REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de Technologie

Département du génie procédé et environnement

En vue l'obtention du diplôme de master en génie de procédé

Projet de fin de cycle

Filière : Hygiène et sécurité industriel

Thème :

ANALYSE DE RISQUE PAR LA METHODE HAZOP : Etude de cas

Présenté par :

-OMARI Abdrrahim

-MILOUDI Mohamed

Proposé et Dirigé par :

Dr. Abdelaziz SARRAI

Année universitaire 2020/2021

DEDICACE

A nos chers parents qui ont toujours été là pour nous, et qui nous ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance…
A nos encadreurs Mr. Sarrai Abdelaziz et Mlle ANABI Chaima

A nos chers frères et sœurs…
A nos chères futures femmes

A nos familles respectives pour leurs aides et soutient

permanents...
A nos meilleurs amis…

A tous ceux qui nous aime et tous ceux que nous aimons…
Nous vous dédions ce modeste mémoire..

O/Abderrahim

M/mohamed

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et lapatience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier sincèrement ***M.saraiAbdelaziz****, qui en tant que Directeur de mémoire, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au longde la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer.*

Nos vifs remerciements vont également aux membres dujury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche enacceptant d'examiner notre travail ET de l'enrichir parleurs propositions.

Nous n'oublions pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements àtous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenue etencouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

O/abderrahim

M/mohamed

الملخص:

الهدف الرئيسي لعملنا هو تحليل المخاطر على مستوى نظام التبريد لآلة حقن البلاستيك من خلال استعمال طريقة تحليل المخاطر .HAZOP

سمحت لنا الطريقة بتحليل المخاطر المختلفة التي قد تظهر نتيجة لانحراف الإعدادات عن نيتها التصميمية.

أما بالنسبة للتحليل ، فقد قمنا بتدوين كل عامل متغير في التجربة و اسبابها ونتيجتها وحاجز الأمان والإجراءات التصحيحية وقدمنا ملاحظات في النهاية.

Résume :

L'objectif principal de notre travail est d'analyser le risque au niveau de système de refroidissement de la machine d'injection de plastic par la méthode d'analyse de risque Hazop. La méthode Hazop nous a permis d'analyser les différents risques qui peuvent apparaitre suite à la déviation de paramètre par rapport son intention de conception. Pour l'analyse, nous avons d'écris chaque paramètre, cause, conséquence, barrière de sécurité, actions correctives et nous avons donné des observations à la fin.

Abstract :

The main objective of our work is to analyze the risks at the level of the cooling system of the plastic injection machine by the Hazop Analysis method. Hazop's method allowed us to analyze the various risks that may result from the deviation of a parameter from its design intention. For the analysis, we noted each parameter, cause and effect, safety barrier and corrective actions and provided feedback at the end.

Table des matières

[TABLE DES MATIERES]

REMERCIMENT

Dédicace

Résume

liste des tableau .....

liste des figures .....

liste des abréviation .....

Introduction générale **2**

Chapitre I: principe de l'analyse des risques industriels **3**

I.1.Notion du danger : **4**

I.2.Notion du risque **4**

I.3. Type du risque industriele : **5**

I.3.1. Risque industrielle : **5**

I.3.1.1.Risque nucléaire **6**

I.3.1.2.Risque chimique : **6**

I.3.1.3.Risque électrique : **6**

I.3.1.4.Risque d'explosion : **6**

I.3.1.5. Risque d'incendie : **7**

I.3.1.6. Risque biologique : **7**

I.3.1.7. Risque Mécanique : **7**

I.4. Gestion du risque : **7**

I.4.1. Analyse du risque : **8**

I.4.1.1. Identification des source de danger : **9**

I.4.1.2. Istimation du risque : **9**

I.4.2. Evaluation du risque : **10**

I.4.3. Accèptation du risque : **10**

I.4.3.1.Risque acceptable : **10**

I.4.4.Rèduction du risque : **11**

I.5. Les mèthodes d'analyse des risque : **11**

I.5.1.. Mèthode Quantitative : **11**

I.5.2. Mèthode semi quntitative : **11**

I.5.3. Méthode qualitative : **12**

I.5.3.1. Dèmarche inductive et Dèmarche dèductive : **12**

I.5.3.2. Panorama des mèthodes des risque : **14**

I.5.4. Critères de choix d'une méthode d'analyse de risque **26**

Chapitre II: Présentation de la Méthode HAZOP 28
II.1. Historique de la méthode HAZOP 29
II.2. Définition de L`HAZOP 29
II.3.Principe de L`HAZOP : 30
II.4.L`objectif de L`HAZOP : 32
II.5. Déroulement de L`HAZOP : 33
II.6. Équipe d'étude de HAZOP : 35
II.7. Avantages et limite de L`HAZOP : 36
Chapitre III: Application de la méthode HAZOP sur le système de refroidissement des machines plastique (Machine injection) 37
III.1 . Présentation de l'entreprise FMI PLAST 38
III ..1. Analyse de l'état du site et de son environnement 38
III ..1.1.Présentation de la zone d'étude **38**
III.1.2. Identification de l'unité 38
III.1.3).situation géographique de l'unité : **38**
III.1.4. situation géographique de site **…… 39**
III.2. Attributions industrielle de l'entreprise…… **39**
III.2.1.Activité principale …… **39**
III.2.2. matières premières mise en œuvre …… **39**
III.3. Systèmechoisirefroidisseur …… **40**
III.4.Tableaux HAZOP pour le refroidisseur :…….. **43**
Conclusion générale…… 50
Référence 52

[LISTE DES TABLEAUX]

Tableau 1 : Représentation de la méthode AMDE ou de la méthode AMDEC

Tableau 2 :légende des événements figurant sur le modèle du nœud papillon

Tableau 3 : exemple de tableau d'application de la méthode what-if

Tableau 4 : Grille d'évaluation des caractéristiques des méthodes analytiques

Tableau 5 : Signification des mots guide

Tableau 6 : Exemples de paramètres de la méthode HAZOP

Tableau 7 : Exemple de matrices potentielle des mots guide et des paramètres

Tableau 8 : Rôle Equipe d'étude HAZOP

Tableau 9 :la méthode HAZOP au niveau du réservoir de refroidisseur.

Tableau 10 :la méthode HAZOP au niveau de condensateur -circuit d`eau bâche vers le condensateur ,et circuit d'air vers le condensateur

Tableau 11 :la méthode HAZOP au niveau de ventilateur- Circuit de AIR.

Tableau 12 :la méthode HAZOP au niveau de machine de l'injection -circuit d` eau de refroidisseur vers la machine

[LISTE DES FIGURES]

Figure 1 : Arborescence d'un scénario d'accident

Figure 2 : Processus de gestion de risque

Figure 3 : Mode de recherche inductive

Figure 4 : Mode de recherche déductive

Figure 5 : représentation de la méthode APR

Figure 6 : Représentation de l`arbre de défaillance

Figure 7 : Représentation de l`arbre des causes

Figure 8 : Représentation de l`arbre d`évènement

Figure 9 : représentation de scenario d'accident selon le modèle de nœud papillon

Figure 10 : déroulement de la méthode LOPA

Figure 11 : Vision globale de la méthodologie MOSAR

Figure 12 : Schéma globale du refroidisseur

Figure 13 : machine d'injection de plastique

[LISTE DES ABREVIATIONS]

Adc	Arbre de Cause
AdD	Arbre de Défaillance
AdE	Arbred'Evénement
AFNOR	Association Française de Normalisation
AMDE	Analyse des Modes de Défaillance et leurs Effets
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance, leurs Effets et leur Criticité
APR	AnalysePréliminaire des Risques
C&E	Causes et Effets
CEA	Le Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives
CEI	Commission ElectrotechniqueInternationale
DRA	Direction des Risques Accidentels
ENS	Evènement Non Souhaite
EPR	Evaluation Probabiliste de Risques
FMDS	La Fiabilité, La Disponibilité, La Maintenabilité et La Sécurité
HAZOP	Hazard and Operability study
HSE	Hygiène-Sécurité-Environnement
ICI	Imperial Chemical Industries
ICPE	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
INERIS	Institut National de Recherche de l'Environnement Industriel et des Risques
ISO	International Standard Organisation
MOSAR	Méthode Organisée et Systémique d'Analyse des Risques
NF EN	NormeFrançaiseEuropéenneNorme
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series
PID	Piping and Instrumentation Diagramme
PPRT	Plan de Prévention des Risques Technologiques

Introduction générale

Aujourd'hui, le monde industriel est devenu plus sensible à la maitrise des accidentsmajeurs à cause des conséquences graves et même catastrophiques matérielles, humaines et Environnementales. Pour cela des efforts considérables sont fournis en maîtriser la sécurité

Des installations industrielles.

Généralement, la sécurité des installations est obtenue grâce à un certain nombre desystèmes de prévention et protection fondés sur diverses technologies. En conséquence, il faut que toutestratégie de sécurité prenne non seulement en compte tous les éléments d'unsystème, mais qu'elle considère aussi tous les systèmes relatifs a la sécurité comme deséléments individuels d'un ensemble complexe.

La méthode HAZOP est une méthode d'analyse de risque qualitative, elle est utilisée afin de déterminer les principales déviations des paramètresde fonctionnement relatives au système d'étude, ainsi que leurscauses et leurs conséquences.

Dans notre travail, nous avons utilisé la méthodeHAZOPafin d'étudier les risques probables de la machine de production de plastique**FMI PLAST**.

Dans le premier chapitre intitulé "**analyse des risques industriels** ", nous donnons quelques notions et concepts fondamentaux liés à ladémarche d'analyse des risques industriels.

Dans le deuxième chapitre intitulé **"présentation de la méthode HAZOP** "nous présentons la méthode HAZOP d'une manière détaillée et approfondiepassant par son historique, définition, principe et enfin le déroulement de la méthode.

Dans troisième chapitre**" résultats et discussion»,** nous présentons le système derefroidissement [**refroidisseur/ section machine injection**] de plastique, suivi par une analyse structurelle, fonctionnelle du système et une identification des risques inhérents à ce système. Enfin, nous terminons par l'exposition des résultats et les recommandations à prendre afin optimiser l'état sécuritaire de système.

Chapitre I
Principe de l’analyse des risquesindustrielle

I.1. Notion du danger

Selon la norme ISO: le danger est une propriété intrinsèque d'une substance dangereuse ou d'une situation physique de pouvoir provoques des dommages pour la santé humaine et/oul'environnement[1].(Selon OHSAS) : Source de nuisance qui peut causer un dommage a la santé aL'environnement et aux biens ou la combinaison entre ces trois éléments [2].

le même terme est défini selon Le référentiel OHSAS 18001 définit le danger comme étant une source ou une situation pouvant nuire par blessure ou atteinte à la santé, dommage à la propriété et à l'environnement du lieu de travail ou une combinaison de ces éléments. Soulignons que de nombreux termes sont employés, selon les normes ou les auteurs, autour de la notion de danger et la rendent ambiguë.

De plus, les dictionnaires associent souvent le terme danger au terme risque. En effet, plusieurs dictionnaires proposent le terme risque comme synonyme du terme danger, ce qui explique le fait qu'un grand nombre de personnes utilisent indifféremment ces termes. Même les documents et les textes officiels confondent danger et risque [3].

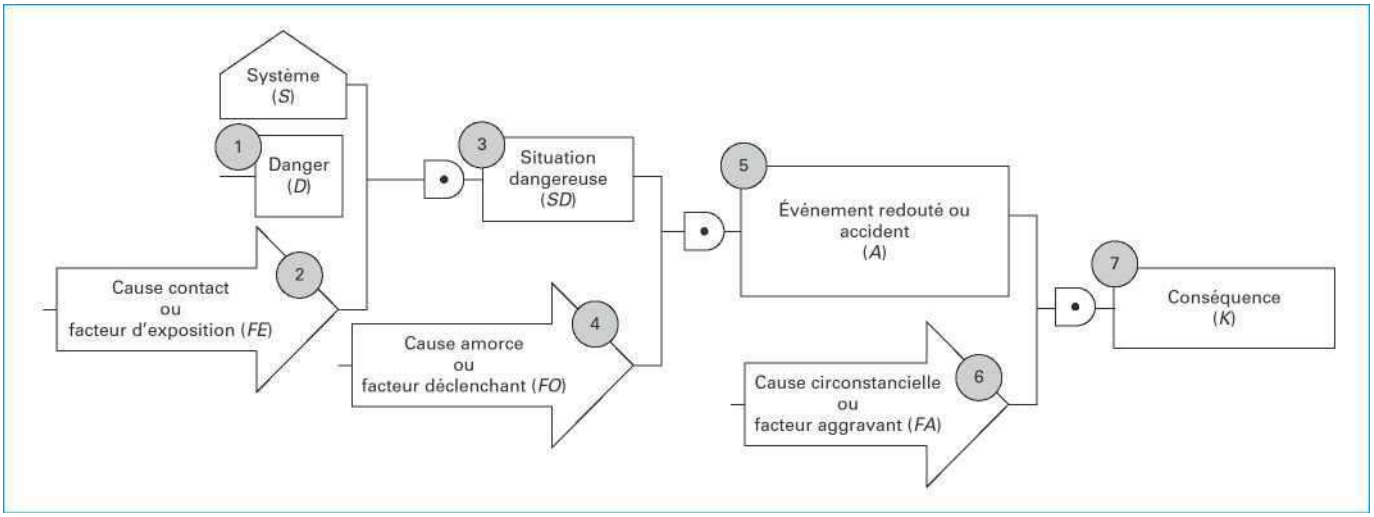


Figure 1 : Arborescence d'un scénario d'accident[3].

I.2. Notion du risque

C'est la probabilité que quelqu'un soit atteint par un danger.

1. Quantitativement :

En générale c'est la combinaison entre :

Causes et conséquences

(OHSAS) : probabilitéen fonction deconséquences

(Iso 12100) : probabilitéen fonction degravité

2. Qualitativement : c'est le degré de gravité :

Catastrophique

Critique

Signicatif

Marginale

Négligeable

Mineur

3. Exposition :

C'est le contact entre le danger et la personne pouvant entrainer un dommage.

La perception des dommages potentiels liés à une situation dangereuse se rapporte à la notion de risque. Le terme risque a plusieurs significations. De même, les risques peuvent être de nature très variée et beaucoup de classifications ont été proposées. Les définitions du risque à deux dimensions sont assez proches. Selon ISO[4], le risque est Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences.

Et selon OHSAS 18001 un risque est la combinaison de la probabilité et de la (des) conséquence (s) de la survenue. Cependant, il existe des définitions légèrement plus complexes dans lesquelles apparaît une troisième dimension: l'acceptabilité du risque, seuil en dessous duquel on accepte l'existence du danger bien que sa gravité et sa probabilité d'occurrence ne soient pas nulles. Dans la suite du présent travail, le terme risque est lié sans ambiguïté aux risques encourus dans la conduite des systèmes [5].

1.3. Types des risques industriels :

I.3.1. Risque industrielle :

Le risque industriel est défini comme un évènement accidentel se produisant sur un site Industriel mettant en jeu des produits et/ou des procédés dangereux et entraînant desConséquences immédiates graves pour le personnel, les riverains, les biens et L'environnement[6].

Les risques industriels peuvent être définis comme des situations dangereuses rencontrées dans les activités dites industrielles, dans les usines de production et leurs annexes comme les locaux de stockage des matières premières et des produits finies, les laboratoires de recherche, de mise au point et de contrôle [7].

I.3.1.1.Risque nucléaire

Le risque nucléaire est un événement accidentel, lié à l'utilisation de matériaux radioactifs, sources de rayonnements ionisants avec des risques d'irradiation ou de contamination pour le personnel, les populations, les biens et l'environnement[8].

I.3.1.2.Risque chimique :

Ce sont les risques liés à une exposition professionnelle à des substances chimiques. L'identification des dangers induits par ces substances a permis de les distinguer en substances explosives, comburantes, inflammables, toxiques, nocives, corrosives, irritantes, sensibilisantes, cancérogènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction, dangereuses pour l'environnement **[9]**.

Risques d'infections, d'allergies, d'intoxications ou de brûlures.

Dangers liés : C'est un titre ou bien quoi ??

- Aux propriétés physico-chimiques (produits corrosifs, comburants, explosifs ou Inflammables)
- Aux propriétés toxicologiques (produits irritants, nocifs toxiques, cancérogènes, mutagènes, Tc.)
- Aux propriétés éco-toxicologiques à l'incertitude scientifique sur les dangers des produits synthétisés.

I.3.1.3.Risque électrique :

Le risque électrique peut causer des lésions ou la mort par le choc électrique ou une brulure [10].

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

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

I.3.1.4.Risque d'explosion :

L'incendie est une combustion qui se développe sans contrôle dans le temps et dons l'espace, contrairement au feu qui est une combustion maitrisée [11].
Une explosion résulte de l'inflammation d'un mélange explosif, d'une réaction chimique violente, d'une combustion violente (d'un gaz ou d'un nuage de poussières).

- Présence de matériaux ou produits combustibles (p. ex. stockage de produits facilement

Inflammables ou explosifs, stockage de papier, etc.)

- Présence d'équipement ou d'installation pouvant générer de la chaleur (p. ex. travaux deSoudage, etc.)
- Présence d'un comburant (p. ex. oxygène, produits chimiques dégageant de l'oxygène, etc.)
- Stockage de produits incompatibles [12].

I.3.1.5. Risque d'incendie :

L'incendie est une combustion qui se développe sans contrôle dans le temps et dons l'espace, contrairement au feu qui est une combustion maitrisée. Elle engendre de grandes quantité de chaleur, des fumées et des gaz polluants, voire toxique, l'énergie émise favorise le développement de l'incendie.

Le processus de combustion est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par un comburant. Cette réaction nécessitant une source d'inflammationpour être initiée.

La présence simultanée de ces trois éléments forme ce qu'on appelle le triangle du feu. L'absence d'un des trois éléments empêche le déclenchement de la combustion[13].

I.3.1.6. Risque biologique :

Les agents biologiques (bactéries, champignons, virus…) peuvent être à l'origine de maladies chez l'homme : infections, intoxications, allergies voire cancers.

Le risque biologique concerne de multiples activités : les métiers de la santé, les services à la personne, l'agriculture, les industries agroalimentaires, les métiers de l'environnement[14].

Organisme, ou substance dérivée d'un organisme, qui représente une menace à la santé humaine.

a) Bioterrorisme.
b) Emergence infectieuse.

I.3.1.7. Risque Mécanique :

Ensemble des facteurs physiques qui peuvent être à l'origine d'une blessure par l'action mécanique d'éléments de machine, d'outils, de pièces ou de matériaux solides ou de fluides projetés[15].

I.4. Gestion du risque :

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

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

La gestion du risque peut être définie comme l'ensemble des activités coordonnées en vue de réduire le risque à un niveau jugé tolérable ou acceptable. Cette définition, cohérente avec les concepts présentés dans les guides **ISO/CEI 51** et **73 ISO 99**, s'appuie, ainsi, sur un critère d'acceptabilité du risque. De manière classique, la gestion du risque est un processus itératif qui inclut notamment les phases suivantes:

* Appréciation du risque (analyse et évaluation du risque) ; *Acceptation du risque ;

* Maîtrise ou réduction du risque [16].

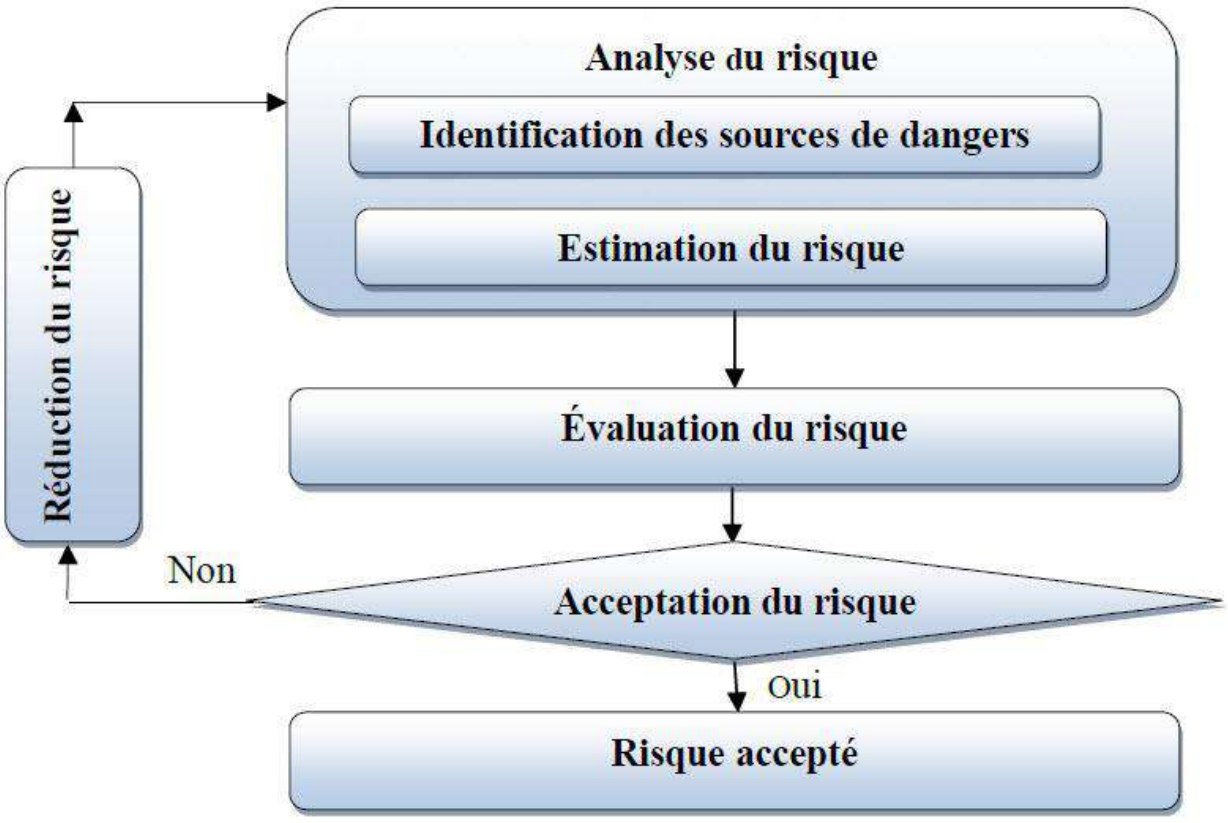


Figure 2 : Processus de gestion de risque[17].

I.4.1. Analyse du risque :

L'analyse du risque est définie dans le guide ISO/CEI 51 comme : « l'utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimer le risque ». L'analyse des risques vise tout d'abord à identifier les sources de danger et les situations

associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens (ISO)[18].

Dans un second temps, l'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurité existante en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (barrières de prévention) ou d'en limiter les conséquences (barrières de protection). Consécutivement à cette identification, il s'agit d'estimer les risques en vue de les hiérarchiser et de pouvoir les comparer ultérieurement à un niveau de risque jugé acceptable[19].

I.4.1.1.Identification des sources de danger :

C'est de repérer tous les risques auxquels peuvent être exposés les travailleurs dans chaque unitéde travail. L'identification repose sur l'analyse des documents internes, l'analyse des postes etdes situations de travail, ainsi que sur l'écoute des travailleurs et de leurs représentants. Elledoit aussi prendre en compte les risques temporaires liés à certaines activités ponctuellescomme l'inventaire, le nettoyage technique effectué par la maintenance lors de l'arrêt del'activité. Les écarts possibles entre le travail prescrit et le travail réel doivent être considérés [20].

Ce travail consiste à s'interroger sur :

- ➢La nature des dangers.
- Le nombre de personne potentiellement exposés.
- Le lieu, la durée d'exposition.
- Les circonstances d'exposition.

Comment procéder ?

- s'appuyer sur l'observation des situations de travail.
- demander aux compagnons de décrire les situations dangereuses telles qu'ils les perçoivent.

Dans un second temps, l'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurités existantes en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (barrières de prévention) ou d'en limiter les conséquences (barrières de protection) [20].

I.4.1.2.Istimation du risque :

Consécutivement à cette identification, il s'agit d'estimer les risques en vue de hiérarchiser les risques identifiés au cours de l'analyse et de pouvoir comparer ultérieurement ce niveau de risque à un niveau jugé acceptable.

Son estimation peut être effectuée de manière semi-quantitative à partir :

- ➢d'un niveau de probabilité que le dommage survienne,

- d'un niveau de gravité de ce dommage.

Bien entendu, l'acceptation de ce risque est subordonnée à la définition préalable de critères d'acceptabilité du risque.

Ainsi, la finesse dans l'estimation du risque dépend en partie de ces critères [21].

I.4.2.Evaluation des risque :

L'évaluation du risque désigne une procédure fondée sur l'analyse du risque pour décider si le risque tolérable est atteint. Une évaluation des risques est une enquête systématique de tous les risques liés aux postesde travail, aux équipements de travail et aux salaries.

C'est l'outil de l'employeur qui lui garantit la sécurité et la santé des salaries dans lesPostes de travail, et détermine les mesures indispensables de prévention. Différents facteurs sont ainsi nécessaires [22].

I.4.3. Acceptation du risque :

La notion d'acceptabilité permet de distinguer ce qui peut être, dans les pertes occasionnées par la manifestation d'un aléa, perçu comme tolérable par les parties prenantes. Cette notion peut évoluer avec le temps suivant la progression de l'information de même que la culture du risque [20]. Cette notion, définie à travers un ensemble de critères « critères d'acceptabilité »

(Appelés aussi «niveaux du risque ou niveaux d'intolérabilité») et rendue opérationnelle au niveau de la grille de criticité, permet d'améliorer, de réviser ou de proposer des mesures de réduction du risque et de ce fait, de reconsidérer les pratiques d'analyse et d'évaluation des risque[23].

I.4.3.1.Risque acceptable

Selon OHSAS 18001/ ISO 45001 **[24]**, le risque acceptable est un risque qui a été réduit à un niveau tolérable pour un organisme en regard de ses obligations légales et de sa propre politique de santé et de sécurité au travail.

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

risque « négligeable » ; au-delà de ce seuil, il n'y a aucune obligation de prendre des mesures pour réduire encore le risque **[25]**.

I.4.4.réduction du risque :

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

- La prévention, c'est-à-dire réduire la probabilité d'occurrence de la situation de danger à l'origine du dommage.
- La protection, visant à limiter la gravité du dommage considéré. Les mesures de réduction du risque doivent être envisagées et mises en œuvre tant que le risque est jugé inacceptable [25].

I.5. les méthodes d'analyse des risques :

Les principales méthodes utilisées dans une démarche d'analyse des risques sont classées on trois principales catégories:

I.5.1.Méthode quantitative :

L'analyse quantitative des risques est considérée comme l'approche la plus retenuepour une bonne prise de décision sur les risques. Cette approche consiste à caractériser les différents paramètres d'analyse des risques par des mesures probabilistes [Desroches,1995].

L'obtention de ces mesures passe généralement par un traitement mathématique [26]

enprenant en compte les données relatives aux différents paramètresÉvalués et aussi aux informations qui sont de nature quantitative.

A l'égard de l'application de cette démarche, une attention particulière aux données utilisées,à leur origine et à leur adéquation aux cas étudiés doit être portée car une simple erreurRemettra l'étude en cause[27].

I.5.2.Méthode semi quantitative :

L'analyse semi-quantitative des risques est une approche qui n'est ni purementQualitative ni purement quantitative**.** Cette démarche a pour but d'enleverL'aspect hautement subjectif de l'information utilisée dans l'approche qualitative en luiDonnant plus

de précision etd'exactitude, et en même temps pour assouplir et combler leManque de la robustesse des données de l'approche quantitative.

De nombreuses méthodes et outils d'analyse et d'évaluation à caractère semi-quantitatifOnt été développés. Dans ce qui suit on présentera certaines méthodes parmi les plus utiliséesDans l'évaluation des risques[26].

I.5.3. Méthode Qualitative :

L'analyse qualificative des risques constitue un préalablea toutes autres analyses. EnEffet elle permet la bonne compréhension et connaissance systématiques du système étudié etSes composants [27]. Pour une bonne évaluation quantitative du risque cetteApproche ne s'appuie pas explicitement sur l'etat du système et surtout sur le retourD'expérience et les jugements d'expertsCette approche nécessite alors Une très bonne connaissance des différents paramètres et cause liés au système étudié.

Dans quelques études de danger cette approche peut être suffisante pour atteindre les Objectifs voulus si elle est bien menée et justifiée [28].

I.5.3.1.Démarcheinductive et démarchedéductive :

Basée sur l'induction logique définie par le dictionnaire de l'Académie des Sciences comme la « Manière de raisonner qui consisteà inférer du particulier au général»

A). Méthode inductive :

Les méthodes inductives sont basées sur une analyse « montante »où l'on identifie toutes les combinaisons d'événements élémentaires possiblesqui peuvent entraîner la réalisation d'un événement unique indésirable :

La défaillance à partir des événements initiateurs, on identifie lescombinaisons et enchaînements d'événements pouvant mener Jusqu'à l'accident.

On dit généralement que l'on part des causes pour identifier les Effets.

Dans la terminologie anglo-saxonne, cette méthode est appelée « Bottom-Up approach ».

la figure 3 représente le principe de la démarche inductive [29].

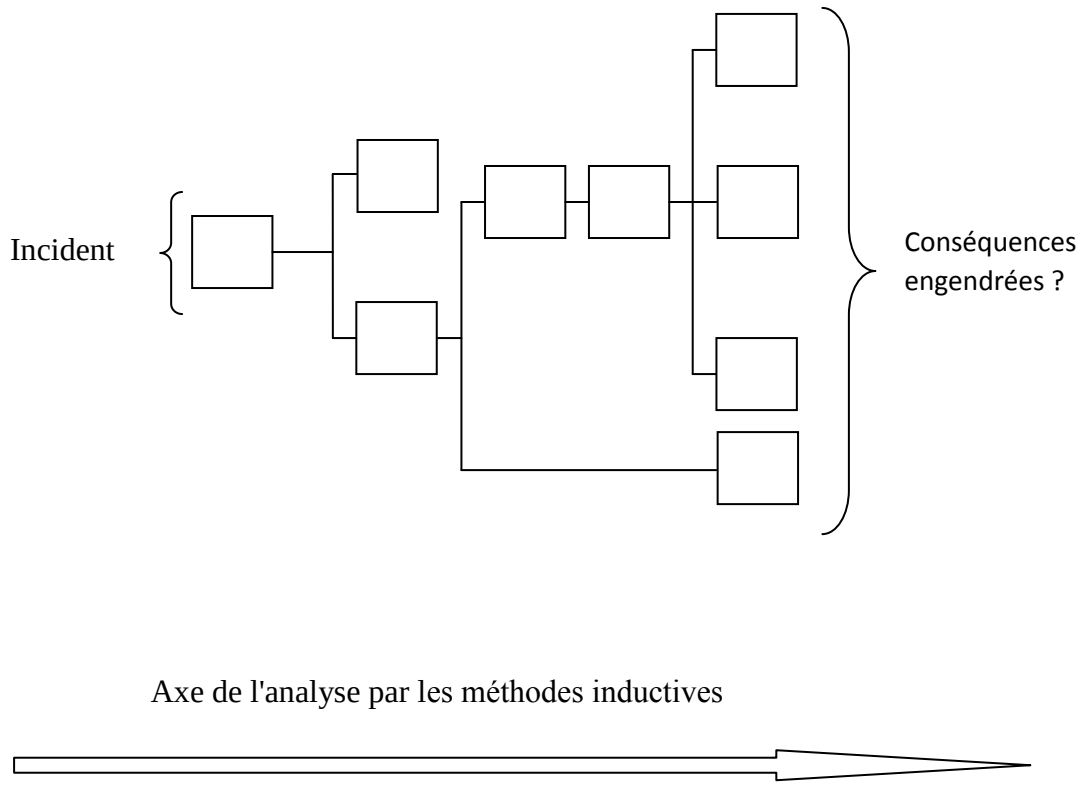


Figure 3 : Mode de recherche inductive[30].

B). Méthode déductive :

Les méthodes déductives basées sur la déduction logique qui est un procédéPar lequel «on va du général au particulier », suivant le dictionnaire de l'Académie des Sciences,

La démarche est inversée puisque l'on part de l'événement non désiré,la Défaillance, et l'on recherche ensuite par une approche descendante toutes les causes possibles. Le système est supposé défaillant et l'analyse porte sur l'identification des causessusceptibles de conduire à cet état. On part alors des défaillances pour Remonter aux causes.

Il s'agit à partir de l'événement majeur d'identifier les combinaisons et enchaînements Successifs d'événements pour Remonter jusqu'aux événements initiateurs comme Le montre la figure 4 [31].

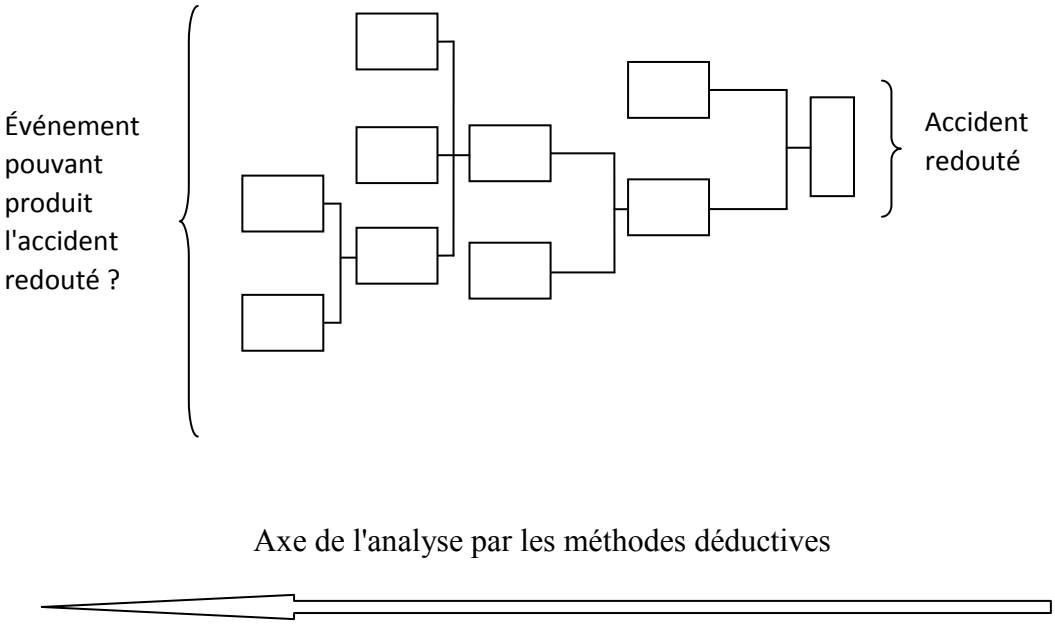


Figure 4: Mode de recherche déductive [30].

I.5.3.2.Panorama des méthodes d'analyse de risque

Nous allons établir dans cette section une gamme des méthodes d`analyse des risque :

A. L'Analyse Préliminaire de Risque – APR

Selon la norme CEI: 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 **[32].**

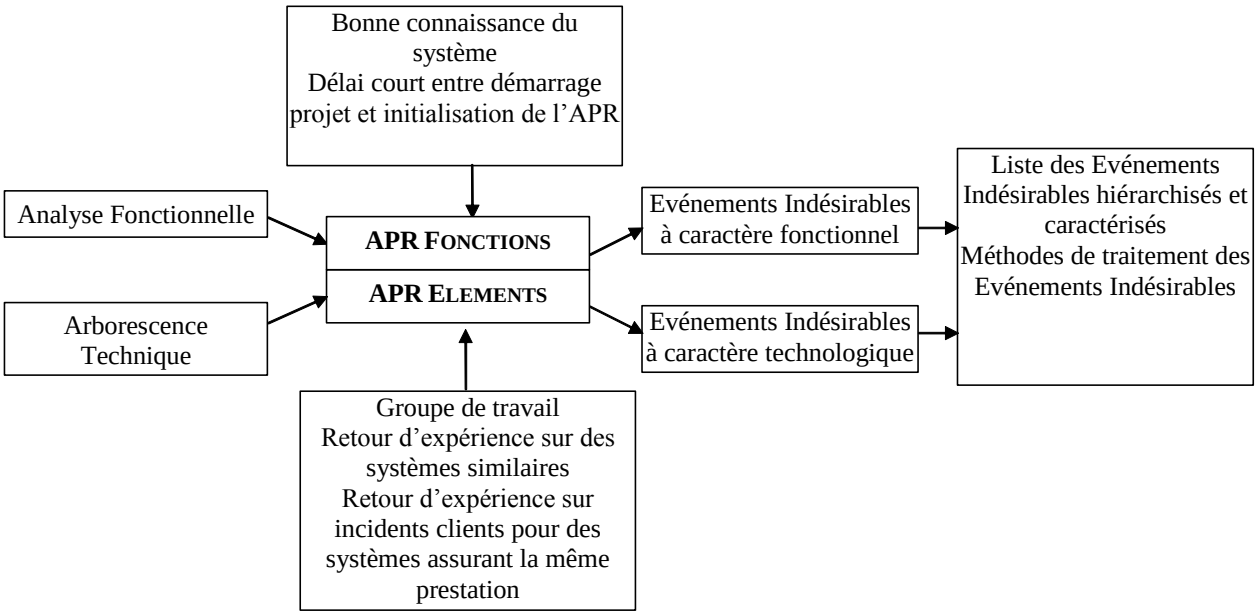


Figure 5: représentation de la méthodeAPR**[32]**

Descriptif de l'APR

- L'APR peut s'effectuer dès la phase exploratoire :
  - Dès que l'on connaît les fonctions à remplir par le système.
  - Dès que l'on connaît les grands choix technologiques.
- Elle est effectuée en groupe de travail (ne pas hésiter à faire appel à des spécialistes métier, de la réglementation pour mieux identifier et caractériser un risque).
- Connaissances nécessaires ?
  - Les fonctions à remplir par le système (Analyse Fonctionnelle).
  - Comment le système va vivre, être utilisé (Profil de mission / vie).
  - la description et la délimitation du système (Arborescence Technique, Organisation Industrielle et schéma d'architecture et des interfaces) [32].

B.arbre de défaillance

Est une analyse déductive qui fournit une évaluation Qualitative et quantitative du système[33].

Cette technique permet l'identification et l'évaluation de la probabilité d'occurrence d'un événement de tête. Elle est appuyée par une représentation graphique organisée des conditions ou des facteurs qui contribuent à l'avènement de l'événement indésirable[34].

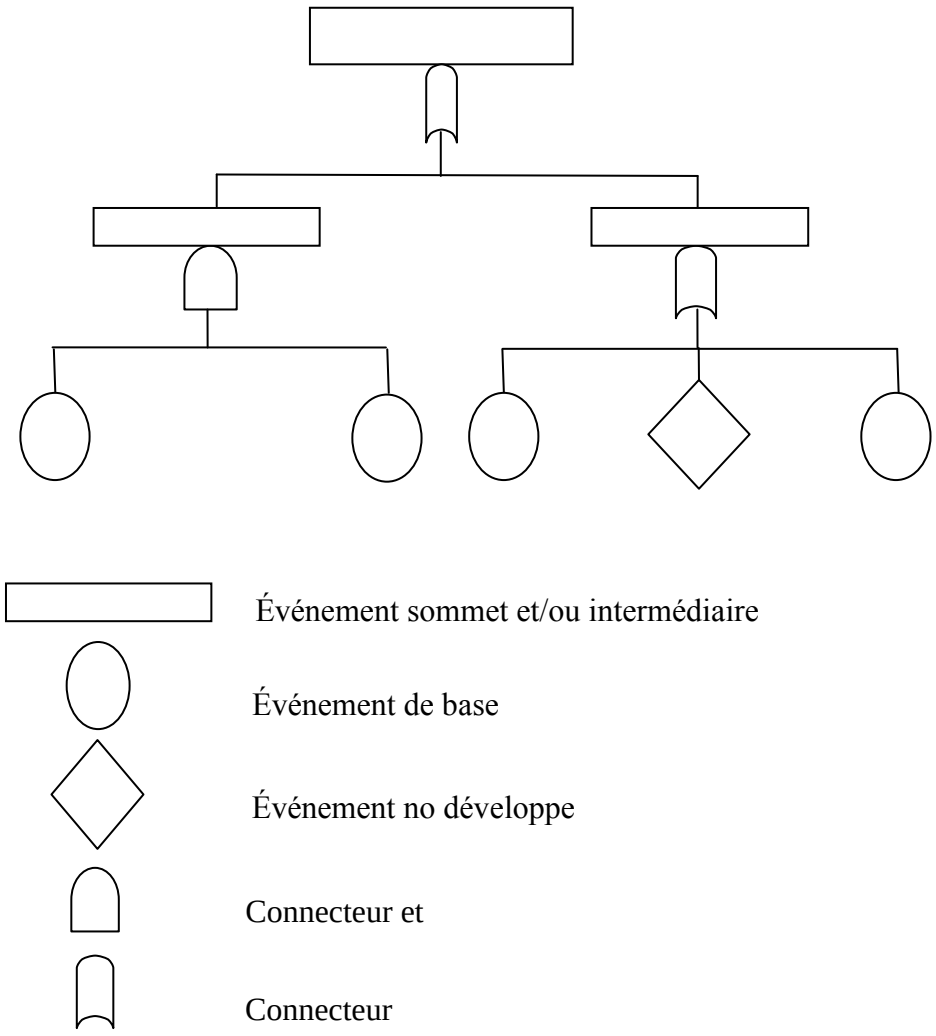


Figure 6: Représentation de l`arbre de défaillance[35]

C.Arbre des causes

Est une méthode d'analyse des incidents. Il s'agit de représenter les faits inhabituels ou les incidents sur un arbre des causes. Leur objectif est d'identifier, parmi les actes constituant l'histoire globale qui s'est achevée par un incident, ceux qui correspondent à des défaillances afin de proposer des améliorations, et basée sur le principe d'organisation et décrire, à partir des faits, l'ensemble des actions ayant abouti à l'incident. Il permet ainsi de mettre en évidence l'enchaînement des actes à des fins d'analyse et d'amélioration (correction et/ou prévention)[36].

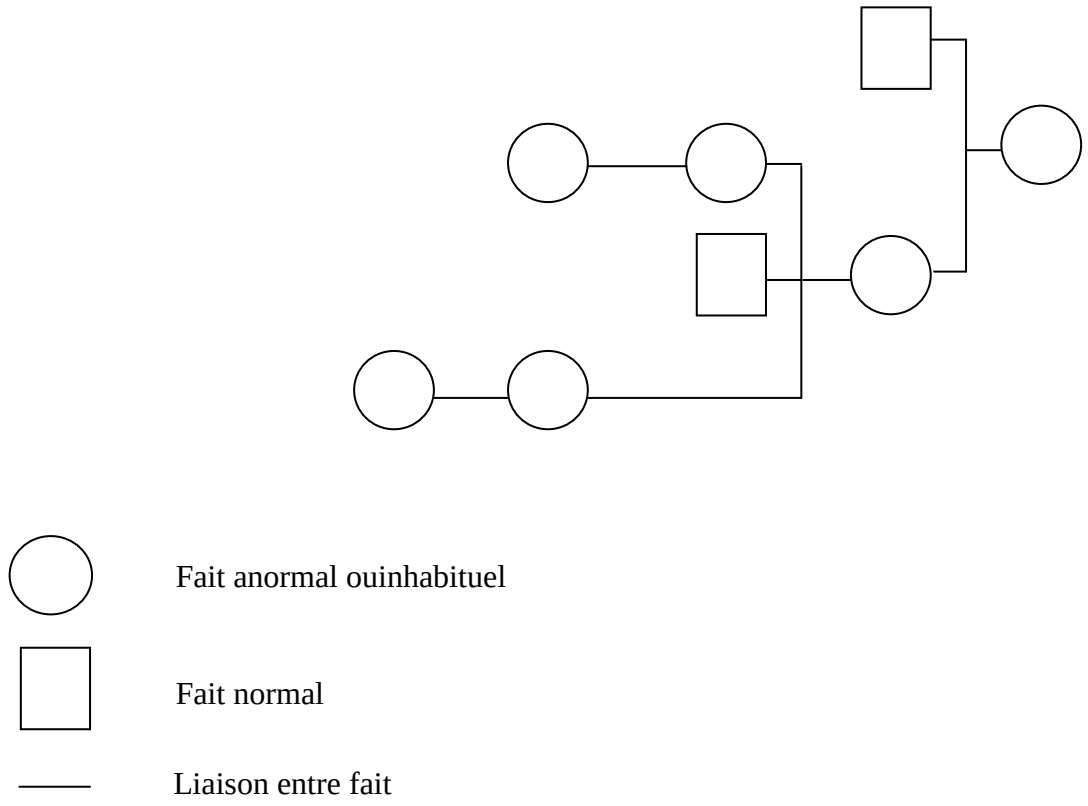


Figure 7 : Représentation de l`arbre des causes[37]

D.<u>Arbre d'événements</u>

Est une méthode déductive qui consiste à partir de l'événement initiateur conduisant à un événement indésirable à envisager l'échec ou le succès des fonction de sécurité puis définir les événements susceptibles de se produire en aval de l'événement initiateur, les barrières de sécurité et leurs fonctions doivent être identifiées en leurs affectant des probabilité de défaillance.

L'ADE construit permet temporellement d'identifier les différentes séquences d'événements susceptibles de conduire ou non à des conséquences aux limites et les chemins les plus dangereux conduisant à des conséquences catastrophiques sont ensuite analyses en détail[38].

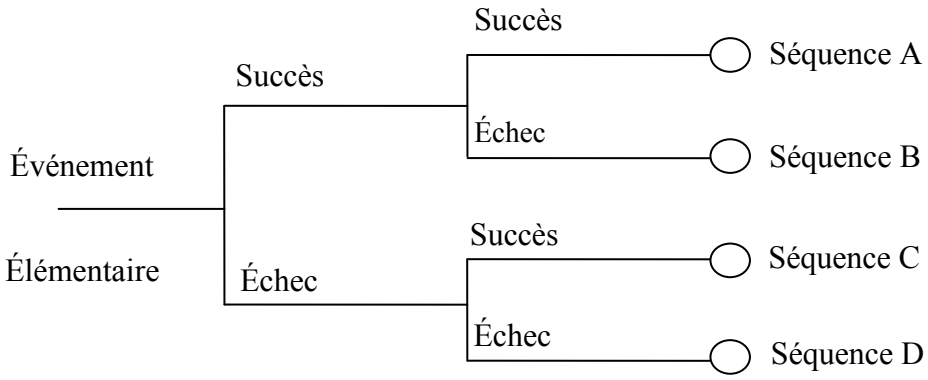


Figure 8: Représentation de l`arbre d`évènement[30].

E.Analyse des Modes Défaillance, de leurs Effets (AMDE)

L'AMDEest une démarche d'analyse préventive et inductive quirecensée met en évidence les risques potentiels et permet l'étude systématique des causes et des effets des défaillances qui affectent les composants d'un système[39]. Elle comprend quatre étapes principales :

a) Définition du système et ses composants,
b) Etablissement des modes de défaillanceset de leurs causes,
c) Etude des effets des modes de défaillances,
d) Conclusions et recommandations.

F.Analyse des Modes Défaillance de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)

L'Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets (AMDE) a été employée pour la premièreFois dans le domaine de l'industrie aéronautique durant les années 1960.
Son utilisation s'est depuis largement répandue à d'autres secteurs d'activités tels que l'industrieChimique, pétrolière ou le nucléaire.

De fait, elle est essentiellement adaptée à l'étude des défaillances de matériaux et d'équipementset peut s'appliquer aussi bien à des systèmes de technologies différentes (systèmes électriques,Mécaniques, hydrauliques…) qu'à des systèmes alliant plusieurs techniques[40].

Synthèse de l'AMDEC

La méthode AMDEC est à la fois un moyen d'amélioration de produit et une analyse de risques [41]. Le risque peut être évalué par les trois indicateurs suivants :

- Gravité
- Occurrence
- Détection
- **Tableau 1:** Représentation de la méthode AMDE ou de la méthode AMDEC[30].

1	2	3	4	5 et 6	
Identification Du Composant	Mode De défaillance	Causes Possibles	Phases	Conséquence	
				locales	Sur l'ensemble du système

7	8	9	10
Probabilité de la défaillance	Criticité	Actions correctives	Recommandation applications

Pour l'AMDEC

G.La méthode Nœud Papillon

Le nœud papillon utilisé dans de nombreux secteurs industriels a été développé par la compagnie Shell. L'approche est de type dit arborescente ce qui permet de visualiser en un coup d'œil les causes possibles d'un accident, ses conséquences et les barrières mises en place. L'accident non désiré (au centre) peut être le résultat de plusieurs causes possibles telles que la perte de confinement d'une substance toxique, une explosion, une rupture de canalisation, un emballement de réaction, une brèche dans un réservoir, une décomposition d'une substance, etc. Cet outil permet d'illustrer le résultat d'une analyse de risque détaillée (de type AMDEC, HAZOP ou What-if par exemple) donc plus complexe qu'une analyse préliminaire de risques [42].

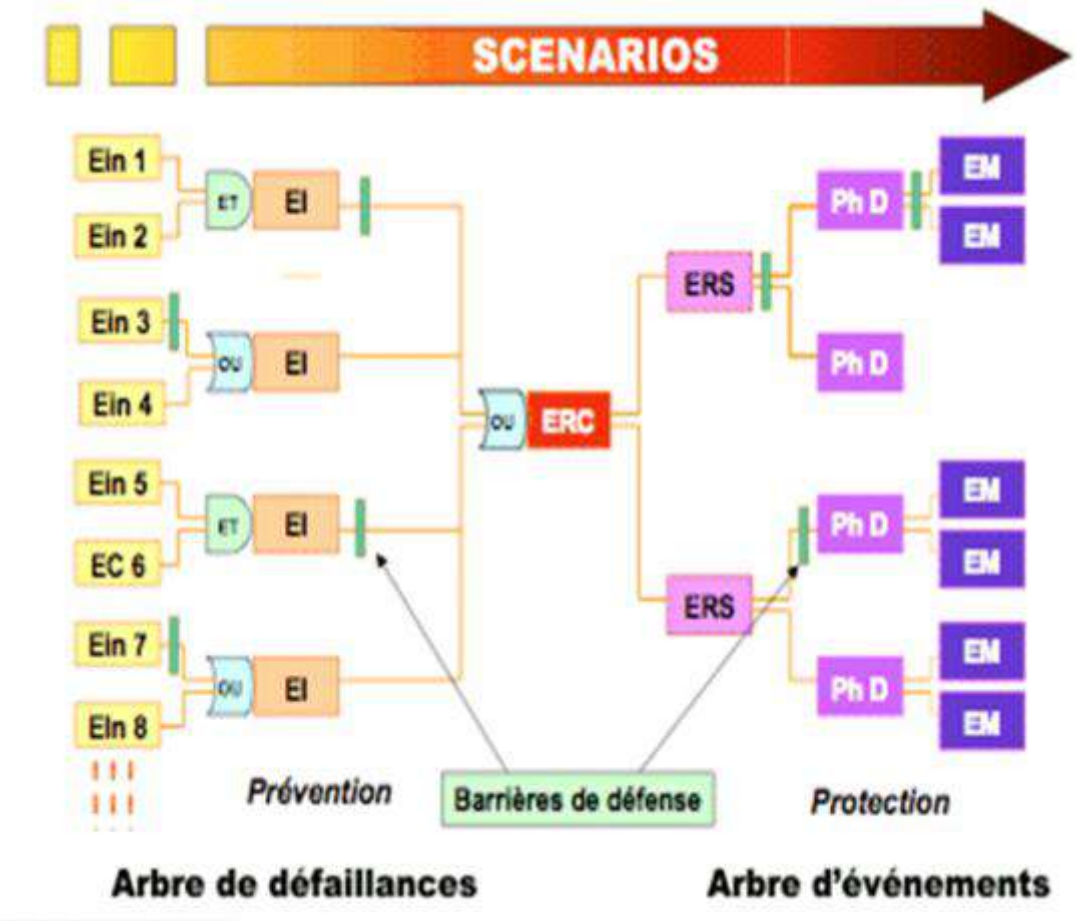


Figure 9 : représentation de scenario d'accident selon le modèle de nœud papillon [43].

Le point central du Nœud Papillon est l'Evénement Redouté Central. La partie gauche du Nœud Papillon s'apparente alors à un arbre des défaillances s'attachant à identifier les causes de cet événement redouté central. La partie droite du Nœud Papillon s'attache quant à elle à déterminer les conséquences de cet événement redouté central tout comme le ferait un arbre d'évènement. Sur ce schéma, les barrières de sécurité sont représentées sous la forme de barres verticales pour symboliser le fait qu'elles s'opposent au développement d'un scénario d'accident. De fait, dans cette représentation, chaque chemin conduisant d'une défaillance d'origine (évènements indésirable ou courant) jusqu'à l'apparition de dommages au niveau des cibles (effets majeurs) désigne un scénario d'accident particulier pour un même événement redouté central.

Le Nœud Papillon s'inspirant directement des arbres des défaillances et d'évènement, il doit être élaboré avec les mêmes précautions. S'agissant d'un outil relativement lourd à mettre en place, son utilisation est généralement réservée à des évènements jugés

particulièrement critiques pour lesquels un niveau élevé de démonstration de la maîtrise des risques est indispensable. En règle générale, un Nœud Papillon est construit à la suite d'une première analyse des risques menée à l'aide d'outils plus simples comme l'APR par exemple**[43].**

Tableau 2 : légendedes événements figurant sur le modèle du nœud papillon [43].

Dèsignation	Signification	Definition
Eln	Èvenementindès irable	Derive ou dèfaillance sortant du cadre des condition d'exploitation unuellesdèfinies.
EC	Èvenement courant	Évenement admis survenant de faconrècurrente dans la vie d'une installation.
EI	Èvenementinitia teur	Cause directe d'une perte de confinement ou d'intègritè physique
ERC	Èvenementrèdou tècentrale	Pert de confinement sur un èquipement dangereux ou pert d'intègritè physique d'une substance dangereuse.
ERS	Èvenementrèdou tèsecondaire	Consequence direct de l'èvenementredoutècentral,l'èvenementredoutè secondaire caractèrise le teme source de l'accèdent.
Ph D	Phènomènesdan gereux	Phènomène physique pouvant en gendrer des dommages majeurs.
EM	Effetsmajeurs	Dommages occasionnès au niveau des cible (personnes,environnemment,ou bien)par les effets d'un phènomènedagereux.
Barrières ou mesures de prevention		Barriers ou mesures visant aprèvenir la pert de confinement ou d'intègritè physique.
Barrières ou mesures de protection		Barriers ou mesures visant alimiter les consequence de la pert de confinement ou d'intègritè physique.

H. Hazard and Operability Study (HAZOP)

L'étude HAZOP est une technique qui a pour but d'identifier les dangers. Elle Évalue toutes les parties d'un système afin de déterminer comment les déviations par rapport à la conception originale sont susceptibles de survenir et les problèmes qu'elles peuvent entraîner i1 s'agit d'un processus créatif qui est basé sur l'utilisation de mots-guides (principales et secondaires) pour réaliser une recherche systématique des déviations[44].

Généralement une étude HAZOP représente une extensionde l'analyse des modes de défaillance et leurs effets (AMDE).

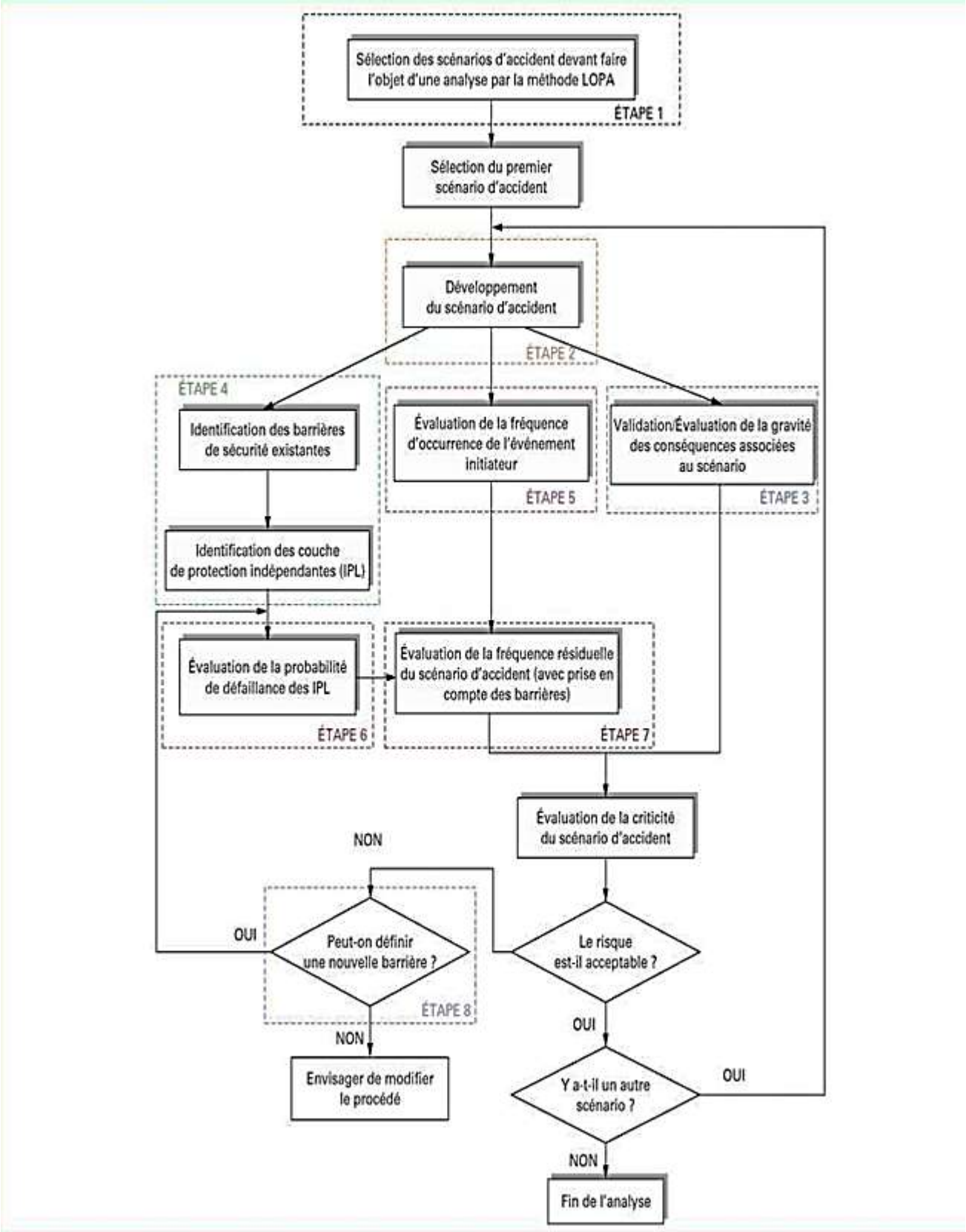
Elle consiste à détecter des problèmes potentiels qui peuvent causer un écart par rapport à la conception d'origine et à voir les causes et les conséquences de ces écarts. Cette méthode est mise en œuvre à la fin de phase de conception et précisément au début de phase de réalisation des système industriels puisqu'elle s'appuie sur les plans de circulation des

fluides et les schémas détaillés PID (Piping and Instrumentation Diagramme) du système étudié[45].

I . Méthode LOPA

LOPA est un acronyme qui signifie "LAYERS OF PRETECTION ANALYSIS" (Analyse des couches de protection). Cette méthode fut expérimentée pour l'évaluation de la Sécurité des systèmes et des procédés industriels chimiques, pétrochimiques et nucléairesCette méthode sera reprise en détails dans ce qui suit **[46].**

L'analyse des couches de protection est une méthode simplifiée d'évaluation des risques D'usagères générale, couramment utilisée pour L'identification et la maitrise des risques a toutes les phases, de conception et d'exploitationDes installations et des projets industriels. Elle présente l'avantage d'être menée dans desDélais courts et avec des couts moindres. De plus l'exactitude des données quantitatives n'estPas exigée et des ordres des grandeurs sont suffisants **[47].**



Figue 10: Processus général de la méthode LOPA

j. Méthode Organisée et Systémique d'Analyse des Risques (MOSAR)

MOSAR est utilisée dans divers domaines, en particulier dans l'étude des risques d'installations à hauts risques (nucléaire, chimique, etc.). En effet, la méthode a été effectivement appliquée dans le domaine nucléaire et notamment à EDF (Centres de recherches et d'essais) et au CEA (Installations d'essais). [30]

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

MODULE A : Est une vision macroscopique qui consiste à faire une analyse des risques principaux. Cela consiste à modéliser les éléments du projet en système ce qui va permettre d'identifier en quoi ils peuvent être sources de danger. On recherche ensuite comment ils peuvent interférer entre eux et avec leur environnement pour générer des scénarios d'accident. Ce module comprendre 5 étapes qui sont :

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

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

1. Identifier les risques de fonctionnement ;
2. Evaluer les risques en construisant des ADD et en les quantifiant ;
3. Négocier des objectifs précis de prévention ;
4. Affiner les moyens de prévention ;
5. Gérer les risques. [49].

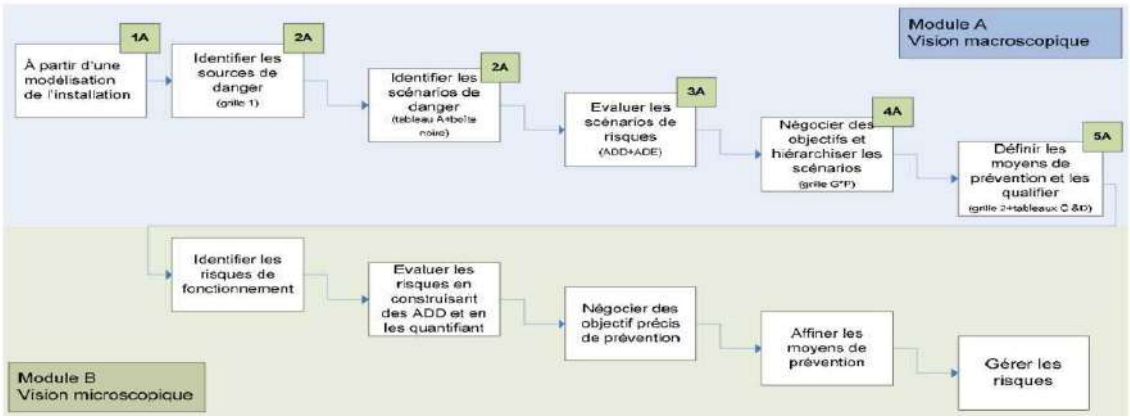


Figure 11: Vision globale de la méthodologie MOSAR

k.méthoded'analyse WHAT-IF :

La méthode dite « What if » est une méthode dérivée de l'HAZOP. Elle suit donc globalement la même procédure. Cependant la méthode « What-if » prévoit une analyse moins profonde des événements, se contentant d'en considérer les conséquences sans en examiner les causes.

Elle prévoit en revanche les actions d'amélioration à entreprendre. >> Une autre différence concerne la génération des dérives des paramètres de fonctionnement. Ces dérives ne sont plus dans ce cas envisagées en tant que combinaison d'un mot clé et d'un paramètre, mais fondées sur une succession de questions de la forme :

« QUE (What) se passe-t-il SI (IF) tel paramètre ou le comportement de tel composant est différent de celui normalement attendu ?

L'identification des paramètres ou des composants objet des questions est libre et comme dans l'Hazop sur des listes guides n'à utiliser repose pas systématiquement. Il apparaît ainsi que l'efficacité de la méthode « What if » est encore plus dépendante de l'expérience des personnes réunies au sein du groupe de travail. Ne Cette méthode paraît donc moins fastidieuse à mener que l'HAZOP mais est réservée à une équipe expérimentée et demeure limitée en termes de profondeur d'analyse, en particulier des causes de dérives. Elle s'apparente plus à une méthode de brainstorming [50].

Tableau 3 : exemple de tableau d'application de la méthode what-if[50].

Que se passe_t-il si ….?	Reponse	Probabilite / vrisseemblance	Consequences	Recommandation

Tableau 4: Grille d'évaluation des caractéristiques des méthodes analytiques

Méthodes	Approche logique	Domaines d'applications	Objectifs	Défaillances envisagées	Approche quantitative/qualitative	Niveau de complexité
APR	Inductive	Toutes installations simples	Identification des dangers, évaluation et classement des risques associés et proposition des mesures de couvertures des risques	Indépendantes	Qualitative	+
AMDEC	Inductive	Systèmes techniques	Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité	Indépendantes	Quantitative	+++
HAZOP	Inductive	Procédés thermo hydrauliques	Identification des dysfonctionnements de nature technique et opératoire pouvant conduire à des événements non souhaités	Indépendantes	Qualitative	++
What-if	Inductive	Toutes installations simples	Inventaire des équipements pouvant être défaillants et évaluation de la probabilité et la gravité de leurs effets	Indépendantes	Semi-quantitative	+
Arbresde défaillance	Déductive	Toutes installations	Évaluation de la probabilité d'occurrence d'un événement redouté à partir de l'occurrence des événements qui peuvent le produire	Combinées	Quantitative	+++
arbre des causes	Inductive	Toutes installations	déterminer les causes qui ont conduit à un accident.	Combinées	Quantitative	+++
Arbres d'événement	Inductive Déductive	Toutes installations	Détermination de l'ensemble des séquences accidentelles susceptibles de se réaliser suivant que les barrières de protection remplissent ou non leur fonction de sécurité	Combinées	Quantitative	+++
Nœud papillon	Inductive Déductive	Toutes installations	Visualisation et quantification des scénarios d'accident qui pourraient survenir en partant des causes initiales de l'accident jusqu'aux conséquences sur les éléments vulnérables environnants	Combinées	Quantitative	++++
MOSAR	Inductive Déductive	Toutes installations	Analyse des risques d'un système à différents niveaux d'analyse et mise en évidence des moyens de maîtrise des risques	Combinées	Quantitative	++++
LOPA	Inductive Déductive	Toutes installations	Évaluation du niveau de maîtrise de risque avec les barrières existantes sur un système et détermination éventuelle de nouvelles barrières	Quantitative	Quantitative	++++

I.5.4. Critères de choix d'une méthode d'analyse de risque :

Les importants critères de choix d`une méthode d`analyse de risque sont :

a) Domaine de l'étude.
b) Stade de l'étude (spécification, conception, démantèlement).
c) Perception du risque dans ce domaine.
d) Culture de la Sûreté de Fonctionnement de l'organisation.
e) Caractéristiques du problème à analyser.
f) Niveau envisagé de la démonstration de la sécurité.
g) Savoir-faire des intervenants.
h) Nature des informations disponibles (spécifications du système et de ses interfaces, contraintes, etc.).
i) Retour d'expérience et base de données disponibles.
j) Moyens humains, logistiques et autres.

Chapitre II
Présentation de la méthode HAZOP

II.1. Historique de la méthode HAZOP

La méthode HAZOP, pour HAZardOPerability, a été développée par la société Imperial chemical Industries (ICI) au début des années 1970.

Elle a depuis été adaptée dans différents secteurs d'activité utilisant des systèmes thermo- hydrauliques (chimie, pétrochimie...).

L'Union des Industries Chimiques (UIC) a publié en 1980 une version française de cette méthode dans son cahier de sécurité n°2 intitulé « Etude de sécurité sur schéma de circulation des fluides ». Considérant de manière systématique les dérives des paramètres d'une installation en vue d'en identifier les causes et les conséquences, cette méthode est particulièrement utile pour l'examen de systèmes thermo-hydrauliques, pour lesquels des paramètres comme le débit, la température, la pression, le niveau, la concentration..sont particulièrement importants pour la sécurité de l'installation. De par sa nature, cette méthode requiert notamment l'examen de schémas et plans de circulation des fluides ou schémas P&ID (Piping and Instrumentation Diagram).

De simple technique, la méthode HAZOP est devenue une pratique d'identification des dangers et des problèmes d'exploitabilité, adoptée par de nombreuses industries (à risques), en particulier, l'industrie pétrolière caractérisée par des dangers similairesà ceux de l'industrie chimique ou pétrochimique, mais aussi dans des industries ou les dangers sont d'une autre nature, comme ceux rencontrés dans le nucléaire, l'alimentaire et les transports.

L'identification des dangers est un processus permettant de trouver, lister et caractériser les situations, conditions ou pratiques qui comportent en elles-mêmes un potentiel à causer des dommages aux personnes, aux biens ou à l'environnement. Ces situations, conditions ou pratiques, sont des dangers[39].

II.2. Définitionde L`HAZOP

La méthode HAZOP, ou Analyse de Perturbations, est une analyse systématique et formalisée d'identification des risques et des problèmes d'opérabilité d'installations ou deprocédés.

L'identification systématique et la détermination des causes et des conséquences desperturbations susceptibles de survenir au cours de l'exploitation des installations permettenten fait une analyse de l'intégritéopérationnelle du système étudié.

Une perturbation correspond à une déviation par rapport aux intentions du concepteur susceptible de survenir aussi bien en opération normale ou en exploitation dite de routine desInstallations qu'en phase de démarrage, de mise à l'arrêt, d'entretien, etc.

La méthode HAZOP est une technique d'identification des problèmes potentiels, elle ne visepas à les résoudre.

L'essentiel de l'étude HAZOP réside dans les sessions de réflexion au cours desquelles une équipe multidisciplinaire examine systématiquement les différents composants d'un projet selon une procédure structurée et suscitant la créativité.

les sessions de réflexion sont conduites par un team-leader qui veille à leur bon déroulement.

le caractère structuré et créatif de la méthode est réalisé en examinant systématiquement leslignes de l'installation. Pour chaque ligne examinée, les intentions du concepteur sont rappelées et les causes et conséquences d'écartsa ces intentions sont recherchées parapplication des mots guides bien définis [51].

II.3.Principe de L`HAZOP :

La méthode de type HAZOP est dédiée à l'analyse des risques des systèmes thermo-hydrauliques pour lesquels il est primordial de maîtriser des paramètres comme la pression, la température, le débit…etc.

L'HAZOP ne considère plus des modes de défaillances mais les dérives potentielles (ou déviations) des principaux paramètres liés à l'exploitation de l'installation. Pour chaque partie constitutive du système examiné (ligne ou maille), la génération (conceptuelle) des dérives est effectuée de manière systématique par la conjonction :

Mot-clé + Parameter = Derive

➢De mot-clé comme par exemple « Pas de », « Plus de », « Moins de », « Trop de » [52].

Tableau 5 : Signification des mots guide[53].

Mot-guide	signification
Pas de	Négation totale
Plus de, trop de	Augmentation quantitative d'un quantité ou d'un paramètre du procédé
Moins de, pas assez de	Diminution quantitative d'un quantité ou d'un paramètre du procédé
Inverse	Opposé logique de l'objectif de procédé
Plus long	La durée d'une opération du procédé est plus longue
Plus courte	La durée d'une opération du procédé est plus courte
Plus tôt	Une opération du procédé se produit avant le moment prévu
Plus tard	Une opération du procédé se produit après le moment prévu

➢ Des paramètres associés au système étudié. Des paramètres couramment rencontrés concernent la température, la pression, le débit, la concentration, mais également le temps ou des opérations à effectuer.

Tableau 6 : Exemples de paramètres de la méthode HAZOP[54].

Grandeurs physiques Measurable		**Operations à réaliser**		**Actions à réaliser**	**Functions-situations**
Temperature	pH	Chargem-ent	Contrôle	Démarrer	Protection
Pression	Intensité	Dilution	Séparation	Échantillonner	Fuite
Niveau	Vitesse	Chauffage	Refroidissement	Arrêter	Défautd'utilités
Debit	Fréquence	Agitation	Transfert	Isoler	Gel
Concentration	Quantité	Mélange	Maintenance	Purger	Séisme
Contamination	Temps	Réaction	Corrosion	Fermer	Malveillance

➢La combinaison de mots-clés et de paramètres de fonctionnement va constituer une dérive, ou déviation, de ce paramètre (temperature,pression,niveau,debit...).

Tableau 7 : Exemple de matrices potentielle des mots guide et des paramètres[55].

Mot-guide Paramètre	Plus de	Moins de	pas	inverse	Partiellement incorrecte	Equivalent	Autre que
Pression	Pression trop haute	Pression trop basse	Absence de confinement	Appareil sous vide	Erreur point de mesure de pression	Pressionextérieure	Manqued'air instruments
Température	Trop Chaude	Trop froid	Manque de réchauffage	Manque de refroidissement	Erreur point de mesure de température	Exposition au feu	Réactionexothermiqueend othermique
Débit	Trop grande	Trop petit	Débitnul	Retour de produit	Fausseorigine du produit	Autre phase	Manque de gazinerte
Niveau	Trop haut	Trop bas	Appareil vide	recyclage	Erreur de produit	Moussage expansion	Manqued'énergieélectriqu e
concentration	Trop forte	Trop basse	Manqued'additif (catalyseur)	Rapport inversé	Erreur de constituant	Densitédéférente	contamination
Temps	Opération trop longue	Opération trop courte	Opérationoubliée	Reprise de la même opération	Mauvaiseopération	Addition d'uneautreopération	Démarrage Arrêt
Protection	Risqueinduit par surprotection	Protection Insuffisante	Manque de protection	Impact choc	------	Chute dispersion	malveillance

L'HAZOP est une technique qualitative nécessite une équipe pluridisciplinaire autour d'une série de réunions attacher à déterminer les causes et les conséquences potentielles de chaque dérives et à identifier les moyens existants permettant de détecter cette dérive, d'en prévenir l'occurrence ou d'en limiter les effets. Le groupe de travail pourra proposer des mesures correctives à engager en vue de tendre vers plus de sécurité.

II.4.L`objectif de L`HAZOP :

- Réalisation de l'étude au sein d'un groupe de travail rassemblant différents métiers :

Sécurité, ingénierie, exploitation, maintenance…

- Méthode d'analyse systématique liée aux installations avec circuits fluides
- Contribution au respect des normes en matière de sécurité.

•Mise en évidence des principaux problèmes d'exploitation et d'entretien

• Etude des conséquences et risques éventuels liés à ces dérives

•Proposition des mesures correctives appropriées[56].

II.5. Déroulement de L`HAZOP :

Le déroulement d'une étude HAZOP se fait en suivant les étapes suivantes, voir la figure

1) Dans un premier temps, choisir une ligne ou une maille. Elle englobe généralement un Équipement et ses connexions, l'ensemble réalisant une fonction dans le procède identifiée au Cours de la description fonctionnelle.

2) Choisir un paramètre de fonctionnement

3) Retenir un mot-clé et étudier la dérive associée.

4) Vérifier que la dérive est crédible. Si oui, passer au point 5, sinon revenir au point 3.

5) Identifier les causes et les conséquences potentielles de cette dérive.

6) Examiner les moyens visant à détecter cette dérive ainsi que ceux prévus pour en prévenir L'occurrence ou en limiter les effets.

7) Proposer, le cas échéant, des recommandations et améliorations.

8) Retenir un nouveau mot-clé pour le mêmeparamètre et reprendre l'analyse au point 3.

9) Lorsque tous les mots-clés ont été considérés, retenir un nouveau paramètre et reprendre L'analyse au point 2.

10) Lorsque toutes les phases de fonctionnement ont été envisagées, retenir une nouvelle ligne être prendre l'analyse au point.

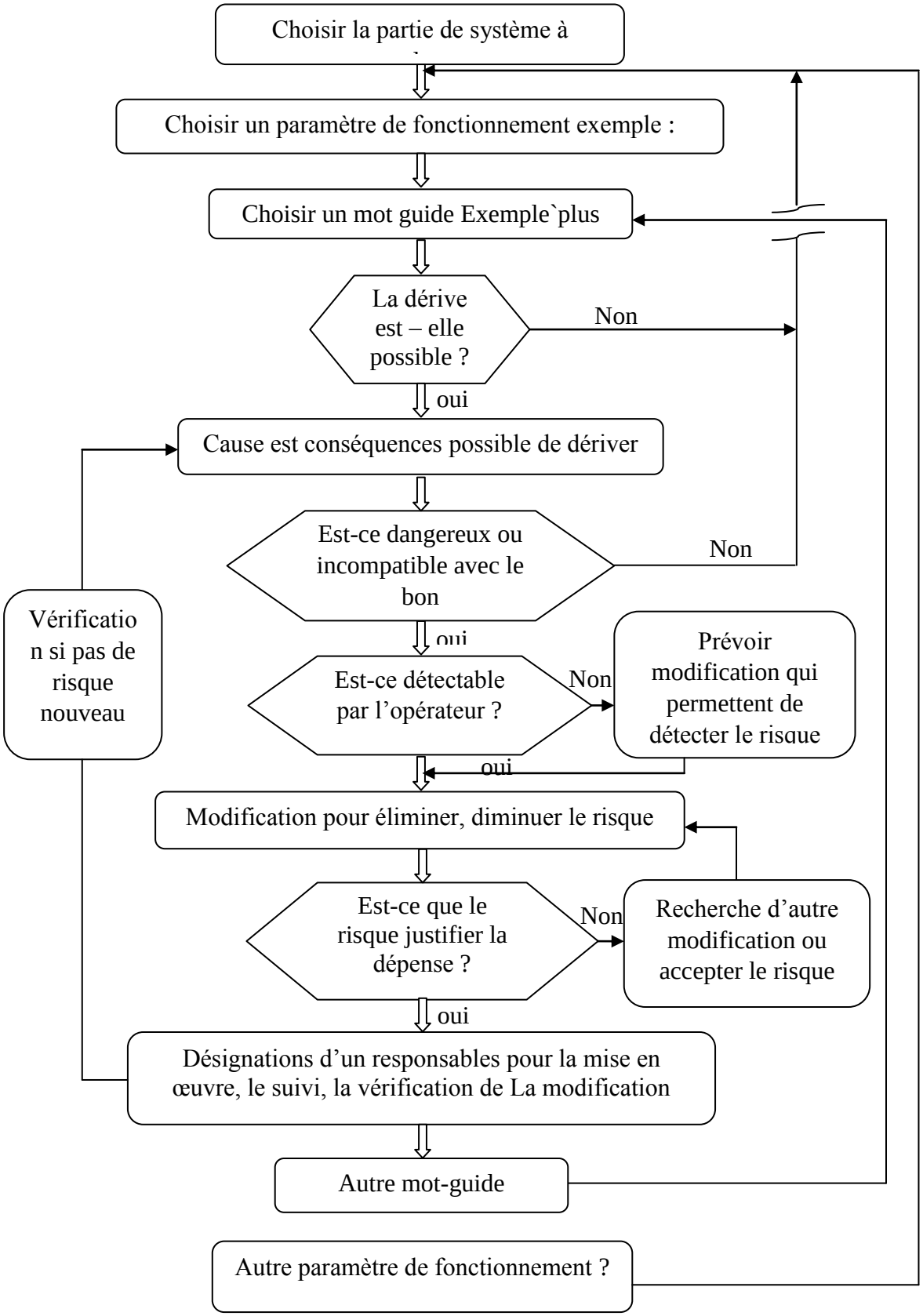


Figure 11 : schéma de déroulement de HAZOP [57].

I.6. Équipe d'étude HAZOP :

Il est important qu'une équipe HAZOP soit constituée de personnes qui apportent à l'étude le meilleur équilibre possible entre les connaissances et l'expérience sur le type d'usine envisagé.

Une équipe HAZOP type sera constituée comme suit[51]:

• Diagrammes de tuyauterie et d'instrumentation (P&ID) pour l'installation.

• Documentation de philosophie ou de description de procédé.

• Procédures de fonctionnement et de maintenance existantes.

• Diagrammes de causes et effets (C&E).

• Plans d'aménagement d'usine.

Tableau 8 : Rôle Equipe d'étude HAZOP [58].

Nom	Role
President	Explique le processus HAZOP, dirige les discussions et facilite l'étude HAZOP. Personne ayant une boneexperience de la méthode HAZOP, mais pas directement impliquée dans la conception, afin de garantir le respect scrupuleux de la method.
Secretaries	Consigne les discussions de la réunion HAZOP et fournit un compte-rendu de celles-ci. Consignee les recommendationsou actions.
Ingénieur de procédé	Généralement l'ingénieur responsable de l'organigramme des opérations de procédé et de l'élaboration des diagrammes de tuyauterie et d'instrumentation (P&ID).
utilisateur/operator	Fournit des conseils sur l'utilisation et l'opérabilité du procédé, ainsi que sur l'incidence d'écarts.
Specialist C&I	Personne ayant les connaissances techniques adaptées en commandes et instrumentation.
Technician de maintenance	Personne chargée de la maintenance du procédé.
Représentant de l'équipe de conception	Fournit des détails relatifs à la conception ou des informations supplémentaires.

II.6.1.Informations utilisées dans l'étude HAZOP Les éléments suivants doivent être consultables par l'équipe HAZOP :[58].

• Diagrammes de tuyauterie et d'instrumentation (P&ID) pour l'installation ;

• Documentation de philosophie ou de description de procédé ;

• Procédures de fonctionnement et de maintenance existantes ;

• Diagrammes de causes et effets (C&E) ;

• Plans d'aménagement d'usine.

II.7. Avantages et limites de la méthode :

a) HAZOP est une méthode très adaptée à l'étude de dangers dans le domaine des procédés tel que le domaine chimique[59].

b) HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo hydrauliques ,Cette méthode présente un caractère systématique et méthodique[39].

c) La méthode HAZOP repose sur la déviation des variables, mais ne prend pas en compte les défaillances, ni les enchaînements que peuvent entraîner les déviations de ces variables.

d) Cette méthode ne représente pas l'installation sous une forme structurée facilement informatisable.

e) HAZOP permet difficilement d'analyser les événements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances ;

f) Il est parfois difficile d'affecter un mot-guide à une portion bien délimitée du système à étudier. Cela complique singulièrement l'identification exhaustive des causes potentielles d'une dérive [60].

Description de la méthode

- Définition du système à étudier
- Prise de connaissance du système
- Eléments spécifiques à la méthode
- Présentation du tableau HAZOP
- Analyse des dysfonctionnements et mise en place de recommandations
- Quand utiliser HAZOP ?
- Application de la méthode sur un cas d'école [56].

Chapitre III : Application de la méthode HAZOP sur le système de refroidissement des machines plastique (Machine injection)

III.I. Présentation de l'entreprise FMI PLAST :

I.1).Analyse de l'état du site et de son environnement :

I.1.1).Présentation de la zone d'étude :

La ville de Médéa est le chef-lieu de la wilaya, elle se situe à 89KM au sud d'ALGER, géologiquement elle appartient à la chaine montagneuse de l'ATLAS Tellien et à l'extrémité nord des hauts plateaux.

La zone du site est un lotissement est une région agro-pastorale à savoir :

-La céréaliculture et le maraichage, y sont bien développés.

- Les cultures maraichères et fruitières.

-L'élevage ovin, bovin y est présent dans la région avec plus de 620 000 ovins et 105 000 bovins (selon des chiffres communiqués).

- Douze petits barrages et de nombreuses retenues colinéaires réalisées aux quelles, il faut ajouter le barrage de Oued El ADHRATES qui sert à l'irrigation d'une superficie de 500 m (de rayon).

- Le secteur industriel est représenté par quelques entreprises dont les Plus importantes et opérationnelles sont:

*Complexe ANTIBIOTICAL SAIDAL HARBIL.

*Unité BAUAMRA minoterie.

*Arabe métal.

I.1.2).Identification de l'unité :

FMI PLAST est une unité industrielle active dans la transformation de matière plastique, importée de l'étranger et précisément de l'Arabie Saoudite. L'activité de ce complexe comprend la fabrication de fournitures d'irrigation de toutes sortes et de les envoyer vers les états désertiques de la patrie (Ghardaïa, Al-Manea, Wadi Souf, Biskra...).

I.1.3).situation géographique de l'unité :

L'entreprise est située dans la zone industrielle à 3 km à l'ouest de Midia, bordée au nord par la RN 18, à l'est par la route Dra` Al-Sammar, et à l'ouest par des propriétés privées.

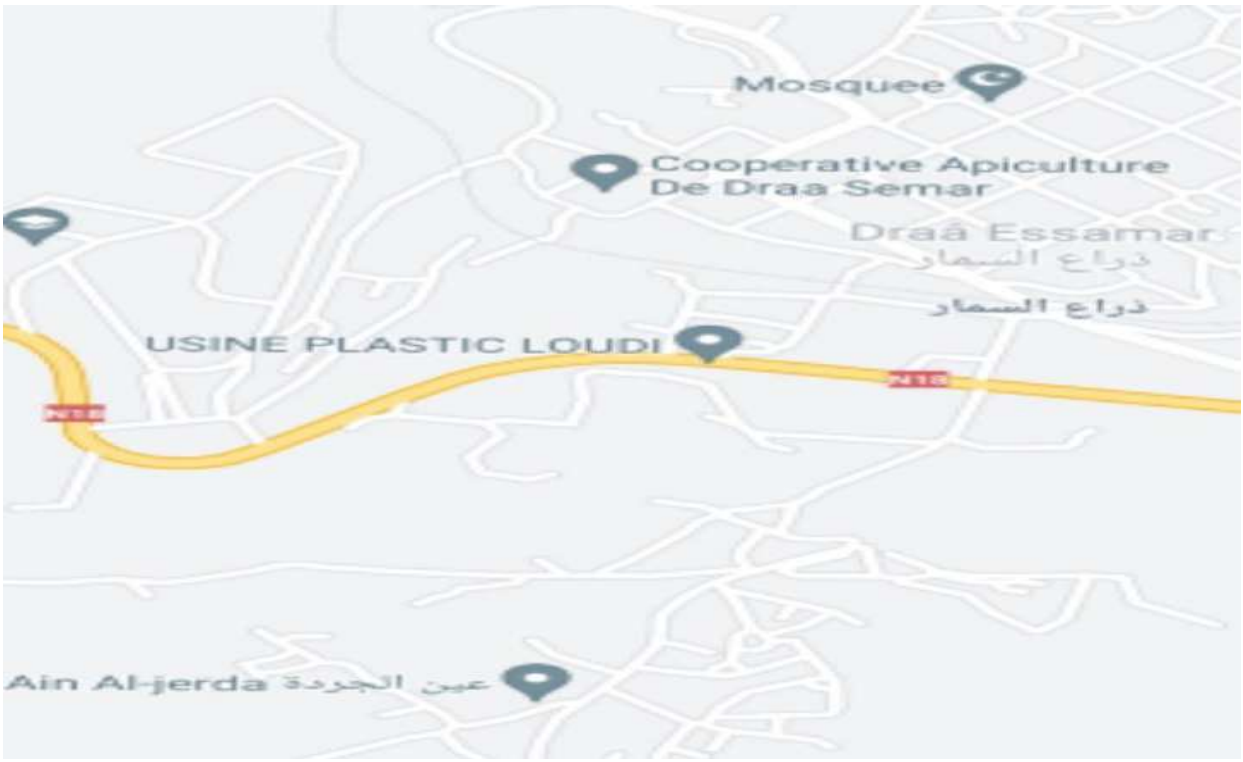


Figure 12: Situation géographique de FMI PLAST

I.1.4). situation géographique de site:

Le site à étudier est situé à l'ouest de la ville de Médéa, au niveau de la commune de Draa-Smar (l'ancienne assemblée coloniale, très connue, la ville de Médéagroupe DAMIET) et cela se situe dans la première partie de la zone d'activité de Draas-Smar avant la construction et l'exploitation de la deuxième zone d'activité située sur le bas de pente à la sortie ouest Vers le village, en direction de Harbil. L'unité est située exactement dans la marée RN 18 à Khemis Miliana.

I.2. Attributions industrielle de l'entreprise :

I.2.1.Activité principale :

Transformation des matières plastique pour la fabrication micro irrigation (coller de prise en charge, embout fileté, tétine, goutteur, buse avec joint, départ de rampe, bouchon, jonction..)..

I.2.2. matières premières mise en œuvre :

Laquantité de la matière premièreutilisée par l'unitè est illustrée dans le tableau

Ci-dessous **:**

Tableau : matière première

Nom	Quantitè Consommé T/AN	Quantitèstockèeen tone	Etate physique
Polystyrene	1500 à 2000 T	Variable 10 à 150 T	Solid
PEBD	1000 à 1500 T	Variable 10 à 100 T	Solid
PP,BOPP	20 à 80 T	Variable 3 à 5 T	Solid

I.2.2.1.Adjuvants, additifs :

1. Stabilisants.

2. Colorants.

I.2.2.2. produits fini :

Les outils d'arrosage sont le produit principal de l'usine et le film plastique pour l'agriculture.

Nature du produit	Quanttie T/an	Observation
coller de prise en charge	10	Utilisèes pour fixe les tubes en la terre agricole.
goutteur	10	Utilisèes pour arrosage du l'agriculture goutte à goutte.
jonction	5	Utilisèes pour arrivèe les tubes.
buse avec joint	2	La buse de refoulement standard avec joint permet de renvoyer l'eau provenant.
Film diverse	15	Destine à l'agriculture.

Système d'étude choisi : system de refroidissement

A/ refroidisseur :

Le rôle de compresseur est d'augmenter la pression et de la température du réfrigérant provenant de l'évaporateur pour être supérieure à celle de température de l'eau de condensation pour condenser le gaz. Permet les compresseurs utilisés dans ce domaine est le compresseur à vis.et le gaz entre dans le compresseur par la conduite d'admission à basse pression et température et sort à haute pression et température.

Ensuite, le gaz provenant du compresseur pénètre dans le condenseur à une température et une pression élevées, et un échange se produit entre le gaz et la température élevée et l'eau provenant du réservoir où le réfrigérant perd de la chaleur et se condense et se transforme en un liquide à haute pression.

Avant que le réfrigérant n'entre dans le détendeur, il traverse un appareil appelé sécheur, et cet appareil absorbe l'humidité et le fluide de refroidissement pour s'assurer qu'il est propre avant d'entrer dans le détendeur.

Cette vanne est utilisée dans les systèmes de climatisation géants et ce système fonctionne en fonction de la température du liquide de refroidissement à la sortie de l'évaporateur, où il prend un signal d'un appareil

Il prend un signal d'un appareil qui détecte la température à la sortie de l'évaporateur et envoie un signal à une vanne, qui à son tour contrôle la quantité appropriée de réfrigérant qui entrera dans l'évaporateur. Le réfrigérant basse pression sortira du détendeur et entrera dans l'évaporateur à basse température. À l'intérieur de l'évaporateur, la température de l'eau de retour de la centrale de traitement d'air sera absorbée par le réfrigérant en raison de la différence de température entre les deux.

Il prend un signal d'un appareil qui détecte la température à la sortie de l'évaporateur et envoie un signal à une vanne, qui à son tour contrôle la quantité appropriée de réfrigérant qui entrera dans l'évaporateur. Le réfrigérant basse pression sortira du détendeur et entrera dans l'évaporateur à basse température.

À l'intérieur de l'évaporateur, la température de l'eau revenant de la centrale de traitement d'air sera absorbée par le réfrigérant en raison de la différence de température entre les deux et ainsi le réfrigérant s'évaporera et deviendra un gaz à basse pression et retournera au compresseur. L'eau glacée sortira du liquide de refroidissement vers la pompe que vous pomperez à son tour de l'eau vers la machine industrielle.

La température de l'air baisse lorsqu'il passe dans les tuyaux d'eau froide provenant de l'évaporateur et est poussé par des ventilateurs pour conditionner le réfrigérant.

Après la montée en température, l'eau de retour de la machine industrielle retourne à l'évaporateur pour être refroidie et pompée vers les centrales de traitement d'air.

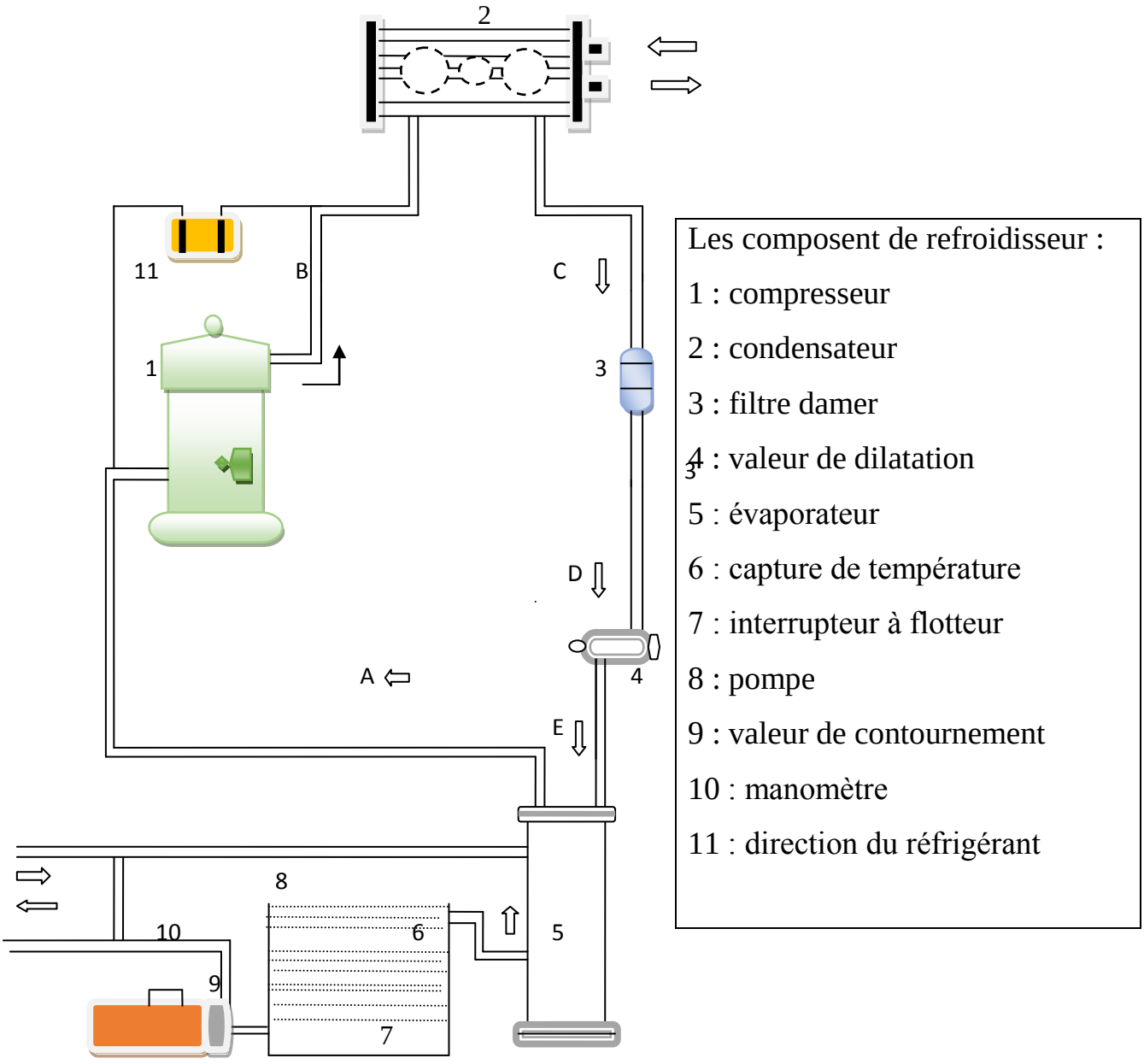


Figure 12 : diagramme du refroidisseur

III.2.Tableaux HAZOP pour le refroidisseur :

Dans cette partie, la méthode de HAZOP au niveau de afin d'évaluer les risque qui peuvent apparaitre au niveaude refroidisseur de l' unitè industrielle **FMI PLAST**.

Tableau9 :la méthode HAZOP au niveau du réservoir de refroidisseur.

Date :du23 à 25/06/2021 **Ligneouéquipement : au niveau du réservoir de refroidisseur**								
N°	Mot clé	Paramètre	Déviation	causes	conséquences	Barrières Sécurités	Actions correctives	observations
1	Plus de	Niveaud`eau	Niveaud`e auélevé	-vanne défaillante -Pressostat défaillant	.Augmentation de pression -Risque d`endommag-ementde réservoir	Evacuation de sécurité (tarage)	-Alarme niveau haut -Ronde de routine	Criticité négligeable, Aucune modification de conception Maintenance corrective
2	Moins de	Niveaud`eau	Niveaud`e au bas	-vannedéfaillante .Pressostat défaillant - Rupture ou fuite dans la Conduite	-Diminution de Pression -Risque d`arrêt du procès -Cavitation de la Pompe	vanne de secours (redondance)	Alarme niveau bas -Ronde de routine	Criticité négligeable, Aucune modification de conception Maintenance corrective -Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)
3	Plus de	Pression	Pression trop haute	- Défailla-nce de la boucle régulation	Endomagementles équipements	-Aucun	- ajouterunesoupape	- Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)
4	Moins de	Pression	Pression trop bas	- bouchage des tubes -la puissance de la pompe tro faible	-avec le temp Arrêt du process	-Maintenance périodique	-ajouter un produit anti calcaire	-Maintena-nce corrective - Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)
5	Autre que	Utilités	Manqued'énergieéle ctrique	-Défaill-ance du système électrique	-Perte de contrôle sur le système derégulation	-Aucun	- Groupe alternateur - Double alimentation électrique	-Afficher un panneau(que faire en cas de problème ou bien de panne)

Tableau10 :la méthode HAZOP au niveau de condenseur -circuit d`eau bâche vers lecondenseuret circuit d'air vers le condenseur

Date :27/06 /2021 au niveau de condenseur								
N°	Mot clé	Paramètre	Déviation	Causes	conséquences	Barrières Sécurités	Actions correctives	observations
1	inverse	Débit	Retour de produit	-Arrêt de la pompe - Défaill-ance de Clapet anti-retour	-Haute pression Dans Le reservoire	-Aucun	-Clapet anti-retour(de secoure)	- Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)
2	Pas de	Niveaud` eau	Absence d`eau	-vanne en panne -Pressostat défaillant -Pompe en panne -Sondes Défaillantes -régulateur Défaillant -fuite d`eau	-Arrêt du processus -Déformation de condenseur	-Teste d`étanchéité	-Prévoir alarme de niveau pour la bâche d`eau -Prévoir alarme de température pour la condenseur-Opérateur (visite chaque jour)	Criticité négligeable Aucune modification de conception Maintenance corrective
3	Plus de	Niveaud` eau	Niveaud`eauélevé	--Sondes Défaillantes -régulateur Défaillant - Défaillance de la boucle	.Augmentation de la pression -Risque d'endommagement des tubes -Processusperturbé	-Alarme (HP) -Soupapes de sécurités	-Limiteur de niveau avec alarme	Criticité négligeable Aucune modification de conception
4	Moins de	Niveaud` eau	Niveau d`eau très bas	-Sonde défaillante -Régulateur défaillant -Pompe en panne -Vanne fermée -vanne en panne - Rupture des tubes	-Processus perturbé -Endommagement de la condensateur -Cavitation de la Pompe -manque d'eau	sonde	-Maintena-nce - Alarme niveau bas - Sonde de niveau -Interlock arrêt de la Chaudière -Inspection	-Maintena-nce corrective - Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)

				-Niveau très bas bâche Alimentaire -Rupture des tubes de condensateur	d'alimentation		visuelle périodique	
5	Moins de	Temperature	Trop froid	-Défaill-ance de la boucle de régulation detempé-rature	-Sur consommation de combustible, impact sur les équipements consommateurs	-Aucun	-Alarmebasse Température	- Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)
6	Plus de	Temperature	Trop Chaude	Défaillance de la boucle de régula-tion de tempéra-ture -Pression haute dans le réseau d'eau - Mauvais échange dû à l'entartrage des tubes	-Endommage-ment des équipements consommateurs -Endommage-ment de condensateur -Choc thermique du métal. -Rupture des tubes	-Aucun	-Alarme HT équipements consommat-eurs - Analyser régulièrementl'eau	- Maintenance Corrective - Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)
7	Plus de	Pression	Pression trop haute	- Défaillance Vanne de sortie d'eau - Arrêt brusque d'un équipementconsommateur -Régulateur défaillant -Excès d`eau -Augmentation de la temperature	-Rupture des tubes. -Endommagement de la condensateur	-Pressostat de sécurité -Alarme de surpression	-Alarme HP - Soupape de sécurité -Limiteur de pression	-Maintena-nce Corrective - afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)
8	Moins de	Pression	Basse pression	-Défaillance de régulateur -Chute de température - manqued`eau	Arrêt du process	-Opérateur (visite périodique)	Alarme de soupression	CriticiténégligeableAucune Modificationde conception Maintenancecorrective
9	Autre que	Utilités	Manqued'énergieélectrique	-Défaillance du système Électrique	-Perte decontrôlesur le système derégulation	.Aucun	- Groupe alternateur - Double alimentation électrique	- Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)

Tableau11: la méthode HAZOP au niveau de ventilateur- Circuit de AIR

Date : 28/05/2021 **Ligne ou équipement :au niveau de ventilateur- Circuit de AIR**								
N°	Mot clé	Paramètre	Deviation	causes	conséquences	Barrières Sécurités	Actions correctives	observations
1	Autre que	Utilités	Manqued'air instruments	-Défaillance de Compression d'air - Mauvaise qualité d'air comprimé (il contient des impuretés)	-Perte de contrôle sur le système de régulation	-Aucun	-Analysed'air Régulièrement - Sécheurd'air	-Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)
2	Autre que	Utilités	Manqued'énergieélectrique	-Défaillance du système électrique	-Perte de contrôle sur le système de régulation	-Aucun	- Groupe alternateur - Double alimentation électrique	-Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)

B/ la machine d'injection de plastique :

Une machine d'injection plastique qui fabrique des outils d'arrosage de toutes sortes il se compose d'une vis alternative, généralement entraînée par un moteur électrique, et d'un canon chauffé. Ce moteur électrique ou hydraulique transfère généralement le polymère fondu à travers des portes ou des moules disposés et le dépose dans un moule divisé qui contrôle la température, et la machine d'injection plastique est connectée au liquide de refroidissement pour ajuster la température de la machine et maintenir sa sécurité.



Figure 13 : machine d'injection de plastique

Tableau 12: la méthode HAZOP au niveau de machine de l'injection -circuit d` eau de refroidisseur vers la machine

Date :28/06/2021 Ligne ou equipment : niveau du machine de plastic								
N°	Mot clé	Paramètre	Deviation	Causes	conséquences	Barrières Sécurités	Actions correctives	observations
1	inverse	Débit	Retour de produit	-Arrêt de la pompe - Défaill-ance de Clapet anti-retour	-Haute pression Dans Le conduit d'eau	-Aucun	-Clapet anti-retour(de secoure)	-Criticiténégligeable Aucunemodification deconception - Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)
2	Plus de	Niveaud`eau	Niveaud`eauélevé	--vanne en panne -SondesDéfaillantes -régulateurDéfaillant - Défaillance de compesseure - compesseure a hote pression	.Augmentation de la pression -Risque d'endommagementdes tubes -Risqued'endommagement de la machine -Processusperturbé	-Alarme (HP)	-Limiteur de niveauavec alarme	Criticiténégligeable Aucunemodification de conception - Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)
3	Moins de	Niveaud`eau	Niveau d`eau très bas	-Pompe en panne -Vanne fermée -vanne en panne	-Processus perturbé -Endommagement Des equipement -Cavitation de la	-Aucun	-Maintena-nce - Alarme niveau bas - Sonde de niveau -Inspection visuelle	-Maintena-nce corrective - Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou

				- Rupture des tubes	Pompe		périodique	bien de panne)
4	Moins de	Température	Trop froid	-Défaill-ance de régulateur de tempé-rature	-mauvaisqualité de produit final	-Aucun	-Alarmebasse Température	- Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)
5	Plus de	Tempéra-ture	Trop Chaude	-Défaillance de ventilateur -Défaillance de la boucle de régula-tion de tempéra-ture -Pression haute dans le réseau d'eau	-Endommage-ment des équipements consommateurs -Choc thermique du métal. -Rupture des tubes	-Aucun	- AlarmeHTéquipementscon sommat-eurs	- Maintena-nce Corrective - Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)
6	Plus de	Pression	Pression trop haute	- Défaillance de pommpe - Arrêt brusque d'un équipement consommateur -Régulateur défaillant -Augmentation de la température	-fissures des tubes. -Endommagement de la machine	-Alarme de surpression	- Soupape de sécurité -Limiteur de pression	-Maintena-nce Corrective - afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)
7	Moins de	Pression	Basse pression	-Défaillance de Régulateur - Défaillance de pommpe -Chute de température - manque d`eau	--Endommage-ment des équipements de machine -produit no fine -deformation du mole	-Opérateur (visite périodique)	Alarme de soupression	Criticité négligeable Aucune modification de conception Maintenance corrective
8	Autre que	Utilités	Manqued'énergieélectrique	-Défaillance du système électrique	-Perte de contrôle sur le système de régulation	-Aucun	- Groupe alternateur - Double alimentation électrique	-Afficher un panneau (que faire en cas de problème ou bien de panne)

Conclusion Générale

CONCLUSION GENERALE

Conclusion :

Dans le cadre de ce travail,nous avons utilisé la méthode HAZOP afin d'étudier les risques probables qui peuvent apparaitre dans la machine de production de plastique**FMI PLAST**

Pour appliquer cette méthode d'analyse des risques, il faut tout d'abord faire une description générale du système afin d'identifier les zones les plus dangereuses.

L'analyse du système par la méthode HAZOP nous a permis de découvrir des points forts du système qui sont les suivants :

- ✓ System d'alarme de refroidisseur.
- ✓ signal d'appareil qui détecte la température.
- ✓ Afficheur numérique qui afficher tous les informations.

Ainsi les points faibles du système qui sont les suivant :

- ✓ l`élévation de la Concentration d`eau (réservoir)
- ✓ l` inversementde débit d`eau (le refroidissement)
- ✓ l`augmentation du bruit de la machine
- ✓ le manque ou l`absence de l`énergie électrique(le système)

Enfin, nous avons proposé des actions correctives qui sont les suivants :

- ✓ l'optimisation du traitement des eaux de refroidissement.
- ✓ l`addition d`une groupe alternateur

Les perspectives de ce travail seront :

- ✓ Une étude comparative entre la méthode Hazop et la méthode AMDEC pour mieux cerner notre système, et pour avoir une meilleure lisibilité.
- ✓ La réalisation d'une salle de commande pour mieux contrôler les différentes lignes de la chaufferie.

Référence Bibliographique

REFERENCE BIBIOGRAPHIQUE

[1] ISO, “Aspects liés a la securite principe directeur pour les inclure dans les normes, ISO/CEI/96/82.” 1999.

[2] Inspection générale d'hi. www.sg.cnrs.fr/ighsL, consulte in March 2016.

[3] [ISO 99]: ISO « Aspects liés à la sécurité : Principes directeurs pour les inclure dans les Normes » Organisation internationale de normalisation1999.

[4] [VIL 98]:A.Villemeur «Sûreté de fonctionnement systèmes industriels»Eyrolles,1998.

[5] [OHS 98]:OHSAS 18001, Système de management de la santé et de la sécurité au travail- Spécification -BSI, AFNOR, 1999.

[6] www.inrs.fr/demarche/risques-industriels.html *INRS*

[7] NICHAN.M,Risques et accidents industriels majeurs caractéristiques • réglementation prévention. 2006.

[8] CHAGUETMI.F, “Urbanisation autour des sites industriels à haut risque- cas de skikda,” université Mentouri Constantine, 2011.

[9] DR. Lionel SC trick « la prévention des risques professionnels », P2.

[10] Associations d’Assurance Contre les Accidents AAA « pas à pas vers L’évaluation et la gestion des risques », Luxembourg.

[11] DUPONT.R, THEODORE.L, and REYNOLDS.J, “Sécurité industrielle de la prévention des accidents à l’organisation des secours,” 1993.

[12] DUPONT.R, THEODORE.L, and REYNOLDS.J, “Sécurité industrielle de la prévention des accidents à l’organisation des secours,” 1993.

[13] INRS, Évaluation du risque incendie dans l’entreprise Guide méthodologique. 2019.

[14] INRS, Santé et sécurité au travail, Risques biologiques. 2020.

[15] FOURATI.N, “Prévention des risques mécaniques,” 2012.

[16] [ISO 99]: ISO, « Aspects liés à la sécurité : Principes directeurs pour les inclure Dansles Normes », Organisation internationale de normalisation, 1999.

[17] ISO, “Aspects liés a la securite principe directeur pour les inclure dans les normes, ISO/CEI/96/82.” 1999.

[18] [ISO, 1999], ISO/CEI Guide 51. Aspects liés à la sécurité : Principes directeurs Pourlesinclure dans les normes. Organisation internationale de normalisation (ISO).

[19] [ISO 99]« Aspects liés à la sécurité : Principes directeurs pour les inclure dans Les Normes », Organisation internationale de normalisation, 1999.

[20] www.risquesprofessionnels.fr.

[21] OHSAS 18001, Système de management de la santé et de la sécurité au travail-exigences -BSI, 2007, P2-4.

[22] Inspection générale d'hi. www.sg.cnrs.fr/ighsL, consulted in March 2016.

[23] Mr. M. Merad, « Analyse de l‟état de l‟art sur les grilles de criticité », Rapport INERISDRA638, 16 Mars 2004, P11.

[24] OHSAS 18001, Système de management de la santé et de la sécurité au travail-exigences -BSI, 2007, P2-4.

[25] Nouhed Achouri, apport de la logique floue á l'analyse de criticité des risques industriels, Mémoire de Magister en Hygiène et Sécurité Industrielle soutenue à L'université Université Hadj Lakhdar de Batna, 2009, P6-7.

[26] [DESROCHES, 1995], Desroches A. Concepts et méthodes probabilistes de base de sécurité.

[27] [Villemeur, 1988], Sureté de fonctionnement des systèmes industriels. Eyrolles, 1988.

[28] [kirchsteiger, 1999], On the use of probabilistic and deterministic methods in risk.

[29] Tech. l'ingénieur. Évaluation de la criticité des équipements. Méthodes analytiques réf : SE4005

[30] GARDES.L, "Méthodologie d'analyse des dysfonctionnement des systèmes pour une meilleure maîtrise des risques industriels dans les PME : application au secteur du traitement de surface," 2001.

[31] Tech. l'ingénieur. Méthodes d'évaluation de la criticité des équipements. Métriques et indicateurs de Performance réf SE4006

[32] [sureté de fonctionnement des systèmes industriels A.Villemeur-Ed. Eyrolles (1988)]

[33] GOLBERG.E"System Engineering'Toolbox'for Design-Oriented Engineers,"1994.

[34] THERRIEN.S, "Développement d'une méthodologie pour déterminer les objectifs de fiabilité des systèmes importants pour la sûreté d'une centrale nucléaire de type candu," Université du Québec à trois-rivières, 2006

[35] LEDOUX.C, "Analyse de risques appliquée à validation du nettoyage des équipements de fabrication de médicaments aérosols," Universite de rouen ufr de medecine et depharmacie, 2014.

[36] COLLOMP.R, "Pilotage de la performance du circuit du médicament au travers du management des risques iatrogènes," l'Ecole des Mines de Paris, 2008.

[37] BENHADJI.S, "Risque projet et méthodes de management des risques projet : quelle approche pour une contribution a une meilleure planification d'un projet de construction?," Université El-Hadj Lakhdar - Batna, 2014.

[38] BOURARECHE.M, "Apport des techniques floues et possibilistes à l'analyse semi-quantitative des risques industriels," Universite EL Hadj Lakhdar Batna, 2009

[39] KHELOUFI.DJ and MEDJDOUB.J, "Analyse de la Surete de Fonctionnement pour la Maitrise des Risques de la Chaudiere de Tchin-Lait," Universite Abderrahmane Mira de Bejaia, 2013

[40] DEBRAY.B, CHAUMETTE.S, DESCOURIERE.S, TROMMETER.V, Méthode d'analyse des risques générés par une installation industrielle.

[41] [Innova Tech ASBL| Rue Auguste Piccard, 20 | 6041 Charleroi (Belgique)]

[42] Formation SF6 la méthode HAZOP Les principes et la mise en œuvre

[43] https ;//www.unit.eu methode nœud papillon –analyse des risques

[44] THERRIEN.S, "Développement d'une méthodologie pour déterminer les objectifs de fiabilité des systèmes importants pour la sûreté d'une centrale nucléaire de type candu," Université du Québec à trois-rivières, 2006.

[45] CEI, études de danger et d'exploitabilité (étude HAZOP)_guide d'application. 2001.

[46] [IEC61511, 2003], Norme CEI 61511.Sécuritéfonctionnelle - Systèmesinstrumentés

[47] [Arthur M. Dowell III, 1998] Layer of protection analysis for determining safety integrity level, *ISA Transactions*, vol. 37, No. 3, pp. 155-165, 1998.

REFERENCE BIBIOGRAPHIQUE

[48] Hammad, kH. (2016). MAÎTRISE DU RISQUE D'EXPLOSION AU NIVEAU DES CHAUDIÈRES Cas : FERTIAL Algérie. [Thèse].

[49] «**MADS** » (**M**éthodologie d'**A**nalyse de **D**ysfonctionnement des **S**ystèmes).**CEA. C**ommissariat à l'**E**nergie **A**tomique, **France** 1980et d'universitaires de l'IUT de sécurité de Bordeaux.

[50] IENRIS-DRA-2006-P46055-CL47569 : 7 : methode d'analyse des risques générés par une instalation industieles

[51] [rapport de DNV, 2010].

[52] Formation SF6 la méthode HAZOP Les principes et la mise en oeuvre

[53] LEDOUX.C, "Analyse de risques appliquée à la validation du nettoyage des équipements de fabrication de médicaments aérosols," Universite de rouen ufr de medecine et de pharmacie, 2014.

[54] ROYER.M, "Méthodes d'analyse des risques," *Tech. l'ingénieur*, 2016.

[55] BERDOUZI.F, "Simulation dynamique de dérives de procédés chimiques. Application à l'analyse quantitative des risques," Institut National Polytechnique de Toulouse, 2017.

[56] Formation SF6 la Méthode HAZOP

[57] A. BERRAR «Gestion des risques par l'analyse préliminaire au sein de complexe GL1/K SONATRACH SKIKDA» mémoire de master. Université d'ANNABA 2017.

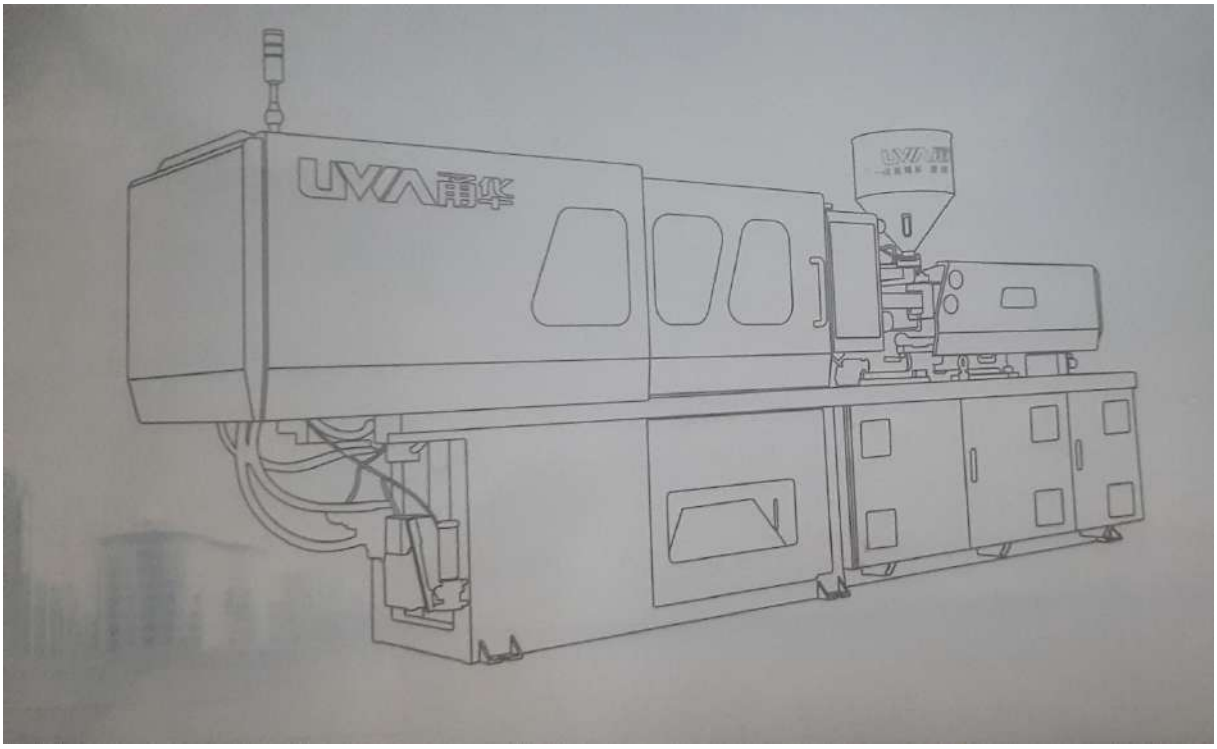
[58] MILWAUKEE.D, KLEETLAAN.C, and BOMBARDIER.B, "Sécurité fonctionnelle dans l'industrie des procédés Principes, normes et mise en oeuvre," 2013.

[59] MAZOUNI.M, "Pour une Meilleure Approche du Management des Risques : De la Modélisation Ontologique du Processus Accidentel au Système Interactif d'Aide à la Décision," l'Institut National Polytechnique de Lorraine, 2008.

[60] FROQUET.L, "Contribution à l'analyse des risques : Proposition d'une méthode par scénarios et capitalisation de la connaissance," Institut National Polytechnique de Grenoble, 2005.

ANNEX


UVA甬华


UVA甬华

Tableaux : les paramètres techniques :

Specification	unitè
Diamètre de la vise	m/m
Rapport L/D vis	l/d
Volume court	cm-.3
Poids d'injection	g
plastifier	g/s
taux d'injection	g/s
pression d'injection	MPa
vitesse de vis	Rpm
pression max de la pompe	MPa
puissance du moteur de la pompe	KW
puissance de chauffage	KW
dimension de la machine	m
capacitè du reservoir d'huile	L
poids de la machine	T