promotion de la santé, p. 122 ;

-Loi n° 88-07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, à la sécurité et à la médecine du travail, JORA n°4 du 27 janvier 1988, p.84 ;

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

-Décret exécutif n°96-209 du 5 juin 1996 fixant la composition, l'organisation et le fonctionnement du conseil national d'hygiène, de sécurité et de médecine du travail ;

-Décret exécutif n°97-424 du 10 Rajab 1418 correspondant au 11 novembre 1997, fixant les conditions d'application du titre V de la loi n°83-13 du 2 juillet 1983 modifiée et complétée, relatif à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, p.12.J.O.R.A. N° 75 DU 12 – 11-1997 ;

-Décret exécutif n°02-427-2002, relatif aux conditions d'organisation de l'instruction, de l'information et de la formation des travailleurs dans le domaine de la prévention des risques professionnels ;

-Décret Exécutif n° 05-10 du 08 janvier 2005, fixant les attributions, la composition, l'organisation et le fonctionnement des comités inter- entreprises d'hygiène et de sécurité ;

-Décret n° 05-11 du 08 janvier 2005 relative au service d'hygiène et sécurité ;

-Décret présidentiel n°06-59 du 11 février 2006 portant ratification de la convention 155 concernant la sécurité, la santé des travailleurs et le milieu de travail, adoptée à Genève le 22 juin 1981[19].

I.5.1.2 Réglementation internationale

-La directive n°89/391/CEE du conseil des Communautés européennes du 12 juin 1989, dite « directive cadre », définit les principes fondamentaux de la protection des travailleurs.

Elle concerne la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé. Elle s'applique à tous les secteurs d'activité publics ou privés, excepté certaines activités spécifiques de la fonction publique et les services de protection civile.

Elle fixe des obligations pour les employeurs et pour les salariés. Elle a placé l'évaluation des risques professionnels au sommet de la hiérarchie des principes généraux de prévention [10] ;

-Le décret n° 2001-1016 du 5 novembre 2001 Portant création d'un document relatif à l'évaluation des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs ;

-Art. R. 4121-1 et suivant du Code du Travail – L'employeur transcrit et met à jour dans un document unique les résultats de l'évaluation des risques pour la sécurité et la santé des travailleurs à laquelle il doit procéder ;

Cette évaluation comporte un inventaire des risques identifiés dans chaque unité de travail de l'entreprise ou de l'établissement.

I.5.2 Aspect normatif

OHSAS 18001/ ISO 45001 : système de management de la santé et de la sécurité au travail :

Le référentiel OHSAS 18001/ ISO 45001 utilise la démarche d'amélioration continue « PDCA » d'ISO 14001 en quatre phases :

- La planification (Plan) ;
- La mise en œuvre et le fonctionnement (Do) ;
- La vérification et action corrective (Check)
- La revue de direction (Act).

Il intègre l'évaluation des risques professionnels réglementaire et est donc compatible avec les récentes évolutions de la réglementation européenne [20].

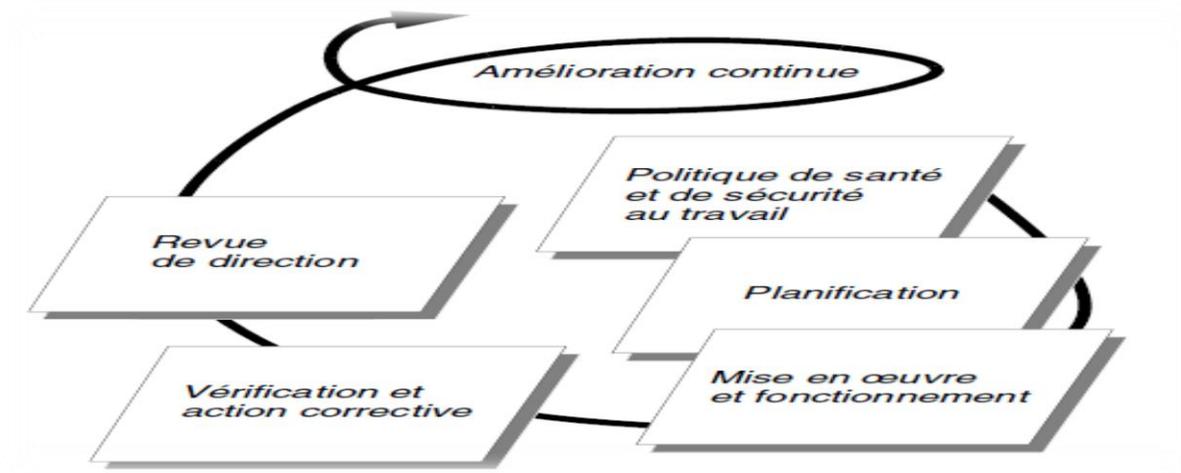


Figure I.6 : Modèle de système de management de la SST selon le référentiel OHSAS [36]

OHSAS18001 porte sur les principaux éléments suivants :

- ✓ Planification pour l'identification des dangers, ainsi que l'évaluation et la gestion des risques ;
- ✓ Programme de gestion OHSAS ;
- ✓ Structure et responsabilité ;
- ✓ Formation, présentation et compétence consultation et communication.

Conclusion

Dans ce chapitre, on a représenté essentiellement une recherche bibliographique dans lequel nous nous sommes focalisés sur le terme risque professionnel, les concepts qui lui sont associés.

Pour que le risque soit acceptable/accepté, il faut bien entendu que le chef d'entreprise manifeste une réelle volonté de réaliser une sincère analyse et évaluation des Risques Professionnels (EvRP).

Introduction

Actuellement les industries sont confrontées à des problèmes industriels majeurs qui menacent leur pérennité et remettent en cause leurs objectifs.

Devant ce défi, les industries doivent défendre leur existence en instaurant une stratégie de gestion des risques professionnels et en mettant en place des méthodes d'analyse et d'évaluation de ces risques et ce, pour garantir que leurs installations fonctionnent dans toute sécurité .

II. Les méthodes d'analyse des risques

Il existe plusieurs méthodes d'analyse des risques dont on présente les méthodes classiques et les méthodes intégrées

II.1 Les différentes méthodes classiques d'analyse des risques

Les principales méthodes d'analyse des risques d'accidents sont :

- ✚ l'Analyse Préliminaire des Risques (APR),
- ✚ l'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC),
- ✚ l'Analyse des risques sur schémas type HAZOP,
- ✚ l'Analyse par arbres des défaillances, arbres d'évènements et arbres des causes.
- ✚ l'Analyse par la méthode des 5M
- ✚ l'Analyse par Nœud Papillon.

Il existe bien entendu de nombreuses autres méthodes qui ne seront pas présentées en détail dans ce document.

II.1.1-Analyse Préliminaire des Risques – APR

Selon la norme CEI-300-3-9, l'analyse préliminaire des risques (APR) « est une technique d'identification et d'analyse de la fréquence du danger qui peut être utilisée lors des phases amont de la conception pour identifier les dangers et évaluer leur criticité ». [21]

- **But :** Mettre en évidence des Événements Indésirables (EI) et/ou Redoutés (ER) c'est-à-dire des EI à impact sur la sécurité
- **Principales étapes :**
 - 1) Identification des risques du système (Tableaux d'APR Fonctions / APR Éléments).
 - 2) Détermination de la gravité des conséquences (et éventuellement de la probabilité).
 - 3) Synthèse des APR et définition des mesures en réduction de risques.

➤ Exemple de tableau d'APR Fonctions

Fonction	Mode de défaillance	Effet sur le système	Effet client	Gravité	N°EI/ER	Recommandations

Figure II.1 : Exemple de tableau d'APR.

II.1.2-AMDEC : (Analyse des Modes de Défaillances de leurs Effets et de leur Criticité)

C'est une analyse consistant à identifier de façon inductive et systématique toutes les défaillances d'un système avérées ou potentielles, à en déterminer les causes, les effets et les actions qu'il convient de mettre en œuvre pour supprimer ces défaillances ou en réduire les effets. C'est une méthode essentiellement préventive.

➤ **But**

Étudier et maîtriser les risques de défaillance d'un produit, d'un procédé de fabrication, d'un moyen ou d'un service.

➤ **Démarche**

Qu'elle porte sur un produit, un service, un système, un processus, la réalisation d'une AMDEC doit être collective, exhaustive et systématique.

L'AMDEC est une démarche normalement collective. Idéalement, les différents participants représentent des points de vue ou expertises divers (conception, fabrication, exploitant,...) et ont un pouvoir décisionnel pour engager le cas échéant des mesures correctives.

Systematisme et exhaustivité sont assurés par l'examen de chaque mode de défaillance pour tous les composants du système ou, en approche fonctionnelle, de tous les trinômes fonction / critère / paramètre.

Pour chaque mode :

✚ On identifie et évalue :

- sa (ses) cause(s) et l'indice de fréquence (classe d'occurrence),
- ses effets et l'indice de gravité (classe de sévérité),
- les mesures mises en place pour détecter la défaillance et l'indice de détection (classe de probabilité de détection),

- On calcule la criticité : (indice de fréquence) × (indice de gravité) × (indice de détection),
- Si la criticité seuil est atteinte, on engage des actions correctives,
- Si le but poursuivi est l'amélioration, on traitera en priorité les causes des modes de défaillance présentant les plus fortes criticités.

✓ **NB** : Dans certaines applications, on utilise les probabilités au lieu des indices.

II.1.3 Arbres de défaillances

✓ Définition de l'Événement Indésirable (**EI**) ou Événement Redouté (**ER**) fondamentale.

L'objectif de cette méthode est

- A partir d'un événement final indésirable, rechercher les combinaisons des différents événements élémentaires ou défaillances qui peuvent y conduire
- Réduire la probabilité d'occurrence de cet événement final

Représentée par :

- Opérateurs logiques.
- Événements.
- Symbole de transfert.

L'arbre de défaillance permet de mettre en évidence les combinaisons de défaillances.

Symbol	Signification
	Événement de base Événement initial ne nécessitant pas de développement. Il s'agit essentiellement d'une défaillance première d'une entité à la limite de l'analyse.
	Événement non développé Événement qui ne constitue pas un événement de base mais qui ne sera pas développé en d'un manque d'information ou d'autres considérations
	Événement intermédiaire Représentation d'un événement qui est le résultat de la combinaison d'autres événements.
	Porte « ET » Nécessite l'addition des événements causes pour engendrer l'événement effet.
	Porte OU Ne requiert qu'un seul des événements causes pour engendrer l'événement effet.
	Transfert vers... Indique que l'arbre se poursuit à la section indiquée par le numéro dans le triangle.
	Transfert de... Indique que cette portion de l'arbre est la suite détaillée de la section indiquée par le numéro dans le triangle

Tableau II.1 : Le symbole de quelques éléments de l'AdD.

II.1.4 L'Arbre d'Evènements (AdE)

L'analyse par arbre des défaillances, comme nous l'avons vu précédemment, vise à déterminer, dans une démarche déductive, les causes d'un événement indésirable ou redouté retenu a priori.

À l'inverse, l'analyse par arbre d'évènements suppose la défaillance d'un composant ou d'une partie du système et s'attache à déterminer les évènements qui en découlent.

À partir d'un événement initiateur ou d'une défaillance d'origine, l'analyse par arbre d'évènements permet donc d'estimer la dérive du système en envisageant de manière systématique le fonctionnement ou la défaillance des dispositifs de détection, d'alarme, de prévention, de protection ou d'intervention... Ces dispositifs peuvent concerner aussi bien des moyens automatiques qu'humains (intervention des opérateurs) ou organisationnels (application de procédures).

➤ Objectif de l'arbre d'évènements

Les arbres d'évènements sont utilisés pour identifier les divers accidents qui peuvent se produire dans un système complexe. À la suite de l'identification des séquences d'accidents individuels, les combinaisons spécifiques de défaillance qui peuvent conduire à des accidents peuvent être déterminées à l'aide de l'arbre d'évènements.

✚ L'arbre d'évènements permet :

- ✓ de rechercher toutes les causes et les combinaisons de causes conduisant à l'évènement de tête ;
- ✓ de déterminer si chacune des caractéristiques de fiabilité du système est conforme à l'objectif prescrit ;
- ✓ de vérifier les hypothèses faites au cours d'autres analyses à propos de l'indépendance des systèmes et de la non-prise en compte de certaines défaillances ;
- ✓ d'identifier le(les) facteur(s) qui a (ont) les conséquences les plus néfastes sur une caractéristique de fiabilité ainsi que les modifications nécessaires pour améliorer cette caractéristique ;
- ✓ d'identifier les évènements communs ou les défaillances de cause commune.

➤ Applications de l'arbre d'évènements

L'arbre d'évènements est utilisé pour identifier les divers évènements qui peuvent survenir dans un système complexe.

À la suite de l'identification des séquences individuelles d'accident, les combinaisons spécifiques de défaillance qui conduisent à des accidents peuvent alors être déterminées en utilisant l'arbre de panne.

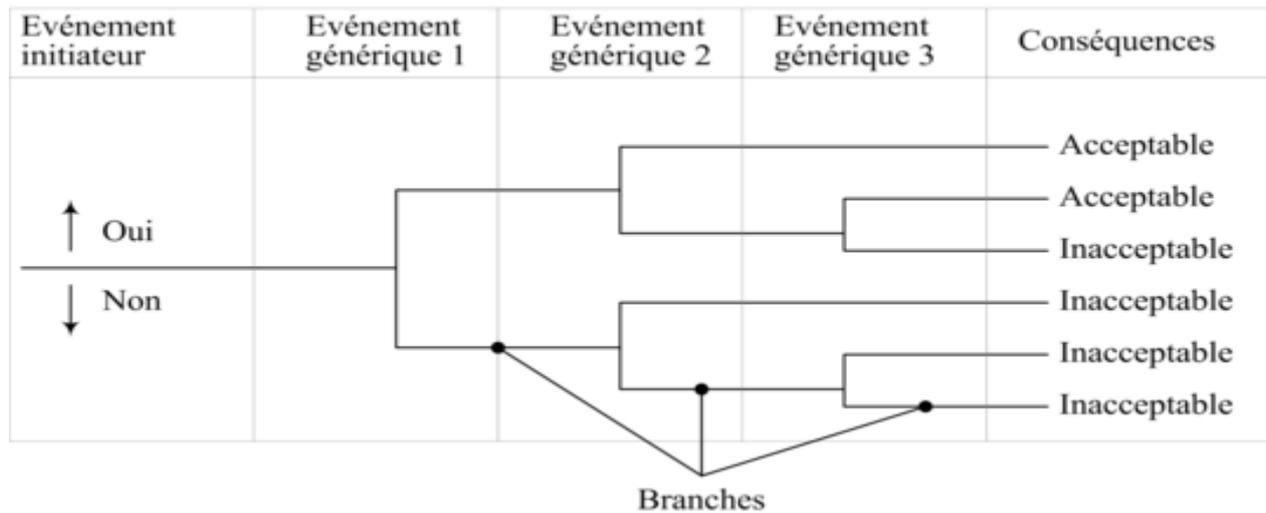


Figure II.2 : Tableau représente l'arbre d'événement.

II.1.5 LE NŒUD DE PAPILLON

Le nœud papillon est un outil qui combine un arbre de défaillance et un arbre d'événements.

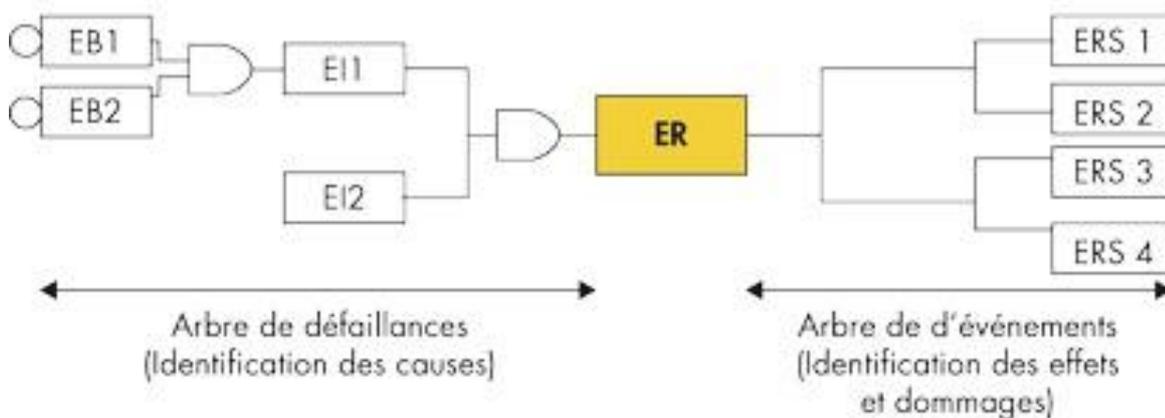


Figure II.3 : Exemple de nœud de papillon.

II.1.6 La méthode HAZOP (HAZard and Operability studies)

➤ Objectifs

Les principes et la mise en œuvre

La méthode HAZOP s'intègre dans une démarche d'amélioration de la sécurité et des procédés pour une installation existante ou en projet, avec ses avantages :

- Réalisation de l'étude au sein d'un groupe de travail rassemblant différents métiers : (sécurité, ingénierie, exploitation, maintenance...)
- Méthode d'analyse systématique liée aux installations avec circuits fluides;
- Contribution au respect des normes en matière de sécurité.

➤ **Description de la méthode**

- Définition du système à étudier
- Prise de connaissance du système
- Éléments spécifiques à la méthode
- Présentation du tableau HAZOP
- Analyse des dysfonctionnements et mise en place de recommandations
- Quand utiliser HAZOP ?
- Application de la méthode sur un cas d'école

➤ **Déroulement**

- Préparation de l'étude
- Constitution et conduite du groupe de travail
- Suivi des recommandations du groupe de travail

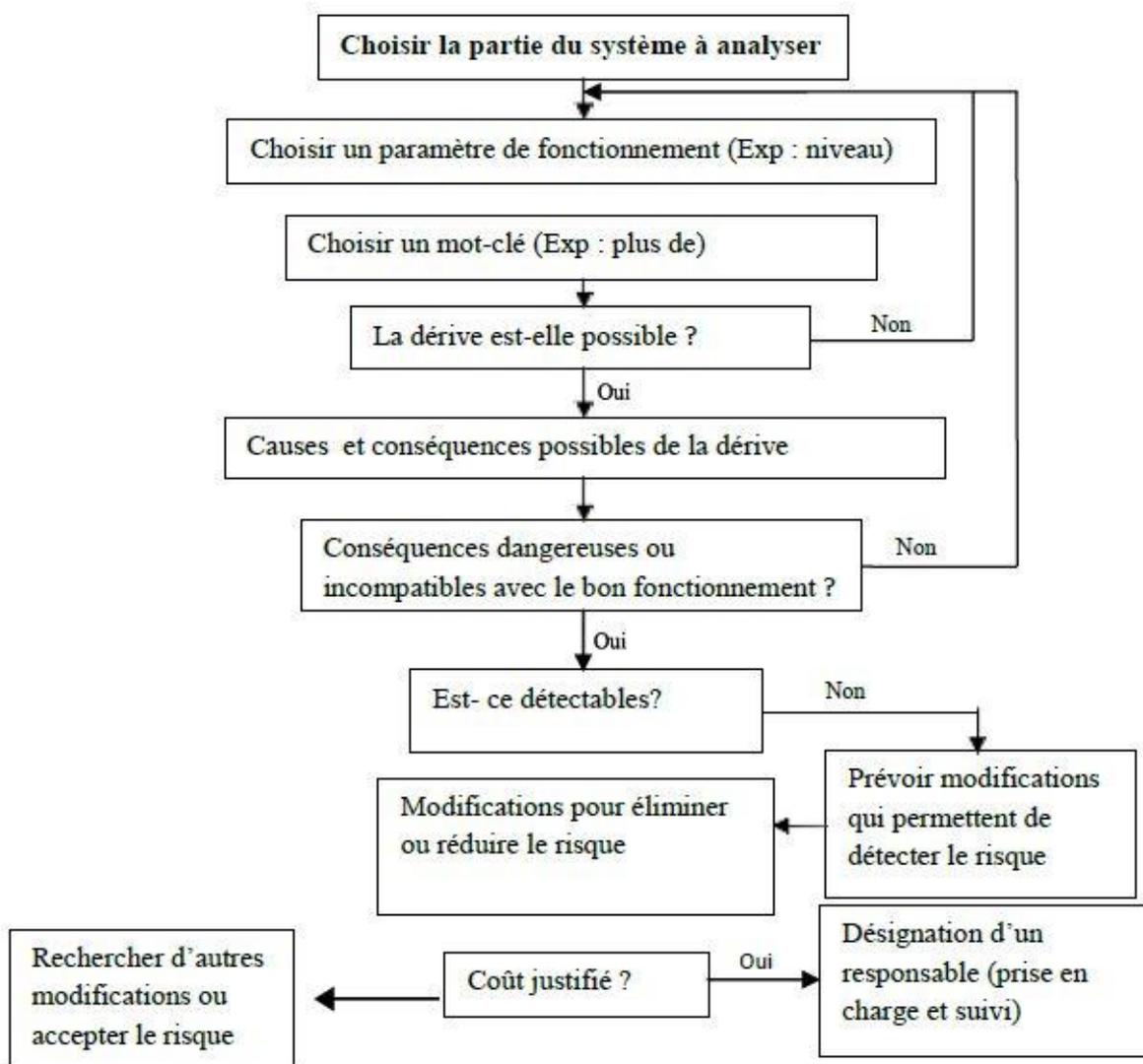


Figure II.4 : Les étapes pour réaliser la méthode HAZOP.

II.1.7 La méthode des 5M

La méthode 5M est une méthode d'analyse qui sert à rechercher et à représenter de manière synthétique les différentes causes possibles d'un problème. Elle fut créée par le professeur Ishikawa d'où son appellation « Méthode d'Ishikawa »

➤ Caractéristiques et démarche de la méthode 5M

Kaoru Ishikawa [22] classe les différentes causes d'un problème en 5 grandes familles :

- Matière : les différents consommables utilisés, matières premières...
- Milieu : le lieu de travail, son aspect, son organisation physique...
- Méthodes : les procédures, le flux d'information...
- Matériel : les équipements, machines, outillages, pièces de rechange...
- Main d'œuvre : les ressources humaines, les qualifications du personnel.

Pour un « effet » particulier (panne, défaillance technique, accident, retard...), la méthode d'Ishikawa permet de rechercher l'ensemble des « causes possibles » ; Cette démarche permet d'affiner l'analyse en abordant en profondeur tous les contours du problème. Par ce moyen, il devient certain que toutes les causes possibles seront identifiées.

NB : Lorsque les causes possibles sont nombreuses dans une famille, elles peuvent être regroupées en sous familles. Par exemple :

Famille	Sous familles possibles
Matière	Emballage ; produit ;
Milieu	Géographie (disposition, localisation...) ; ambiance (éclairage, température, bruits divers...)
Méthodes	Mode opératoire ;
Méthodes	Outils ; machines ; dispositif de convoyage ;
Main d'œuvre	Personnel interne, sous-traitance

Tableau II.2 : Exemple des familles des 5 M.

II.1.8 Arbre des causes

Cette méthode permet de comprendre le scénario de l'accident et de proposer par la suite des mesures de prévention. Ainsi, elle s'inscrit totalement dans une démarche de prévention des risques professionnels en termes de santé sécurité au travail.

La méthode de l'arbre des causes est représentée sous forme d'arborescence graphique.

Le principe est de représenter tous les facteurs ayant contribué à l'accident.

Ces facteurs doivent être représentés et organisés dans un ordre logique.

L'arbre peut être construit de haut en bas ou de droite à gauche ou le contraire, mais doit dans tous les cas commencer par le dommage.

➤ Les principes de la méthode de l'arbre des causes

L'analyse d'accident par la méthode d'arbre des causes s'appuie sur les principes suivants :

- Le développement d'une compréhension objective du processus de l'**accident** (et non la recherche de responsabilités),
- La mise en évidence des faits (et non pas des interprétations et des jugements de valeur),
- La prise en compte de faits le plus en amont possible depuis l'origine de l'accident.
- Le respect de la succession des étapes,

➤ Les étapes de l'application de la méthode de l'arbre des causes

La **méthode de l'arbre des causes** est composée de deux (02) étapes :

- ✚ La première étape vise à recueillir les faits et à construire progressivement l'**arbre des causes**. Il s'agit d'un processus itératif.
- ✚ La seconde étape consiste à proposer et à mettre en place les **mesures de prévention** préconisées suite à cet **accident**.

➤ Le but

Le but de cette recherche est de proposer des solutions portant sur chacun des faits ayant conduit à l'accident.

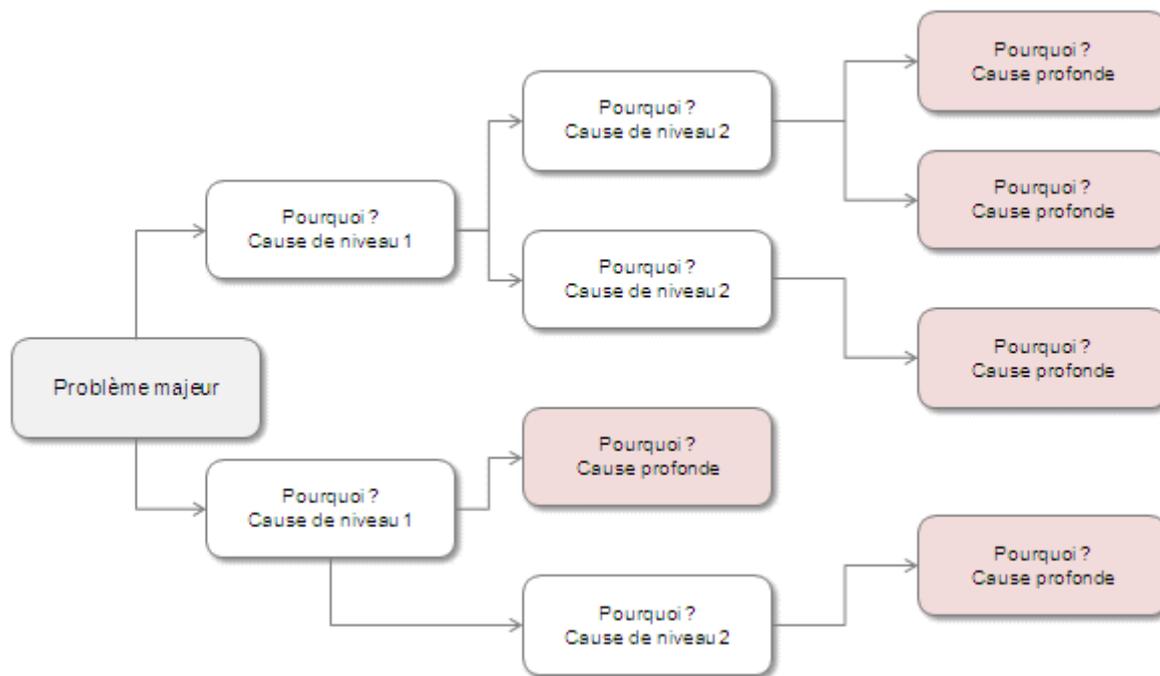


Figure II.5 : Exemple d'arbre des causes.

II.2 Les différentes méthodes intégrées d'analyse des risques

Les méthodes précédentes (méthodes classiques) sont les méthodes de base de l'analyse de risque. Celles-ci doivent être mises en œuvre dans le cadre d'une démarche globale. De nouvelles méthodes ont vu le jour ou ont été plus largement utilisées au cours des dernières années. Il s'agit de méthodes intégrées, qui visent à répondre à travers une même démarche à plusieurs questions que se posent les acteurs de l'évaluation des risques et à apporter des outils pour faciliter l'analyse et l'estimation des risques. Ces méthodes intègrent donc différentes étapes d'identification des risques, d'évaluation des barrières ou d'évaluation de la vulnérabilité de l'environnement.

II.2.1 La méthode QRA/EQR - Évaluation Quantitative des Risques

Évaluation Quantitative des Risques L'évaluation quantitative des risques, en anglais **Quantitative Risk Assessment (QRA)**, est une méthode dont l'objectif est d'évaluer la probabilité de dommages causés par un accident potentiel. Cette méthode, initialement développée dans le domaine des transports et dans le nucléaire a été progressivement adaptée à l'industrie des procédés, notamment dans les pays du nord de l'Europe. La particularité des méthodes de QRA tient dans la façon d'exprimer et de représenter les résultats de l'analyse de risques. Il est à noter que l'EQR (QRA) ne prend donc souvent en compte que les effets létaux sur les personnes [23].

Ces résultats sont généralement représentés sous forme de courbe fréquence/gravité (ou courbe F/N) pour le risque sociétal ou de courbes iso-risque pour le risque individuel.

La réalisation d'un QRA permet généralement d'établir quatre (4) indicateurs de risques majeurs :

- **Le risque individuel (risque de localisation)** : il s'agit de la probabilité annuelle de décès suite aux accidents majeurs étudiés pour une personne qui resterait en permanence à un endroit donné.
- **Le risque sociétal** : il s'agit de la probabilité annuelle d'un certain nombre de décès suite aux accidents majeurs étudiés.
- **Le risque d'atteinte environnementale.**
- **Le risque de perte des biens matériels.**

Les résultats sont généralement représentés sous forme de courbe (fréquence/gravité) ou courbe (F/N) pour le risque sociétal ou de courbes iso-risque (LSIR) pour le risque individuel.

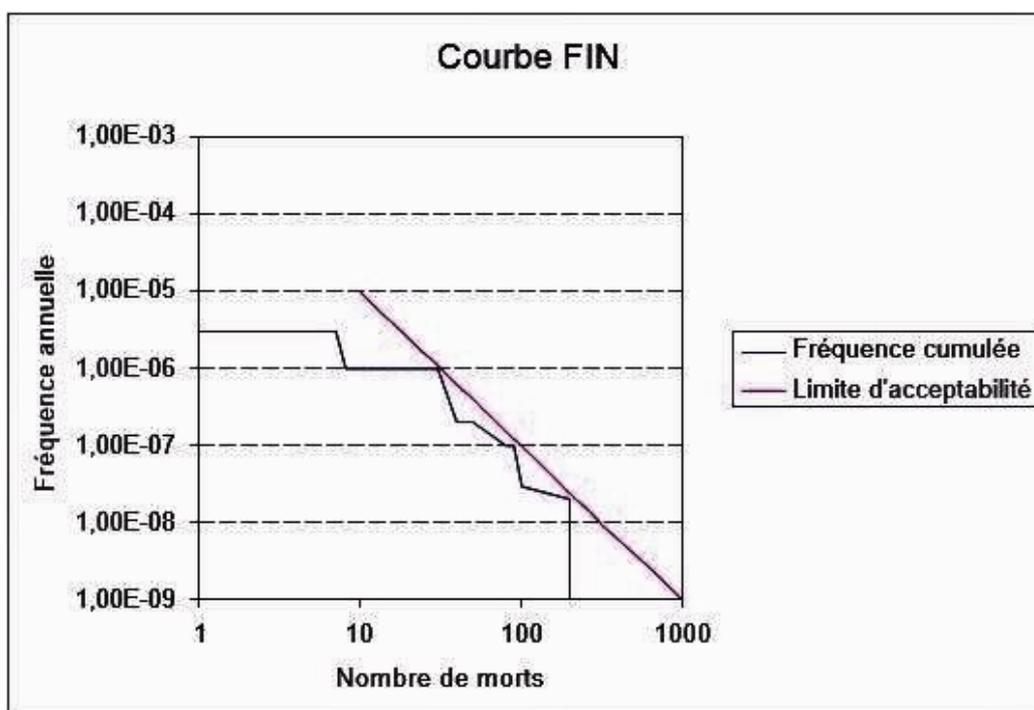


Figure II.6 : Représentation du risque sociétal courbe F/N typique (d'après [CPR 18^E, 1999]).

Les résultats du QRA donc être représentés de manière sous forme d'une courbe F/N, dans ce cas, l'exploitation de ces résultats pour la prise de décision implique la définition d'un niveau de risque acceptable en terme de probabilité de mortalité

II.2.2 LOPA

La méthode LOPA [CCPS 2001] a été développée à la fin des années 1990 par le CCPS (Center for Chemical Process Safety). **LOPA** signifie “**Layer Of Protection Analysis**” (Analyse des niveaux de protection).

L'analyse des couches de protection permet d'estimer la fréquence d'un événement redouté. Cette méthode intègre les couches de protection de l'entreprise, tant organisationnelles que techniques. La méthode LOPA évalue la réduction du risque.

Elle est utilisée pour déterminer quel SIL est assigné à chaque SIF et elle permet de déterminer combien de couches de protection sont nécessaires pour ramener le risque à un niveau tolérable. [24]

➤ Objectif de la méthode :

La méthode LOPA est une méthode semi-quantitative développée dans l'optique :

- de juger de l'adéquation entre les barrières mises en œuvre et le niveau de risque visé ;
- de statuer sur le besoin de mise en œuvre de nouvelles barrières ;
- de définir les « exigences » minimales sur la probabilité de défaillance des barrières à mettre en place dans le cas où les barrières existantes ne permettraient pas de justifier d'un risque acceptable ;
- d'évaluer la fréquence d'occurrence résiduelle d'un scénario d'accident.

Acronyme	Définition
APS	Automate programmable de sécurité
BPCS	<i>Basic Process Control System</i>
CCPs	<i>Center for Chemical Process Safety</i>
DGPR	Direction générale de la prévention des risques
EI	Événement initiateur
FCV	<i>Flow Control Valve/Vanne de régulation de débit</i>
HAZOP	<i>Hazard and Operability analysis</i>
HSE	<i>Health and Safety Executive</i>
HSL	<i>Health and Safety Laboratory</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IPL	<i>Independent Protection Layer/Couche de protection indépendante</i>
ISA	<i>International Society of Automation</i>

Acronyme	Définition
LOPA	<i>Layer Of Protection Analysis</i>
LT	<i>Level Transmitter/Transmetteur de niveau</i>
MMRI	Mesure de maîtrise des risques instrumentée
MMR	Mesure de maîtrise des risques
PFD	<i>Probability of Failure on Demand</i>
PPRT	Plan de prévention des risques technologiques
RRF	<i>Risk Reduction Factor/Facteur de réduction du risque</i>
SIF	<i>Safety Instrumented Function/Fonction instrumentée de sécurité</i>
SIL	<i>Safety Integrity Level/Niveau d'intégrité</i>
TESEO	<i>Tecnica Empirica Stima Errori Operatori</i>
THERP	<i>Technique for Human Error Rate Prediction</i>

Figure II.7 : Des définitions des termes utilisés dans la méthode LOPA.

La méthode **LOPA** peut être décomposée en **six (6)** principales étapes :

1. Etablissement des critères de sélection des scénarios à évaluer :

Cette étape est un préalable à l'analyse de risques. Elle fournit le moyen de limiter la durée de l'étude en ne considérant que les scénarios significatifs en termes de conséquences. Le critère peut être un critère d'intensité (quantité de produit rejeté, flux mesuré à la source) ou un critère de conséquence qui intègre implicitement l'existence d'enjeux aux alentours.

2. Développement des scénarios d'accident :

Les scénarios d'accident sont développés sur la base d'une analyse de risques utilisant des outils traditionnels tels que l'AMDEC ou l'HAZOP. Les scénarios sont représentés sous forme d'un nœud papillon.

3. Identification des fréquences d'événements initiateurs :

Une analyse détaillée des scénarios est entreprise en considérant chaque combinaison d'événements initiateurs associés à une conséquence. La fréquence d'occurrence de chaque événement initiateur est estimée sur les bases de données internes de retour d'expérience ou de données issues de la littérature.

4. Identification des dispositifs de sécurité et de leurs probabilités de défaillance à la demande :

Pour chaque scénario on identifie alors les dispositifs de sécurité, en considérant les critères de qualification de ces dispositifs que sont leur indépendance par rapport au phénomène ou à l'événement auquel ils s'appliquent, la capacité de réalisation du dispositif, la possibilité d'inspecter le dispositif. Les dispositifs qui répondent à ces critères sont qualifiés d'IPL (Independent Protection Layer) concept à rapprocher de celui d'EIPS (Eléments Importants Pour la Sécurité).

A chaque dispositif de sécurité est associée une probabilité de défaillance à la sollicitation qui correspond à un facteur de réduction du risque. LOPA fait référence de façon explicite au niveau d'intégrité de sécurité (**SIL, Safety Integrity Level**), inspiré de la norme CEI 61508. Les systèmes de sécurité considérés sont essentiellement techniques, mais il est en théorie possible de prendre aussi en compte les barrières humaines ou organisationnelles.

5. Estimation du risque :

La probabilité du scénario d'accident est alors estimée en réduisant la probabilité de l'événement initiateur de plusieurs ordres de grandeur correspondante aux niveaux de SIL des dispositifs de sécurité retenus. Comme dans la méthode ARAMIS, des matrices de décision permettent de définir le niveau de réduction du risque minimum que doivent présenter les systèmes en fonction du niveau de conséquence possible du scénario et de la fréquence de l'événement initiateur. La méthode LOPA n'impose cependant pas d'utiliser ces matrices et l'utilisateur est libre de mettre en œuvre des calculs de sûreté de fonctionnement plus traditionnels s'il le souhaite et en a la possibilité.

6. Evaluation du risque par rapport aux critères d'acceptabilité :

La dernière étape de la méthode consiste à s'assurer que le risque est maîtrisé, c'est à dire qu'il est bien inférieur aux critères d'acceptabilité qui ont été fixés au préalable

LOPA n'impose pas de type de critère prédéfini et propose ainsi quatre catégories de critères :

- Une grille de criticité comportant une limite d'acceptabilité en termes de gravité et de fréquence ;
- Un critère purement quantitatif portant sur le niveau de conséquence du scénario ;
- Un critère spécifiant le nombre de dispositifs de sécurité indépendants nécessaires pour considérer qu'un scénario est suffisamment maîtrisé ;
- Un critère de risque cumulé maximum pour un site ou un procédé.

Il n'est pas prévu dans LOPA de produire des informations utiles pour la maîtrise de l'urbanisation. Ainsi l'évaluation de la vulnérabilité et la cartographie de la sévérité ne sont pas abordées dans la méthode. [24]

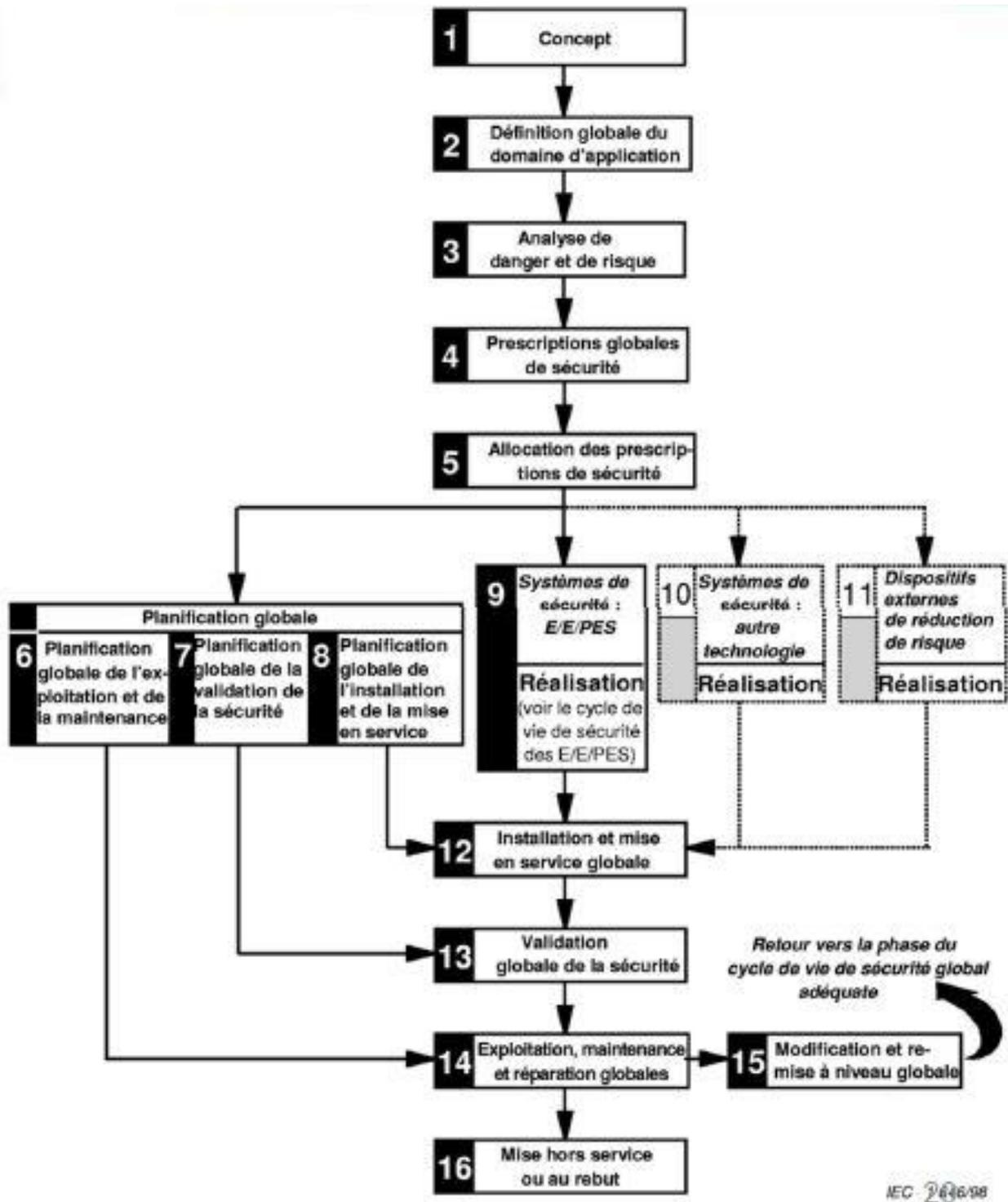


Figure II.8: démarche d'analyse de risque

➤ **Description :**

a) **La couche de protection indépendante IPL :**

Une couche de protection indépendante (IPL) correspond à un équipement, un système ou une action capable de prévenir la survenue des conséquences associées à un scénario d'accident. Elle doit être indépendante de l'événement initiateur mais aussi de toutes les autres couches de protection associées au scénario.

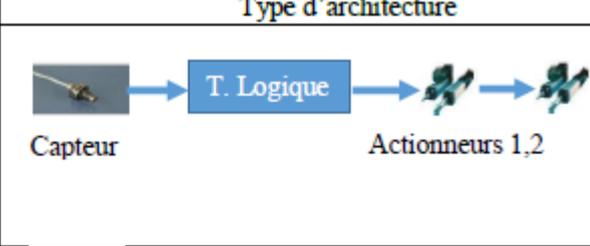
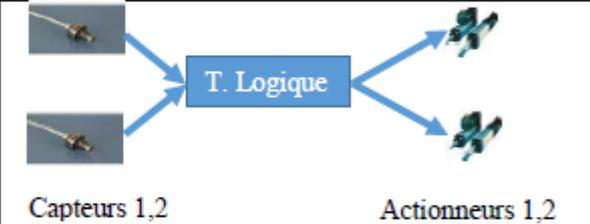
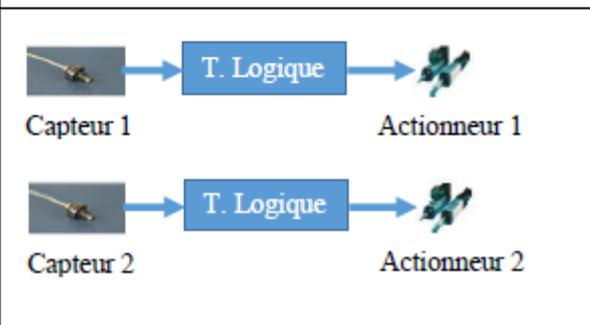
Type d'architecture	Indépendance
 <p>Capteur → T. Logique → Actionneurs 1,2</p>	<p>Une seule couche car :</p> <ul style="list-style-type: none"> – même paramètre physique à l'origine de la commande des deux actionneurs – logique de traitement de l'information commune aux deux actionneurs.
 <p>Capteurs 1,2 → T. Logique → Actionneurs 1,2</p>	<p>Une seule couche car :</p> <ul style="list-style-type: none"> – logique de traitement de l'information commune aux deux actionneurs.
 <p>Capteur 1 → T. Logique → Actionneur 1 Capteur 2 → T. Logique → Actionneur 2</p>	<p>Deux couches indépendantes car :</p> <ul style="list-style-type: none"> – paramètres physiques différents à l'origine de la commande des deux actionneurs – logique de traitement de l'information spécifique à chacun des actionneurs. <p>Donc : IPL</p>

Tableau II.3 : Notion d'indépendance des couches.

b) **Description des différentes couches de protection :**

Dans le cadre de la réduction des risques, on est amené à mettre en place différentes barrières prévues, soit pour agir sur la probabilité d'un accident (barrière de prévention), soit sur la gravité (barrière de mitigation et de protection).

Pour cela, la méthode LOPA introduit le concept de « couches de protection » présenté en tableau au-dessus selon la **norme CEI61511**.

Ce concept repose sur le principe que les moyens mis en œuvre dans le but de réduire les risques sont nombreux et diversifiés. Ces différents moyens sont prévus pour intervenir de manière graduelle dans le temps. En d'autres termes, ces différentes couches vont être « sollicitées » tour à tour avec pour objectif de « stopper » le déroulement du scénario d'accident ou d'en réduire les effets. [24]

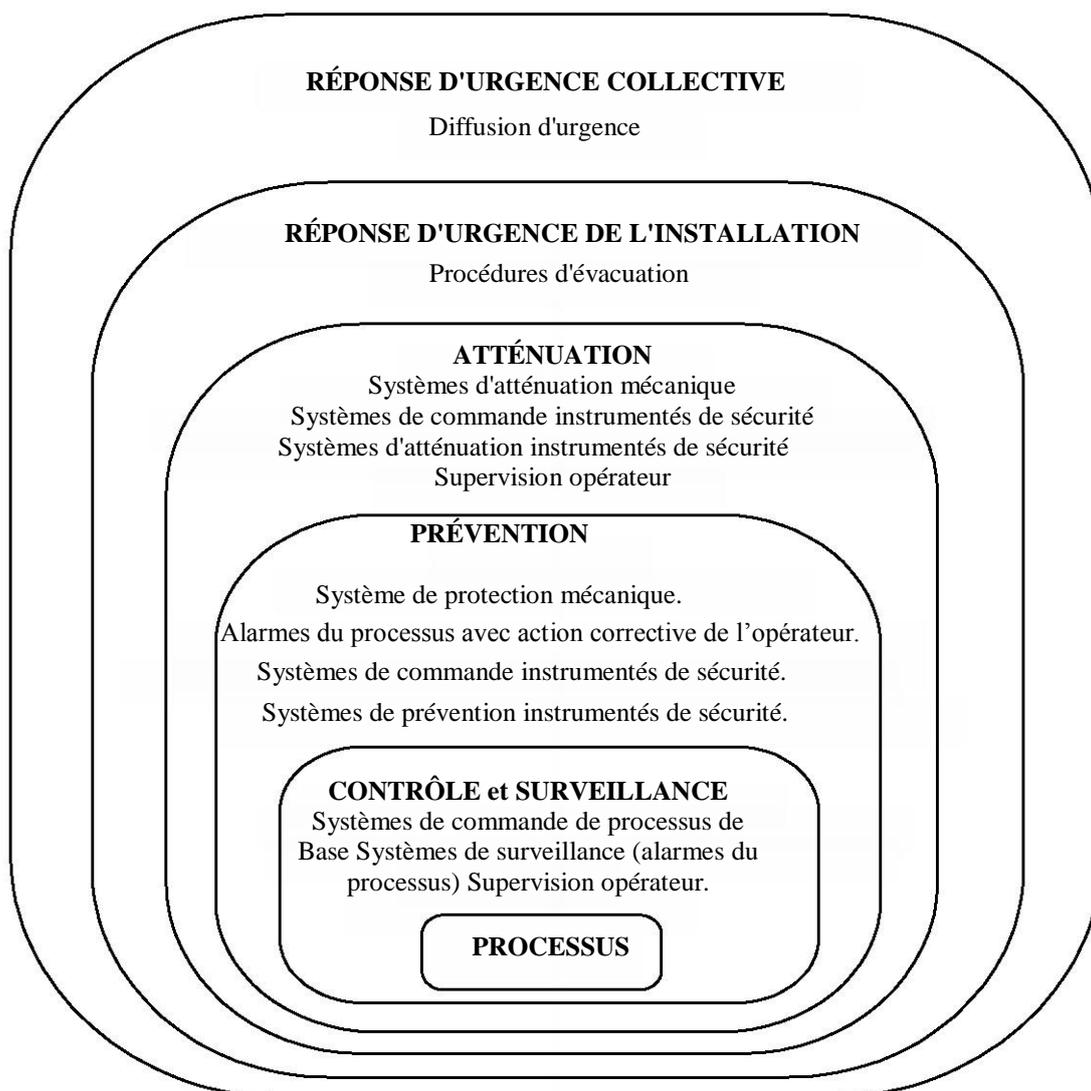


Figure II.9 : Méthodes habituelles de réduction de risque rencontrées dans les industries de processus (CEI, 2003).

Discipline	Domaine d'expertise
Sécurité	Définition des scénarios d'accidents Évaluation des fréquences d'occurrence des événements initiateurs Évaluation des conséquences et des niveaux de gravité qui y sont associés Évaluation de la probabilité de défaillance des barrières de sécurité
Instrumentation	Définition de l'architecture des fonctions instrumentées de sécurité (SIF) Évaluation de la probabilité de défaillance des SIF Connaissances sur les exigences des normes relatives au SIL (IEC 61508 – 61511)
Procédé	Connaissance du fonctionnement du procédé (permet d'identifier les dérives, définir des modes et seuils de détection, etc.)
Maintenance et Inspection	Connaissance des fréquences d'inspection des équipements (données qui influent sur la fréquence d'occurrence des événements de type « perte de confinement ») Connaissance des périodes de test pour les barrières de sécurité (données nécessaires à l'évaluation de la probabilité de défaillance des SIF) Connaissance des temps de réparation des barrières de sécurité (données nécessaires à l'évaluation de la probabilité de défaillance des SIF)
Exploitation	Connaissance du fonctionnement des installations

Tableau II.4 : Domaine d'expertise des différents participants a une revue LOPA.

II.2.3 La méthode MADS-MOSAR

L'analyse des risques d'un projet est une démarche complexe et pour se donner le maximum de chances de mettre en évidence la majorité des risques d'un projet, une méthode logique est proposée, la méthode organisée systémique d'analyse des risques ou "MOSAR". Initialement conçue pour les installations industrielles, elle fait appel à la modélisation systémique qui décompose le projet en sous-systèmes et permet de rechercher systématiquement les dangers présentés par chacun d'entre eux ; ces sous-systèmes sont remis en relation pour faire apparaître des scénarios de risques majeurs. Cette partie de l'analyse est une **APR (Analyse Préliminaire des Risques)** évoluée car elle ne se contente pas de passer le projet au crible de grilles préétablies issues du retour d'expérience. Elle construit, à partir d'une modélisation des différents types de dangers par le modèle « **MADS** » (**M**éthodologie d'**A**nalyse de **D**ysfonctionnement des **S**ystèmes), les scénarios possibles.

Le modèle MADS, a été élaboré dans les années 1980 par un groupe d'ingénieurs du CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique, France) et d'universitaires de l'IUT de sécurité de Bordeaux, et c'est une modélisation systémique générale du danger mise en œuvre ici de manière spécifique dans la méthode MOSAR.

2.3.1-Structure générale de la méthode MOSAR (Les deux modules et ces étapes) :

La méthode s'articule autour de deux visions, d'où les deux modules qui la composent (Module A et B) :

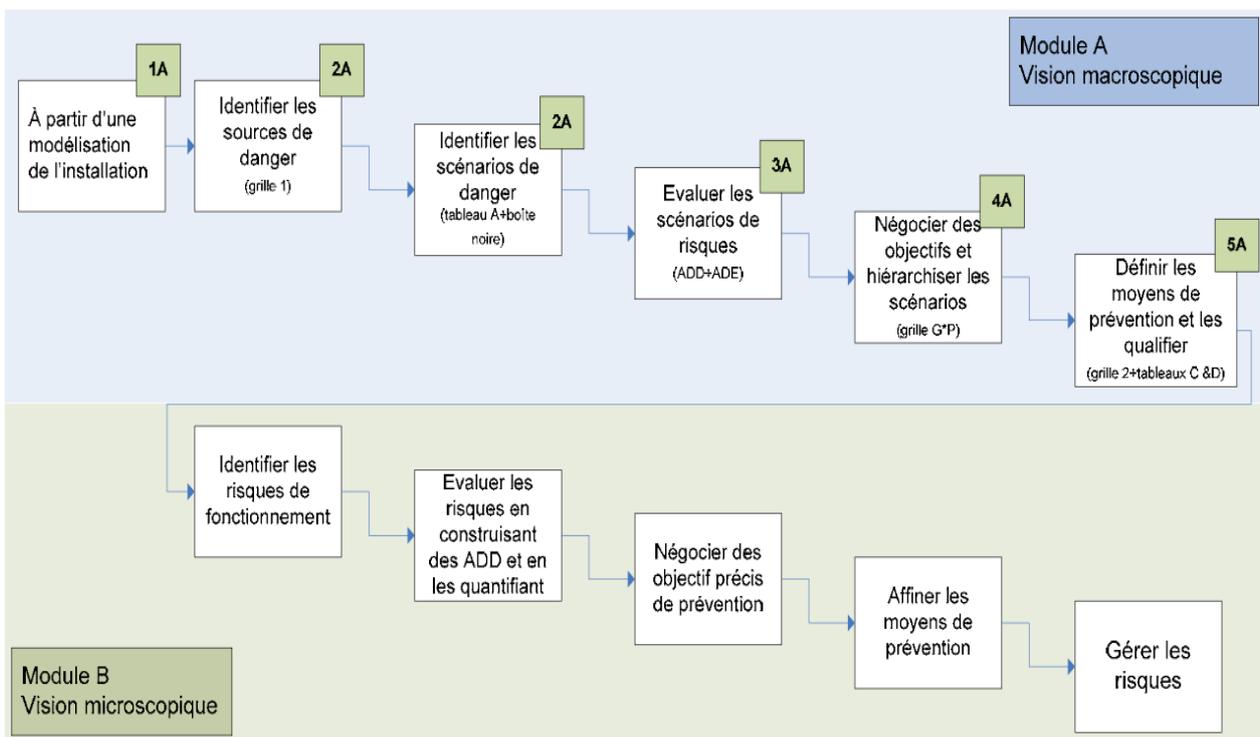


Figure II.10 : Vision globale de la méthodologie MOSAR.

- **MODULE A** : Est une vision macroscopique qui consiste à faire une analyse des risques principaux. Cela consiste à modéliser les éléments du projet en système ce qui va permettre d'identifier en quoi ils peuvent être sources de danger. On recherche ensuite comment ils peuvent interférer entre eux et avec leur environnement pour générer des scénarios d'accidents.

Ce module comprend 5 étapes qui sont :

1. Identifier les sources de dangers ;
2. Identifier les scénarios de dangers ;
3. Evaluer les scénarios de risques ;
4. Négocier des objectifs et hiérarchiser les scénarios ;
5. Définir les moyens de prévention et les qualifier.

- **MODULE B** : Est une vision microscopique qui consiste à faire une analyse détaillée et complémentaire des dysfonctionnements techniques et opératoires identifiés dans le module A. C'est en fait une approche de type « sûreté de fonctionnement » qui vient faire foisonner l'analyse précédente. Dans les scénarios établis dans le module A. Ce module comprend 5 étapes qui sont :

1. Identifier les risques de fonctionnement ;
2. Evaluer les risques en construisant des ADD et en les quantifiant ;
3. Négocier des objectifs précis de prévention ;
4. Affiner les moyens de prévention ;
5. Gérer les risques.

2.3.2-Mise en œuvre de MADS-MOSAR :

En appliquant MADS-MOSAR, pour réaliser une analyse de risques, il est nécessaire de procéder étape par étape :

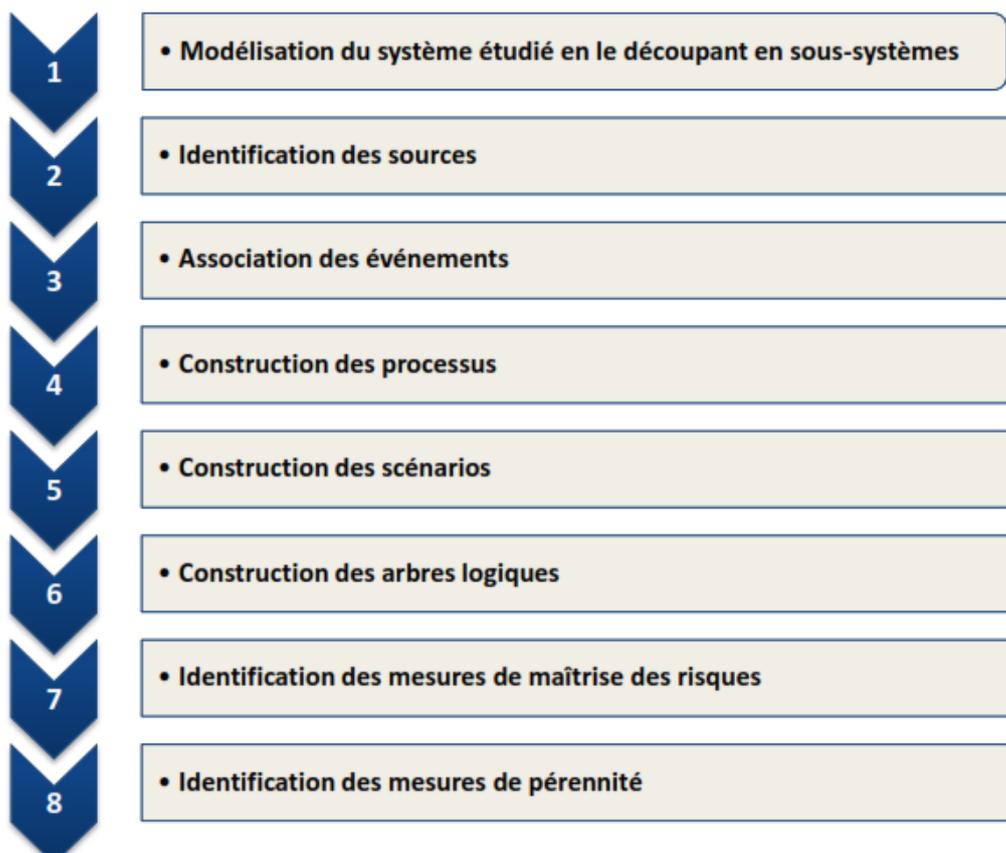


Figure II.11 : Etape de mise en œuvre de MADS-MOSAR.

Conclusion

L'analyse des risques est une étape très importante dans le domaine de la sécurité qui permet l'identification des différentes sources des risques et dangers grâce à diverse outils et méthodes.

Pour appliquer une méthode d'analyse des risques, il faut tout d'abord faire une description générale de risque pour l'identifier, et localiser les zones les plus dangereuses et aussi pour choisir la méthode la plus précise et la plus adéquate.

C'est pourquoi, l'analyse des risques est devenue pour de nombreuses organisations une préoccupation majeure et un élément indispensable non seulement à la réussite de l'entreprise mais également à leur développement.

Introduction :

Pour acheminer de grandes quantités de pétroles, gaz et eaux sur de longue distance à une grande fiabilité ; le transport d'hydrocarbures et d'hydrauliques par pipelines reste le plus sécurisant.

Et comme la production des tubes en acier pour la construction de pipelines nécessitent des moyens en usines et des moyens de chantier.

L'unité ALFAPIPE a pour rôle de produire des tubes soudés en spirale à partir des bobines en acier.

III.1. Présentation de l'unité ALFAPIPE-ANNABA-

Le stage s'est effectué au niveau de la Tuberie de Annaba (unité de fabrication des tubes soudés en spirale) ALFAPIPE à l'enceinte du complexe sidérurgique d'EL-HADJAR à Annaba.

L'entreprise ALFAPIPE ex ALFATUS est spécialisée dans la fabrication des tubes pour canalisations d'hydrocarbures et d'hydrauliques, qui dispose d'un système management qualité assurant la conformité du produit selon les normes internationales API Q1 5L et ISO 9001 depuis 2000.

III.2. Historique et caractéristiques d'ALFAPIPE**III.2.1 Historique**

L'entreprise ALFAPIPE est née en 2006, suite à une fusion entre ALFATUS Annaba et ANABIB Ghardaïa sur orientation de l'état pour la création d'un leader industriel publique spécialisé dans la production de pipes et confronté l'environnement externe en matière de tubes par les concurrents au profit de la SONATRACH pour éviter le partenariat étranger et monopolisé le marché national en matière de production des tubes en spirale.

En 1966 la Société National de Sidérurgie (SNS) a mis un projet d'une unité de production des tubes en étude, après une expression des besoins urgents et considérables en moyens de transports oléoducs et gazoducs par SONATRACH.

Le début de chantier en 1967 situé à 12 km d'Annaba et se trouve dans l'enceinte de périmètre de l'SNS, et mise en service en 1969.

Deux investissements importants ont été effectués entre 1975 et 1995 pour répondre aux besoins du marché en tubes de transport d'hydrocarbures et d'hydrauliques :

- En 1975, implantations un atelier d'enrobage intérieur (revêtement intérieur) de tubes par époxy, surtout utilisés pour les tubes de gaz.
- En 1995, implantations un atelier d'enrobage extérieur (revêtement extérieur) en tri-couches en polyéthylène, et la relier avec le revêtement intérieur par une table de transfert semi-automatique.

Après filialisation de SIDER en 1999, l'unité devient ALFATUS (l'Algérienne de fabrication des tubes soudés en spirale), une filiale du groupe SIDER.

En juillet 2006, ALFATUS/SIDER et PIPE GAZ GHARDAIA/ANABIB devenue ALFAPIPE (l'Algérienne de Fabrication de Pipes) suite à une fusion sur orientation de ministre d'industrie et du groupement TRANSOLB, avec une direction général (siège) à Alger.

ALFAPIPE : a une capacité de production environ 90.000 tubes par ans de différents largeurs de (16 à 48 pouces) qui égale (406.4 mm et 1220 mm) et épaisseurs de (5 mm à 15 mm), à des différents longueurs selon la demande du client qui peut être jusqu'à 11 m.

III.2.2 La composition de l'unité d'ALFAPIPE

L'unité est composée de 4 halls couvrant une surface de 18.000 m², d'un bâtiment administratif et d'une sous station électrique d'une puissance de 15 KV/380 V, les installations de procès sont réparties dans trois bâtiments industriels :

1. Le bâtiment principal de production et contrôle des tubes nus, construit en 1968-1969 d'une superficie de 18.439 m².
2. Le bâtiment du revêtement intérieur, construit en 1973-1975 rénové en 2001 d'une superficie de 2.904 m².
3. Le bâtiment du revêtement extérieur tri-couches, construit en 1993-1995 d'une superficie de 4.480m².

Les halls du bâtiment principale et composé de :

- Le hall bobines : un hall de stockage de bobines qui assure jusqu'à deux mois de production, équipé de une bascule, un pont roulant de 44 tonnes et un dispositif de préparation pour la mise en consommation.
- Le hall abritant : les 04 machines à souder en spirale, la préparation bobine et la régénération flux est desservie chacun par un pont de 44 tonnes.
- Les 2 halls de parachèvement de tubes sont disposés perpendiculairement aux 02 halls précédents et sont desservis chacun par un pont roulant de 7.5 tonnes d'une portée de 38,8 m destinés à l'entretien des machines et au transfert rapide des tubes facilitants le circuit de production et la bonne organisation de l'atelier.

Les manutentions normales des tubes dans les halls se font par un système de convoyeur à rouleaux.

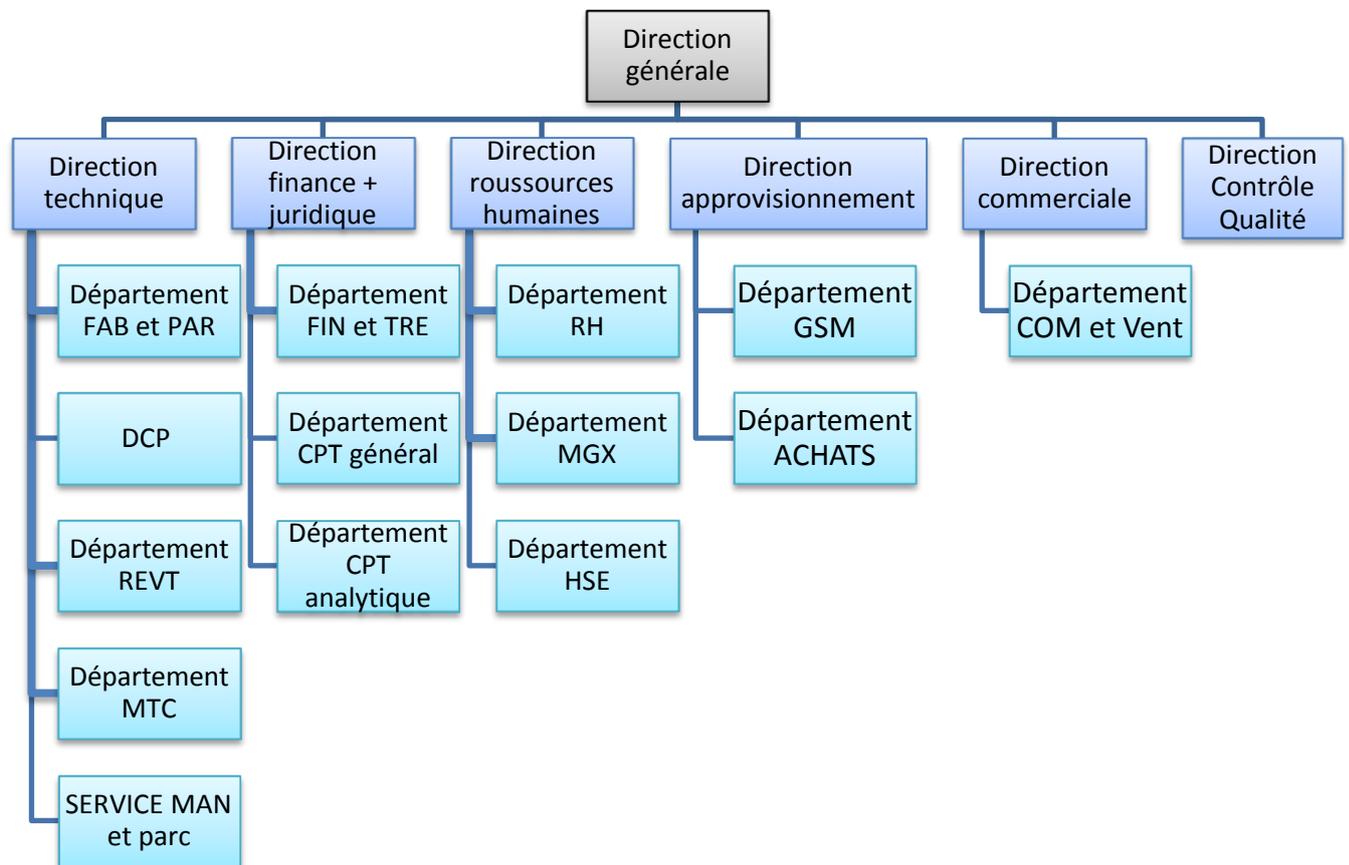
III.2.3 choix d'implantation de la tuberie spirale

L'unité de tuberie spirale dénommé ALFAPIPE est implanté à l'intérieur du site du complexe sidérurgique qui occupe une superficie de 800 ha au niveau du territoire de la commune de Sidi Amar –Annaba- .

- proximité du port Annaba (environ 15 km), pour la réception des matières premières, provenant essentiellement de l'étranger (bobines, fils de soudure, flux,... etc.)

- proximité de la ligne de chemin de fer pour l'évacuation de ces produits finis.
- proximité du laminoir à chaud (LAC) au sein du complexe pour une éventuelle utilisation.

III.3. Organigramme de l'unité ALFAPIPE



FAB : Fabrication.

PAR : Parachèvement.

DCP : Département Contrôle production.

RVT : Revêtement.

MTC : Maintenance.

MAN : Manutention.

COM : Commercial.

FIN : Finance.

TRE : Trésorerie.

CPT : Comptabilité.

RH : Ressources Humaines.

MGX : Moyens Généraux.

GSM : Gestion des stocks.

HSE : Hygiène et Sécurité Environnement.

Figure III.1 : L'organisme de l'unité ALFAPIPE.

III.4. Les objectifs généraux d'ALFAPIPE de juillet 2018

- Réduction du taux de fréquence des accidents de travail à 16%.
- Réduction du taux de gravité des accidents de travail à 0,3%.
- Réduction du taux de tubes à dénuder au niveau du revêtement extérieur à 03 %.
- Réduction du taux de tubes à dénuder au niveau du revêtement intérieur à 1.2 %.
- Réduction de la mise aux milles globale à 1110.
- Améliorer du taux de marche au niveau :
 - Machines à souder à 65 %.
 - Revêtement extérieur à 78 %.
 - Revêtement intérieur à 78 %.
- Mise à disposition de 100 % des matières premières sans rupture de la chaîne d'approvisionnement.
- Livraisons de 100 % des commandes clients dans les délais contractuels
- Consacrer 70 % des formations en externe du plan annuel / 2018 aux personnes dont les activités sont liées aux processus spécifiques (fabrication, soudage, revêtements, maintenance, contrôle visuelle (VT), contrôle non destructif (CND), contrôle destructif (CD)).
- Réaliser 100 % des thèmes HSE du plan annuel de formation /2018

III.5. Politique de qualité, santé, sécurité et environnement de l'entreprise

La politique QSSTE de la direction d'ALFAPIPE TUBERIE D'ANNABA est basé sur trois grands axes :

- ✚ Axe 1 : modernisation et mise à niveau des installations de production, de contrôle qualité et de manutention pour augmenter les capacités de production et rationaliser la consommation des matières premières.
- ✚ Axe 2 : développer les compétences notamment celles ayant un impact direct ou indirect sur le produit, la préservation de la santé/sécurité et la protection de l'environnement.
- ✚ Axe 3 : améliorer le système management qualité on y intégrant les dimensions liées à la protection de l'environnement, la santé et la sécurité au travail.

III.6. Les installations de la tuberie spirale et leurs risques

Cette unité équipée de :

- **Basculaire de bobine** : les bobines de tôle arrivant à axe vertical sont misent a axe horizontal sur cette installation pour pouvoir être préparé.
- **Machine de préparation bobine** : cette machine est alimentée en bobines à axe horizontal par le pont roulant. La bobine ainsi placée et déroulée sur une certaine longueur.

- **Machine à souder** : la tuberie spirale dispose de quatres (04) machines à souder identiques, qui permettent la réalisation de plusieurs opérations pour la fabrication du tube.
- **Le raboutage** : c'est une opération d'oxycoupage qui consiste à débiter la fin de la bande sur la machine et de raccorder le bout de la précédente bobine à la nouvelle par un soudage automatique sous flux.



Figure III.2 : Le rabotage (soudage automatique).

- **Le guidage** : quatre galets de guidage à commande hydraulique permettent à réglage rapide de la bande en cas de dérives dues aux variations de larguer bande.
- **Dressage bande** : un train de rouleaux dresseurs assurent une parfaite planéité et contribue au réglage de la bande.



Figure III.3 : Dressage bande.

- **Cisailage** : des cisailles de rive permettent la mise en larguer définitive de la bande.



Figure III.4 : Cisailage.

- **Formage de la bande** : la bande est entraînée par eux rouleaux cylindrique, elle subit un préformage par des galets cambreurs. Des bras de guidage avec plaque d'usure en TEFLON maintiennent la bande.
- **Deux machines de nettoyage de tube** : le tube ainsi mis en longueur est nettoyé sur une machine qui le débarrasse de tous les déchets.



Figure III.5 : Nettoyage de tube.

- **Zone visuelle** : au niveau de ce STAND, les opérations suivantes sont réalisées :
 - ✓ Contrôle de l'aspect visuel de la tôle et du cordon.
 - ✓ Contrôle dimensionnel (largueur, diamètre, épaisseur).
 - ✓ Elimination par meulage de certain type de défauts.
 - ✓ Transcription de ces informations sur la carte suiveuse du tube (signalisation des opérations à réaliser sur le tube).
- **Machine de reprise des soudures** : cette machine effectue l'opération de soudage extérieur des rabotages ainsi que les langues interruption du cordon extérieur de soudure.



Figure III.6 : Soudage extérieur et intérieur.

- **Zone de préparation** : équipée de deux (02) postes de soudage manuel pour réaliser toute les réparations des défauts préjudiciables de la soudure, signalée en amont par le contrôle visuel.
- **Tronçonneuse des tubes** : cette machine est utilisée pour l'oxycoupage des tubes suivant les instructions du contrôle visuel et figurant sur la carte suiveuse de tube.



Figure III.7 : Tronçonneuse des tubes

- **Banc d'essai hydrostatique** : cette installation sert à éprouver les tubes à pression équivalente à 90% du taux de travail de l'acier utilisé.



Figure III.8 : Contrôle hydrostatique.

- **Des chanfreineuses des tubes** : pour permettre l'opération de soudage manuel, le tube est chanfreiné sur cette installation suivant les normes de travail.
- **Machine de contrôle ultrason automatique** : le cordon de soudure est contrôlé par une machine électronique à émission ultrason à l'aide de deux (02) palpeurs.
- **Deux machines de contrôle radiographique et radioscopique** : Chaque défaut de soudage repéré à l'ultrason automatique, fait l'objet d'une première radiographie au rayon X un second appareillage de radiographique, identique au précédent est spécialisé dans la prise de radiographie des soudures d'extrémités. La radioscopie utilise un écran fluorescent visualisant les défauts, mais la radiographie, elle utilise des films de radiographie. Ces installations sont isolées par un écran en plomb, permettant la protection des personnels contre les rayons X.



Figure III.9 : Contrôle radioscopie.

➤ **Zone de contrôle finale :** au niveau de ce stand, les opérations suivantes sont réalisées:

- ✓ Contrôle visuel et dimensionnel
- ✓ Vérification de la carte suiveuse du tube, deux cas peuvent se présenter :
 - ✚ Le tube ne comporte pas de défaut, et les opérations mentionnée sur la carte suiveuse sont réalisées, dans ce cas le tube reçoit un numéro d'expédition et suit son chemin au parc de stockage.
 - ✚ le tube comporte un défaut ou bien l'opération mentionnée sur la carte n'a pas été réalisée, dans ce cas, le tube retourne en atelier pour subir les prestations manquantes

Fournisseur		EPE-SPA-ALFAPIPE - UNITE DE ANNABA		MAS	N° Tube	EPAISSEUR			
ARCELOR		EPE-SPA-ALFAPIPE - UNITE DE ANNABA		A	788	1.4.30 mm			
N° Coulé		Cde		Poste	Date				
13066199/13082191		211.2.M.M.L.485.M.P.S.1		A2	05/03/19				
UT AUTO ON LIGNE			CONTROLE VISUEL		REALISATION		TRONÇONNAGE		
CS	E	Int	Y RB	Int					
	EY								
MB	Y	Ext	E	Ext					
	RB								
Nom		Nom		Nom		Nom		Date	
Date		Date		Date		Date		Date	
ESSAI HYDRO		UT AUTO OFFLINE		DECISION RT		Contrôle final		RECEPTION FINAL	
(1)	bar	Soud	Métal	inetpr	resultat	Aspect	épaisseur	Long	ML
Nom		Nom		Nom		Nom		Date	
Date		Date		Date		Date		Date	
(2)	bar					Ovalisation	D	Poids	kg
Nom		Nom		Nom		Nom		Date	
Date		Date		Date		Date		Date	
						Rectitude		DECISION	
						D		ASV.	
						F		mauvais Aspect	
						Diamètre		de ce tube	
						D		+ RB	
						M			
						F			

Figure III.10 : Carte suiveuse du tube.

III.7 Cycle de fabrication

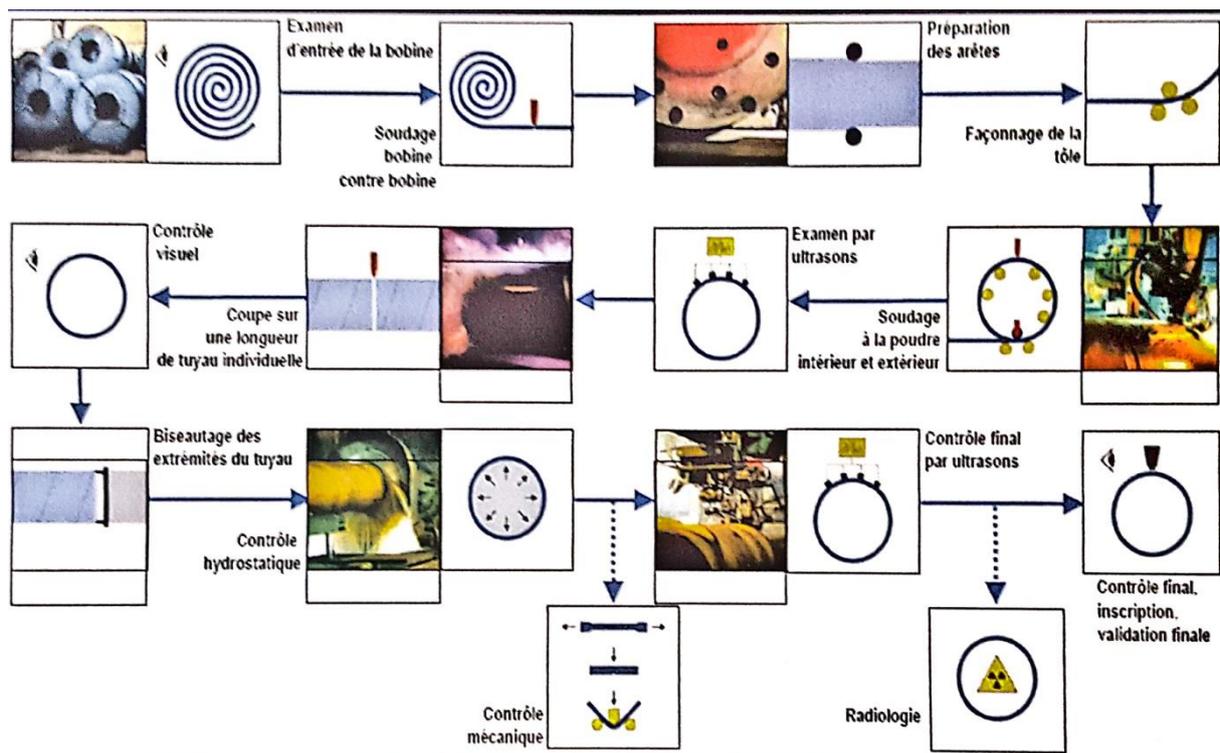


Figure III.11 : Cycle de production de tube.

III.8 Revêtement extérieur

Domaine d'application:

- Canalisation enterrée ou posée en surface
- Canalisation émergée en eau douce ou salée

Le revêtement est constitué de:

- Une couche de résine époxydique appliquée par pulvérisation électrostatique de 50 à 80 microns d'épaisseur.
- Une deuxième couche en copolymère destiné à assurer l'adhérence polyéthylène.
- Une couche de polyéthylène extrudé.

En polyéthylène en tri couches

- 1 1^{ère} couche époxy poudre (FBE)
- 2 2^{ème} couche : adhésif copolymère
- 3 3^{ème} couche : polypropylène extrudé (PEHD)

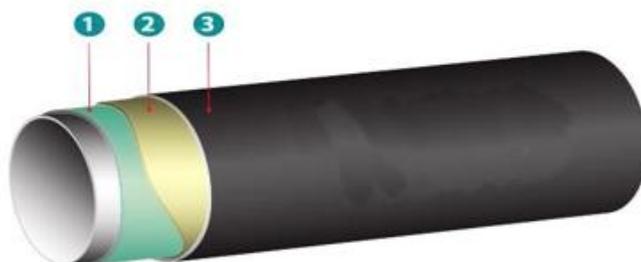


Figure III.12 : Les 3 (trois) couches de revêtement extérieur.

Les avantages de revêtement extérieur en polyéthylène se caractérisent par une grande inertie chimique, une excellente adhérence de revêtement sur le corps de l'acier, un apport au réseau d'une résistance fiable vis-à-vis des sols agressifs et des courants vagabonds.

III.9 Revêtement intérieur

Il se fait en résine époxy pour les tubes destinés au :

- Transport et à la distribution du gaz sec.
- Transport du gaz humide, d'eau potable brute et industrielle.

L'aspect du revêtement est brillant, lisse et répond aux exigences de la norme API RP 51R (Protection de l'environnement pour les opérations de production de pétrole et de gaz à terre et les contrats de location)

III.10 Les risques liés aux ateliers

Durant la réalisation du travail, le risque entoure le personnel et leur bien.

La tuberie contient plusieurs risques qui sont dispersés au niveau de toute sa chaîne de production au différent niveau :

1.1 Les risques physiques :

- Risque sonore.
- Risque vibration.
- Risque chaleur.
- Risque froid.
- Risque éclairage.
- Risque ultra-violets.
- Risque infra-rouges.
- Risque intempéries.
- Risque de stockage intérieur et extérieur

1.2 Les risques chimiques :

- Risque de poussières.
- Risque de gaz.
- Risque vapeur.
- Risque fumées.
- Risque tanker d'oxygène.

1.3 les risques ergonomiques :

- Risque de charge physique.
- Risque de charge mentale.
- Risque de charge sensorielle.

1.4 les risques sécuritaires :

- Risque d'heurts de personnes.
- Risque de chutes de personnes.
- Risque de chutes d'objets.
- Risques mécaniques.

- Risque coupure et piqure.
- Risque de projection.
- Risque de brûlure.
- Risque électrique.
- Risque des produits et travaux dangereux.
- Risque d'éclatement.
- Risque d'incendie.
- Risque d'explosion.

III.11 Quelques mesures préventives pour réduire le risque

Comme on a vécu, dans la tuberie spirale de ALFAPIPE , se trouve plusieurs risques dans les différents ateliers, pour être au bon chemin et avoir une bonne fiabilité de fabrication à zéro risques ou presque il faut que :

- Organisation du travail,
- Avoir une idée sur le plan d'évacuation en cas d'incident et les plaques de signalisations,



Figure III.13 : Plaques de signalisations dans l'industrie.

- Surveillance médicale périodique,
- Programme d'entretien préventif pour toute les machines,
- Respect des normes d'éclairage des lieux de travail,
- Respect des procédures sécuritaires,
- Port des équipements individuels de protection (EPI),
- Utilisation des outils adaptés,
- Contrôle réglementaire périodiques des appareils de levage,
- Définir des voies de circulation pour des personnes du chariot élévateur et des ponts roulants avec une inspection, entretien et contrôle régulière,
- Ecrans insonorisant,
- Interdiction de boire, manger et fumée sur les lieux de travail,

- Protecteur auditif,
- Formations et informations,
- Sélection et assignation,
- Lutte contre l'encombrement de l'atelier,
- Nettoyage quotidien des lieux de travail,
- Utilisation de barrières de sécurité,
- Faire des simulations d'accidents pour connaître la réaction des opérateurs,
- Contrôle des sources de chaleur et les matières combustibles utilisées,
- Moyens d'extinction appropriés de lutte contre tout début d'incendie,
- Respect des règles d'identification, étiquetage, d'utilisation et de stockage de l'oxygène et de la peinture,
- Ventilation naturelle ou mécanique.

Conclusion

Le stage au sein de l'unité ALFAPIPE nous a permis d'améliorer nos connaissances dans le milieu professionnel et connaître ses politiques et ses objectifs.

Pendant cette période de stage, l'étude est faite sur le processus de fabrication dans l'unité de la tuberie ALFAPIPE –Annaba- pour déceler les différents risques liés aux ateliers de la tuberie et de trouver des solutions adéquates afin d'améliorer le niveau de la sécurité.

Introduction

Les soudeurs sont appelés à travailler dans des lieux de travail très variés. Il est impossible de prévoir tous les risques auxquels les soudeurs peuvent être exposés puisque chaque lieu de travail est unique, même si que les soudeurs sur machines sont moins exposés aux risques mais le risque existe toujours, la machine à souder du tube spiral contient plusieurs éléments et plusieurs tâches à la fois dont on les explique dans ce chapitre.

IV.1 Les tubes soudés en spirale

La fabrication des tubes soudés en spirale est réalisée en continu sur des machines à souder suivant la **Figure IV.1**.

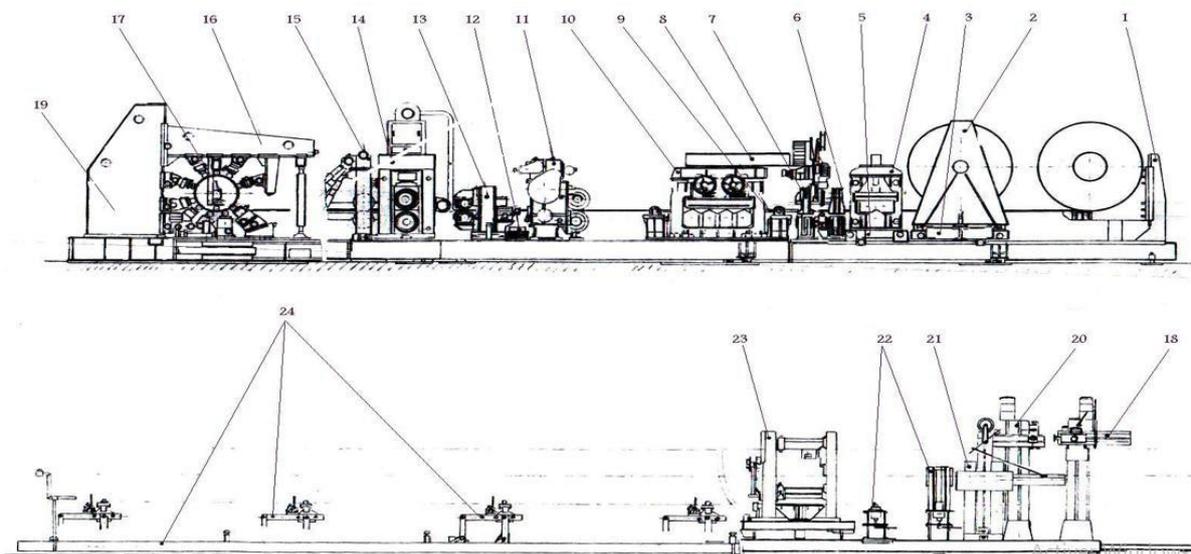


Figure IV.1 : machine à souder.

IV.1.1Caractéristiques techniques :

- Poids totale de la machine : 134 tonnes.
- Poids maximum des bobines : 36 tonnes.
- Vitesse de soudure : 0.5 à 2.25 m/mm
- Diamètre des tubes : 16 “ à 48 “.
- Largeur de bande : 800 à 1800 mm
- Epaisseur : 5.6 à 15 mm
- Longueur des tubes : 9 à 15 m.

Elément	Nomenclature
1	Chaise support bobines
2	Dévidoir
3	Châssis dévidoir
4	pré planeur.
5	châssis pré planeur.
6	mâchoires de serrage début de bande.
7	mâchoires de serrage fin de bande
8	raboutage.
9	guidage bande latéral
10	planeuse.

11	blocs hacheuses.
12	convoyeur de chutes.
13	préparation bords de bande.
14	relie entre les bords de bande
15	préparation bords de bande.
16	pousseuse.
17	craquage des rives
18	Cage de formage
19	soudage intérieur.
20	soudage extérieur.
21	ultrason.
22	ultrason bande.
23	guidage tube (chariot oxycoupage).
24	chemin vers les autres machines

Tableau IV.1 : Les éléments de machine à souder.

IV.1.2 Etude du fonctionnement de la machine à souder :

- **La chaise d'attente :**

Sous ensemble de la machine servant d'assise de la bobine en attendant son acheminement.
(Figure IV.2)



Figure IV.2 : Chaise d'attente.

- **Dévidoir :**

C'est un ensemble de deux mâchoires de serrages servant comme support et maintien bobine pendant la fonction de la machine commandés hydrauliquement. (**Figure IV.3**)



Figure IV.3 : Dévidoir.

- **Pré planeur :**

Sous ensemble de la machine servant pour pré planer la bobine pendant son déroulement continu. (**Figure IV.4**)



Figure IV.4 : Pré planeur.

- **Zone de raboutage :**

C'est l'endroit où l'on fait l'opération d'oxycoupage de la queue de la bobine qui vient de se terminer bien d'équerre afin que l'on puisse joindre le début de la bande de la bobine qui vient d'arriver avec celle qui est déjà finie sur la machine. Puis on fait l'opération de soudage des deux extrémités. (**Figure IV.5**)



Figure IV.5 : Raboutage.

• **Rouleaux planeur :**

Servant pour le planage de la bande durant le fonctionnement de la machine (**Figure IV.6**)



Figure IV.6 : Rouleaux planeur.

- **Guidage de Bande :**

Ce système de quatre vérins à galet de guidage de la bande situés de part et d'autre de la machine servant pour le centrage et le guidage de la bande avant cisailage. (**Figure IV.7**)



Figure IV.7 : Guidage de Bande.

- **Bloc cisailage des rives :**

Sous ensemble de la machine servant pour le cisailage des rives de la bande de part et d'autre afin d'enlever l'irrégularité des bords de la bande et la mettre à la largeur voulue (**Figure I.8**)



Figure IV.8 : Bloc cisailage des rives.

- **Bloc à Hacheuse (rogneuse à ferrailles) :**

Sur la machine il existe un ensemble bloc hacheuse de part et d'autre de la bande possédant chacun, deux tourteaux sur les quels sont montés quatre couteaux sur les tourteaux supérieur et inférieur servant pour couper les petites chutes de 20 à 25 cm, ces chutes sont convoyer vers une grande poubelle afin de les évacuer vers l'aciérie pour les transformer.

(Figure IV.9)



Figure IV.9 : Bloc à Hacheuse.

- **Bloc chanfrein des rives :**

Chaque bloc situé de part et d'autre de la bande sur chacun son monter trois couteaux. Le 1^{er} couteau doit être régler pour faire le talon sur la bande, le 2^{ème} pour faire l'ébauche et le 3^{ème} la finition du chanfrein afin qu'il y est une bonne pénétration de la soudure sur le tube soudé.

- **Brosse de façade de la bande :**

Celle-ci sert pour le nettoyage de la face supérieur de la bande et éliminer la corrosion sur les bords de la bande pour une bonne pénétration de la soudure car la corrosion est ennemie de la soudure. (Figure IV.10).



Figure IV.10 : La Brosse.

- **Rouleaux entraineurs :**

Ces ensembles de deux rouleaux servent pour l'entraînement principal de la bande durant toute la période de fonctionnement de la machine de commande par un grand réducteur et un variateur de vitesse à commande hydraulique. (Figure IV.11)



Figure IV.11 : Rouleaux entraineurs.

- **Cage de formage du tube :**

Elle est composée de plusieurs trains de galets situés sur la périphérie de la cage de formage réglable mécaniquement suivant le gabarit du tube et suivant la commande de réglage varié de 16'' à 48''. (Figure IV.12)

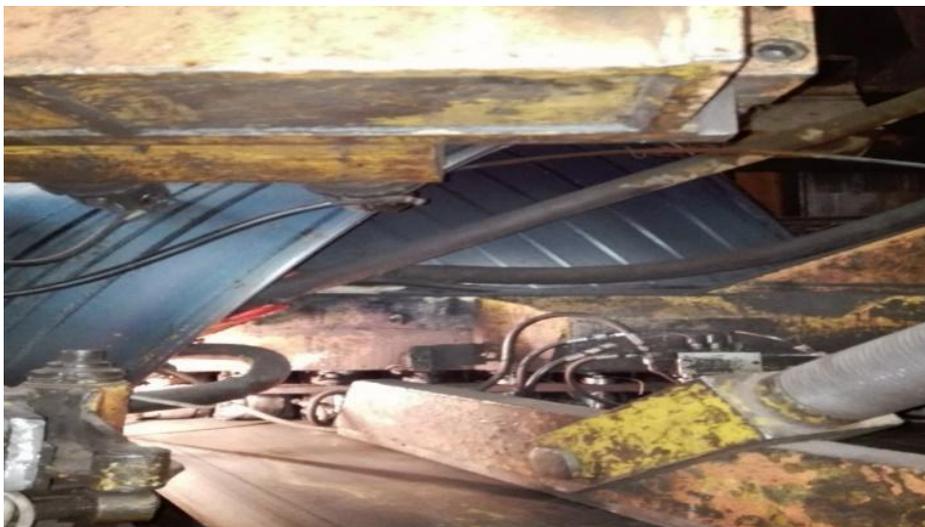


Figure IV.12 : Cage de formage du tube.

- **Stand d'alimentation et récupération du flux :**

Pour le soudage intérieur et extérieur : il faut utilisé le stand de flux qui va desservir les deux têtes de soudures intérieur et extérieur, et sert aussi à récupérer le surplus de flux afin de la régénérer de nouveau sur une machine appelée machine à régénérer le flux. (**Figure IV.13**)



Figure IV.13 : machine à régénérer le flux.

- **Soudage automatique :**

Le tube est soudé automatiquement, à l'intérieur et à l'extérieur par l'intermédiaire d'un système composé de deux têtes de soudure intérieures et deux têtes de soudure extérieures. Le procédé utilisé est le soudage automatique à arc immergé sous flux. (Figure IV.14 ; IV.15)



Figure IV.14 : Soudage intérieur.



Figure IV.15 : Soudage extérieur.

- **Oxycoupage des tubes :**

Lorsque le tube atteint sa longueur programmée, il aura un oxycoupage automatique sur le châssis arrière de la machine spirale, puis évacué sur grilles de stockage. **(Figure IV.16)**



Figure IV.16 : Oxycoupage des tubes.

- **Nettoyage du tube :**

Le tube ainsi mis en longueur est nettoyé sur une machine qui le débarrasse de tous les déchets (résidus, laitier, etc.). **(Figure IV.17)**



Figure IV.17 : Nettoyage du tube.

IV.2. parachèvement des tubes :

IV.2.1 Zone de contrôle visuel :

A ce niveau les opérations suivantes sont réalisées ;

- Contrôle de l'aspect visuel de la tôle et du cordon de soudure
- Contrôle dimensionnel (longueur, diamètre, épaisseur)
- Elimination par meulage de certains types de défauts
- Transcription de ces informations sur la carte suiveuse du tube (signalisation des opérations qui sont réalisées sur le tube). (**Figure IV.18**)



Figure IV.18 : Contrôle visuel.

IV.2.2 Banc d'essai hydrostatique :

Cette installation sert à éprouver les tubes à pression équivalente à 90% du taux de travail de l'acier utilisé, cette opération a pour but de vérifier d'une part l'étanchéité du tube, et d'autre part le comportement du tube lors de la montée en pression (résistance de la tôle et du cordon de soudure).

Conformément aux règlements de sécurité gazoduc et oléoducs actuellement en vigueur, chaque tube produit est éprouvé à une pression correspondante à un taux de travail d'environ 90% de sa limite élastique.

Cette épreuve est faite avant le contrôle par l'ultrason et le contrôle par radiographie des extrémités du tube et doit permettre de faire apparaître éventuellement les fissures de cordon des soudures qui n'avaient pas été détectées. (**Figure IV.19**)



Figure IV.19 : Banc d'essai hydrostatique.

IV.2.3 Zone de réparation :

Équipe de deux postes de soudage manuel pour réaliser toutes les réparations de défauts préjudiciables de la soudure, signalés en amont par le contrôle visuel. (**Figure IV.20**)



Figure IV.20 : Zone de réparation.

IV.2.4 Zone de chanfrein des tubes :

Pour permettre l'opération de soudage manuel le tube est chanfreiné à l'aide de deux machines chanfreineuses suivant la norme de travail, l'angle obtenu est en général de 30° à 35° avec un talon de 1.5 mm (**Figure IV.21**)



Figure IV.21 : Zone de chanfrein des tubes.

IV. 3 La méthode HIRA

IV.3.1 Définition et terminologie

HIRA veut dire identification des dangers et évaluation des risques, alors le principe est de planifier le travail de façon sécuritaire, pour prévenir un accident ... et pour ce faire il n'y a qu'une seule façon :

- On s'Arrête, (pour évaluer l'environnement de travail) ;
- On observe, (la situation, l'environnement de travail) ;
- Et on Agit prudemment. (en mettant en place ce qu'il faut et utilisant les EPI – équipements de protection individuelle).

HIRA : est l'acronyme : Hazard Identification Risk Assessment.

En français : identification des dangers et évaluation des risques. [29]

IV.3.2 Les types d'HIRA

Il existe deux types d'HIRA, l'HIRA principale et l'HIRA spécifique.

a) HIRA principale :

Une HIRA principale est l'identification des dangers et évaluation des risques des postes de travail.

L'identification des dangers et l'évaluation des risques est une méthode pour classer les risques, afin d'attribuer une priorité pour les actions visant à les éliminer si non les réduire, sur la base des matrices pour le calcul du niveau de risque : détermination de l'acceptation ou non du risque.

Cette méthode commence en tant que projet, elle doit être documentée, et tenue à jour.

b) HIRA spécifique :

➤ HIRA Risques Majeurs :

L'identification des risques majeurs doit être faite en respectant la réglementation en vigueur, elle est gérée par la procédure gestion des urgences.

➤ HIRA intervention :

Une analyse des risques simplifiée est obligatoire avant chaque intervention, la visite de terrain est obligatoire pour identifier les risques d'accidents probables liés à l'intervention.

➤ HIRA Ouverture de chantier :

La visite de terrain est obligatoire et doit être effectuée conjointement par le responsable des travaux et le responsable de suivi, pour analyser l'environnement du lieu de l'intervention, ainsi que l'analyse des risques d'interférences générés par d'autres travaux aux alentours du lieu de l'intervention.

➤ HIRA Démarrage installation :

L'objectif de cette analyse est de vérifier que toutes les conditions de sécurité sont réunies pour un démarrage sans risque des installations.

Cotation des risques

Tous les risques identifiés devront être cotés suivant les :

- Matrices d'exposition aux risques
- Matrice de niveau de protection.
- Matrice du niveau de gravité.

Le niveau de maîtrise des risques est calculé à la base de la formule : $NM = NE \times NP \times NG$

- **NM** = Niveau de Maîtrise du risque.
- **NE** = Niveau d'Exposition aux risques.
- **NP** = Niveau de Protection.
- **NG** = Niveau de Gravité.

Les **NE**, **NP** et **NG** sont tirés des matrices suivantes :

Matrice N°1	TABLEAU NIVEAU EXPOSITION NE						Matrice N°2	TABLEAU NIVEAU DE PROTECTION		
R É P É T I T I V I T É	Poste de travail		>4 heures	1 à 4 heures	15 min à 1 heure	<15 min	NP poste de travail			
	Quotidien (plus de 150j/an)	une à plusieurs fois/jour	10	10	7	7	Pas protégé	Absence de mesures de prévention	1	
	Hebdomadaire (entre 50 et 150j/an)	1 ou plusieurs fois/semaine	10	7	7	4	Peu protégé	Une ou plusieurs mesures de prévention existent, mais ne sont pas structurées ou sont insuffisantes	0,7	
	Mensuel (entre 10 et 49j/an)	1 ou plusieurs fois/mois	7	4	4	1	Assez protégé	des mesures de prévention structurées existent	0,4	
	Annuel	1 ou plusieurs fois par an	4	1	1	1	Bien protégé	Des mesures de prévention structurées avec révision/contrôle périodique existent	0,05	
	Les niveaux de protection NP peuvent être pondérés avec des facteurs tels que le niveau d'éclairage, le niveau sonore ou le travail isolé									

Tableau IV.2 : (matrice N°1 et 2) niveau exposition et niveau de protection.

Matrice N°3	TABLEAU NIVEAU DE GRAVITE NG Poste de travail			Résultat Matrice 1 x Matrice 2	Probabilité (P = NE x NP)			
S É M A N T I Q U E	Très grave	La situation à risque peut conduire à un accident grave avec arrêt de travail supérieur à 3 mois ou à un handicap irréversible ou à un accident mortel	10	NE X NP	1	0,7	0,4	0,05
	Grave	La situation à risque peut conduire à un accident grave avec arrêt de travail	7	10	10	7	4	0,5
	Sérieux	La situation à risque peut conduire à une blessure ne nécessitant qu'un soin infirmerie ou à un accident sans arrêt de travail	4	7	7	4,9	2,8	0,35
	Gênant	La situation à risque ne conduit pas à une blessure, mais à un gêne ou un inconfort	1	4	4	2,8	1,6	0,2
				1	1	0,7	0,4	0,05

Tableau IV.3 : (matrice 03 et 1x2) niveau de gravité et résultat probabilité.

P : Probabilité	
P > 4	presque certain
P = de 1.6 à 4	possible
P < 1.6	improbable

NM = P X G				
P X G	10	7	4	1
10	100	70	40	10
7	70	49	28	7
4,9	49	34,3	19,6	4,9
4	40	28	16	4
2,8	28	19,6	11,2	2,8
1,6	16	11,2	6,4	1,6
1	10	7	4	1
0,7	7	4,9	2,8	0,7
0,5	5	3,5	2	0,5
0,4	4	2,8	1,6	0,4
0,35	3,5	2,45	1,4	0,35
0,2	2	1,4	0,8	0,2
0,05	0,5	0,35	0,2	0,05

Tableau IV.4 : Niveau de maitrise du risque.

NM = Niveau de Maitrise du Risque	Priorité	Observation
NM > 40	1	1 ^{ère} Elaboration de l'HIRA
NM = 20.1 à 40	2	1 ^{ère} Elaboration de l' HIRA
NM < 20	3	1 ^{ère} Elaboration de l' HIRA
NM = 15.1 à 40	2	1 ^{ère} Révision de l' HIRA
P < 15	3	1 ^{ère} Révision de l' HIRA

Tableau IV.5 : Les observations selon le niveau de maitrise du risque (NM).

FICHE D'ANALYSE DES RISQUES

Direction : Sécurité	Poste de travail : SOUDEUR	Date :	Validée par :
DEPT :	Elaborée par :	Heure :	VISA :
Unité :	Accompagnée de :		VISA :

Équipement de protection individuelle

x	Casque	x	Lunette	x	Gilet anti froid	
x	Bleu de travail	x	Gant de manutention	x	Gilets résistant au feu et aux flammes	
x	Chaussure de sécurité	x	Stop bruit/ bouchons d'oreilles	x	Casque de soudage	

Code	Activités	Mode opératoire	Danger	Risque	Dommage	Évaluation des risques				Mesures préventives existantes	Mesures préventives recommandées	RR
						NE	NG	NP	NM			
1	Contrôle visuelle de la machine à souder	Déplacement	Etat du sol	Trébuchement	Traumatisme	7	4	0,7	19,6	EPI, plan d'action HK	Nettoyage systématique du sol	11,2
			Huile et graisse sur sol	Glissade	Traumatisme	7	4	0,4	11,2			
2	Appoint des centrales de soudure	Transfert flux vers centrales	Charge suspendue	chute charge	Mort	7	10	0,4	28	EPI, plan d'action HK et contrôles des ponts roulants	1-organisation de travail 2-inspection. 3-entretien et contrôle réguliers des différents chariots élévateurs et pont roulant. 4-définir des voies de circulations de chariots élévateurs et pont roulant.	28

2	Appoint des centrales de soudure	Emplacement flux dans la centrale	Sol huileux	Glissade	Traumatisme	7	4	0,7	19,6	EPI et plan d'action HK	1-Evacuation des fûts d'huile 2- Nettoyage systématique d'escalier Renforcer 3-l'éclairage de la cave à huile	11,2
			Eclairage insuffisant	Trébuchement	Traumatisme	7	4	0,4	11,2			
		Remplissage centrales manuellement	flux	contact	santé	7	4	0,4	11,2	EPI	Réduire le temps de contact	11,2
			Bruit	Altération auditif	-Insuffisance auditive. -surdité.	7	4	0,4	11,2	Visite médicale périodique (91db)	1-organisation de travail. 2-protecteur auditif. 3- surveillance médicale semestrielle avec audiomètre.	11,2
3	Commencer la soudure	travaux de soudage et d'oxycoupage	vibration	Trébuchement	mal de dos	7	4	0,7	19,6	Consignation des installations	1- Visite médicale périodique 2-organisation de travail 3-formation et information	11,2
						7	4	0,4	11,2			
			Eclairage insuffisant	Glissade	Traumatisme	7	4	0,7	19,6	Plan d'action HK	Nettoyage systématique du sol	11,2
						7	4	0,4	11,2			
			Poids du flux	Effort physique	Lombalgie	7	4	0,7	19,6	EPI	Commande des flux de soudage conforme (sur palettes et plastifié)	11,2
						7	4	0,4	11,2			

3	Commencer la soudure	travaux de soudage et d'oxycoupage	fumées/poussières	Inhalation	Intoxication	7	4	0,4	11,2	EPI	1-ventilation naturelle ou mécanique. 2-prévoire évacuation et renouvellement de l'air ambiant avec systèmes d'aspiration à la source. 3-serveillance médicale.	11,2
			Bruit	Altération auditif	-Insuffisance auditive. -surdité.	7	4	0,4	11,2	visite médicale périodique	1-organisation de travail. 2-protecteur auditif. 3-réparation et entretien préventif du réseau d'air comprimé. 4-serveillance médicale semestrielle avec audiomètre. 5-entretien préventif des machines à souder et des sources. 6-information.	11,2
			coupage	débris	blessure	7	4	0.4	11,2	EPI	1-respect des procédures sécuritaires en vigueur. 2-EPI adaptée. 3-information et formations sur les dangers et sur les mesures à prendre pour les éviter.	

IV.4-Sécurité dans l'entreprise

➤ Section 1 : évaluation des risques professionnels

Depuis 1991, il existe une obligation légale pour l'employeur d'évaluer les risques professionnels. Réactivées en 2001 par le décret sur le «document unique », elle doit déboucher sur une meilleure prévention des accidents de travail et des maladies professionnelles.

Selon July (Jean-Pierre) les risques professionnels ; sont susceptibles d'entraîner des accidents de travail, des maladies professionnelles ou des atteintes plus insidieuses à l'équilibre de la santé. [25]

a) L'importance de l'évaluation des risques

L'évaluation des risques n'est pas un sujet nouveau, mais une obligation légale introduite dans la législation luxembourgeoise en 1994, puis intégrée dans le « code du travail ». Une évaluation des risques est une enquête systématique de tous les risques liés aux postes de travail, aux équipements de travail et aux salariés. [26]

b) L'évaluation des risques en 05 étapes

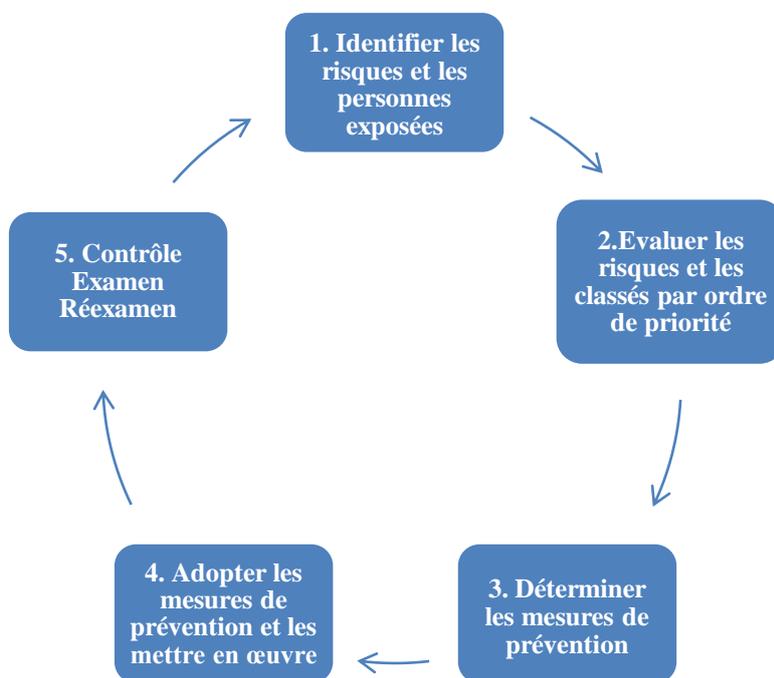


Figure IV.22 : Les 5 étapes d'évaluation des risques.

c) Les facteurs des risques professionnels

Un facteur de risque est un élément qui peut révéler le danger et entraîne la survenue du risque. Le facteur du risque augmente la probabilité du dommage, c'est-à-dire celle de la concrétisation du risque. Il y a :

- ✚ Facteur technique : normes de sécurité des machines, ergonomies du poste de travail, toxicité des produits utilisés, ventilation et éclairage des locaux, signalisation et balisage des zones à risques,...etc.
- ✚ Facteur humains : information, formation et expérience des travailleurs, respect des consignes de sécurité,...etc.
- ✚ Facteurs organisationnels : méthodes de management, exigences de productivité et de qualité,...etc. Les facteurs de risques sont collectifs (ils concernent tous les travailleurs exposés) ou individuels (aspects comportementaux ou médicaux, comme l'acuité visuelle, la sensibilité allergique,...etc.

➤ Section 2 : accidents de travail

« Est considéré comme accident du travail, quelle qu'en soit la cause, l'accident survenu par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant à quelque titre ou en quelque lieu que ce soit, pour un ou plusieurs employeurs ou chef d'entreprise » [27].

Les recherches ergonomiques montrent qu'un accident n'a pas une cause unique, il est le résultat d'une mauvaise combinaison de nombreux facteurs tel que : la formation des salariés, conception de matériel et de l'environnement, information insuffisante des opérateurs sur la conception etc. L'accident est à la fois, un symptôme et la conséquence de la dégradation de tout un système.

a) Les types d'accident de travail : Nous distinguons quatre (4) types d'accidents de travail, correspondant chacun à des modes de réparation spécifiques.

- Les accidents de travail sans arrêt qui sont généralement bénins et qui peuvent être soignés sur place, à l'infirmerie de l'entreprise de préférence et qui ne nécessitent que quelques heures de repos ou de soins tel que les petites blessures (coupures, égratignures, chocs et traumatismes bénins). Ces accidents ne sont pas à déclarer obligatoirement, mais doivent être consignés sur des registres spéciaux.
- Les accidents de travail avec arrêt, de quelques jours à plusieurs mois. Ce sont des accidents plus graves (tel qu'une fracture des os, une entorse, des brûlures...) nécessitant des soins médicaux ou hospitaliers prolongés et intensifs ainsi qu'un repos de plusieurs jours au moins. Il s'agit d'incapacités temporaires (IT).

- Les accidents de travail avec incapacité permanente (IP), correspondant à des lésions définitives et des séquelles susceptibles de réduire la capacité de travail tel que (un droit coupé, un œil crevé, une jambe déformée, un poumon partiellement abîmé...). En fonction de la gravité des dommages corporels, il existe plusieurs taux d'incapacité permanente, se traduisant par des indemnisations (rentes) suivant un barème défini par des textes réglementaires.
- Les accidents de travail mortels avec décès immédiat ou différé, suite à des complications issues d'accidents. Dans ce cas ce sont les ayants droit qui reçoivent les rentes viagères, suivant des règles précises définies par des textes réglementaires. C'est l'employeur de la victime qui doit déclarer l'accident présumé d'origine professionnelle, à charge de vérifier ultérieurement sa recevabilité comme accident du travail.

L'accidentabilité d'une activité ou d'une entreprise est un paramètre important pour la mise en place des mesures de prévention, dont les incitations financière.

L'accidentabilité est définie par les deux indices et les deux taux suivants :

❖ L'indice de fréquence :

IF = nombre d'accident avec arrêt * 1000 / nombre de salariés

❖ Le taux de fréquence :

TF = nombre d'accidents avec arrêt * 1000 000 / nombre d'heures travaillées

❖ L'indice de gravité :

IG = somme des taux d'incapacité permanentes * 1000 000 / nombre d'heures travaillées

❖ Le taux de gravité :

TG = nombre de jours arrêté * 1000 / nombre d'heures travaillées

La fréquence des accidents et leur gravité permettent de classer les activités et les entreprises sur le plan des risques professionnelles ainsi que de calculer les cotisations versées par les entreprises. [28]

b) Principales causes d'accidents

Plusieurs recherches ont été réalisées sur les accidents de travail et qui ont démontrés qu'ils n'ont pas dû à une seule cause mais à un ensemble de facteur qui sont les suivants :

- Le défaut de formation technique ;
- La mauvaise conception des machines ;
- le non-respect de norme de sécurité par les travailleurs qui négligent les règles établies ;
- Le défaut d'organisation générale de travail ;
- Le manque de l'information sur l'état du système ;
- Catachrèse : l'utilisation d'une machine en dehors de ses limites ou de l'usage pour lequel elle est prévue ;
- l'absence de cohérence et de contrôle des activités ;
- l'absence de la sensibilisation ;
- l'absence de la gestion des risques.
- Ignorance, négligence, manque d'expérience.

c) Source d'accident de travail

Action dangereuses	Conditions dangereuses
Facteurs humain	Facteurs matériel
-l'imprudence ; -la fatigue existante ; -l'ennui ; -l'effort ; -l'inaptitude au travail ; -le relancement de l'attention ; -la négligence ; -l'ignorance ; -la neutralisation des dispositifs de sécurité ; -l'absence de l'équipement ; -mauvaise utilisation d'un outillage, engin, équipement ; -la plaisanterie et la querelle ; -non-respect des consignes de sécurité.	-installation non protégée ; -installation mal protégée ; -protection individuelle non existante ; -outil et engin en mauvaise état ; -matière défectueuse ; -facteur d'ambiance impropre ; -condition climatique défavorable ; -mauvaise réparation des engins et machines -mauvaise organisation du travail.

Tableau IV.6 : Source d'accident de travail.

IV .5- Conséquence d'accidents

Un accident de travail peut engendrer plusieurs conséquences que ce soit pour le salarié, employé ou pour les organismes sociaux :

Conséquences directes	Conséquences pour l'entreprise	Conséquence pour le travailleur	Conséquence pour la famille
<ul style="list-style-type: none"> • Souffrance pour la victime • Peine de la famille (chagrin) • Gêne dans la vie familiale (manque d'argent). • Répercussions économiques pour l'entreprise et la nation . 	<ul style="list-style-type: none"> • Ralentissement de la production • Indice financier (pour la réparation) • Augmentation des frais médicaux • Mauvaise réputation pour l'entreprise. 	<ul style="list-style-type: none"> • Souffrance physique (démotiver,...) • Souffrance morale (choc, peine,...) • Incapacité (faiblesse, impossibilité...) • Imputation (critique). 	<ul style="list-style-type: none"> • Misère (pauvreté, besoin, malheur,.....) • Deuil cruel (chagrin, peine, tristesse, désolation,....) • Souffrance morale (dégout, fatigue, désespérer,.....) • Manque d'argent pour compléter les besoins de la famille.

Tableau IV.7 : Conséquence d'accident.

IV.6 Analyse des accidents durant les 5 dernières années à ALFAPIPE-ANNABA

La commune d'ALFAPIPE compte 3506 agents qui travaillent 8 heures par jour en 3 équipes en 330 jours ce qui représente 9.255.840 heures travaillées dans l'année.

Année	Nombre d'accidents de travail	Nombre d'accidents avec arrêt	Nombre de jours arrêté	Taux de fréquence (%)	Taux de gravité (%)
2013	359	238	3260	25,71	0,3522
2014	307	194	3100	20,95	0,3349
2015	298	175	2990	18,90	0,3230
2016	256	172	2835	18,58	0,3062
2017	213	166	2810	17,93	0,3035

Tableau IV.8 : Statistiques des accidents de travail.

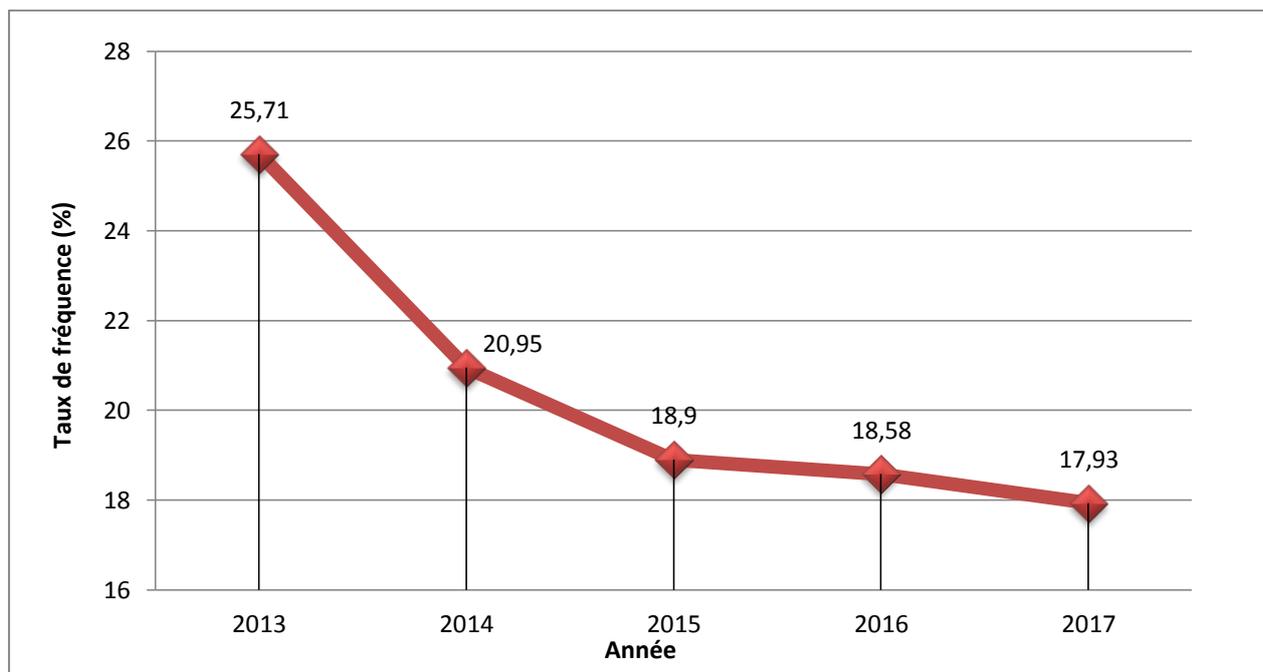


Figure IV.23 : Courbe du taux de fréquence (%) dans les 5 ans (2013 à 2017).

On peut remarquer dans ce graphique qui illustre la décroissance du taux de fréquence dans l'entreprise d'ALFAPIPE suite à la diminution des nombre d'accidents avec arrêts.

Ceci est une référence à l'amélioration de service de sécurité dans l'entreprise et à la bonne direction et l'un des objectifs de l'entreprise en 2018 puis en 2019 de réduire le taux de fréquence à 16% ou moins.

Exemple :

Le taux de fréquence, défini comme suit :

$$\text{TF} = \frac{\text{Nombre d'accidents avec arrêt de travail} \times 10^6}{\text{Nombre d'heures de travail par année}} = \frac{238 \times 10^6}{9.255.840} = 25,71 \%$$

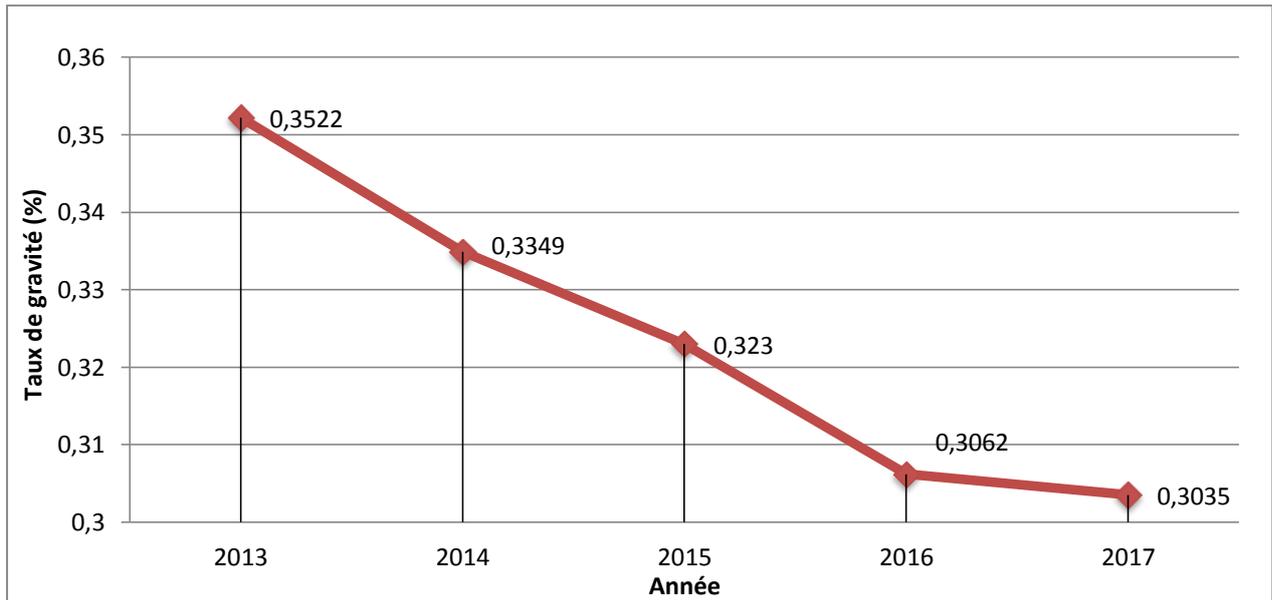


Figure IV.24 : courbe du taux de gravité (%) dans les 5 ans (2013 à 2017)

Ce deuxième graphique aussi nous montre la diminution de taux de gravité dans l'entreprise d'ALFAPIPE suite à la réduction du nombre d'accidents avec arrêts et ce qui résulte une baisse de nombre de jours arrêtés. Ceci est une référence à l'amélioration du service de sécurité dans l'entreprise et à la bonne direction et un des objectifs de l'entreprise en 2018 puis en 2019 de réduire le taux de fréquence à 0,3% ou moins comme on a précédemment vu dans le chapitre III.

Exemple :

Le taux de gravité, défini comme suit :

$$\text{TG} = \frac{\text{Nombre de jours d'arrêt} \times 10^3}{\text{Nombre d'heures de travail par année}} = \frac{3260 \times 10^3}{9.255.840} = 0,3522 \%$$

Conclusion

Dans ce chapitre on a constaté que la machine à souder se compose de plusieurs composants, c'est presque la partie principale de tout le système de fabrication du tube qui fait transformer la bobine d'acier sous forme de tube spirale puis le soudé avec le flux sous un système qui se compose de deux têtes de soudure intérieures et extérieures jusqu'au guidage vers la zone de contrôle en passant par le nettoyage, l'oxycoupage, le chanfreinage Etc.

L'utilisation de la méthode HIRA permet d'identifier les dangers, les risques et chercher les dommages puis les évaluer, en trouvant des niveaux d'exposition, de gravité et de probabilité à l'aide de leurs tableaux et de déterminer leurs multiplications pour arriver au niveau de maîtrise du risque.

Pour conclure il faut mettre des mesures préventives pour essayer d'éviter les sources du dangers probables.

Conclusion générale

Dans les établissements industriels, le risque fait de nombreuses victimes (directes ou indirectes) et cause plusieurs milliards de dinars, de dégâts matériels et a souvent pour conséquence de priver le personnel de son travail.

Comme on l'a constaté, les systèmes et les moyens de lutte (défense) contre le risque ne s'improvisent pas. Pour vaincre le risque en engendrant un minimum de dégâts, il importe surtout d'agir vite, ce qui implique:

- Respecter les procédures de prévention contre des risques;
- Un personnel parfaitement instruit des différentes mesures à prendre et d'employer des divers équipements de protection individuel (EPI) ;
- Des systèmes de détection, d'alerte et de mise en sécurité ;
- Faire des simulations d'accidents pour connaître la réaction des opérateurs...et autres mesures préventives.

Dans ce travail on a défini les termes reliés au risque professionnel et les concepts associés, pour que le risque soit acceptable, et ainsi détermine que l'analyse des risques est une étape très importante pour l'identification des différentes sources des risques et dangers grâce à diverses outils et méthodes (méthodes classiques et intégrées d'analyse des risques).

Dans le cas pratique, on a étudié l'analyse des risques qui peuvent être présentées dans l'unité ALFAPIPE ANNABA, chaque atelier de cette unité contient plusieurs risques et situations dangereuses qui peuvent provoquer des accidents et des dommages.

L'unité ALFAPIPE a un très grand processus de fabrication de tubes en Algérie qui contient plusieurs machines et outils, principalement basé sur les machines à souder. Ces dernières sont les plus importantes dans le processus de fabrication des tubes soudé en spirale.

Dans ce travail on a choisi la méthode HIRA, parce qu'elle est une méthode préventive qui s'applique sur l'opérateur avant qu'il entame son travail pour réduire au maximum le risque et le bien préservé des dangers.

L'amélioration des conditions de travail, l'ergonomie et la bonne gestion dans l'entreprise guide année après année, à réduire les taux de fréquences, les taux de gravités et atteindre les objectifs annuels de l'entreprise dont la conservation des certifications est déjà obtenu.

Bibliographie

- [1] Alain Desroches, « Concepts et méthodes probabilistes de base de la sécurité », France, 1995, P1.
- [2] IEC 61508, « Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic (E/E/PE) safety related systems », International Electro-Technical Commission (IEC), 1998.
- [3] OHSAS 18001, Système de management de la santé et de la sécurité au travail- exigences - BSI, 2007, P2-4.

ISO 45001, a été publiée en mars 2018. Elle va progressivement remplacer OHSAS 18001, toujours en vigueur jusqu'en mars 2021. Les entreprises certifiées OHSAS 18001 auront jusqu'à cette date pour se mettre en conformité. Nous sommes bien entendu à vos côtés pour cette migration.
- [4] Pierre David Pierre, « Management des Risques Industriels », Année 2010 – 2011, Grenoble INP, génie industrielle, P13.
- [5] BIT, 1991« Prévention des accidents industriels majeurs. Recueil de directives pratiques » Genève, P4.
- [6] Sécurité A. Desroches, A. Leroy, and F. Vallée, « La gestion des risques : principes et pratiques » 3eme édition, Lavoisier, France, 2003.
- [7] ISO, « Management du risque : Vocabulaire, Principes directeurs pour l'utilisation dans les normes », Organisation internationale de normalisation, 2002.
- [8] Nouhed Achouri, apport de la logique floue à l'analyse de criticité des risques industriels, Mémoire de Magister en Hygiène et Sécurité Industrielle soutenue à L'université Université Hadj Lakhdar de Batna, 2009, P6-7.
- [9] Mr. M. Merad, « Analyse de l'état de l'art sur les grilles de criticité », rapport INERIS/DRA638, 16 Mars 2004, P11.
- [10] DR. Lionel Scrick « la prévention des risques professionnels », P2.
- [11] Mr H. Yahiaoui « séminaire sur la sécurité dans les travaux dans l'industrie pétrolière et gazière », 2015, P4.
- [12] INERIS « les enseignements de l'accidentologie liée à l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures », 2015, P29-30.
- [13] Officiel de Prévention Santé Sécurité au Travail « L'accident du travail, l'accident de trajet et la maladie professionnelle ».
- [14] La Loi algérienne n° 83-13 du 2 juillet 1983 « relative aux accidents du travail et aux maladies professionnelles ».
- [15] INIRS « évaluation des risques professionnels section démarches et prévention ».
- [16] DR Bouhadji « évaluation des risques professionnels à SONELGAZ (02 projets pilotes pour 2012) », P1.

- [17] Santé au travail et médecine du travail 41 chemin de la Durance 13300 salon de Provence « guide pour l'évaluation des risques professionnels ».
- [18] Associations d'Assurance Contre les Accidents AAA « pas à pas vers l'évaluation et la gestion des risques », Luxembourg.
- [19] Journal Officiel de la République Algérienne.
- [20] BS OHSAS 18001 :2007.
- [21], (CEI 300-3-9, 2008), norme internationale, partie 03 gestion de la sûreté de fonctionnement ; section 09 analyse du risque des systèmes technologique.
- [22], Méthode d'Ishikawa/5M est créée par le professeur Kaoru Ishikawa (1915-1989), Ishikawa est un ingénieur chimiste japonais, professeur à la Faculté d'Ingénierie de l'Université de Tokyo, et un des théoriciens précurseurs de la gestion de la qualité.
- [23], Bedford 2001 (site: "primarisk.ineris.fr /taxonomy/term/440")
- [24], norme CEI 61508, (Commission électrotechnique internationale) traite la sécurité fonctionnelle des systèmes électriques / électronique / électronique programmable (E/E/EP) relatif à la sécurité.
- [25] : Jean Pierre, JULY, Evaluer les risques professionnels, AFNOR, France, 2003, P 01
- [26] site internet (www.aaa.lu/publication/pas-a-pas-vers-levaluation-et-la-gestion-des-risques/.pp)
- [27] Microsoft encarta 2007, sécurité professionnelles, pp10-11
- [28] Margossian, Nichan, Guide pratique des risques professionnels, Dunod, Paris, pp 4-5
- [29] HIRA (identification des dangers et évaluation des risques) Standard sécurité Arcelor Mittal Tébessa mine de Boukhadra Réf : PR/HSE/4.3.1/01

Références des figures

- [30] NOUHED ACHOURI, apport de la logique floue à l'analyse de criticité des risques industriels, Mémoire de Magister en Hygiène et Sécurité Industrielle soutenue à L'université Université Hadj Lakhdar de Batna, 2009, P6.
- [31] ISO, « Aspects liés à la sécurité : Principes directeurs pour les inclure dans les normes », Organisation internationale de normalisation, 1999.
- [32] D. Hourtoulou, « assurance – les enseignements de l'accidentologie liée à l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures », Rapport INERIS-DRA 25 472, pp. 71, 2000
- [33] INERIS « les enseignements de l'accidentologie liée à l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures », 2015, P30
- [34] santé au travail et médecine du travail 41 chemin de la Durance 13300 salon de Provence « guide pour l'évaluation des risques professionnels », p6
- [35] Extrait du document INRS – ED 840 - Evaluation des risques professionnels - Aide au repérage des risques dans les PME/PM
- [36] BS OHSAS 18001 :2007

Annexe

Loi 83-13 du 02 juillet 1983 relative aux accidents du travail et aux maladies professionnelles

Ordonnance 96-19 du 6 juillet 1996 modifiant et complétant la loi 83-13

Une loi n°88-07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, à la sécurité et à la médecine du travail.

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

Décret exécutif n°02-247 du 7 décembre 2002 relatif aux conditions d'organisation de l'instruction, de l'information et de la formation des travailleurs dans le domaine de la prévention des risques professionnels.

Décret Exécutif n°05-11 du 8 janvier 2005 fixant les conditions de création, d'organisation et de fonctionnement du service d'hygiène et de sécurité.

Décret Exécutif n°96-209 du 05-5-96 fixant la composition, l'organisation et le fonctionnement du conseil national d'hygiène, de sécurité et de médecine du travail.