

Université M'Hamed BOUGARA de Boumerdes

Faculté des sciences de l'ingénieur

Département de génie des procédés industriels



***Mémoire De Fin D'étude En Vue De
L'obtention Du Diplôme Master***

Option : Hygiène et sécurité industrielle

***Contribution à l'évaluation des risques liés à la
production de bouteilles en PET et PEHD par la
méthode : Analyse Préliminaire des Risques (APR)***

Cas : MAXWINPACK Rouiba

Présenté par :

TIOUANE Asma

Sous la direction de :

M^{me} : BOUGHERARA Saliha

Année 2018- 2019

Remerciements

Initialement je remercie dieu qui nous a donné du courage et de la patience pour arriver à terme de ce travail.

Ce travail a été réalisé sous la direction de notre promotrice BOUGRARA.S. Nous tenons à elle témoigner toute notre reconnaissance pour la confiance qu'elle nous a accordée en nous proposant ce sujet et d'avoir dirigé notre mémoire. Qu'il nous soit permis de remercier tous nos enseignants du département génie des procédés, de nous avoir fait profiter de leurs expériences scientifiques et pour les précieux enseignants et conseils qu'ils nous ont prodigués tout au long de notre scolarité.

On remercie également notre encadreur DEHIMI.M et tout le personnel de l'entreprise MAXWINPACK pour leur accueil chaleureux et leurs conseils.

Nos remerciements vont aussi vers le membre de jury qui en accepté d'examiner notre travail.

On remercie nos très chers parents, pour leur amour, tendresse, et d'avoir fait de nous ce que nous sommes aujourd'hui.

Nos dernières pensées, et non les moindres, vont à toutes les personnes qui à titres divers, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes parents qui m'ont encouragé à suivre le combat des études, qui m'ont entouré d'amour et qui ont fait tout pour ma réussite, qui Dieu les préserve.

A mes frères et ma sœur pour leurs patientes et leurs confiances.

A toute ma famille, A tous mes amis

Tous mes ceux qui m'aiment et que j'aime, et à tous ceux qui m'ont encouragé et cru en moi durant ma vie.

TIOUANE. Asma

Glossaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale.....	1
CHAPITRE I: PRODUCTION DES EMBALLAGES EN PLASTIQUES	
I.1. Historique.....	3
I.2. Définition d'une matière plastique.....	3
I.3. Types de plastique.....	5
I.3.1. Thermoplastiques.....	5
I.3.2. Thermodurcissables	5
I.3.3. Elastomères.....	6
I.4. Procédés de transformation.....	7
I.4.1. Injection.....	7
I.4.2. Injection Soufflage.....	7
I.4.3. Extrusion.....	7
I.4.4. Extrusion Soufflage.....	8
I.4.5. Extrusion Gonflage.....	8
I.4.6. Calandrage.....	8
I.4.7. Compression.....	9
I.4.8. Thermoformage.....	9
I.5. Avantages des matières plastiques.....	9
I.6. Inconvénients des plastiques.....	10
I.7. Avenir des plastiques.....	10
I.7.1. Influence de sa composition.....	10
I.7.2. Solutions.....	10
I.8. Effet de la matière plastique sur la santé et l'environnement.....	11
I.8.1. Pour la santé humaine.....	11
I.8.2. Pour la planète	12
I.9. Nuisances liées au procédés de fabrication du plastique.....	12
CHAPITRE II: GENERALITES ET DEMARCHES D'ANALYSE DES RISQUES	
II.1. Management des risques.....	13
II.1.1. Définition.....	13
II.1.2. Identification du risque.....	13

II.1.3. Analyse du risque.....	13
II.1.4. Evaluation du risque.....	14
II.1.5. Traitement du risque.....	15
II.1.6. Suivi et revue.....	15
II.2. Classification des méthodes d’analyse de risque.....	16
II.2.1. Méthodes quantitatives.....	16
II.2.2. Méthodes qualitatives.....	17
II.3. Panorama des méthodes d’analyse de risque.....	18
II.3.1. Méthodes classiques d’analyse de risque.....	18
II.3.1.1. Analyse Préliminaire de Risque - APR / Analyse Préliminaire de Danger – APD (Preliminary Hazard Analysis –PHA).....	18
II.3.1.1.1. Historique et domaine d’application.....	18
II.3.1.1.2. Principe d’analyse préliminaire des risques (APR).....	19
II.3.1.1.3. La démarche d’APR.....	20
II.3.1.1.4. Matrice de criticité des risques.....	21
II.3.1.1.5. Limites et avantages.....	22
II.3.1.2. Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets - AMDE /et de leur Criticité - AMDEC (Failure Modes, and Effects Analysis - FMEA / Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis - FMECA).....	22
II.3.1.3. Hazard and Operability Study (HAZOP).....	23
II.3.1.4. Arbre de Défaillances (AdD).....	24
II.3.1.5. Arbre des événements (EVENT TREE).....	26
II.3.1.6. What-If Analysis.....	27
II.3.1.7. Nœud papillon (Bowtie Model).....	27
II.3.2. Méthodes intégrées d’analyse de risque.....	28
II.3.2.1. ARAMIS.....	28
II.3.2.2. LOPA.....	29
II.3.2.3. MOZAR.....	29
II.3.2.4. QRA.....	30
CHAPITRE III: PRESENTATION DE L’ENTREPRISE	
III.1. Historique de l’entreprise.....	32
III.2. Implantation.....	32
III.3. Situation géographique.....	32
III.4. Activité principale.....	33

III.5. Organisation de l'entreprise.....	34
III.6. Diagnostic des installations de MAXWINPACK.....	34
III.6.1. Infrastructures.....	34
III.6.1.1. Atelier d'injection	35
III.6.1.2. Atelier extrusion.....	36
III.6.1.3. Atelier de sérigraphie.....	37
III.6.1.4. Ateliers de soufflage	38
III.6.1.4.1. Atelier de soufflage de préforme en PET.....	38
III.6.1.4.2. Atelier d'extrusion-soufflage des bouteilles PEHD.....	40
III.6.1.5. Atelier finition.....	41

**CHAPITRE VI: APPLICATION DE LA METHODE APR EN SOUFFLAGE DE
BOUTEILLES**

VI.1. Cas de réception de la matière première.....	43
VI.2. Cas de soufflage bouteilles en PET.....	48
VI.3. Cas d'extrusion- soufflage bouteilles en PEHD.....	56
Conclusion générale.....	62
Recommandations.....	63
Références réglementaires.....	64
Bibliographies	

Résumé

Le risque du plastique (transformation) c'est pourquoi on a choisi l'APR. Dans le processus PET, PEHD depuis la réception de la matière première jusqu'à au produit fini.

Tout en prenant en considération les risques liés notamment aux équipements utilisés (manutention mécanique, manutention manuel, risque électrique, risque mécanique...).

L'application de l'APR s'avère très efficace, car elle nous renseigne sur les types de risques apparents et non apparents (probable) est nous a permet de prévoir des mesures de sécurité permettant de réduire les risques à des niveaux acceptables.

Mots clés

Risque, APR, PET, PEHD, manutention, mesures de sécurité, niveau acceptable.

Resume

The risk of plastic (transformation) that's why we chose the APR. In the process PET, PEHD since the receipt of the raw material until the finished product.

Whyle taking into consideration the risks associated in particular with the equipment used mechanical handling, manual handling, electrical risk,mechanical risk...).

The application of the APR proves very effective, because it informs us on the types apparents and nonparents risks (probable) is allows us to provide security measures to reduce risks to acceptable levels.

Key words

Risk, APR, PET, PEHD, handling, security measures, acceptable levels.

Glossaire

Polymérisation : c'est une réaction chimique entre les molécules d'éthylène, de propylène, de styrène dans certaines conditions de température et de pression.

Polymères : sont des molécules de très grandes tailles comme le polyéthylène, le polypropylène et le polystyrène.

Un ensemble de polymères va former une matière plastique.

Danger : Situation, condition ou pratique qui comporte en elle-même un potentiel à causer des dommages aux personnes, aux biens ou à l'environnement. (BSI OHSAS 18001, 2005)

Une source ou une situation pouvant nuire à 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.

Situation dangereux : Situation dans laquelle des personnes, des biens ou l'environnement sont exposés à un ou plusieurs phénomènes dangereux. Guide (ISO/CEI 51)

Phénomène dangereux : « Source potentielle de dommages ». (ISO/CEI 51)

Risque : Une combinaison de la probabilité, de la fréquence, de l'occurrence d'un aléa défini et de l'amplitude des conséquences de cette occurrence. (HMSO, 1995)

Domage : Blessure physique ou une atteinte à la santé des personnes ou dégât causé aux biens ou à l'environnement. (ISO/CEI Guide 51,1999)

Evaluation du risque : « Processus de comparaison du risque estime avec des critères de risque donne pour déterminer l'importance du risque ». (ISO/CEI 73)

Management du risque : « activités coordonnées dans le but de diriger et piloter un organisme vis-à-vis du risque ». (ISO 31000,2018)

Cause : Evènement ou combinaison d'évènements initiateurs (s) c'est-à-dire à l'origine d'un événement redouté.

Conséquences : Combinaison, pour un accident donné, de l'intensité des effets et de la vulnérabilité des cibles situées dans les zones exposées à ces effets.

Scénario : Séquences et combinaisons d'évènements conduisant à un accident.

Evènement redouté : Aussi appelé « Evènement redouté central ». Evènement conventionnellement défini, dans le cadre de l'analyse des risques, au centre de l'enchaînement accidentel. Il peut s'agir d'une perte de confinement de matière dangereuse, une perte d'intégrité physique pour les solides. Ces évènements constituent les points d'entrée de l'analyse des risques.

Gravité : Combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des personnes potentiellement exposées.

Probabilité d'occurrence : la fréquence à laquelle un incident ou bien un accèdent peut se produire durant la durée de vie d'une installation.

Prévention : Mesures visant à prévenir un risque en supprimant ou modifiant la Probabilité d'occurrence du phénomène dangereux.

Protection : Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravite des conséquences d'un phénomène dangereux, sans en modifier la probabilité d'occurrence.

Liste des figures

CHAPITRE I:

Figure I.1 : Matière plastique sous différentes formes

Figure I.2 : Etapes d'obtention d'une pièce en matière plastique

Figure I.3 : Codes de recyclage des plastiques

Figure I.4 : Exemples des produits fabriqués en polymères

Figure I.5 : Schéma de l'extrusion soufflage

CHAPITRE II:

Figure II.1 : Typologie des méthodes d'analyse de risque

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

Figure II.3 : Déroulement de l'HAZOP

Figure II.4 : Déroulement de l'AdD

Figure II.5 : Représentation de scénario d'accident selon le modèle du « nœud papillon »

Figure II.6 : Processus de danger du modèle MADS

CHAPITRE III:

Figure III.1 : Situation géographique de la société MAXWINPACK

Figure III.2 : Situation géographique de la société MAXWINPACK

Figure III.3 : Les Produits finis

Figure III.4 : Organigramme de l'entreprise MAXWINPACK

Figure III.5 : Machine d'injection

Figure III.6 : Machine d'Extrusion

Figure III.7 : Machine d'impression

Figure III.8 : Alimentation des préformes

Figure III.9 : Insertion des éléments préforme

Figure III.10 : Souffleuse CHUMPOWER

Figure III.11: Souffleuse MECCANOPLASTICA

Figure III.12 : Souffleuse MECCANOPLASTICA

ANNEXE

CHAPITRE I :

Figure I.1 : Processus de transformation d'une matière plastique

CHAPITRE VI :

FigureVI.1 : Outils d'aide à l'identification des situations dangereuses

FigureVI.2 : Exemple d'apparition d'un dommage

FigureVI.3 : Prévention intrinsèque : supprimer le danger

FigureVI.4 : Prévention intrinsèque : réduire le danger

FigureVI.5 : Prévention intrinsèque : réduire l'exposition

Liste des tableaux

CHAPITRE II :

Tableau II.1 : Présentation des résultats d'APR

Tableau II.2 : Matrice de criticité des risques

ANNEXE

CHAPITRE VI :

Tableau VI.1: La méthode 5 M

Liste des abréviations

AdD : Arbre de Défaillances

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité

AMDE : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets

APD : Analyse Préliminaire de Danger

APR : Analyse Préliminaire de Risque

ARAMIS : Risk Assesment Methodology For Industriels

CACES : Certificat d'Aptitude à la Conduite en Sécurité

CEI : Commission Electrotechnique Internationale

CCPS : Center For Chemical Process Safety

ENSIL : Ecole Nationale Supérieure D'ingénieurs De Limoges

EPC : Equipement de Protection Collective

EPI : Equipement de Protection Individuel

EPS : Equipement de Protection Spécial

FMECA : Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis

FMEA : Failure Modes, and Effects Analysis

HAZOP : Hazard and Operability Study

HCl : Chlorure d'Hydrogène

HF : Fluorure d'Hydrogène

HMSO : Her Majesty's Stationery Office

ICI : Imperial Chemical Industries

INERIS : Institut National de Recherche de l'Environnement Industriel et des Risques

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

ISO : International Organization for Standardization

QRA : Quantitative Risk Assesment

LOPA : Layer Of Protection Analysis (analyse des niveaux de protection).

MADS : Méthodologie D'analyse du Dysfonctionnement des Systèmes

MOZAR : Méthode Organisée Systemique D'Analyse des Risques

OHSAS : Occupational Health and Safety Assessment Series

PA : Polyamide

PET : Polyéthylène téréphtalate

PE : Polyéthylène

PEHD : Polyéthylène à Haut Densité

PHA : Preliminary Hazard Analysis

PP : Polypropylène

PVC : Polychlorure de vinyle

PS : Polystyrène

TMS : Troubles Musculeux Squelettique

VAT : Vérificateur Absence de Tension

XX^{ème} : Le vingtième siècle

Introduction générale

Introduction générale

L'emballage thermoplastique épouse le quotidien, sa multiplicité lui permet d'être présent dans tous les secteurs de l'industrie : de l'agro-alimentaire, de la cosmétique, de la santé, des produits d'entretien, des produits chimiques, du transport, de la distribution, des produits industriels et agricoles.

Un des rôles essentiels de l'emballage est d'assurer une bonne protection du produit qu'il contient. Il permet de contribuer au maintien de la qualité et de la sécurité du produit, à condition que le matériau utilisé soit plus ou moins inerte [1].

La production d'emballage en plastique génère des risques. Certains d'entre eux sont qualifiés de risques professionnelles, peuvent générer des accidents graves, de différentes probabilité avec des conséquences dommageables.

La législation et la réglementation nationale en matière de prévention et de protection en vigueur permet de prévenir et d'apporter des réponses face aux atteintes potentielles aux personnes, aux biens et à l'environnement en rapport avec les risques générés par les activités des établissements industriels [2].

Pour lutter contre les futurs accidents et les risques qui peuvent menacer le complexe et éviter les dégâts matériels et personnels, on s'intéresse dans cette étude à l'analyse préliminaire des risques, une technique d'identification et d'analyse de la fréquence de danger qui peut être utilisée lors des phases amont de la conception ou d'exploitation pour identifier les dangers et évaluer leur criticités.

Le but consiste à identifier les entités dangereuses d'un système, puis à regarder pour chacune d'elles comment elles pourraient générer un incident ou un accident plus ou moins grave suite à une séquence d'événements causant une situation dangereuse [3].

Notre étude s'articule autour de deux parties :

Une partie théorique : dans laquelle nous avons donné un aperçu général sur la matière plastique, ces procédés d'obtention, sa composition... dans le premier chapitre.

Le second chapitre est consacré pour les différentes méthodes d'analyse et de gestion de risque et dans lequel, plus de détails ont été donné pour l'APR

Une partie expérimentale consacré pour l'application de la méthode APR (Analyse Préliminaire des Risques), au sein de l'entreprise MAXWIN PACK spécialisé dans la production de différents types d'emballage, destinés pour différents usage, (alimentaire, non alimentaire...) et ce en choisissant deux procédés distincts (soufflage (PET et PEHD)).

Durant cette application, nous avons essayé de déterminer et analyser tous les risques liés à ces deux procédés notamment les risques mécanique, électrique...pour lesquels nous avons proposés une panoplie de recommandation afin d'éviter les risques et de les maîtriser.

Partie théorique

Chapitre I

Production des emballages en plastiques

I.1. Historique

Née il y a une cinquantaine d'années, la Plasturgie est une industrie jeune comparée aux industries pluriséculaires de la fonte, de l'acier, du verre...

Plastique vient du grec plastikos qui signifie apte au moulage. En effet, il y a plus d'un siècle, qu'est née, en 1870, à partir du camphre et de la cellulose (le nitrate de cellulose ou celluloid). C'était le fruit de l'invention des frères Hyatt, imprimeurs de l'Etat de New York, qui, à l'occasion d'un concours, cherchaient un substitut à l'ivoire dans la fabrication des boules de billard.

De 1880 à 1913 : le celluloid s'ajoute au bois et à la corne, matériaux utilisés depuis 2 siècles pour la fabrication des boîtes à ouvrages, des boutons et des peignes. En 1884, apparaissait le premier fil artificiel, en acétate de cellulose. Mais c'est de la première moitié du XX^{ème} siècle que datent le développement de la chimie de synthèse et la découverte des matières plastiques... le de façonniers passe de 120 à 310.

De 1914 à 1929 : la galalithe, le rhodoïd permettent l'extension de l'offre produits aux aiguilles à tricoter, aux broches, aux fermoirs, monture de lunettes...en 1929, le chiffre d'affaires de la profession est multiplié par 7.

En 1930, les premières presses à injecter démarrent à Oyonnax.

En 1936, les premiers jouets et articles ménagers en plastique arrivent sur le marché.

De 1930 à 1940, les grands laboratoires de recherche allemands et américains mettent au point les grands thermoplastiques (Polychlorure de vinyle, Polystyrène, Polyéthylène, Polyamide) Depuis la dernière guerre, la recherche s'est élargie à d'autres pays qui, avec d'autres découvertes importantes, développent continuellement de nouvelles matières et applications.

En 1960, le premier salon des plastiques se tient à Oyonnax.

En 1989, le mot Plasturgie apparaît dans le " Petit Larousse ".

En 2000, 3 900 entreprises de Plasturgie sont répertoriées en France [4].

I.2. Définition d'une matière plastique

Une matière plastique ou en langage courant un plastique, est un mélange contenant une matière de base (un polymère) qui peut être moulé, façonné, en général à chaud et sous pression, afin de produire un objet. Il existe un grand nombre de matières plastiques, dont certaines connaissent un grand succès commercial. Les plastiques se présentent sous de nombreuses formes: pièces moulées, tubes, films, fibres, tissus, revêtements, etc. Ils sont

I.3. Types de plastique

On peut les diviser en 3 familles : les thermoplastiques, les thermodurcissables, et les élastomères.

I.3.1. Les thermoplastiques

Les thermoplastiques ramollissent sous l'effet de la chaleur. Ils deviennent souples, malléables et durcissent à nouveau quand on les refroidit. Comme cette transformation est réversible, ces matériaux conservent leurs propriétés et ils sont facilement recyclables. Leurs polymères de base sont constitués par des macromolécules linéaires, reliées par des liaisons faibles qui peuvent être rompues sous l'effet de la chaleur ou de fortes contraintes. Elles peuvent alors glisser les unes par rapport aux autres pour prendre une forme différente et quand la matière refroidit, les liaisons se reforment et les thermoplastiques gardent leur nouvelle forme. Ils représentent 80% des matières plastiques consommées en Europe en 2000 soit plus de 35 millions de tonnes ! Avant transformation, ils sont sous forme de granulés ou de poudres dans un état chimique stable et définitif car il n'y a pas de modification chimique lors de la mise en forme. Les granulés sont chauffés puis moulés par injection et le matériau broyé est réutilisable.

- PET polyéthylène
- PEHD polyéthylène haute densité
- PVC polychlorure de vinyle
- PEBD polyéthylène basse densité
- PP polypropylène
- PS polystyrène [6].

I.3.2. Les thermodurcissables

Les thermodurcissables sont des plastiques qui prennent une forme définitive au premier refroidissement. La réversibilité de forme est impossible car ils ne se ramollissent plus une fois moulés. Sous de trop fortes températures, ils se dégradent et brûlent (carbonisation). Les molécules de ces polymères sont organisées en de longues chaînes dans lesquelles un grand nombre de liaisons chimiques solides et tridimensionnelles ne peuvent pas être rompues et se renforcent quand le plastique est chauffé. La matière thermodurcissable garde toujours sa forme en raison de ces liaisons croisées et des pontages très résistants qui

empêchent tout glissement entre les chaînes. Les thermodurcissables représentent 20% des matières plastiques consommées en Europe en 2000 soit environ 10 millions de tonnes. Les plus connus sont polyuréthanes, les polyesters, les phénoplastes, les aminoplastes, les élastomères, les résines époxydes et phénoliques. Au départ, les thermodurcissables se présentent sous forme de poudres ou de résines qui subissent une transformation chimique au cours de leur chauffage, de leur refroidissement ou par l'action de durcisseurs [6].

I.3.3. Les élastomères

Ces polymères présentent les mêmes qualités élastiques que le caoutchouc. Un élastomère au repos est constitué de longues chaînes moléculaires repliées sur elles-mêmes. Sous l'action d'une contrainte, les molécules peuvent glisser les unes par rapport aux autres et se déformer. Pour que le matériau de base présente une bonne élasticité il subit une vulcanisation. C'est un procédé de cuisson et de durcissement qui permet de créer un réseau tridimensionnel plus ou moins rigide sans supprimer la flexibilité des chaînes moléculaires. On introduit dans l'élastomère au cours de la vulcanisation du soufre, du carbone et différents agents chimiques. Différentes formulations permettent de produire des caoutchoucs de synthèse en vue d'utilisations spécifiques. Les élastomères sont employés dans la fabrication des coussins, de certains isolants, des semelles de chaussures ou des pneus [6].

Pour plus de facilité, on se concentre uniquement sur les thermoplastiques. Dans cette famille de plastiques, on peut faire la différence entre 7 familles qui sont représentées par les symboles suivants :



Figure I.3 : Codes de recyclage des plastiques [4]



Figure I.4 : Exemples des produits fabriqués en polymères [4]

I.4. Procédés de transformation

I.4.1. Injection

L'injection : permet d'obtenir en une seule opération des pièces finies, de formes complexes, dans une gamme de poids de quelques grammes à plusieurs kilogrammes.

La matière ramollie est d'abord malaxée par une vis tournant dans un cylindre chauffé puis introduite sous pression dans un moule fermé.

Les principaux domaines d'application sont : les pièces industrielles pour l'automobile, l'électronique, la robotique, l'aérospatial, le médical...

- Téléphones, seringues, poubelles, capots, carters, boîtes...

I.4.2. Injection Soufflage

L'injection Soufflage est utilisée pour la fabrication de corps creux (flacons, bouteilles).

Une préforme injectée est ensuite plaquée par jet d'air comprimé contre les parois d'un moule puis refroidie.

- Bouteilles, flacons, pots, réservoirs de carburant, citernes agricoles et industrielles.

I.4.3. Extrusion

L'extrusion est un procédé de transformation en continu. Cela consiste à introduire le plastique sous forme de poudre ou de granulés dans un cylindre chauffant à l'intérieur duquel

il est poussé par une vis sans fin. En avançant, la matière ramollit, se comprime, puis passe à travers une filière qui lui donne la forme souhaitée.

On obtient de cette façon des produits de grande longueur : profilés pour portes et fenêtres, canalisations, câbles, tubes, joints, grillages...

La Co-extrusion améliore ce procédé en additionnant plusieurs couches de matière pour réaliser un produit qui bénéficie ainsi de propriétés combinées [7].

I.4.4. Extrusion Soufflage

Cette autre technique dérivée de l'extrusion permet l'obtention de corps creux. La technique consiste à extruder un tube/gaine chaud. Un moule se referme sur le tube chaud en sortie de l'extrudeuse. Le tube est soufflé avec de l'air par l'axe de la tête-filière utilisée pour épouser la forme du moule. Le moule est refroidi et fige le thermoplastique dans la forme désirée. Cette technique est réservée aux thermoplastiques.

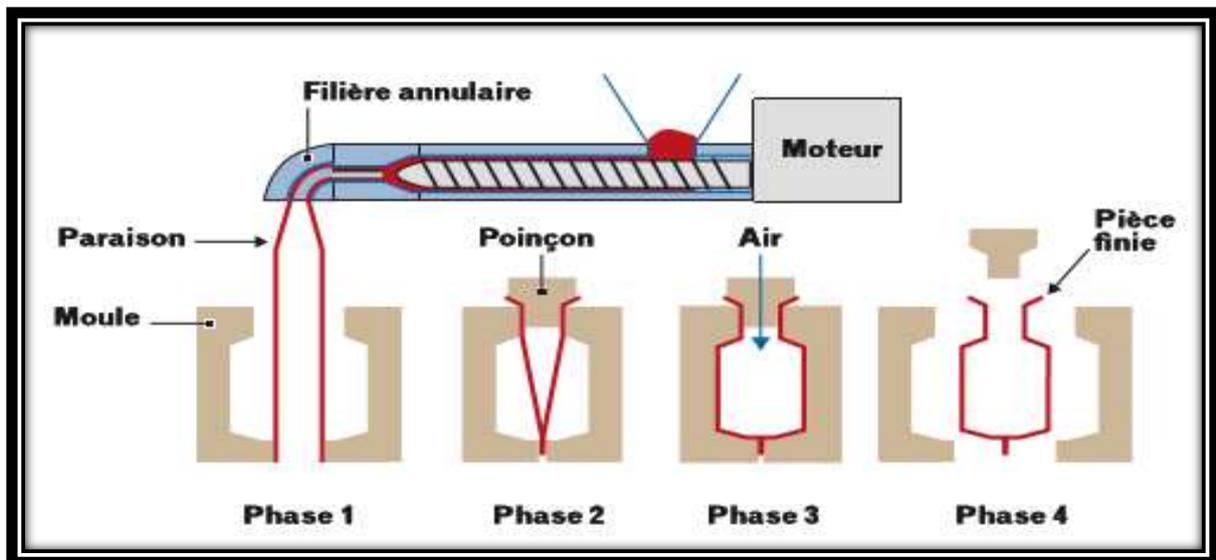


Figure I.5 : Schéma de l'extrusion soufflage [5]

I.4.5. Extrusion Gonflage

L'extrusion Gonflage : une gaine formée par extrusion est dilatée à l'air comprimé. Elle donne des films pour sacs et emballages.

- Gaines minces, films pour serres, sacs poubelles, cabas, sacs de congélation.

I.4.6. Calandrage

Le Calandrage : des produits plats de plus grande largeur (feuilles ou plaques) sont obtenus par laminage d'une résine thermoplastique entre les cylindres chauffants.

- Revêtements de sols et de murs, nappes, ameublement, maroquinerie, articles gonflables.

I.4.7. Compression

La Compression : Sert à faire de petits et moyens objets en thermodurcissables (isolants thermiques et électriques). La matière à l'état de pré polymère est déposée dans un moule, chauffée puis comprimée. Sous l'action de la chaleur, la polymérisation s'effectue dans le moule.

- Isolants thermiques et électriques, électronique, automobile.

I.4.8. Thermoformage

Le Thermoformage : est un procédé de seconde transformation. La matière, sous forme de feuilles, de plaques, de tubes ou de profilés est ramollie par chauffage et mise en forme par application sur un moule géométrique simple.

- Pots pour produits laitiers, coques de petits bateaux... [7].

I.5. Avantages des matières plastiques

La croissance de l'utilisation du plastique est due à ses propriétés bénéfiques, qui comprennent :

- Polyvalence extrême et sa capacité d'adaptation pour répondre aux besoins techniques spécifiques.
- Un poids plus léger que les matériaux concurrents réduisant ainsi la consommation de carburant pendant le transport.
- Bonne sécurité d'hygiène pour les emballages alimentaire.
- Longévité et durabilité.
- Résistance aux produits chimiques, à l'eau et l'impact.
- Excellentes propriétés d'isolation thermique et électrique.
- Cout de production relativement bas.
- la capacité de combiner avec d'autres matériaux comme l'aluminium, du papier, adhésifs.
- Matériau de choix pour l'utilisation de tous les jours, style de vie humain et matière plastique son actuellement inséparables [8].

I.6. Inconvénients des plastiques

La production du plastique comprend également l'utilisation des produits chimiques potentiellement nocifs, qui sont ajoutés comme stabilisateurs ou colorants. Beaucoup d'entre eux n'ont pas subi une évaluation des risques environnementaux et leur impact sur la santé humaine et l'environnement, sont actuellement incertain, à titre d'exemples les phthalates, qui sont employés dans la fabrication de PVC.

Les PVC dans le passé ont été employés dans des jouets pour les enfants en bas âge et il y a eu des soucis que ces phthalates peuvent être libérés quand ces jouets sont suçés (contact avec la salive). Des évaluations des risques sur les effets des phthalates sur l'environnement sont actuellement menées. L'élimination des produits plastiques contribue également de manière significative sur leur impact environnemental, parce que la plupart des plastiques prennent beaucoup de temps pour se décomposer, probablement pouvant aller jusqu'à des centaines d'années, bien que personne ne sache avec certitude que les plastiques ne durent pas longtemps quand ils sont mis en décharge.

Avec de plus en plus de produits plastiques, en particulier les emballages, étant débrassés peu de temps après leur achat, les espaces de stockage requis pour les déchets plastiques sont une préoccupation croissante [8].

I.7. Avenir des plastiques

I.7.1. Influence de sa composition

Le plastique provient essentiellement de :

- ✓ pétrole,
- ✓ charbon,
- ✓ gaz naturel.

Le pétrole est une ressource rare et bientôt épuisée (2050 ?). Lorsqu'il a été découvert, en 1859, il est tombé au moment propice : quand le charbon allait lui-même s'épuiser. Mais cette fois, c'est le pétrole qui va être amené à disparaître. Et sans pétrole, le plastique est menacé.

I.7.2. Solutions

Pour sauver l'avenir du plastique, deux solutions s'offrent à nous :

-  Trouver un autre composant pour la réalisation du plastique

✚ Remplacer le plastique au quotidien par une autre matière ne nécessitant pas l'utilisation de pétrole.

Seulement, le plastique est devenu un élément essentiel dans notre vie de tous les jours, et il serait très difficile de le remplacer si vite. Lorsqu'une bouteille de plastique est recyclée, elle peut avoir énormément de nouvelles utilisations. Heureusement pour les humains, car sans cette possibilité de recyclage, les plastiques pollueraient énormément. Il est d'ailleurs extrêmement polluant à l'heure actuelle (il faut au minimum 100 ans, et au maximum 600 ans pour qu'un sac plastique dans la nature se dégrade complètement).

Pour faire du plastique de façon écologique, nous pourrions nous inspirer de l'Allemagne par exemple, qui fait une production annuelle de 12,7 tonnes de matières plastiques bio traditionnelles. Cela offrirait un débouché annuel pour le marché estimé à 300000 tonnes dans les trois ou quatre années à venir [9].

I.8. Effet de la matière plastique sur la santé et l'environnement

I.8.1. Pour la santé humaine

Il y a un risque alimentaire important pour utiliser des objets en plastique au contact avec certains aliments. Lors de notre alimentation, on trouve dans les contenants des aliments, on trouve tels que les pots de yaourt, les conserves ou canettes de boissons. En entrant en contact avec certains aliments et en particulier ceux qui sont riches en graisses, les plastiques peuvent se transformer en agents contaminants [10].

La combustion des matières plastiques entraîne la pollution de l'air en produisant des produits toxiques, mauvais pour l'Homme. Par exemple, la combustion du polychlorure de vinyle (PVC) produit du chlorure d'hydrogène (HCl) qui provoque des maladies des voies respiratoires (asthme, bronchites) et est impliqué dans le mécanisme des pluies acides (mis en solution dans l'eau il dégage des ions hydrogène).

Ou encore, le fluorure d'hydrogène (HF) s'il est ingéré ou inhalé peut provoquer des hémorragies internes, des troubles cardiaques. Dans le cas d'intoxication aiguë, on observe 50% de décès survenant dans les 24 heures [9].

Le plastique nous expose progressivement à un risque supplémentaire pour certaines pathologies (certaines types de cancers). Il augmente aussi le stockage des graisses dans notre corps et attaque le système hormonal en réduisant le taux d'hormones sexuelles et la qualité du sperme chez les hommes [10].

I.8.2. Pour la planète

Notre façon de consommer et notre attitude ont également une influence directe sur l'état de la planète. La production est en moyenne de 300 millions de tonnes de plastique par an. Les sacs et déchets plastiques ou les résidus de fabrication sont déversés en grand nombre dans la nature. Cette pollution agit directement sur la qualité de l'air, de l'eau et de la terre [10].

Sur terre, les sacs plastiques sont une source de pollution considérable, durant tout leur cycle de vie. Leur production consomme des produits pétroliers, de l'eau, de l'énergie, et émet des gaz à effet de serre impliqués dans le réchauffement climatique [9].

I.9. Nuisances liées au procédé de fabrication du plastique

Les métiers de la plasturgie exposent les salariés à de nombreux risques :

- ❖ Les brûlures :
 - températures élevées utilisées dans les procédés de fabrication.
- ❖ Risques liés à l'utilisation des machines :
 - projections ou écrasement dus à des pièces en mouvements ou des fluides sous pressions.
- ❖ Exposition à des produits dangereux :
 - Produits de dégradations thermiques émis lors de la transformation ou du nettoyage par pyrolyse, par purge des machines ou lors du stockage des pièces finies.
 - Solvants pour les opérations de nettoyages ou d'entretien des équipements
- ❖ Troubles musculo squelettiques (TMS)
 - Manutention de charges lourdes (lors de l'approvisionnement en matière premières notamment).
 - Postures inconfortables liées à l'aménagement des postes de travail.
 - Gestes répétitifs lors de la fabrication, du conditionnement ou du stockage.
- ❖ Incendie / explosion :
 - Association de solvants inflammables avec des matières (qui sont de très bon combustibles)
 - Manipulation de plastiques sous forme de poudre [11].

Pour identifier et évaluer les risques liés au système de fabrication du plastique, il faut faire un management par des méthodes d'analyses.

Chapitre II

Généralités et démarches

d'analyse des risques

II.1. Management des risques

II.1.1. Définition

Activités coordonnées visant à diriger et piloter un organisme vis-à-vis du risque. Le management du risque inclut typiquement l'identification du risque, l'analyse du risque, l'évaluation du risque, le traitement du risque, Suivi et revue.

II.1.2. Identification du risque

L'identification du risque a pour but de rechercher, reconnaître et décrire les risques qui peuvent aider ou empêcher un organisme d'atteindre ses objectifs. Il est essentiel que les informations utilisées pour l'identification des risques soient pertinentes, appropriées et à jour.

L'organisme peut utiliser un éventail de techniques pour identifier les incertitudes pouvant avoir une incidence sur un ou plusieurs objectifs. Il convient de prendre en compte les facteurs suivants et leurs relations:

- sources de risque tangibles et intangibles;
- causes et événements;
- menaces et opportunités;
- vulnérabilités et capacités;
- changements intervenus au niveau du contexte externe et interne;
- indicateurs de risques émergents;
- nature et valeur des actifs et des ressources;
- conséquences et leur impact sur les objectifs;
- limitations des connaissances et fiabilité des informations;
- facteurs liés au temps;
- biais, hypothèses et convictions des personnes impliquées.

Il convient que l'organisme identifie les risques, que leurs sources soient ou non sous son contrôle. Il convient de tenir compte du fait qu'il peut y avoir plusieurs types de résultat pouvant avoir diverses conséquences tangibles ou intangibles [12].

II.1.3. Analyse du risque

L'analyse du risque a pour but de comprendre la nature du risque et ses caractéristiques, y compris le niveau de risque, le cas échéant. L'analyse du risque implique la prise en compte détaillée des incertitudes, des sources de risque, des conséquences, de la

vraisemblance, des événements, des scénarios, des moyens de maîtrise et de leur efficacité. Un événement peut avoir des causes et conséquences multiples et affecter des objectifs multiples.

L'analyse du risque peut être menée à différents niveaux de détail et de complexité selon la finalité de l'analyse, la disponibilité et la fiabilité des informations et les ressources disponibles. Les techniques d'analyse peuvent être qualitatives, quantitatives, ou une combinaison de celles-ci, selon les circonstances et l'utilisation prévue.

Il convient que l'analyse du risque prenne en compte des facteurs tels que:

- la vraisemblance des événements et des conséquences;
- la nature et l'importance des conséquences;
- la complexité et l'interconnexion;
- les facteurs liés au temps et la volatilité;
- l'efficacité des moyens de maîtrise existants;
- les niveaux de sensibilité et de confiance.

L'analyse du risque peut être influencée par toute divergence d'opinions, biais, perceptions du risque et jugements. Les influences supplémentaires sont la qualité des informations utilisées, les hypothèses et exclusions posées, toute limitation des techniques et la façon dont elles sont mises en œuvre. Il convient que ces influences soient prises en compte, documentées et communiquées aux décideurs.

Les événements extrêmement incertains peuvent être difficiles à quantifier. Cela peut poser problème lors de l'analyse d'événements ayant de graves conséquences. Dans de tels cas, l'utilisation d'une combinaison de techniques permet généralement d'acquérir une connaissance plus approfondie.

L'analyse du risque fournit des données permettant d'évaluer le risque, de prendre la décision de le traiter ou non et de quelle manière, et permet de choisir la stratégie et les méthodes de traitement les plus performantes. Les résultats fournissent des renseignements en vue des décisions quand il faut effectuer des choix et que les options impliquent différents types et niveaux de risque [12].

II.1.4. Evaluation du risque

L'évaluation du risque a pour but de déboucher sur des décisions plus judicieuses. L'évaluation du risque consiste à comparer les résultats de l'analyse du risque aux critères de

risque établis afin de déterminer si une action supplémentaire est exigée. Cela peut déboucher sur la décision:

- de ne rien faire de plus;
- d'examiner les options de traitement du risque;
- d'entreprendre une analyse plus approfondie afin de mieux comprendre le risque;
- de maintenir les moyens de maîtrise du risque existants;
- de réexaminer les objectifs.

Il convient que les décisions prennent en compte un contexte plus large et les conséquences réelles et perçues pour les parties prenantes externes et internes.

Il convient que le résultat de l'évaluation du risque soit enregistré, communiqué, puis validé aux niveaux appropriés de l'organisme [12].

II.1.5. Traitement du risque

Le traitement du risque a pour but de choisir et de mettre en œuvre des options pour aborder le risque.

Le traitement du risque implique un processus itératif:

- formuler et choisir des options de traitement du risque;
- élaborer et mettre en œuvre le traitement du risque;
- apprécier l'efficacité de ce traitement;
- déterminer si le risque résiduel est acceptable;
- s'il n'est pas acceptable, envisager un traitement complémentaire [12].

II.1.6. Suivi et revue

Le suivi et la revue ont pour but de s'assurer et d'améliorer la qualité et l'efficacité de la conception, de la mise en œuvre et des résultats du processus. Il convient que le suivi continu et la revue périodique du processus de management du risque et de ses résultats soient planifiés dans le processus de management du risque, en définissant clairement les responsabilités.

Il convient que le suivi et la revue aient lieu à toutes les étapes du processus. Le suivi et la revue comprennent la planification, le recueil et l'analyse d'informations, l'enregistrement des résultats et le retour d'information.

Il convient d'intégrer les résultats du suivi et de la revue aux activités de management des performances de l'organisme, de suivi des résultats et d'élaboration de rapports [12].

II.2. Classification des méthodes d'analyse de risque

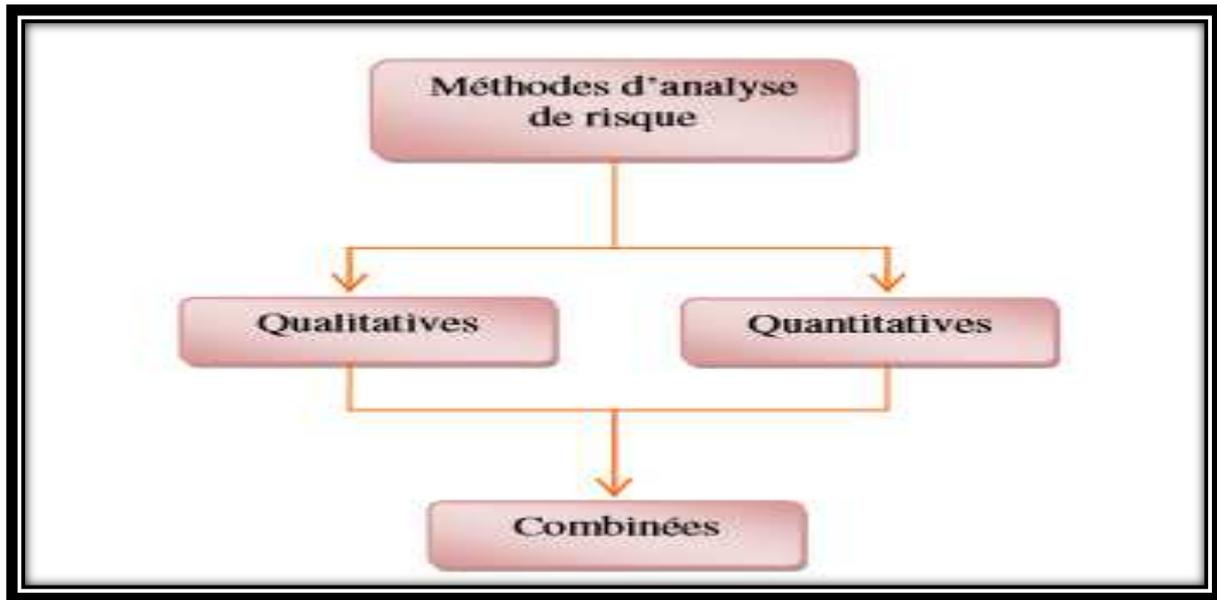


Figure II.1 : Typologie des méthodes d'analyse de risque [13]

II.2.1. Méthodes quantitatives

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

Les analyses quantitatives ont de nombreux avantages car elles permettent:

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

Quoique l'utilité des méthodes quantitatives soit indiscutable, ces dernières présentent tout de même un certain investissement en temps, en efforts et également en moyens (logiciels, matériels, financiers, etc.). Il peut s'avérer que cet investissement soit disproportionné par rapport à l'utilité des résultats attendus, le cas échéant.

L'analyse quantitative est court-circuitée pour laisser la place aux approximations qualitatives (statistiques, retour d'expérience, jugement d'expert, etc.).

Un point très important mérite d'être clarifié, c'est que les résultats de l'analyse quantitative ne sont pas des mesures absolues, mais plutôt des moyens indispensables d'aide au choix des actions pour la maîtrise des risques. Nous citons par exemple l'évaluation par des techniques floues/possibilistes de la subjectivité des experts humains, ou la priorisation de certaines actions de maîtrise par rapport à d'autres par une analyse de type coût/bénéfices [13].

II.2.2. Méthodes qualitatives

L'APR, l'AMDEC, l'Arbre de Défaillances ou l'Arbre d'Evénements restent des méthodes qualitatives même si certaines mènent parfois aux estimations de fréquences d'occurrence avant la classification des risques.

L'application des méthodes d'analyse de risque qualitatives fait systématiquement appel aux raisonnements par induction et par déduction (Monteau & Favaro, 1990).

La plupart des méthodes revêtent un caractère inductif dans une optique de recherche allant des causes aux conséquences éventuelles. En contrepartie, il existe quelques méthodes déductives qui ont pour but de chercher les combinaisons de causes conduisant à des évènements redoutés [13].

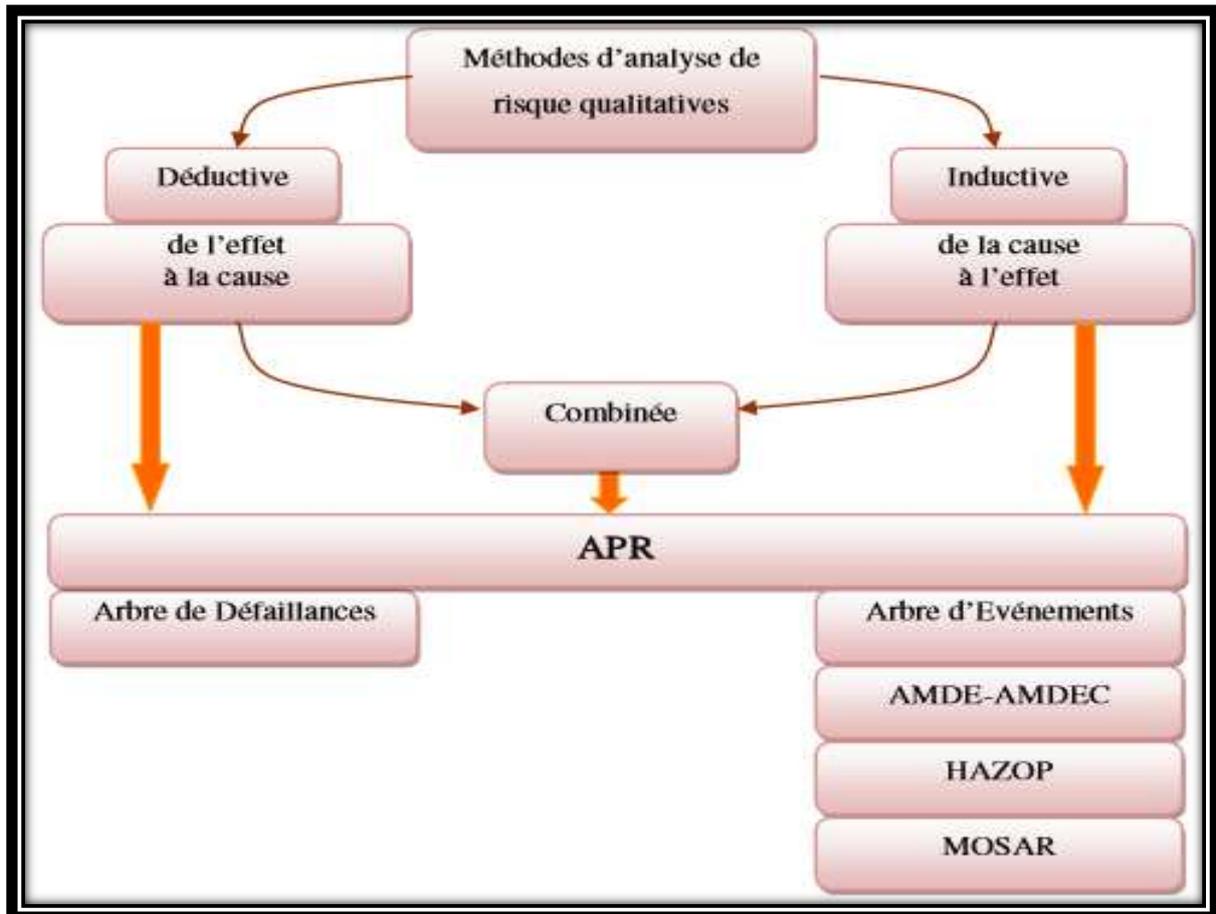


Figure II. 2 : Classification des principales méthodes d'analyse de risque qualitatives [13]

II.3. Panorama des méthodes d'analyse de risque

II.3.1. Les méthodes classiques d'analyse de risque

Nous allons présenter dans cette section un échantillonnage de l'ensemble des méthodes d'analyse de risque. Chacune d'entre elle sera présentée brièvement.

II.3.1.1. L'Analyse Préliminaire de Risque - APR / Analyse Préliminaire de Danger – APD (Preliminary Hazard Analysis –PHA)

II.3.1.1.1. Historique et domaine d'application

Selon la norme CEI-300-3-9 (CEI 300-3-9, 1995) : « L'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 » [15].

L'analyse préliminaire des risques (dangers) : été développée au début des années 1960 dans les domaines aéronautiques et militaire. Elle est utilisée depuis de nombreuses

autres industries. L'Union des industries chimiques (UIC) recommande son utilisation en France depuis le début des années 1980.

L'Analyse préliminaire des risques (APR) est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet. En conséquence, cette méthode ne nécessite généralement pas une connaissance approfondie et détaillée de l'installation étudiée. En ce sens, elle est particulièrement utile dans les situations suivantes :

- Au stade de la conception d'une installation, lorsque la définition précise du procédé n'a pas encore été effectuée. Elle fournit une première analyse de sécurité se traduisant par des éléments constituant une ébauche des futures consignes d'exploitation et de sécurité. Elle permet également de choisir les équipements les mieux adaptés.

- Dans le cas d'une installation complexe existante, au niveau d'une démarche d'analyse des risques. Comme l'indique son nom, l'APR constitue une étape préliminaire, permettant de mettre en lumière des éléments ou des situations nécessitant une attention plus particulière et en conséquence l'emploi de méthodes d'analyses de risques plus détaillées. Elle peut ainsi être complétée par une méthode de type AMDEC ou arbre des défaillances par exemple.

- Dans le cas d'une installation dont le niveau de complexité ne nécessite pas d'analyses plus poussées au regard des objectifs fixés au départ de l'analyse des risques [14].

II.3.1.1.2. Principe d'analyse préliminaire des risques (APR)

L'analyse préliminaire des risques nécessite dans un premier temps d'identifier les éléments dangereux de l'installation. Ces éléments dangereux désignent le plus souvent :

- des substances ou préparations dangereuses, que sous forme de matières premières, de produit finis, d'utilités...
- des équipements dangereux comme, par exemple, des stockages, zones de réception expédition, réacteur, fournitures d'utilités (chaudières...),
- des opérations dangereuses associées au procédé (chargement, déchargement, manutention, activité d'emballage...).

L'identification de ces éléments dangereux est fonction du type d'installation étudiée. Il est également à noter que l'identification de ces éléments se fonde sur la description fonctionnelle réalisée avant la mise en œuvre de la méthode. À partir de ces éléments dangereux, l'APR vise à identifier, pour un élément dangereux, une ou plusieurs situations de dangers.

Dans le cadre de ce document, une situation de dangers est définie comme une situation qui, si elle n'est pas maîtrisée, peut conduire à l'exposition de cibles à un ou plusieurs phénomènes dangereux. Le groupe de travail doit alors en déterminer les causes et les conséquences de chacune des situations de dangers identifiés puis identifier les sécurités existantes sur le système étudié. Si ces dernières sont jugées insuffisantes vis-à-vis du niveau de risque identifié dans la grille de criticité, des propositions d'améliorations doivent alors être envisagées [14].

II.3.1.1.3. La démarche d'APR

Tableau II.1 : Présentation des résultats d'APR

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Système ou fonction	Phase	Elément dangereux	Événement causant une situation dangereuse	Situation dangereuse	Événement causant un accident potentiel	Accident potentiel	Effets ou conséquences	Classification par gravité	Mesures Préventives	Application de ces mesures

La démarche d'APR se déroule suivant les étapes suivantes :

1. Spécification de l'élément à étudier.
2. Identification des phases durant lesquelles une situation dangereuse est possible.
3. Identification des entités dangereuses.
4. Identification des conditions, événements indésirables, pannes ou erreurs mettant l'élément étudié en danger.
5. Identification des situations dangereuses.
6. Identification des conditions, événements indésirables, pannes ou erreurs mettant l'élément étudié en situation d'accident.
7. Identification des accidents potentiels.
8. Estimation des dommages d'accident potentiel.
9. Estimation des gravités d'accident potentiel.
10. Proposition de mesures préventives.
11. Suivi de l'application de ces mesures [3].

II.3.1.1.4. Matrice de criticité des risques

Les deux paramètres principaux de la criticité sont la probabilité d'apparition et la gravité. On donne en général quatre à cinq niveaux à chaque paramètre :

a. Fréquence

1. improbable (rare) : une fois par an.
2. Peu probable : une fois par mois.
3. Probable : plusieurs jours par semaine.
4. Très probable : plusieurs fois par jour.

b. Gravité

1. Faible : incident.
2. Moyenne : accèdent son arrêt de travail.
3. Grave : accèdent avec arrêt de travail.
4. Très grave : incapacité permanente/décès.

Plutôt que de multiplier les deux valeurs, on construit une matrice et ce sont les zones de la matrice indiquent la criticité.

Tableau II.2 : Matrice de criticité des risques

		Gravité			
		1 Faible	2 Moyenne	3 Grave	4 Très grave
Probabilité	4 Très probable	4	8	12	16
	3 Probable	3	6	9	12
	2 peu probable	2	4	6	8
	1 improbable	1	2	3	4

Légende :

- Risque acceptable ;
- Risque acceptable à surveiller ;
- Risque inacceptable ;

II.3.1.1.5. Limites et avantages

Le principal avantage de l'analyse préliminaire des risques est de permettre un examen relativement rapide des situations dangereuses sur des installations. Par rapport aux autres méthodes présentées ci-après, elle apparaît comme relativement économique en terme de temps passé et ne nécessite pas un niveau de description du système étudié très détaillé. Cet avantage est bien entendu à relier au fait qu'elle est généralement mise en œuvre au stade de la conception des installations.

En revanche, l'APR ne permet pas de caractériser finement l'enchaînement des événements susceptibles de conduire à un accident majeur pour des systèmes complexes. Comme son nom l'indique, il s'agit à la base d'une méthode préliminaire d'analyse qui permet d'identifier les points critiques devant faire l'objet d'études plus détaillées. Elle permet ainsi de mettre en lumière les équipements ou installations qui nécessitent une étude plus fine menée grâce à des outils tels que l'AMDEC, l'HAZOP ou l'analyse par arbre des défaillances. Toutefois son utilisation seule peut être jugée suffisante dans le cas d'installations simples ou lorsque le groupe de travail possède une expérience significative de ce type d'approches [14].

II.3.1.2. Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets - AMDE /et de leur Criticité - AMDEC (Failure Modes, and Effects Analysis - FMEA / Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis - FMECA)

L'AMDE a été employée pour la première fois dans le domaine de l'industrie aéronautique durant les années 1960. Son utilisation s'est depuis largement répandue à d'autres secteurs industriels. L'AMDEC est l'extension de l'étude AMDE quand il est question d'évaluer la criticité des défaillances.

Selon la norme CEI-300-3-9 (CEI 300-3-9, 1995), l'AMDE est une technique fondamentale d'identification et d'analyse de la fréquence des dangers qui analyse tous les modes de défaillances d'un équipement donné et leurs effets tant sur les autres composants que sur le système lui-même [15].

Cette analyse vise d'abord à identifier l'impact de chaque mode de défaillance des composants d'un système sur ses diverses fonctions et ensuite hiérarchiser ces modes de défaillances en fonction de leur facilité de détection et de traitement.

L'AMDE(C) traite des aspects détaillés pour démontrer la fiabilité et la sécurité d'un système. Elle contient (4) parties primaires :

- 1) Identification des modes de défaillance.
- 2) Identification des causes potentielles de chaque mode.
- 3) Estimation des effets engendrés.
- 4) S'il s'agit d'une AMDEC : Evaluation de la criticité de ces effets.

L'analyse commence toujours par l'identification des défaillances potentielles des modes opérationnels. Elle se poursuit, par des inductions afin d'identifier les effets potentiels de ces défaillances (situation dangereuse, événement dangereux et dommages). Une fois les effets potentiels établis, on estime le risque on spécifie les actions de contrôle [13].

II.3.1.3. Hazard and Operability Study (HAZOP)

La méthode HAZOP a été développée par la société « Imperial Chemical Industries (ICI) » au début des années 1970. Elle sert à évaluer les dangers potentiels résultants des dysfonctionnements d'origine humaine ou matérielle et aussi les effets engendrés sur le système.

L'objectif de cette méthode est d'identifier les phénomènes dangereux qui mènent à des événements dangereux lors d'une déviation des conditions normales de fonctionnement d'un système.

L'HAZOP n'a pas pour but d'observer les modes de défaillances à l'image de l'AMDE mais plutôt les dérives potentielles des principaux paramètres liés à l'exploitation de l'installation.

Lorsqu'une déviation est identifiée, l'analyse tente d'identifier les conséquences qui en découlent. Les déviations potentiellement dangereuses sont ensuite hiérarchisées en leur associant des actions de contrôle allouées. La méthode se termine par l'investigation des causes potentielles des déviations jugées crédibles.

De manière générale, les paramètres sur lesquels porte l'analyse sont observables, quantifiables et comparables. Par exemple la vitesse, la température, la pression, le débit, le niveau, le temps, etc.

La combinaison de ces paramètres avec des mots clés prédéfinis (plus que, moins que, pas de, etc.) se fait de la manière suivante :

« Plus de » et « Pression » = « Pression trop haute » / « Pas de » et « Niveau » = « Capacité vide ».

Dans le cas où une estimation de la criticité est nécessaire, HAZOP peut être complétée par une analyse quantitative simplifiée. [13]

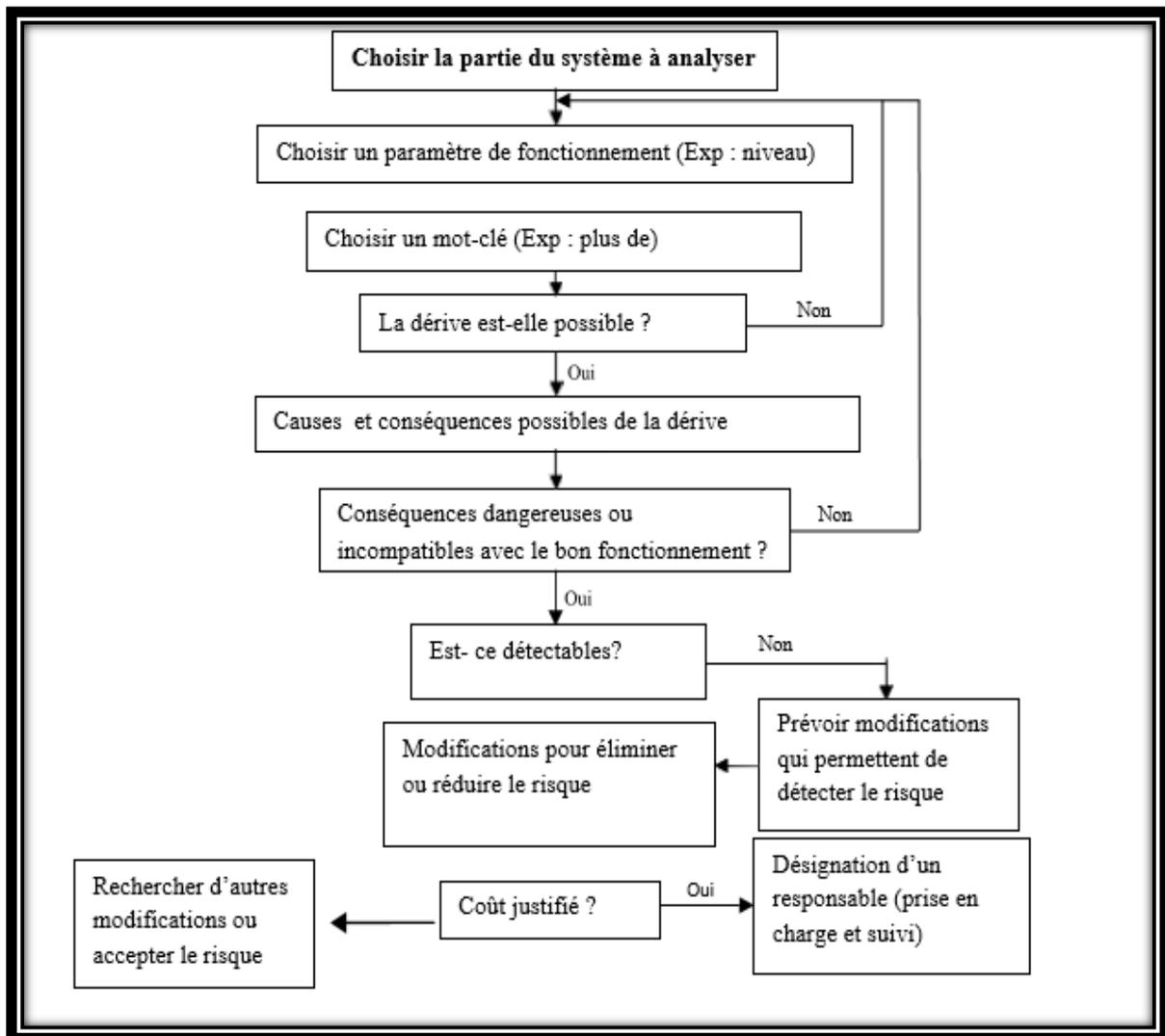


Figure II.3 : Déroulement de l'HAZOP [13]

II.3.1.4. Arbre de Défaillances (AdD)

L'analyse par Arbre de Défaillances a été élaborée au début des années 1960 par la compagnie américaine « Bell Téléphone ». Elle fut expérimentée pour l'évaluation de la sécurité des systèmes de tir de missiles. Elle est employée pour identifier les causes relatives aux événements redoutés. En partant d'un événement unique, il s'agit de rechercher les combinaisons d'événements conduisant à la réalisation de ce dernier.

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 [3].

a) Principe de la méthode

L'analyse par arbre de défaillances est une méthode de type déductif. En effet, il s'agit, à partir d'un événement redouté défini a priori, de déterminer les enchaînements d'événements ou combinaisons d'événements pouvant finalement conduire à cet événement redouté. Cette analyse permet de remonter de causes en causes jusqu'aux événements de base susceptibles d'être à l'origine de l'événement redouté.

L'analyse par arbre des défaillances d'un événement redouté peut se décomposer en trois étapes successives :

- 1) définition de l'événement redouté étudié ;
- 2) élaboration de l'arbre ;
- 3) Exploitation de l'arbre.

Quelle que soit la nature des éléments de base identifiés, l'analyse par arbre des défaillances est fondée sur les principes suivants :

- ✚ Ces évènements sont indépendants ;
- ✚ Ils ne seront pas décomposés en éléments plus simples faute de renseignements, d'intérêt ou bien parce que cela est impossible ;
- ✚ Leur fréquence ou leur probabilité d'occurrence peut être estimée.

Les liens entre les différents évènements identifiés sont réalisés grâce à des portes logiques (de type « ET » et « OU » par exemple). Cette méthode utilise une symbolique graphique particulière qui permet de présenter les résultats dans une structure arborescente. A l'aide de règles mathématiques et statistiques, il est alors théoriquement possible d'évaluer la probabilité d'occurrence de l'événement final à partir des probabilités des évènements de base identifiés [3].

b) Déroulement de la méthode

La construction de l'arbre des défaillances vise à déterminer les enchaînements d'évènements pouvant conduire à l'événement final retenu. Cette analyse se termine lorsque toutes les causes potentielles correspondent à des évènements élémentaires. L'élaboration de l'arbre des défaillances suit le déroulement présenté en figure 4 :

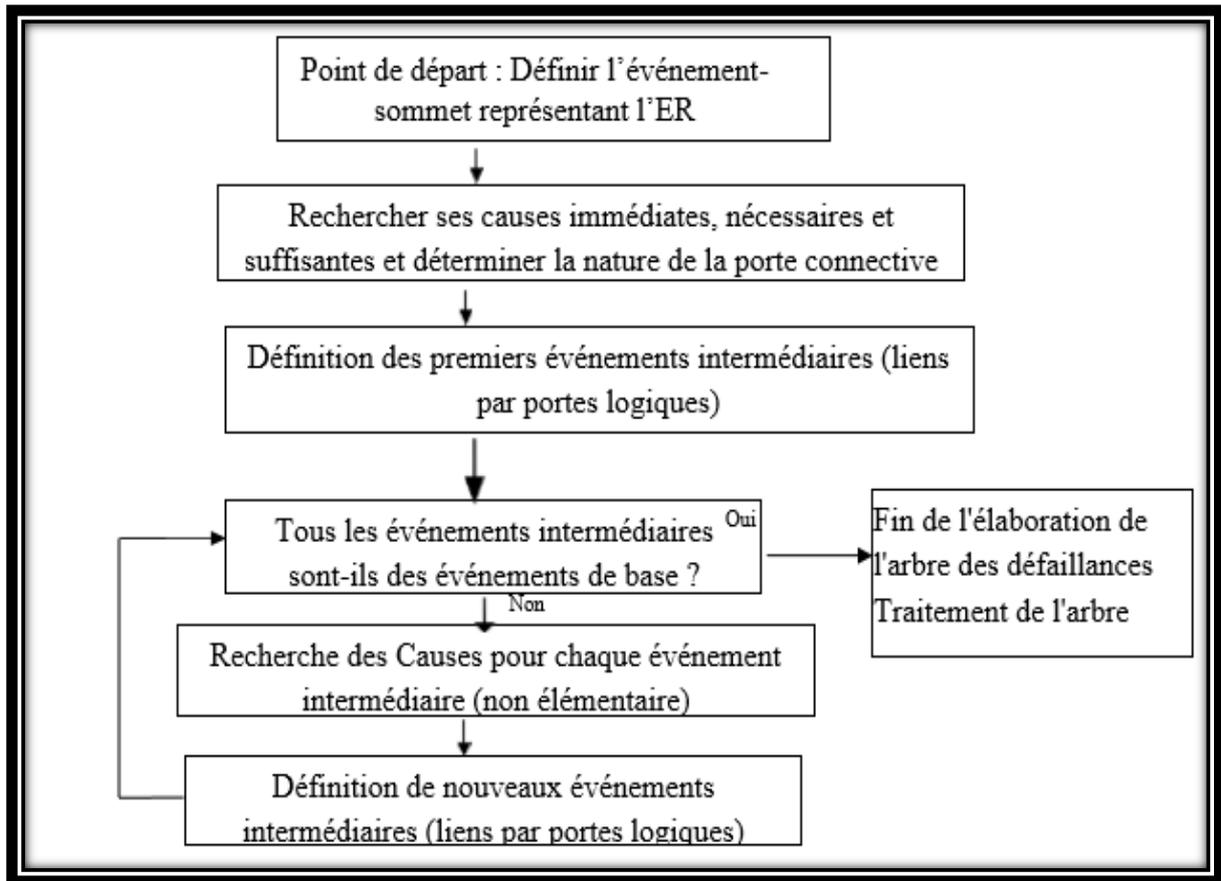


Figure II.4 : Déroulement de l'AdD [3]

II.3.1.5. Arbre des événements (EVENT TREE)

Méthode appelée aussi arbre des conséquences.

a) Objectif

- ✓ A partir d'un événement indésirable, rechercher les scénarios possibles d'évolution en événements accidentels.
- ✓ Estimer les probabilités d'occurrence de chacun des scénarios.

b) Mise en œuvre de la méthode

- définir l'événement indésirable:

Événement processus (ex : fuites de 7 mm, 22 mm, 70 mm de diamètre, ...) et événement non processus (chute d'objets lors d'un levage, collision de navire sur une plateforme, ...).

- calculer ou recherche dans des banques de données sa probabilité d'occurrence.
- représenter graphiquement par un arbre les scénarios chronologiques d'événements aggravants.

Ex : fuite de gaz combustible → non détection, inflammation, non fermeture des vannes motorisées d'isolement → feu chalumeau, explosion.

- détecteur (si nécessaire dans le cas d'événement "fuite") l'installation en sections isolables. Chaque section devenant alors une source de fuite.
- estimer (calculer) la probabilité d'occurrence des conséquences [3].

II.3.1.6. What-If Analysis

What-if est une forme dérivée de HAZOP, dont l'objectif est d'identifier les phénomènes dangereux régissant le fonctionnement d'un système.

La méthode consiste à réaliser un brainstorming partant généralement de situations dangereuses ou d'événements dangereux imaginés, en essayant de répondre à la question : «qu'arrive-t-il si tel paramètre ou tel comportement n'est pas nominal ? ». Ceci va permettre d'identifier les effets provoquant des dommages [3].

II.3.1.7. Nœud papillon (Bowtie Model)

Le « Nœud Papillon » est une approche arborescente développée par SHELL. Il permet de considérer une approche probabiliste dans le management du risque.

Le nœud papillon est une connexion d'un Arbre de Défaillances et d'un Arbre d'Evènements, généralement établie lorsqu'il s'agit d'étudier des évènements hautement critiques.

Le point central du Nœud Papillon est « l'Événement Redouté Central ». Généralement, ce dernier désigne une perte de confinement ou une perte d'intégrité physique (décomposition). La partie gauche sert à identifier les causes de cette perte de confinement, tandis que la partie droite du nœud s'attache à déterminer les conséquences de cet événement redouté central.

Chaque scénario d'accident est relatif à un évènement redouté central et est représenté à travers un chemin possible allant des évènements indésirables ou courants jusqu'à l'apparition des effets majeurs.

Un Nœud Papillon est généralement précédé par une analyse de risque plus générique de type APR ou What-If [13].

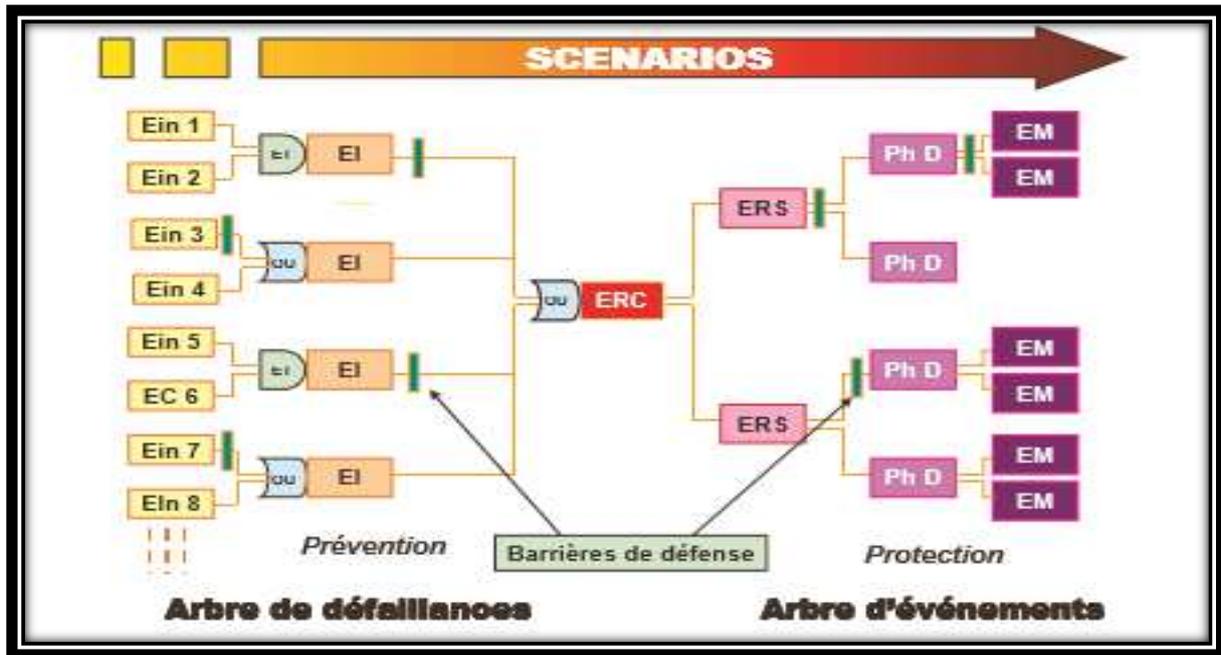


Figure II.5 : Représentation de scénario d'accident selon le modèle du « nœud papillon » [13]

II.3.2. Méthodes intégrées d'analyse de risque

II.3.2.1. ARAMIS

ARAMIS est un projet européen de recherche réalisé dans le cadre du 5^{ème} PCRD entre janvier 2002 et décembre 2004. ARAMIS signifie à Risk Assesment Methodology For Industriels .l'objectif du projet était développer une nouvelle méthodologie d'évaluation des risques répondant aux exigences de la directive SEVESO il est constituant une solution alternative aux approches purement déterministes ou purement probabilistes de l'évaluation des risques alors en vigueur en europe.

Le projet ARAMIS avait donc pour objectif à une méthode qui permettrait d'estimer le risque en résolvant les difficultés exposées plus haut dans le contexte de la directive SEVESO II. Cette méthode devait fournir des résultats exploitables par les décideurs publics et les industriels communicables à un public de non spécialistes. L'estimation du risque produite devait aussi tenir compte des mesures de réduction du risque mises en place par l'industriel et l'influence du facteur humain et de l'organisation sur l'efficacité de ces mesures de réduction du risque.

La méthode ARAMIS peut décomposée en six principales étapes :

- 1) Identification des scénarios potentiels d'accidents majeurs MIMAH.
- 2) Identification des barrières de sécurité et évaluation de leurs performances.

- 3) Evaluation de l'efficacité du management et de son influence sur les barrières de sécurité.
- 4) Identification des scénarios de référence (MIRAS).
- 5) Estimation et cartographie de la sévérité des scénarios de référence.
- 6) Cartographie de la vulnérabilité [14].

II.3.2.2. 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). C'est une méthode orientée barrière au même titre qu'ARAMIS. Les premières étapes sont d'ailleurs assez comparables à celles de la méthode ARAMIS, en termes de principes généraux, même si de nombreuses différences subsistent au niveau de détails des deux méthodes. En revanche LOPA ne prévoit pas de représentation cartographique de la sécurité et de la vulnérabilité.

La méthode LOPA peut être décomposée en six principales étapes :

- 1) Etablissement des critères de sélection des scénarios à évaluer.
- 2) Développement des scénarios d'accidents.
- 3) Identification des fréquences d'évènements initiateurs.
- 4) Identification des dispositifs de sécurité et leur probabilité de défaillance à la demande.
- 5) Estimation du risque.
- 6) Evaluation du risque par rapport aux critères d'acceptabilité [14].

II.3.2.3. MOZAR

La méthode MOZAR [PERILHON 2003]. Méthode Organisée Systemique d'Analyse des Risques, développée au CEA, est une méthode intégrée qui permet d'analyser les risques sur un site de manière progressive. Cette méthode repose sur le modèle MADS (Méthodologie D'analyse du Dysfonctionnement des Systèmes) présenté en Figure 6 celui-ci représente le processus de danger, c'est à dire la libération d'un flux de danger par un système source sous l'effet d'un événement initiateur interne ou externe et l'impact de ce flux sur une cible qui peut elle-même devenir système source de danger pour un processus équivalent. La méthode MOZAR met particulièrement l'accent sur l'enchaînement des processus de danger entre système composant une installation et est donc particulièrement adaptée à l'étude des synergies d'accidents ou des effets domino.

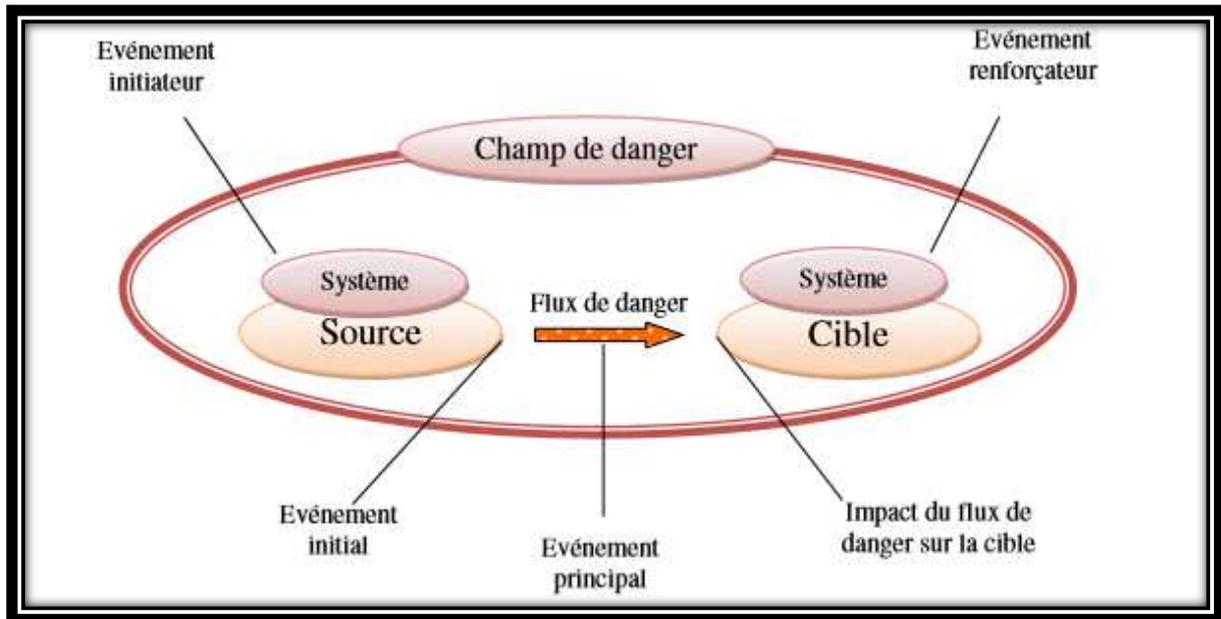


Figure II.6 : Processus de danger du modèle MADS [14]

MOZAR est constituée de deux modules qui peuvent être utilisés de façon plus ou moins indépendante. Le module A correspond à une analyse macroscopique des risques sur un site industriels et s'apparente à une analyse préliminaire des risques. Le module B correspond à une analyse plus détaillée des scénarios identifiés dans le cadre du module A à l'aide des outils de la sûreté de fonctionnement [14].

II.3.2.4. QRA

L'analyse quantitative des risques [Bedford 2001], 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. On calcule généralement d'une part la probabilité qu'un individu, à un emplacement donné, meure des effets de l'accident, qualifié de risque individuel et d'autre part, la fraction de la population susceptible de mourir des effets de l'accident et la fréquence associée, qualifiées de risque sociétal. Il est à noter que le QRA ne prend donc souvent en compte que les effets létaux sur les personnes. Ces résultats sont généralement représentés sous forme de courbe fréquence/gravité (ou courbe F/N) pour le risque sociétal ou de courbe iso risque pour le risque individuel.

Dans le domaine des risques liées aux installations fixes, la référence en matière de QRA reste l'ouvrage du Committee for the Prevention of Disasters, « guidelines for Quantitative Risk Assessment » plus connu sous le titre de « Purple book » [CPR 18,1999] qui constitue la référence pour l'établissement du QRA dans le cadre des procédures réglementaires hollandaises. Les principales étapes du QRA définies par le « Purple book » sont les suivantes :

- 1) Sélection des installations pour le QRA.
- 2) Définition des événements redoutés centraux (perte de confinement) et des fréquences associées.
- 3) Modélisation de l'intensité de phénomène.
- 4) Modélisation de l'exposition et des dommages.
- 5) Calcul et présentation des résultats [14].

Partie expérimentale

Chapitre III

Présentation de l'entreprise

III.1. Historique de l'entreprise

L'entreprise MAXWINPACK est une société privée du type anonyme à responsabilité limitée (SARL), créée le 22/11/2006 [16].

III.2. Implantation

L'entreprise sise à la zone industrielle de Rouïba Lot 47 section 07 zone B, d'une superficie de : 14338 m² dont 7675 m² bâtie, elle est bordée :

- de l'est par l'entreprise SAPTA.
- de l'ouest par l'entreprise SUMSUNG.
- du nord par l'entreprise SNVI.
- du sud par l'entreprise CMC.

III.3. Situation géographique



Figure III.1: Situation géographique de la société MAXWINPACK



Figure III.2: Situation géographique de la société MAXWINPACK

III.4. Activité principale

L'activité de la société est la transformation des matières plastiques de base (PET, PEHD, PEBD, ...etc.), la récupération des matières non métalliques recyclables, la fabrication d'articles plastiques et les travaux d'impression sur emballages pour les besoins du groupe SAFA notamment.

Nos produits sont destinés à plusieurs secteurs d'activités industrielles à l'image de :

- Agroalimentaire, Hygiène, Détergent, Cosmétique, Produits laitiers.



Figure III.3 : Les Produits finis

III.5. Organisation de l'entreprise

Comme toute entreprise, MAXWINPACK est structurée en différents services, elle est dirigée par un directeur Général qui assure la coordination entre les différentes Direction et services comme montré si dessous (Figure 4) :

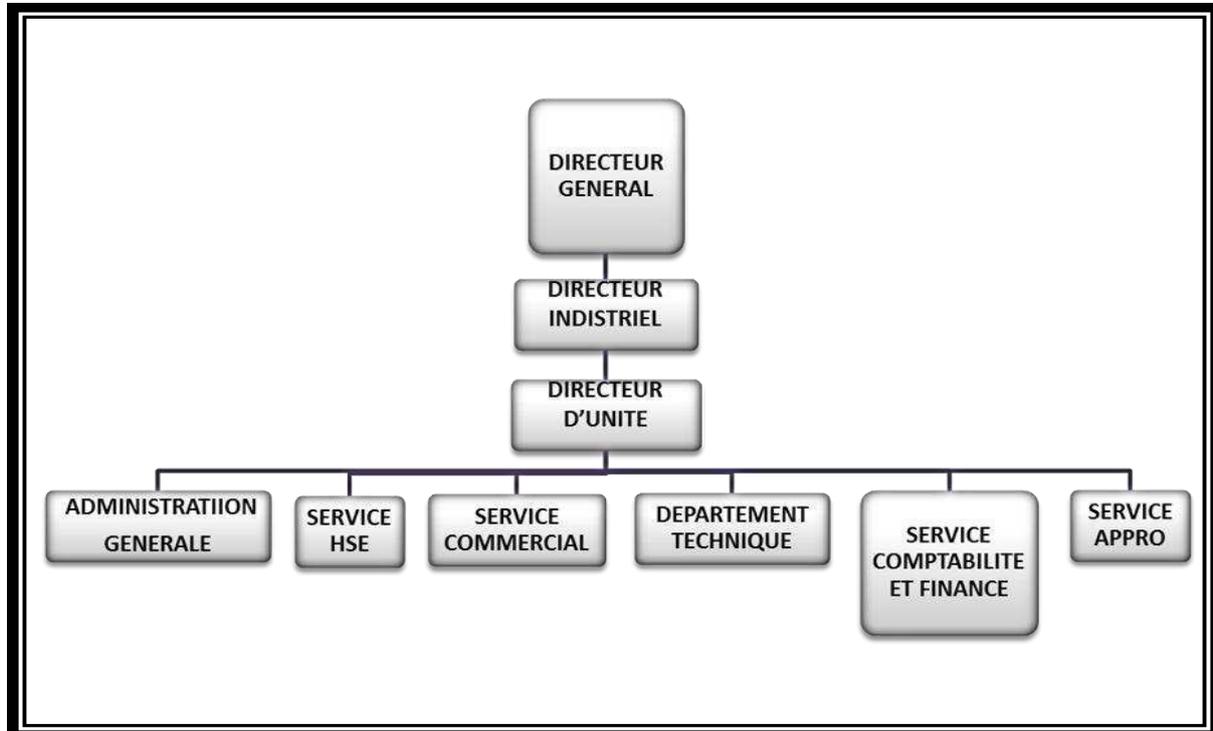


Figure III.4: Organigramme de l'entreprise MAXWINPACK

III.6. Diagnostic des installations de MAXWINPACK

La partie « diagnostic » des installations va concerner la description des infrastructures, des installations et des activités et principales opérations.

Ce diagnostic va permettre l'établissement des bilans d'entrée (inputs) et des bilans de sortie (outputs).

III.6.1. Infrastructures

L'entreprise MAXWIN PACK est constituée des aires suivantes

- 1) Atelier d'injection (bâtiment A sous-sol)
- 2) Atelier extrusion (bâtiment B 2ème étage)
- 3) Atelier de sérigraphie (bâtiment B 1er étage)
- 4) Ateliers de soufflage (bâtiment C (1er étage et 2ème étage), bâtiment A (1er étage)
- 5) Atelier finition (bâtiment B 2ème étage).

III.6.1.1. Atelier d'injection

Bâtiment A sous-sol / Bâtiment central RDC

Dans l'atelier d'injection il y a 8 machines d'injection qui réalisent les différents produits tel que les supports lingette, les bouchons pour bouteille, les becs de bouchon.

a) Définition de technique d'injection

La technique d'injection consiste en première étape en une plastification de la matière et l'accumulation en nez de vis, puis en une deuxième étape l'introduction à forte pression et grande vitesse de la matière dans un moule refroidi en deux parties, la vis devenant piston. Les applications d'injection sont extrêmement variées.

La rentabilité, de plus en plus exigeante, passe inéluctablement par l'emploi des systèmes de régulation de presse et de conception plus précise des pièces et des moules (conception assistée par ordinateur).

La conception des pièces cherche les épaisseurs minimales compatibles avec les résistances demandées. La demande pousse vers des insécabilités élevées. Pour éviter l'orientation, les températures sont augmentées avec adjonction de groupes frigorifiques pour diminuer les temps de cycle. L'augmentation de l'insécabilité améliore le brillant de surface et le retrait.

Les résistances à la fissuration et au choc à froid sont alors diminuées. La cristallinité va dépendre du type de refroidissement, ainsi les propriétés de l'article moulé ne seront plus celles du polyéthylène de base



FigureIII.5: Machine d'injection

III.6.1.2. Atelier extrusion

a) Définition de procédé de soufflage de film PEHD et PET

Le procédé de soufflage de film couvre un cycle complet d'opérations, commençant par l'approvisionnement de l'extrudeuse en matière première, et se terminant par la transformation pour usage final. Les granulés sont introduits dans une trémie et ensuite dans l'extrudeuse.

L'extrudeuse est une machine à vis d'Archimède qui fait avancer les granulés ou la poudre de plastique, les chauffe, les fait fondre, et pressurise la matière en fusion de façon à la faire entrer dans un poinçon. L'extrudeuse se compose d'une vis, d'une filière, d'une trémie de chargement, d'un système d'entraînement, d'un système de chauffage, de refroidissement et de filtrage. Après l'extrusion, le polymère en fusion passe à travers un filtre laminaire et ensuite dans le poinçon, qui lui donne sa forme, son état de surface et sa structure.

Le polymère en fusion extrudé à travers l'ouverture en forme d'anneau du poinçon crée un tube. Ce tube est gonflé d'air pour former une bulle. Une fois que la bulle en fusion est sortie des lèvres du poinçon, elle subit un refroidissement pour fixer le plastique en fusion en dessous de son point de cristallisation, pour maintenir le niveau de sortie ainsi que pour préserver la bulle. C'est à ce point de cristallisation que correspond le changement physique du plastique de l'état fusionnel à celui de film solide. Des systèmes de refroidissement à air ambiant, interne et/ou externe, sont disponibles.

Un panier de dimensionnement ou une cage à bulle sont souvent utilisés pour la stabilisation de la bulle, ce qui permet de maintenir la largeur et l'épaisseur de la feuille dans des limites de tolérance étroites.

Le tube est ensuite conduit par une cage de guidage et des auvents pour être progressivement aplati, jusqu'à ce qu'il passe entre des rouleaux de tirage situés au sommet de la tour.

Au moment où le film extrudé à plat passe entre eux, le sommet de la bulle est pincé. C'est la vitesse relative de ces rouleaux, par rapport au débit, au taux de gonflage et à l'entrefer poinçon-filière, qui va déterminer l'épaisseur du film.

Le tube ainsi aplati passe ensuite entre différentes séries de rouleaux qui garantissent une bonne tension et donc une bonne planéité, puis il est bobiné. On peut avoir recours à une étape de traitement supplémentaire lorsque le film doit être imprimé ou laminé. L'un des principaux avantages de ce procédé est que le film se prête à la transformation en une grande variété de produits finis [16].



Figure III.6 : Machine d'Extrusion

III.6.1.3. Atelier de sérigraphie

L'atelier est équipé de deux machines de sérigraphie automatiques et autre sous automatique qui a dix chambres d'impression et chaque chambre à sa couleur spécifique.

Il existe deux types de machine à impression : une Eléo avec un cylindre et l'autre Flyxo avec un cliché. Il existe encore deux machines de bobinage.



Figure III.7: Machine d'impression

III.6.1.4. Atelier soufflage des bouteilles PET et PEHD

III.6.1.4.1. Atelier de soufflage de préforme en PET

Ce procédé comporte six souffleuses et deux broyeurs, il consiste en :

a) Alimentation des préformes

Au moyen d'un convoyeur spécial, les préformes sont transférées de la trémie d'alimentation à l'orienteur, qui les introduit dans un guide incliné, d'où elles tombent par gravité dans l'étoile de transfert, située à l'entrée du module de chauffage. L'étoile alimente les chaînes des mandarins rotatifs, à travers lesquels les préformes sont capturées et entrent dans le module de chauffage.



FigureIII.8 : Alimentation des préformes



Figure III.9 : Insertion des éléments préforme

b) Chauffage des préformes

Avant l'entrée dans le module de chauffage, chaque préforme est soumise à deux contrôles différents : le premier relève les dimensions et la position verticale, en rejetant automatiquement les préformes qui ne correspondent pas aux paramètres préétablis. Le deuxième contrôle consiste à mesurer la température et de bloquer l'étireuse-souffleuse en cas de dépassement de la température permise. Les préformes commencent leurs parcours le long du module de chauffage, dont les préformes tournent autour d'eux-mêmes, de façon à garantir une distribution optimale et symétrique de la chaleur. Le module de chauffage est équipé de deux systèmes de refroidissement différents : un système par liquide, pour refroidir les la bague de protection permettant au col des préformes de ne pas se déformer pendant le chauffage, un système à air pour garder la température interne du module de chauffage trop élevée.

A la sortie du module de chauffage, un capteur mesure la température de la préforme et les compare avec le set point préétabli.

c) Etirage –soufflage des préformes

Un groupe rotatif de pinces prélève les préformes de l'étoile située à la sortie du module de chauffage et les place dans les stations d'étirage-soufflage. La procédure se compose de deux phases différentes : étirage et pré-étirage, qui se déroulent simultanément ; par la descente de la barre d'étirage et l'introduction d'air comprimé à haute pression. Une contre pression par air garantit la fermeture parfaite des moules, tandis que la fermeture

mécanique des portes moules permet de supporter les efforts engendrés par la procédure d'étirage –soufflage avec la fiabilité maximum.

d) Sortie des bouteilles

Pendant la procédure de soufflage, un système sophistiqué de mesurage vérifie que la pression à l'intérieur de chaque moule soit constante. En effet, une baisse de pression modifierait la forme de récipient, qui serait rejeté automatiquement. Les bouteilles finies sont prélevées des stations d'étirage- soufflage au moyen d'un autre groupe rotatif de pinces ; ensuite elles sont placées sur un convoyeur à air et dirigées vers les machines de remplissage.



FigureIII.10 : Souffleuse CHUMPOWER

III.6.1.4.2. Atelier d'extrusion-soufflage des bouteilles PEHD

Dans cet atelier il existe huit souffleuses, deux étiqueteuses et un broyeur, nécessaire pour la production de différentes formes de bouteilles en PEHD.

a) L'extrusion-soufflage :

Cette technique est généralement utilisée pour la production de flacons et bouteilles opaques. La première étape consiste à extruder un tube chaud à travers un moule ouvert. Le moule creux se referme sur une section de ce tube et le coupe. De l'air sous pression est alors insufflé dans le tube encore chaud, tout en lui faisant épouser les parois du moule. Après un refroidissement, le moule libère le produit fini (corps creux).



FigureIII.11 : Souffleuse MECCANOPLASTICA



FigureIII.12 : Souffleuse MECCANOPLASTICA

III.6.1.5. Atelier finition

Cet atelier comporte quatre coupeuses soudeuses, une plieuse bobineuse, réalisant plusieurs opérations telles que ; coupage, pliage, soudage et coulage [16].

Chapitre VI

Application de la méthode

APR en soufflages bouteilles

L'application de cette méthode consiste à identifier les risques et définir les causes, les conséquences et les sécurités existantes pour chaque situation, et de proposer des actions correctives ou d'amélioration en cas de non maîtrise des risques identifiés.

Cette application s'articule autour de deux procédés à savoir :

- 1) Réception de la matière première (PET et PEHD)
- 2) Soufflage de bouteilles en PET
- 3) Extrusion - soufflage de bouteilles PEHD

VI.1. Cas de réception de la matière première

Réception de la matière première (PET et PEHD), dont trois équipements ont été mis en évidence : chariot élévateur, transpalette/Gerbeur, et monte-charge qui servent à transporter la matière première.

IV.2. Cas de soufflage bouteilles en PET

Pour le soufflage des préformes en PET deux machines sont utilisées à savoir QUINKO et CHUMPOWER (voir figure N° III.10).

VI.3. Cas d'extrusion- soufflage bouteilles en PEHD

Pour l'extrusion - soufflage des bouteilles en PEHD la machines MECCANOPLASTICA a été utilisé à cet effet (voir figure N° III.11).

Les résultats d'application de la méthode APR sont présentés dans le tableau ci-dessous :

VI.1. Cas de réception de la matière première

Act/poste	Scénarios	Causes	Conséquences	Barrières de sécurité existant	P	G	R	Proposition d'amélioration	P	G	R
Chariot élévateur-Clark-	Manutention mécanique	Vitesse très élevée	-Blessure / décès -Renversement latéral de Clark -Dérapage -Renversement de la matière	-Formation de cariste (CACES) -Limitation de la vitesse par affichage (plaque de signalisation)	3	4	12	-Plan de circulation -Plan de réception -Installation de limiteur vitesse -Ceinture de sécurité -Vérification de la pression des pneus -EPI (casque anti heurte) -Sensibilisation des caristes sur les consignes de sécurité à respecter	1	4	4
		Une charge de travail	-Fatigue -Stresse	-Rotation d'effectif	4	2	8	-Plan de réception -Pause entre les taches -Renforcement de l'effectif	2	2	4

Chapitre VI: Application de la méthode APR en soufflage de bouteilles

Chariot élévateur-Clark- (Suite)	Manutention mécanique (Suite)	- Hauteur de chargement et Manque de visibilité	-Collision Engins- personne / engins-engins	-Traçage -Marcher en arrière en cas d'invisibilité par l'avant.	3	3	09	-Limiter la hauteur de la charge en respectant la visibilité -Formation et sensibilisation sur les risques professionnels	2	3	6
		-Les virages très inclinés	-Accident avec un autre chariot et/ou personne -Renversement de la marchandise	-Miroir d'angle -Formation de cariste (CACES) - Utilisation des avertisseurs sonores (klaxon)	3	3	9	-Limiter la distance du parcours de cariste -Adapter l'inclinaison des virages selon le parcours de cariste -Plan de circulation -Installer des feux de circulation	1	3	3
		-Marche en arrière sans faire attention aux piétons	-Ecrasement -Blessure Mortelle	-Avertisseur sonore/lumineux de recule -Rétroviseur	3	4	12	-Plan de circulation -Renforcer les chariots élévateurs en accessoires de sécurité (améliorer le dispositif de recul avertisseur sonore, lumineux, camera de recule)	1	4	4

Chapitre VI: Application de la méthode APR en soufflage de bouteilles

Chariot élévateur (Suite)	Manutention mécanique (Suite)							-Signalisation des dangers			
		-Défaillance de freinage	-Ecrasement -Blessure Mortelle	-Maintenance curative	3	3	9	-Plan de circulation -Maintenance préventive -Check liste de contrôle quotidien -Diminuer la pente des plans inclinés	1	3	3
Transpalette/ Gerbeur	Manutention manuel	-Transpalette /Gerbeur en mauvais état -Mauvaises procédures de chargement / levage / déplacement/ Déchargement	-Renversement de la matière première -Chute de plain-pied -TMS	-Limitation de charge -Maintenance et réparation des transpalettes et gerbeurs	3	3	9	-Achat de nouvel équipement -Maintenance préventive -Formation et sensibilisation sur les bonnes pratiques de manutention (geste et posture)	1	3	3

Chapitre VI: Application de la méthode APR en soufflage de bouteilles

<p>Transpalette/ Gerbeur (suite)</p>	<p>Manutention manuel (suite)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Nappe d'eau ou d'huile -Dénivèlement du sol -Matière première par terre (granules, préforme) 	<ul style="list-style-type: none"> -Chute de plain-pied -Glissade, trébuchement -Pollution environnementale 	<ul style="list-style-type: none"> -Aménagement du sol -Nettoyage périodique. -Maintenance curative (réparation des fuites) -EPI (chaussures anti dérapant) 	<p style="text-align: center;">4</p>	<p style="text-align: center;">2</p>	<p style="text-align: center;">8</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Maintenance préventive -Etablir un plan d'intervention en cas de pollution environnementale 	<p style="text-align: center;">2</p>	<p style="text-align: center;">2</p>	<p style="text-align: center;">4</p>
<p>Monte-charge</p>	<p>Chute de la cabine du monte-charge</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Rupture d'organe de suspension (chaines /câbles) -Fuite d'huile -Problème de vérin -Défaut de freins -Non respect de la charge maximale 	<ul style="list-style-type: none"> -Blessure/décès -Dégradation du matériel -Perte de matière première /produit fini 	<ul style="list-style-type: none"> -Contrôle technique, vérification périodique. -Câbles de sécurité -Frein d'urgence -Système de parachute. -Plaque de signalisation (-interdiction aux personnels-limitation de charge) 	<p style="text-align: center;">2</p>	<p style="text-align: center;">4</p>	<p style="text-align: center;">8</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Maintenance préventive -Remplacement des vérins hydrauliques par des vérins pneumatiques. -Utilisation des moyens de manutention afin d'éviter la pénétration au monte-charge -Installer des Amortisseurs de choc -Renforcer le système de freinage 	<p style="text-align: center;">1</p>	<p style="text-align: center;">4</p>	<p style="text-align: center;">4</p>

Chapitre VI: Application de la méthode APR en soufflage de bouteilles

Monte-charge (suite)	Fermeture accidentelle de rideau de monte-charge	<ul style="list-style-type: none"> -Actionné soudainement la manœuvre du monte-charge -L'oubli du bouton d'arrêt -Défaillance de système électrique -Défaillance d'affichage sur la boîte de commande 	<ul style="list-style-type: none"> -Accident de travail (blessure grave) -Endommagement des rideaux -Perte de la marchandise 	<ul style="list-style-type: none"> -Bouton d'arrêt -Consigne de sécurité -Formation sur l'utilisation de monte-charge -Sensibilisation sur les risques professionnels 	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> -Installer un interphone pour faciliter la communication entre les niveaux du monte-charge -Installer un dispositif d'alerte en cas d'oubli (sonore /lumineux) -Visiophone -Renforcer le dispositif de sécurité (mettre une clé de mise en service) 	2	3	6
----------------------	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---

VI.2. Cas de soufflage de bouteilles en PET

Act/poste	Scénarios	Causes	Conséquences	Barrières de sécurité	P	G	R	Proposition d'amélioration	P	G	R
Chef d'équipe	Intervention sur la machine en marche	-Réglage mécanique / Entretien/ Dépannage -Charge de travail	-Ecrasement -Happement -Entrainement -Brulure -Projection déflagration -Perte de la matière dégradation de la machine	-Bouton/câble d'arrêt d'urgence -EPC (protecteur fixe et mobile) -Port des EPI adéquats -Consigne de sécurité affichée -Formation sur le fonctionnement de la machine -Sensibilisation du personnel sur les risques professionnels	3	3	9	-Maintenance préventive -Afficher une instruction d'arrêt de la machine avant l'intervention -Doter les Portes des machines en (capteurs, fin de course, photocellules). -Mettre en place des moyens permettant l'éloignement de chef d'équipe de la zone dangereux (ex : pince...) -Formation et sensibilisation sur les risques professionnels	2	3	6

Chapitre VI: Application de la méthode APR en soufflage de bouteilles

<p>Chef d'équipe (suite)</p>	<p>Travail à proximité d'une source de chaleur</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Situation inconfortable -Absence de ventilation -Chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> -Brulure -Stress -Pénibilité -Maux de tête, vertiges -Fièvre -Déshydratation -Malaise 	<ul style="list-style-type: none"> -Système de climatisation -Sensibilisation sur les risques professionnels -Affichage des consignes de sécurité -EPI 	<p>3</p>	<p>3</p>	<p>9</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Renforcer les protecteurs antis chaleur -Informers, former et sensibiliser les travailleurs sur les risques liés à la chaleur et les mesures de premiers secours -Prévoir des sources d'eau potable à proximité des postes de travail. 	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>6</p>
<p>Operateur/ aide Operateur</p>	<p>Intervention de l'operateur sur la machine en marche</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Coincement de préforme entre les cylindres -Entretien -Nettoyage 	<ul style="list-style-type: none"> -Ecrasement -Chute de hauteur -Blessure -Chute de plain-pied (Glissade, trébuchement) -Perte de la matière première 	<ul style="list-style-type: none"> -Affichage des consignes de sécurité -EPI -Sensibilisation sur les risques professionnels 	<p>4</p>	<p>3</p>	<p>12</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Maintenance préventive -Eviter d'encombrer le sol et le périmètre du travail - Mettre en place des aides mécaniques lors de l'intervention -Respecter les normes de conception de la plateforme mobile (hauteur de marche : de 17 cm à 20 cm Largeur : du 23 cm à 30 cm, Les plaintes et garde- 	<p>2</p>	<p>2</p>	<p>4</p>

Operateur/ aide Operateur (suite)							corps, des freins de sécurité) -E.P.S (spécial) -Formation et sensibilisation sur les risques professionnels			
	L'intervention de l'opérateur en cas d'arrêt des pinces pour alimenter la machine en préforme manuellement	- Dysfonctionnement des pinces -Des gestes répétitifs -Charge de travail	-Blessure -Ecrasement -TMS	-Consignes de sécurité affichée -Sensibilisation sur les risques professionnels	3	3	9	-Achat de nouvelle pince -Mettre en place des aides mécaniques lors de l'intervention -EPI -EPC (protecteur fixe et mobile) -Formation et sensibilisation sur les risques professionnels	2	2

Chapitre VI: Application de la méthode APR en soufflage de bouteilles

Le mécanicien	Le mécanicien effectue une maintenance complète des machines	<ul style="list-style-type: none"> - Travaillé à proximité des parties tranchantes -Mauvaise Procédure (geste et posture) -Manque d'éclairage 	<ul style="list-style-type: none"> -Blessures (plaie,...etc.) -TMS -Fatigue visuel/stress 	<ul style="list-style-type: none"> -Bouton d'arrêt d'urgence -Consignes de sécurité affichée -EPI (veste avec manche long, gant adapté) -Formation et Sensibilisation sur les risques professionnels 	2	3	6	<ul style="list-style-type: none"> -Isolation par (cache de protection mobile ou fixe) -Améliorer les conditions de travail (Eclairage régulièrement réparti et suffisant) -Habilitation adapté à l'opération réalisée 	1	3	3
	Réparation et remplacement des pièces et des mécanismes en panne (machine à l'arrêt)	<ul style="list-style-type: none"> - Mauvaise Procédure (geste et posture) -Tuyauteries sous pression -Fuit d'huile -Défaillance de système de refroidissement 	<ul style="list-style-type: none"> -TMS -Blessure -Projection des fluides -Glissade -Pollution environnementale 	<ul style="list-style-type: none"> -Maintenance curative -Bouton d'arrêt d'urgence -EPI -EPC (protecteur fixe et mobile) -Formation et sensibilisation sur les risques professionnels -Récupération des huiles usagées 	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> -Maintenance préventive programmée -Formation sur les bonnes pratiques de réparation -Carnet de maintenance -Isolation des pièces dangereuses (protecteurs) -Assurer l'arrêt de tous les systèmes des machines (consignation) -Prévoir un plan d'intervention en cas de 	1	3	3

Chapitre VI: Application de la méthode APR en soufflage de bouteilles

Le mécanicien (suite)							déversement des huiles				
	Contrôle du système de refroidissement au cours de fonctionnement de machine(en urgence)	<ul style="list-style-type: none"> -Dégradation des tuyaux de refroidissement -Fuite d'eau -Mauvais serrage des fixations des tuyaux de refroidissement -Desserrage des fixations des tuyaux de refroidissement 	<ul style="list-style-type: none"> -Projection d'eau chaude -Brulure -Glissade 	<ul style="list-style-type: none"> -Bouton d'arrêt d'urgence -EPC (protecteur fixe et mobile) -EPI (gant anti chaleur, lunette & visière) -Maintenance curative -Formation et sensibilisation sur les risques professionnels 	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> -Contrôle technique et maintenance préventive -Habilitation adapté à l'opération réalisée -Achat de nouveaux tuyaux (conforme) -Renforcer le serrage -Affiché les consignes de sécurité 	1	3	3
L'électricien	Court-circuit	<ul style="list-style-type: none"> -Milieu électrique émergé -Câbles non étanches (dégradés) -Surcharge électrique -Perte d'isolation électrique 	<ul style="list-style-type: none"> -Electrocution -Electrisation -Brûlure -Choc électrique 	<ul style="list-style-type: none"> -Disjoncteur Différentiel -Fusibles de protection -Mise à la terre -Sensibilisation -Formation sur l'habilitation électrique. -EPI 	3	4	12	<ul style="list-style-type: none"> -Respecter la norme de conception des installations électrique (Gaine de protection étanche...) -Assurer la surveillance de la maintenance des installations et des matériels électrique -Vérification périodique des installations 	2	3	6

							électrique -Stabilisateur électrique -E.P.S (spécial)				
L'électricien (suite)	Glissement d'un outil de travail sur la partie active (contact directe)	-Négligence des consignes de sécurité -Travail sous tension -Absence de consignations	-Electrocution -Electrisation -Brulure -Endommagement d'équipement électrique	-Formation sur l'habilitation électrique -Interdiction de travailler sous tension (effectuer les travaux hors tension) -EPC (protecteur fixe) -EPI adéquats -Consignation	3	4	12	-Respect de la réglementation en la matière ainsi que les normes associées -Préparer et organiser les opérations -Privilegier les opérations hors tension (installation consignée) et respecter les distances de voisinage -Protection ou éloignement des pièces nues sous tension -Dispositifs de coupure d'urgence -Effectuer des contrôles et des inspections visuelles afin de s'assurer que tous les outillages, les fils de connexion	2	4	8

L'électricien (suite)							électriques, les court-circuités, les mises à la terre ainsi que tous les autres dispositifs de sécurité sont conforme			
	Alimentation électrique soudainement lors d'un travail en hors tension	-Défaut de système électrique -Absence de consignation -Personne non habilitée	-Electrocution -Electrisation -Brûlure -Choc électrique	-Consignation électrique -Formation sur l'habilitation électrique -Sensibilisation sur les risques électriques -Port des EPI adéquats -Bouton d'arrêt d'urgence	1	4	4	-Consigne de sécurité affichée -Dispositifs de coupure d'urgence	1	4

L'électricien (suite)	Incendie et explosion	<ul style="list-style-type: none"> -Mouvais état des isolants électriques -Rupture d'un conducteur -Mauvaise qualité des câbles (échauffement) -Desserrage des câbles électriques -Présence de Matière combustible à proximité des installations électriques -Présence d'un câble libre abondant -Surcharge électrique 	<ul style="list-style-type: none"> -Brulure -Asphyxie -Décès 	<ul style="list-style-type: none"> -Interdiction de stocker des matières combustibles devant les installations électrique -Formation et sensibilisation sur le risque incendie d'origine électrique 	3	4	12	<ul style="list-style-type: none"> -Double isolation ou isolation renforcée -Vérification périodique des installations électriques -Mettre en place des extincteurs adapté au type de feu -Installer des moyens de détection et d'alarme -Etablir des consignes de sécurité d'incendie (procédures d'évacuation, d'intervention...) -Plan de prévention (permis de feu) 	2	4	8
--------------------------	-----------------------	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---

VI.3. Cas d'extrusion- soufflage de bouteilles en PEHD

Act /poste	Scénarios	Couses	conséquences	Barrières de sécurité	P	G	R	Proposition d'amélioration	P	G	R
Chef d'équipe	Récupération d'une pièce/ou matière coincée à l'intérieur de la machine (en marche)	-Machine en mauvais état -Défaut de réglage	-Ecrasement -Blessure	-Protecteurs fixe et mobiles -Maintenance curative -Sensibilisation sur les risques professionnels -Consigne de sécurité affichée -EPI adéquats	3	3	9	-Maintenance préventive -Afficher une instruction d'Arrêt de la machine avant l'intervention -Assurer un contrôle périodique des machines -Maintenir l'isolation pour les parties en mouvement	2	3	6
	Intervention sur machine (système hydraulique) sans consignation	-Tuyaux en mauvais état -Défaillance du système hydraulique -Défaut de réglage -Mauvais serrage des tuyaux	-Projection des fluides -Blessure -Brulure	-Consignation -Consigne de sécurité affichée (tuyauterie sous pression) -EPC (tuyauterie encastré) -EPI adéquat	2	3	6	-Contrôle technique et maintenance préventive -Habilitation adapté à l'opération réalisée -Achat de nouveaux tuyaux (conforme) -Renforcer le serrage -Afficher les consignes de sécurité	1	3	3

Chapitre VI: Application de la méthode APR en soufflage de bouteilles

L'opérateur/ aide opérateur	Manutention manuel (effort physique)	<ul style="list-style-type: none"> -Charge de travail -Mauvaise procédure -Des gestes répétitifs -Charge difficile à manutentionner 	<ul style="list-style-type: none"> -TMS -Fatigue 	<ul style="list-style-type: none"> -Rotation d'effectifs -Limitation de charge (sac de 25 kg) 	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> -Renforcement de l'effectif -Pause entre les tâches -Visite médicale réglementé (embauche, périodique, spontanée, de reprise) -Sensibiliser les opérateurs sur les bonnes pratiques de manutention 	2	3	6
	Alimentation manuelle de la machine en matière première (en hauteur)	<ul style="list-style-type: none"> -Défaillance d'aspirateur -Charge de travail 	<ul style="list-style-type: none"> -Chute de hauteur (glissade sur les graines /trébuchement au câbles) -Blessure -Perte de matière 	<ul style="list-style-type: none"> -Maintenance curative -EPI adéquats -Sensibilisation sur les risques professionnels 	2	4	8	<ul style="list-style-type: none"> -Maintenance préventive -Achat de nouvel aspirateur -EPC (garde-corps) -Afficher des consignes de sécurité 	1	4	4
	Travail en ambiance sonore élevée	<ul style="list-style-type: none"> -Bruit très élevé -Nombre important de machine dans l'atelier 	<ul style="list-style-type: none"> -Surdité professionnelle -Stress -Fatigue 	<ul style="list-style-type: none"> -EPI (stop bruit) -Sensibilisation sur les risques professionnels 	4	3	12	<ul style="list-style-type: none"> -Maintenance préventive -Procéder � mettre en place des solutions technique (traitement acoustique, isolation de source de bruit, parois insonore) 	3	3	9

Chapitre VI: Application de la méthode APR en soufflage de bouteilles

L'opérateur/ aide opérateur (suite)							-Rotation d'effectif -Visite médicale réglementé (embauche, périodique, spontanée, de reprise)				
Le mécanicien	L'intervention sur la filière de la machine (partie chaude)	-Température élevé	-Brulure -Déshydratation	-Système de climatisation -EPI adéquats -Formation Sensibilisation sur les risques professionnels -Consigne de sécurité	3	3	9	-Formation sur l'habilitation mécanique	2	3	6
	Réparation des parties tranchantes dans la machine	-Charge de travail -Non port d'EPI -Négligence des consignes de sécurité	-Cisaillement, coupure -Abrasion -Blessure	-EPI adéquats -Formation et sensibilisation sur les risques professionnels -Consigne de sécurités affichées	3	3	9	-Formation sur l'habilitation mécanique -Consignation -EPC (protecteur fixe et mobile) -Elaborer des prescriptions et des procédures de sécurité	2	3	6

L'électricien	Travaillé à proximité d'une source électrique (armoire électrique)	<ul style="list-style-type: none"> -Défaillance de système électrique -Surcharge -Contacts quasi nulle entre des éléments 	<ul style="list-style-type: none"> -Electrisation -Electrocution -Brulure -Choc électrique 	<ul style="list-style-type: none"> -Disjoncteur différentiel -Signalisation par panneau d'avertissement réglementaire du danger électrique -EPC -EPI adaptés -Formation sur l'habilitation électrique -Sensibilisation sur les risques électriques 	2	4	8	<ul style="list-style-type: none"> -Consignation -Vérifier régulièrement les installations électriques -Afficher une instruction de couper l'alimentation électrique avant l'intervention -Remplacer tous les équipements usés et endommagés -Respecter la norme de conception des installations électrique -Mise en place des panneaux d'avertissement réglementaire -Installation d'un balisage de sécurité 	1	4	4
---------------	--	--	--	--	---	---	---	--	---	---	---

L'électricien (suite)	Travail dans un endroit sombre	<ul style="list-style-type: none"> -Manque d'éclairage -Lampes grillées -Mauvaise procédure de travail -Erreur de branchement -Défaut de système électrique 	<ul style="list-style-type: none"> -Fatigue visuel/stress -Electrisation -Electrocution -Court-circuit -Dégradation de matériel 	<ul style="list-style-type: none"> -EPC -EPI adaptés -Formation sur l'habilitation électrique -Sensibilisation sur les risques électriques 	1	4	<ul style="list-style-type: none"> -Vérification périodique des installations électriques -Favoriser la conception d'éclairage naturel -Adapter l'éclairage en fonction de travaux à effectuer -Améliorer les conditions de travail (Eclairage régulièrement réparti et suffisant) -Renforcement d'éclairage -Afficher des consignes de sécurité 	1	3	3
--------------------------	--------------------------------	--	--	--	---	---	--	---	---	---

Discussion

Pour la maîtrise des risques existants ou pouvant avoir lieux au sein de cette entreprise, notamment pour l'acquisition de la matière première et sa transformation en produit d'emballage sous la forme de PET ou PEHD, nous avons essayé d'appliquer la démarche d'analyse par l'APR où nous avons pu déterminer des événements indésirables en se basant sur le principe de 5M (ISCHIKAWA) . Tandis que pour les conséquences nous sommes intéressés aux effets sur ; le personnel, l'environnement et les biens. Les barrières de sécurité sont classées selon les 9 principes de prévention, afin d'estimer la probabilité et la gravité pour chaque étape étudiée et d'atteindre des niveaux acceptables.

L'évaluation de la gravité, la probabilité et la criticité, ont été déterminé en ayant référence au retour d'expérience de l'entreprise et pitch marking .

Cette application nous a permis de déterminer toutes les probabilités d'apparition des risques et de proposer une panoplie de recommandations permettant de ramener les risques à des niveaux acceptables et moins critique tous en garantissant la sécurité et la protection du personnel, des biens et de l'environnement.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le présent travail effectué au sein de l'entreprise MAXWINPACK, nous a permis d'acquérir une certaine expérience et informations qui rentrent dans le savoir et le savoir-faire de la fabrication et la transformation de l'emballage en plastique.

Dans le cadre du thème de notre projet, on a eu l'occasion d'identifier d'abord les scénarios d'accidents de l'installation, et d'évaluer les risques liés à la transformation du plastique de type PET et PEHD.

Afin de répondre aux exigences exprimées par la réglementation, nous avons choisi la méthode d'analyse qualitative des risques : la méthode préliminaire des risques (APR) qui 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.

L'application de la démarche APR, nous a permis d'évaluer et d'analyser toute une panoplie de risque lié à l'activité de transformation plastique, depuis la réception de la matière première jusqu'à l'obtention du produit fini (forme désirée en PET ou en PEHD), et de prévoir les mesures de sécurité afin de maîtriser les risques en diminuant la probabilité et la gravité à un niveau acceptable.

Recommandations

- ✓ Etablir un plan de circulation et un plan de réception
- ✓ Etablir un plan de prévention (permis de feu)
- ✓ Visite médicale réglementé (embauche, périodique, spontanée, de reprise)
- ✓ Maintenance préventive
- ✓ Afficher une instruction d'arrêt de la machine avant l'intervention
- ✓ Respecter la norme de conception des installations électrique
- ✓ Assurer la surveillance de la maintenance des installations et des matériels électrique
- ✓ Vérification périodique des installations
- ✓ Assurer l'arrêt de tous les systèmes des machines (consignation)
- ✓ Formation et sensibilisation sur les risques professionnels
- ✓ Isolation par (cache de protection mobile ou fixe)
- ✓ Habilitation adapté à l'opération réalisée
- ✓ Afficher les consignes de sécurité
- ✓ Mise en place des panneaux d'avertissement réglementaire
- ✓ Mettre en place des extincteurs adapté au type de feu.

Textes Législatifs régissant la Santé, la Sécurité & la Protection de l'Environnement (Classement par ordre chronologique)

1. **Loi N° 83-13** du 2 juillet 1983, relative aux accidents de travail et aux maladies professionnelles, modifié par Ordonnance n°96-19 du 06 juillet 1996.
2. **Loi N° 88-07** du 26 janvier 1988, relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine du travail.
3. **Décret exécutif N° 91-05** du 19 janvier 1991, relatives aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail.
4. **Décret exécutif N° 93-120** du 15 mai 1993, relatif à l'organisation de la médecine du travail.
5. **Décret N° 93-161** du 10 juillet 1993, réglementant le déversement des huiles et lubrifiants dans le milieu naturel.
6. **Décret N° 93-162** du 10 juillet 1993, fixant les conditions et les modalités de récupération et de traitement des huiles usagées.
7. **Décret exécutif N° 93-184** du 27 juillet 1993, réglementant l'émission des bruits.
8. **Arrêté interministériel** du 09 juin 1997, fixant la liste des travailleurs où les travailleurs sont fortement exposés aux risques professionnels.
9. **Décret N° 01-342** du 28 octobre 2001, relatif aux prescriptions particulières de protection et de sécurité des travailleurs contre les risques électriques au sein des organismes employeurs.
10. **Loi N° 01-19 du 12** décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.
11. **Décret N° 02-427** du 07 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.
12. **Loi N° 03-10** du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.
13. **Décret exécutif N° 05-09** du 8 janvier 2005, relatif aux commissions paritaires et aux préposés à l'hygiène et à la sécurité.
14. **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 ainsi que ses attributions.

Références Bibliographiques

- [1]: **ZAKI Oussama**, «Contribution à l'étude et à la modélisation de l'influence des phénomènes de transferts de masse sur le comportement mécanique de flacons en polypropylène », Thèse de Doctorat, Université Paris-Est, Promotion 2008.
- [2]: Etude de Dangers MAXWIN PACK. Bureau d'étude CNTC, 2014.
- [3] : **BERRAR Abderraouf**, « Gestion des risques par l'analyse préliminaire au sein de complexe GL1/K-SONATRACH », Mémoire de fin d'étude Master, Université de Skikda, Promotion 2017.
- [4]: Economie Circulaire. Fiche de travail matériaux « les plastiques »2018.
- [5] : **BEN NEJMA Manel**, « Sciences des matériaux plastiques » cours génie mécanique 2018.
- [6] : Dossier Enseignant. « Voyage En Industrie » Cap Sciences 2006.
- [7]: **ENSIL**. La plasturgie. Université de limoges mécatronique, 2010.
- [8] : **GOUASMI Mohamed touhami**, « Effets d'agrégats légers à base de polytéréphtalate d'éthylène sur les propriétés des mortiers », Mémoire de fin d'étude Master, Université d'Oran, Promotion 2013.
- [9]: COLLEGE César Franck. Les plastiques en débat. 3^{ème} B, 8 février 2013.
- [10] :[Http://masquepollution.com/danger](http://masquepollution.com/danger).
- [11] :[Http://www.inrs.fr/metiers/chimie/plasturgie](http://www.inrs.fr/metiers/chimie/plasturgie).
- [12] : **ISO 31000** Deuxième édition 02-2018.
- [13] : **MAZOUNI, Mohamed-Habib**, « pour une meilleur approche du management des risques», Thèse de doctorat de l'institut National Polytechnique de lorraine, novembre 2008.
- [14] : **INERIS-DRA**. (2006). Outils d'analyse des risques générés par une installation industrielle. INERIS, Direction des Risques Accidentels.
- [15] : [**CEI 300-3-9. (1995)**], Gestion de la sûreté de fonctionnement, CEI.
- [16] : Document entreprise 2019.

Annexe

CHAPITRE I :

I.1. Processus de transformation

Le pétrole est chauffé dans un four de distillation. Lorsque l'on chauffe le pétrole, un phénomène physique se produit, il se sépare en différents états qui ont des températures d'ébullition différentes. Ce phénomène est comparable à ce qui se produit lorsque vous faites bouillir de l'eau pour faire cuire vos pâtes, à une certaine température (température d'ébullition à 100°C) l'eau liquide se transforme en gaz, la vapeur d'eau. Il en est de même pour le pétrole. Le four de distillation chauffe le pétrole à 370°C. A cette température, on procède au « craquage » du pétrole. C'est-à-dire qu'on le divise en plusieurs parties : en fiouls lourds, en mazout et diesel (gazole), en kérosène, en essence, en naphta (utilisé par la pétrochimie) et enfin, en gaz (voir schéma ci-dessous). Pour produire du plastique, on utilise uniquement la fraction naphta.

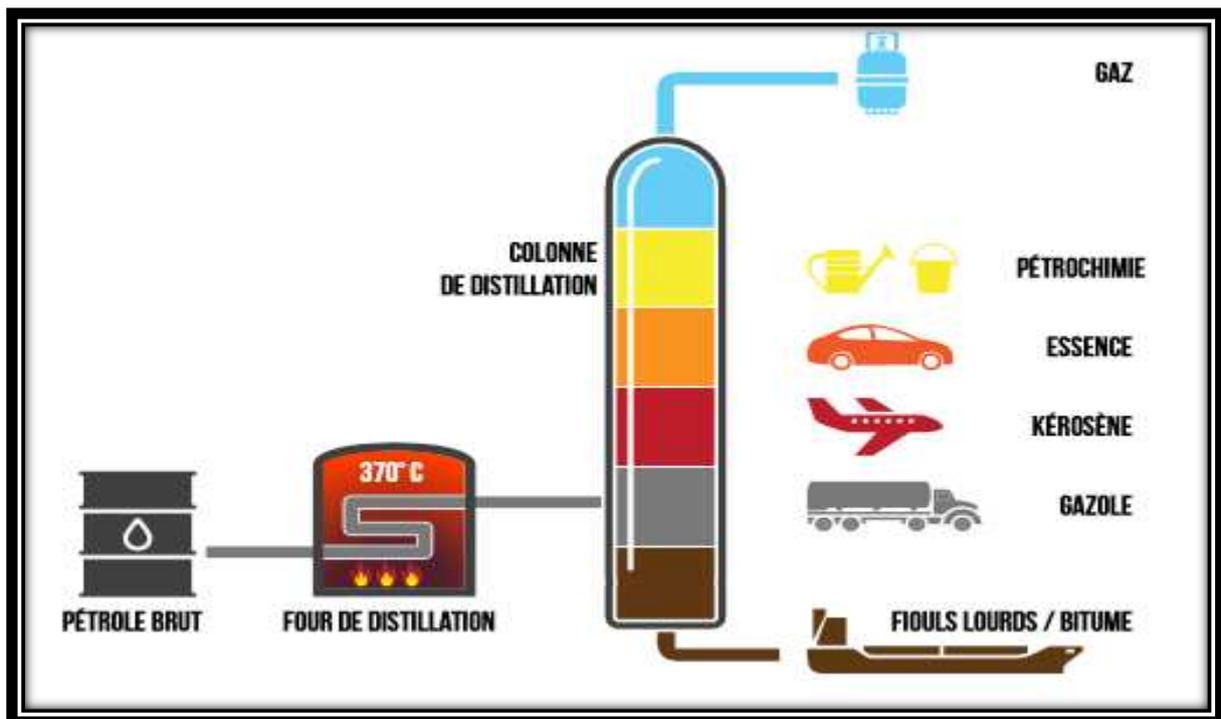
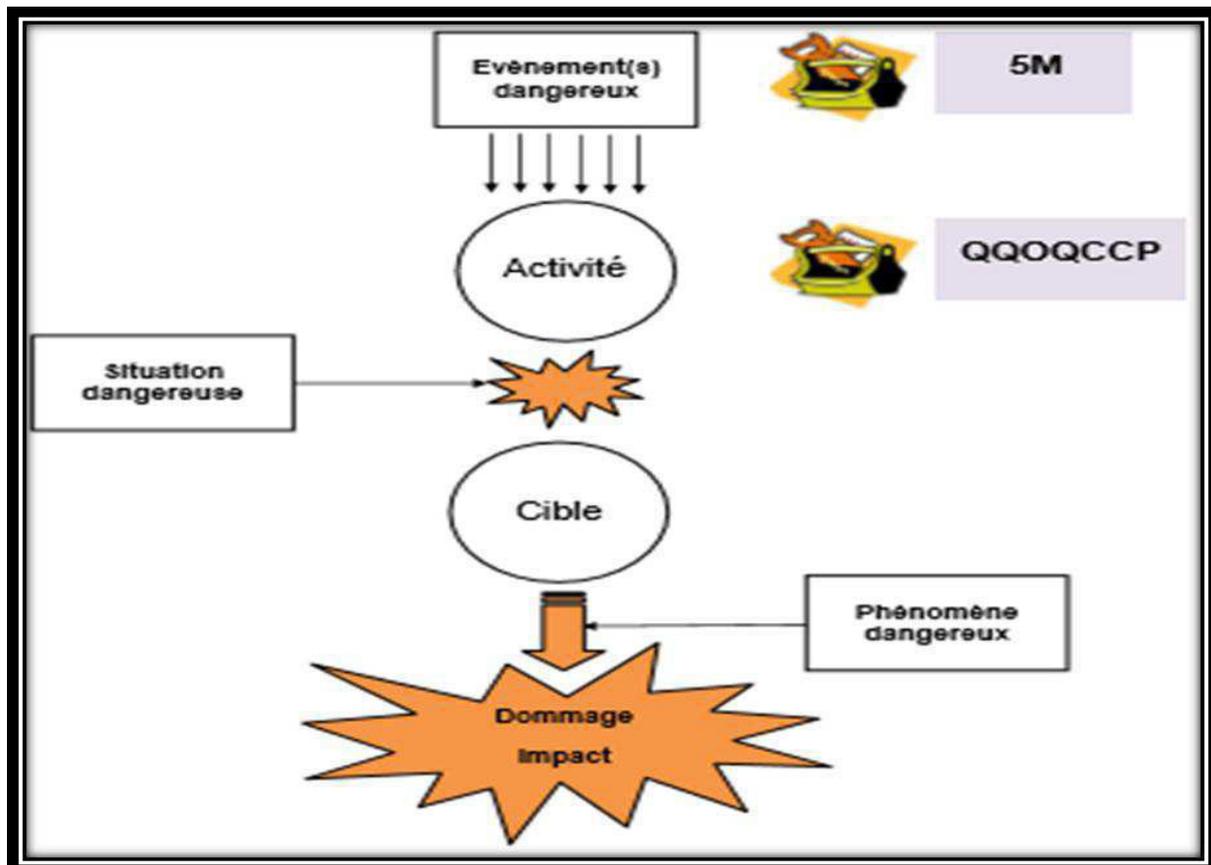


Figure I.1 : Processus de transformation d'une matière plastique

Il est ensuite envoyé dans une autre usine spéciale, une usine de plasturgie. La plasturgie est l'industrie du plastique. Dans l'usine de plasturgie, le naphta est transformé en différents plastiques grâce à des procédés différents assez compliqués qui sont comparables à de vraies recettes de cuisine. A chaque type de plastique correspond une recette différente. Et enfin, une fois que le polymère fondu est prêt comme une pâte à gâteau, il ne reste plus qu'à

donner la forme que l'on veut au plastique. Par exemple si on veut faire des bouteilles en plastique, on met la pâte dans un moule et on souffle dans la pâte comme dans un ballon. La pâte va prendre la forme du moule et en refroidissant, le plastique se durcit et devient une bouteille en plastique.

CHAPITRE VI :



FigureVI.1 : Outils d'aide à l'identification des situations dangereuses

Cette schématisation peut être utilisée pour identifier précisément le contexte d'apparition d'un dommage ou d'un 50 impact environnemental. Il peut donc être repris dans le cadre des trois types d'analyses de risques.

VI.1. Les 5M

La méthode 5 M consiste à passer en revue des familles de facteurs qui expliquent un ou des événements à l'origine d'une situation dangereuse. L'identification de ces événements permet de faciliter la définition de mesures de maîtrise.

Tableau VI.1: La méthode 5 M

Milieu	Environnement physique, éclairage, bruit, aménagement, relations, température, climat, marche, législation
Matière	Matières premières, pièces, ensembles, fournitures, identification, stockage, qualité, manutention
Méthodes	Instructions, manuels, procédures, modes opératoires
Matériel	Recense les causes probables ayant pour origine les supports techniques et les produits utilisés. machine, outils, équipements, capacité, âge, nombre, maintenance
Main d'œuvre	Direct, indirecte, motivation, formation, absentéisme, expérience, problème de compétence, d'organisation, de management

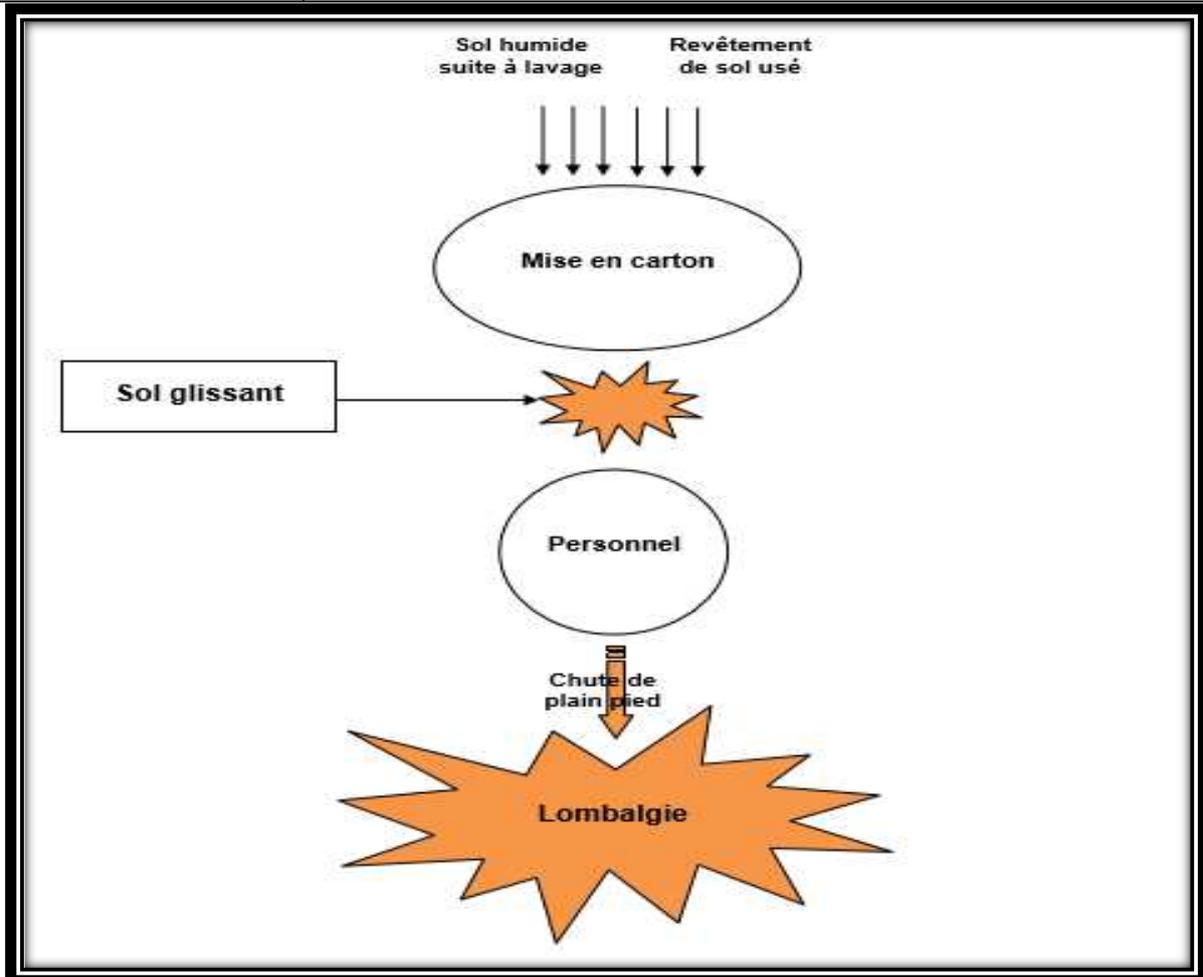
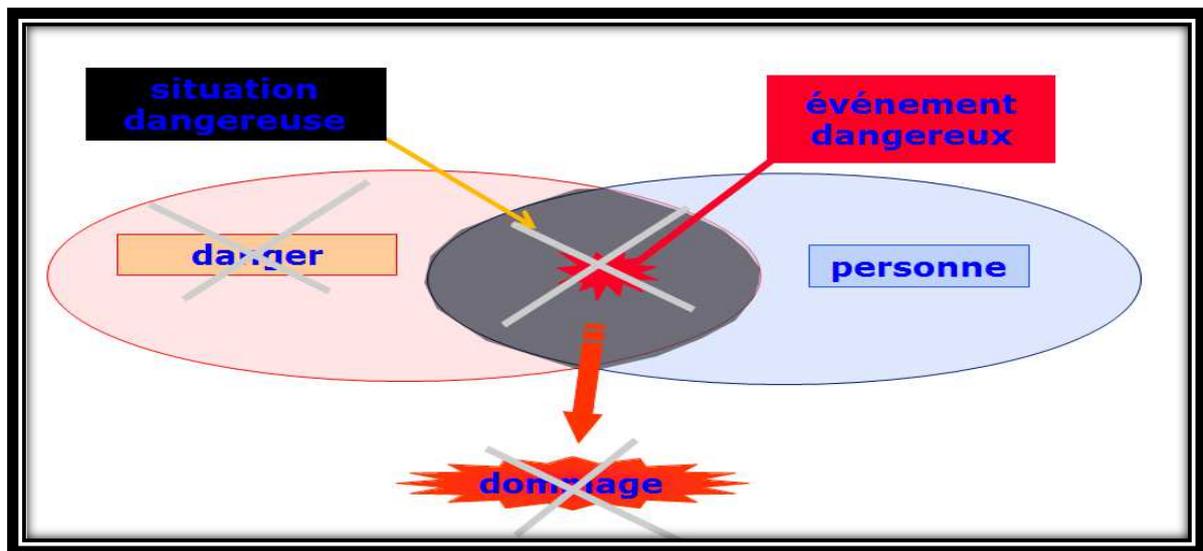


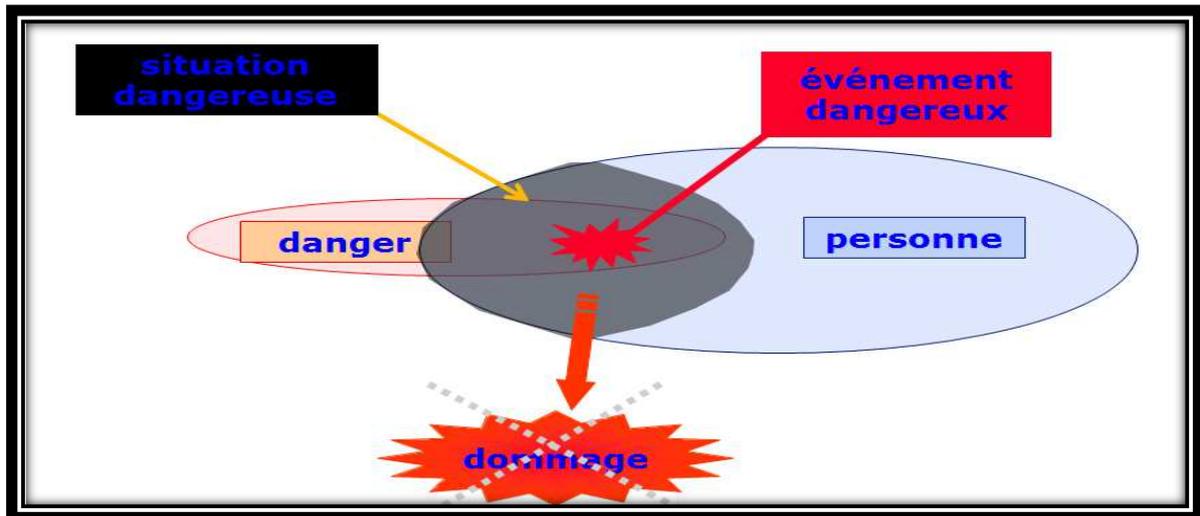
Figure VI.2 : Exemple d'apparition d'un dommage

VI.2. Principes généraux de prévention

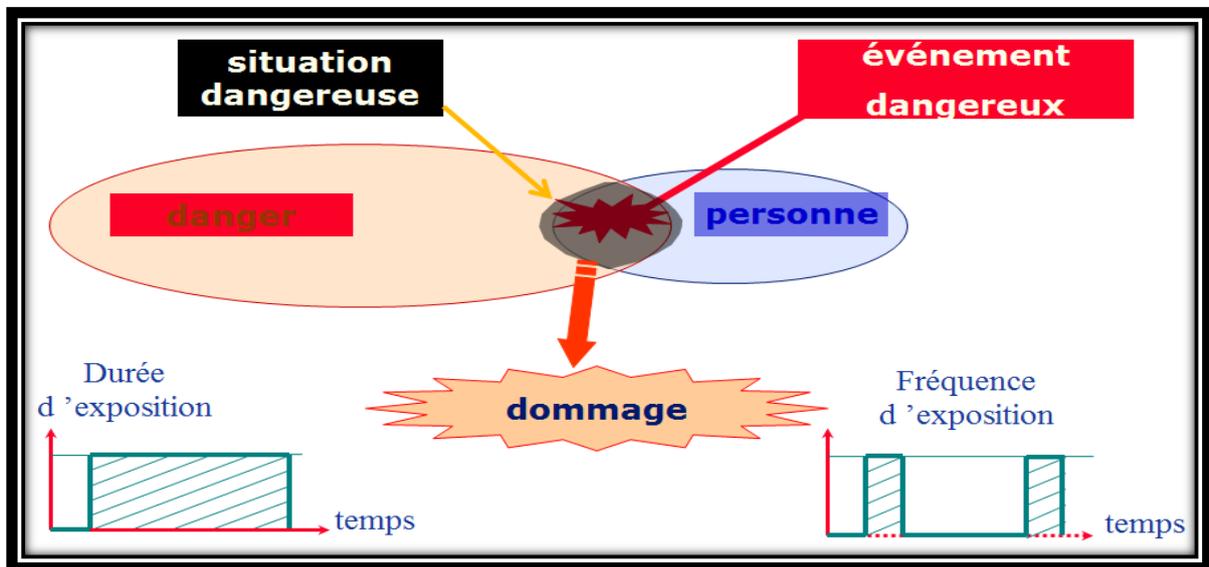
- a- Eviter les risques,
- b- Évaluer les risques qui ne peuvent être évités,
- c- Combattre les risques à la source,
- d- Adapter le travail à l'homme, en particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail ainsi que le choix des équipements de travail et des méthodes de travail et de production, en vue notamment de limiter le travail monotone et le travail cadencé et de réduire les effets de ceux-ci sur la santé
- e- Tenir compte de l'évolution de la technique,
- f- Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou moins dangereux,
- g- Planifier la prévention en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants;
- h- Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle;
- i- Donner les instructions appropriées aux travailleurs,



FigureVI.3 : Prévention intrinsèque : supprimer le danger



FigureVI.4 : Prévention intrinsèque : réduire le danger



FigureVI.5 : Prévention intrinsèque : réduire l'exposition

VI.3. Retour d'Expérience (REX)

Le retour d'expérience est le fait d'exploiter des connaissances historiques archivées afin de dégager un savoir-faire en matière de management des risques.

La mise en place d'un processus de REX implique plusieurs acteurs et beaucoup de facteurs. Il convient qu'une équipe soit chargée d' :

1. Extraire, formaliser et archiver les scénarios de risque de façon à constituer une bibliothèque de cas types par recours aux techniques d'acquisition, modélisation et formalisation des connaissances,
2. Exploiter les connaissances historiques archivées afin de dégager un savoir-faire en matière de management des risques.