



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ IBN-KHALDOUN DE TIARET

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Parcours : Master professionnelle
Domaine : Sciences & Technologie
Filière : Electromécanique
Spécialité : Maintenance Industrielle

THÈME

*La probabilité dans les études de sécurité
Et dangers*

*Présenté par Messieurs :
Kana Ali & Achiche Mostafa*

Devant le Jury :

Nom & Prénom(s)	Grade	Qualité	Structure de rattachement
Makhfi souad	MCB	Président	Université de Tiaret
Benamar badr	MAA	Examineur	Université de Tiaret
Ghuemmour Med.B	MCB	Encadreur	Université de Tiaret

PROMOTION 2018/2019

Dédicace

À

Nos parents

Nos frères et sœurs

Nos familles

Nos amis.

Remerciements

Nous tenons à remercier tout d'abord ALLAH le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

Nous sommes également très reconnaissants envers le Jury pour l'honneur qu'il nous fait d'avoir accepté d'examiner notre mémoire de Master, et nous le remercions également pour le temps qu'il passe à évaluer notre manuscrit.

Ainsi, nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur Mr GUEMMOUR Mohamed pour avoir d'abord proposée ce thème, pour suivi continuel tout le long de la réalisation de ce mémoire et qui n'a pas cessé de nous donner ses conseils.

Nos remerciements vont aussi à tous les enseignants du département de Génie Mécanique qui a contribué à notre formation par ailleurs.

Nous tenons à remercier vivement toutes personnes qui nous ont aidé à l'élaborer et réaliser ce mémoire, ainsi à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à accomplir ce travail.

En fin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous nos amis et collègues pour le soutien moral et matériel...

Liste des figures

Fig. 1.1 : Relation aléa et vulnérabilité.....	4
Fig. 2.1 déroulement de la gestion des risques	20
Fig. 3.1 : Grille de cotation de risque.....	29
Fig. 3.2 : Exemple de grille de criticité.....	29
Fig. 3.3 : Principe de construction de l'arbre de défaillance.....	33
Fig. 3.4 : Exemple d'arbre de défaillance.....	36
Fig. 3.5 exemple de l'arbre d'événement.....	38
Fig. 3.6 : représentation d'un scénario d'accident sous forme de nœud papillon.....	40
Fig. 3.7 : Nœud papillon d'une rupture de tuyauterie.....	41
Fig. 4.1: Implantation de l'unité SOFACT (Google Map)	46
Fig. 4.2 : Processus de transformation ou de traitement.....	47
Fig. 4.3 : processus de fabrication.....	47
Fig. 4.4 : schéma d'une cardé à coton avec chute d'alimentation et boudineuse.....	51
Fig. 4.5 : schéma d'une cardé à laine avec dispositif d'alimentation et mécheuse	53
Fig. 4.6 : Aperçu de la machine cardé	63
Fig. 4.6 : la grille de cotation pour notre cas d'étude	66

LISTE DES TABLEAUX

Tab 2.1 : Description des risques.....	23
Tab 2.2 : Consequences / Menaces et Opportunités.....	24
Tab 2.3 : Probabilité d'occurrence / Menaces.....	25
Tab 2.4 : Probabilité d'Occurrence/Opportunités.....	25
Tab 3.1 : les échelles de cotation.....	28
Tab 3.2 : l'échelle de probabilité.....	30
Tab 3.3 : Échelle de classe de fréquence utilisée par l'INERIS pour les EI.....	31
Tab 3.4 : Les principaux symboles utilisés pour la construction des arbres.....	35
Tab 3.5 : Les grandes catégories d'événements initiateurs.....	40
Tab 4.1: Filiales du groupe GETEX-SPA.....	45
Tab 4.2: Chronologie de Création de l'unité SOFACT.....	46
Tab 4.3 : Nomenclature des principales pièces.....	51
Tab 4.4 : Nomenclature des principales pièces.....	53
Tab 4.5: liste des opérations sur les vieilles cartes à coton.....	56
Tab 4.6: liste des opérations sur les cartes à coton récentes.....	56
Tab 4.7: liste des opérations sur les cartes à laine.....	57
Tab 4.8 : Fréquence (F), et Taux d'exposition (E).....	58
Tab 4.9: Matrice de calcul de la probabilité d'occurrence.....	58
Tab 4.10 : Gravité de dommage corporel (G).....	58
Tab 4.11: niveau de protection (N).....	59
Tab 4.12: Matrice d'évaluation de risque initial.....	60
Tab 4.13 : Matrice d'évaluation des risques réel.....	60
Tab 4.14 identification et description des risques émanant de la machine carte.....	65

SOMMAIRE

Introduction générale	2
-----------------------------	---

CHAPITRE I : risques industriels

1.1. NOTIONS FONDAMENTALES	4
1.2. RISQUES INDUSTRIELLES	5
1.2.1. Définition de risques industrielle	5
1.2.2. Famille de risque industriel.....	5
1.2.3. Phénomènes dangereux :.....	6
1.2.5. Situations dangereuses	7
1.3. GESTION DES RISQUES INDUSTRIELS.....	12

CHAPITRE II : analyse du risque

2.1. INTRODUCTION :	19
2.2. PROCESSUS DE GESTION DU RISQUE.....	19
2.3. IDENTIFICATION DU RISQUE	20
2.3.1. Notions de base	20
2.3.2. Identification des risques	22
2.4. DESCRIPTION DES RISQUES	23
2.5. ESTIMATION DES RISQUES	24

CHAPITRE III : évaluation du risque

3.1. INTRODUCTION	27
3.2. ROLE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES	27
3.3. CRITERES D'ÉVALUATION.....	27
3.4. GRILLE DE COTATION DU RISQUE	28
3.5. L'ÉCHELLE DE COTATION UTILISÉE :.....	29
3.6. REPRÉSENTATION DES SCÉNARIOS D'ACCIDENT	31
3.6.4 SYNTHÈSE SUR LES APPROCHES ARBORESCENTES.....	33

CHAPITRE IV : Evaluation des risques sur les cartes

4.1 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE.....	45
4.1.1 Groupe GETEX.....	45

SOMMAIRE

4.1.2. Filiale TEXALG	45
4.1.3. Unité SOFACT	46
4.2 PROCESSUS INDUSTRIEL.....	47
4.3. OPERATION DE CARDAGE	49
4.3.1 Description du cardage.....	49
4.3.2 Machine carde	49
4.3.2.1 Description	49
4.3.2.2 Fonctionnement.....	50
4.3.2.3 Réglage de la machine carde.....	52
4.3.2.4 Différentes tâches sur la carde	54
4.4. APPRECIATION DES RISQUES SUR MACHINE CARDE.....	55
4.4.1 Analyse du risque.....	55
4.4.1.1. Identification et description des risques.....	55
4.4.2. Evaluation du risque.....	58
4.4.2.1. Probabilité d'occurrence	58
4.4.2.2 Gravité de dommage corporel (G)	59
4.4.2.3 Niveau de protection (N).....	59
4.4.2.4 Risque initial :	59
4.4.2.5 Matrice d'évaluation des risques réels :	60
4.4.2.6 La cotation totale du risque réel :.....	60
4.4.3 Traitement des risques	61
4.4.4 Etude de cas	63
4.5. CONCLUSION.....	66
Conclusion générale.....	.67
Références bibliographiques	
Annexes	

SYMBOLE	DESIGNATION
IHM	Interface homme-machine
PPR	Plan de Prévention des Risques
RRC	La réduction des risques de catastrophe
POA	Probabilité d'occurrence annuelle
ERC	Événement Redouté Central
EI	Événements initiateurs
L'INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
PHD	La probabilité des phénomènes dangereux
APR	Analyse Préliminaire des Risques
EDD	Etude de danger
REX	Retour d'expérience

***INTRODUCTION
GÉNÉRALE***

Introduction générale

Actuellement, le monde industriel est devenu plus sensible à la maîtrise des accidents de travail à cause des conséquences graves et même catastrophique matérielles humaine et environnemental. Pour cela des efforts considérables sont fournis en matière de gestion des risques afin de prévenir ces accidents.

Dans un contexte socioprofessionnel où la préoccupation pour les conditions de travail est naissante, il est intéressant d'aider à la concrétisation d'une prise de conscience en faveur de l'amélioration de la santé et la sécurité du travail. A ce stade, la santé et la sécurité au travail deviennent une préoccupation croissante des chefs d'entreprises, car au-delà des impératifs humains et sociaux, ces sujets constituent des enjeux économiques et juridiques.

Dans ce projet de fin d'étude situé dans un contexte technologique s'inscrivant dans le domaine du génie mécanique. Notre travail concerne spécialement de l'identification l'estimation et l'évaluation des risques industriels majeurs pour objet de réduire le maximum du danger et les risques industriels.

Le thème du projet proposé s'intègre dans le cadre du projet de fin d'étude de l'étudiant en vue de l'obtention du diplôme master professionnelle en maintenance industrielle.

Dans le processus de développement, nous avons concentré tous nos efforts pour une meilleure compréhension des problèmes techniques qui peuvent survenir dans la mise en œuvre de la politique d'évaluation des risques industriels.

Donc Comment on peut traiter un danger ou un risque dans le milieu industriel et quelle sont les méthodes qu'il faut utiliser pour les réduire ?

L'évaluation des risques accidentels générés par un site industriel peut être réalisée en suivant une approche probabiliste, qui permet d'analyser de façon aussi exhaustive que possible les scénarios d'accidents potentiels et de valoriser des barrières de sécurité en prévention et en protection de ces scénarios. L'estimation de la probabilité peut être réalisée dans le cadre d'une étude de dangers (EDD), mais également dans le cadre d'études de sécurité non réglementaires. Le présent document a vocation à couvrir l'ensemble de ces contextes.

Chapitre I

RISQUES

INDUSTRIELS

1.1. NOTIONS FONDAMENTALES

Les notions fondamentales liées au risque sont :

Danger : Un danger est une propriété ou une capacité d'un objet, d'une personne, d'un processus pouvant entraîner des conséquences néfastes, aussi appelées dommages. Un danger est donc une source possible d'événements aléatoires qui peuvent avoir lieu sous forme d'incidents, accidents, accidents graves, accidents très graves, catastrophes ou de catastrophes majeurs. [1]

Risque : Le risque est la probabilité que les conséquences néfastes se matérialisent effectivement sous de dommages matériels et humains. Un danger ne devient un risque que lorsqu'il y a exposition et donc, possibilité de dommages. Le risque est la coexistence d'un **aléa** et d'un **enjeu** [1]

- **Aléa** : probabilité qu'un phénomène accidentel se produisant sur un site industriel crée en un point donné du territoire des effets d'une intensité donnée, au cours d'une période déterminée. [2]
- **Enjeu** : ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par le phénomène accidentel. [2]

S'il y a exposition au danger, le risque en est la conséquence. Donc le risque n'est pas un danger

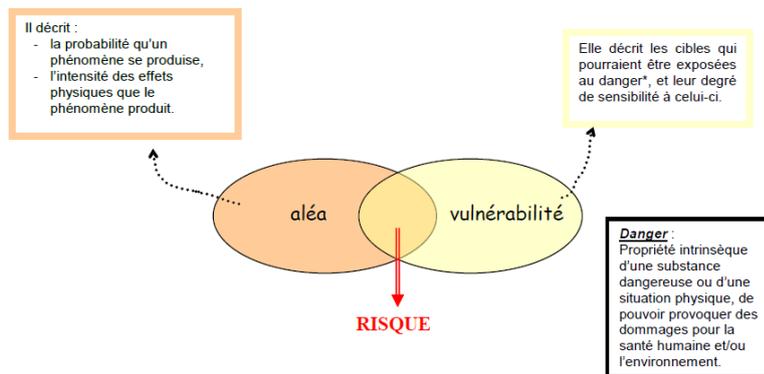


Fig. 1.1 : Relation aléa et vulnérabilité

- Exposition

Dans le présent contexte en relation avec l'évaluation du risque, quand on parle d'exposition, il s'agit du contact entre le danger et une personne, pouvant dès lors entraîner un dommage. Car sans exposition, pas de possibilité de dommage. Le risque est donc la probabilité que quelqu'un soit atteint par un danger. On peut relier les 3 notions de : danger, risque et exposition par la relation suivante :

$$\mathbf{Risque = danger \times expositions}$$

- Vulnérabilité

La vulnérabilité représente la fragilité ou le point faible d'une entité matérielle ou humaine ayant la forme d'un groupe, d'une organisation, d'un élément bâti ou d'une zone géographique. Elle est définie par : l'objet, les causes et les conséquences du risque. [3]

1.2. RISQUES INDUSTRIELLES

1.2.1. Définition de risques industrielle

Un risque industriel est un événement accidentel majeur se produisant sur un site industriel et entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les populations avoisinantes, les biens ou l'environnement. Le risque industriel naît de la mise en œuvre de l'activité humaine à des fins technologiques. Il est lié à :

- La nature des produits présents (inflammables, explosifs, toxiques),
- Aux procédés de fabrication (en fonction de leur état, de leur température ou de leur pression, certains produits peuvent devenir dangereux).
- Aux installations (choix des matériels, des matériaux, des modes de stockage, ...),
- Au facteur humain (la majorité des accidents surviennent par négligence, méconnaissance ou erreur d'appréciation).
- Aux phénomènes extérieurs (inondation, séisme, accident d'industrie voisine, malveillance,). [4]

1.2.2. Famille de risque industriel

Les principales familles de risques industriels qui sont à l'origine des accidents de travail et des maladies professionnelles sont :

- Risques mécaniques
- Risques électriques
- Risques ambiances chimiques (Produits, Gaz, Fumées, Poussières)
- Risques ambiances physiques (Bruits, chaleur, éclairage, vibrations, rayonnements)
- Risques Incendie
- Risques Explosions
- Risques Biologiques
- Chutes de plein pied
- Chutes de hauteurs
- Manutentions manuelles
- Manutentions mécaniques
- Organisation du travail (Co-activité, horaires ...)

- Circulation hors trajet
- Trajets
- Activité physique (Postures, pénibilité) [18]

1.2.3. Phénomènes dangereux :

1.2.3.1. Phénomènes dangereux mécaniques :

- Masse et vitesse (énergie cinétique des éléments en mouvement contrôlé ou non contrôlé), poids
- Pièces en mouvement (avec entraînement, cisaillement, perforantes, coupantes...)
- Formes dangereuse (tranchante, pointue, rugueuse), angle rentrant, autre
- Résistance mécanique inadéquate
- Accumulation d'énergie à l'intérieur de la machine engendrée par :
 - des éléments élastiques (ressorts...)
 - des gaz / des liquides I sous pression (hydraulique, pneumatique, etc.)
 - l'effet du vide / d'une dépression
 - Masse et stabilité (énergie potentielle des éléments qui peuvent se déplacer sous l'effet de la pesanteur)
 - Pesanteur et dénivelé

1.2.3.2. Phénomènes dangereux électriques :

- Conducteurs sous tension
- Éléments de machine sous tension (par perte d'isolation)
- Phénomènes électrostatiques

1.2.3.3. Phénomènes dangereux thermiques :

- Objets ou matériaux à des températures extrêmes (hautes ou basses)
- Présence de flamme ou explosion
- Rayonnement de sources de chaleur
- Environnement de travail chaud ou froid

1.2.3.4. Bruit

1.2.3.5. Vibrations

1.2.3.6. Rayonnements

- Rayonnement de basse fréquence, de fréquence radio, micro-ondes Lumières infrarouge, visible et ultraviolette
- Rayons X et gamma

- Rayons alpha et bêta, faisceaux d'ions ou d'électrons, neutrons
- Lasers
- Bruit

1.2.3.7. Matériaux et des substances

- Matériaux ou substances nocives, toxiques, corrosives, humides, tératogènes, cancérigènes, mutagènes ou irritante
- Matières infectieuses
- Substances combustibles, inflammables ou explosives

1.2.3.8. Non-respect des principes ergonomiques

- Accès difficile à l'espace de travail
- Visibilité
- Aménagement des lieux
- Disposition des commandes
- Interface homme-machine (IHM)
- Environnement [18]

1.2.4. Situations dangereuses :

1.2.4.1. Exposition à des phénomènes dangereux mécaniques :

1.2.4.1.1. Phénomènes dangereux mécaniques associés directement à des pièces en mouvements

- Possibilité d'entrer en contact avec des zones de :
- Happement / enroulement
- Entraînement/ emprisonnement
- Frottement / abrasion
- Coupure / sectionnement
- Cisaillement
- Perforation / piquûre
- Choc
- Ecrasement [18]

1.2.4.1.2. Phénomènes dangereux mécaniques

- Possibilité de se rapprocher de source d'énergie : Masse et vitesse (énergie cinétique des éléments en mouvement contrôlé ou non contrôlé)
- Possibilité d'entrer en contact avec une forme (fixe ou peu mobile) dangereuse (tranchante, pointue, etc.)
- Possibilité de bris de pièce de la machine

- Possibilité de se rapprocher de source d'énergie accumulée à l'intérieur de la machine sous forme :
 - d'éléments élastiques (ressorts...)
 - de gaz / de liquides / sous pression (hydraulique, pneumatique, etc.)
 - de l'effet du vide / d'une dépression [18]

1.2.4.1.3. Pesanteur

- Travailleur en hauteur
- Travailleur en dessous de charge ou à proximité de charge en hauteur
- Travailleur en dessous de machine ou à proximité de machine en hauteur
- Travailleur manutentionnant une charge lourde [18]

1.2.4.2. Exposition à l'électricité

- Possibilité d'entrer en contact avec des parties actives (contact direct)
- Possibilité, pour des parties de machines accessibles, de devenir actives à la suite d'une défaillance (contact indirect)
- Possibilité de se rapprocher de parties actives sous haute tension
- Possibilité d'entrer en contact avec des éléments portant des charges électrostatiques
- Travailleur à proximité de rayonnement thermique / un échauffement local / la projection de particules en fusion / des phénomènes chimiques pouvant résulter de court-circuit, surcharges, etc. [18]

1.2.4.3. Exposition aux phénomènes dangereux thermiques

- Travailleur à proximité d'objets ou de matériaux à des températures extrêmes (hautes ou basses) / des flammes ou des explosions / le rayonnement de sources de chaleur
- Exposition à un environnement de travail chaud ou froid [18]

1.2.4.4. Exposition au bruit :

- Exposition à un bruit violent et instantané

1.2.4.5. Exposition aux vibrations

- Utilisation de machines tenues à la main
- Situation dans laquelle des vibrations sont transmises à l'ensemble du corps

1.2.4.6. Exposition aux rayonnements

- En situation normale de travail
- Exposition accidentelle

1.2.4.7. Exposition aux matériaux et aux substances

- Contact avec / inhalation ou ingestion de / agents chimiques, fluides, gaz, brouillards, fumées, et poussières traités, utilisés, ou produits par l'activité

1.2.4.8. Exposition aux phénomènes dangereux engendrés par le non-respect des principes ergonomiques

- Postures défectueuses ou efforts excessifs
- Prise en considération inadéquate de l'anatomie main-bras ou pied-jambe
- Éclairage inadéquat
- Surcharge ou sous-charge mentale, stress
- Conception, emplacement ou identification des organes de service inadéquats
- Conception ou emplacement des dispositifs d'affichage inadéquats

1.2.5. Situations dangereuses**1.2.5.1. Exposition par inhalation**

- Aérosol émis par : pulvérisation, par formation de bulles de gaz ou par un jet liquide
- Gaz de combustion, d'échappement d'un moteur thermique ou Gaz produit par une fermentation
- Poussière émise par chargement ou déchargement d'un agent pulvérulent
- Poussière émise par un traitement mécanique de surface (ponçage, meulage...)
- Poussière émise par mise en mouvement d'une poudre déposée
- Vapeurs émises par application d'un agent chimique solvant
- Vapeurs émises par chargement ou déchargement de solvants
- Vapeurs émises par chauffage d'un agent chimique, d'une préparation, d'une matière plastique, d'un métal
- Vapeurs émises par évaporation d'un agent chimique à l'air libre
- Vapeurs émises par le rejet d'un captage
- Agent biologique

1.2.5.2. Exposition par contact cutané

- Application d'un agent chimique à l'aide d'un chiffon
- Application d'un agent chimique à l'aide de brosse ou pinceau
- Manipulation de pièces souillées par un agent chimique
- Manipulation de pièces avec immersion dans un agent chimique
- Port de vêtements souillés par un agent chimique
- Dépôt sur la peau de poussières ou de vapeurs condensées

- Projection sur la peau de poussières, de vapeurs condensées, de liquides ou d'agent biologique

1.2.5.3. Exposition par ingestion

- Défaut d'hygiène (mains, bouche, ...)
- Tabagisme sur le lieu de travail
- Repas pris en environnement pollué
- Pollution des locaux sociaux
- Après contact cutané de la bouche ou des lèvres
- D'agent biologique

1.2.5.4. Exposition à un rayonnement

- Exposition chronique à du bruit important, continu ou discontinu
- Exposition chronique à des rayonnements thermiques
- Exposition chronique à des rayonnements ionisants

1.2.5.5. Exposition à des vibrations

- Exposition chronique à des vibrations importantes

1.2.6. Événements dangereux :

1.2.6.1. Événements entraînant le déclenchement de phénomènes dangereux mécaniques

1.2.6.1.1. Phénomènes dangereux mécaniques associés directement à des formes en mouvement

A / Accès à une zone dangereuse engendrée par un mécanisme en marche ou en mouvement

B / Mise en marche intempestive, survitesse / ralentissement *I* inattendu(e) d'un mécanisme accessible, impossibilité d'arrêter un mécanisme accessible provoqué(e) par :

- Un dysfonctionnement du système de commande résultant :
 - d'une défaillance d'un composant
 - d'une anomalie de la logique (cas de la "logique câblée) / du logiciel (cas de la logique programmée)
 - d'une influence extérieure sur ce système (perturbation rayonnée *I* conduite)
 - Une défaillance de l'alimentation en énergie
 - Le rétablissement de l'alimentation en énergie après une coupure
 - Une action humaine inopportune sur un organe de service ou sur un autre élément de la machine (par exemple sur un capteur ou un pré actionneur)
 - Des influences externes *I* internes (pesanteur, vent, auto-allumage dans les moteurs à combustion interne...)/s'exerçant sur des éléments de la machine

C/ Impossibilité de ralentir / d'arrêter / la machine dans les meilleures conditions possibles, due à un dysfonctionnement du dispositif de ralentissement I de freinage

1.2.6.1.2. Phénomènes dangereux mécaniques

- Rupture ou défaillance d'un organe mécanique
- Basculement, renversement ou chute de la machine, de l'un de ses éléments ou d'un objet traité par la machine
- Éjection d'une pièce, ou d'un fragment d'outil...
- Libération soudaine d'énergie accumulée (ressort, pression, dépression)

1.2.6.1.3. Pesanteur

- Glissade ou perte d'équilibre (cas où des personnes accèdent dans / sur la machine)
- Chute de personne
- Chute de matière ou matériau
- Chute d'élément de machine ou de machine

1.2.6.2. Événements entraînant le déclenchement de phénomènes dangereux électriques

- Entrée en contact avec des parties actives (contact direct)
- Défaillance (par exemple, apparition d'un défaut d'isolement) ayant pour effet de rendre actives des parties accessibles (contact indirect)
- Rapprochement avec des parties actives sous haute tension
- Décharge électrostatique
- Court-circuit, surcharge... provoquant une émission de rayonnement, la projection de matériaux en fusion, des effets chimiques

1.2.6.3. Événements entraînant le déclenchement de phénomènes dangereux thermiques

- Entrée en contact avec des objets ou des matériaux à des températures extrêmes (hautes ou basses) par le rayonnement de sources de chaleur
- Inflammation / explosion

1.2.6.4. Événements entraînant l'exposition dangereuse au bruit

- Mise en marche intempestive d'une source de bruit violente

1.2.6.5. Événements entraînant l'exposition dangereuse aux rayonnements

- Mise en marche intempestive d'une source de rayonnement violente

1.2.6.6. Événements entraînant l'exposition dangereuse aux matériaux et aux substances

- Accès intempestif aux matériaux ou substances
- Apparition d'une fuite ou d'un déversement

- Incendie / explosion

1.3. GESTION DES RISQUES INDUSTRIELS

La gestion des risques est une opération commune à tout type d'activité. Les objectifs poursuivis peuvent concerner par exemple : le gain de rentabilité, de productivité, la gestion des coûts et des délais, la qualité d'un produit... etc. 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. [6]

1.3.1 La prévention des risques :

La prévention des risques est définie comme étant : « l'ensemble des moyennes mis en place pour supprimer ou du moins atténuer les risques et ainsi réduire, dans de larges proportions, la probabilité de survenance d'un accident » [5]

Il prend en compte la démarche générale de prévention qui consiste à planifier des actions avant la survenue de l'événement et regroupe l'ensemble des dispositions à mettre en œuvre pour réduire l'impact d'un phénomène naturel ou anthropique prévisible sur les personnes et les biens.

Elle s'inscrit dans une logique de développement durable, puisque, à la différence de la réparation post crise. La prévention tente de réduire les conséquences économiques, sociales et environnementales d'un développement imprudent de notre société. Le concept de prévention des risques est le plus souvent utilisé, notamment dans le cadre réglementaire et législatif des risques majeurs. La démarche générale de prévention des risques porte sur les différentes composantes suivantes :

1.3.1.1 La connaissance des phénomènes, de l'aléa et du risque

Depuis des années, des outils de recueil des données collectées sur les phénomènes sont mis au point et utilisés, notamment par des établissements publics spécialisés (Météo par exemple). Les connaissances ainsi collectées se concrétisent à travers des bases de données (sismicité, climatologie), des atlas (cartes des zones inondables, etc.). Qui permettent d'identifier les enjeux et d'en déterminer la vulnérabilité face aux aléas.

1.3.1.2 La surveillance

L'objectif de la surveillance est d'anticiper le phénomène et de pouvoir alerter les populations à temps. Elle nécessite pour cela l'utilisation de dispositifs d'analyses et de mesures intégrés dans un système d'alerte des populations. La surveillance permet d'alerter les populations d'un danger, par des moyens de diffusion efficaces.

1.3.1.3 L'atténuation du risque

L'atténuation du risque suppose notamment la formation des divers intervenants (architectes, ingénieurs, etc.) dont l'objectif est d'atténuer les dommages, en réduisant soit l'intensité de certains aléas, soit la vulnérabilité des enjeux.

1.3.1.4 La prise en compte des risques dans l'aménagement

Afin de réduire les dommages lors des catastrophes naturelles, il est nécessaire de maîtriser l'aménagement du territoire, en évitant d'augmenter les enjeux dans les zones à risque et en diminuant la vulnérabilité des zones déjà urbanisées. A cet égard, quelque pays du monde ont adoptés de nouveaux dispositifs appelés plan de Prévention des Risques (PPR).

1.3.1.5 Le retour d'expérience

Des rapports de retour d'expérience sur les catastrophes naturelles sont également établis par des experts. Ces missions sont menées au niveau national, lorsqu'il s'agit d'événements majeurs. L'objectif est de permettre aux services et opérateurs institutionnels, à mieux comprendre la nature de l'événement et ses conséquences. Ainsi chaque événement majeur fait l'objet d'une collecte d'informations.

1.3.1.6 L'information préventive (REX)

La prévention va de pair avec l'information préventive des populations qui vise à renseigner le citoyen sur les risques naturels ou technologiques, ainsi que sur les mesures de sauvegarde prévues pour s'en protéger ou en réduire les effets. Dans la démarche de prévention, sont prises en compte les actions de prévention et de protection, ces deux notions sont à relier, seulement l'événement qui permettra de distinguer ces deux notions. Pour une gestion efficace des risques, les collectivités doivent agir à chaque étape d'évènement à travers le triple processus du cycle de l'évènement :

- Activités pré-événement : La prévention
- Activités de prise en charge pendant l'évènement : la gestion de la crise ;
- Activités post-événement : c'est le retour à la normale. Reprise des activités et correction des erreurs passées.

C'est à travers ce cycle d'activités que seront testées et évaluées les dispositifs de prise en charge des risques en relation avec le développement de l'urbanisation telle qu'elle s'est pratiquée, telle qu'elle est appelée à se développer et telle qu'elle devrait se développer pour réduire le plus possible la vulnérabilité des hommes et des biens.

1.3.2 Politique internationale de gestion des risques : [8]

Le monde est toujours secoué par de grandes catastrophes et accidents majeurs qui sont produites en milieu urbain mettant en péril la vie de milliers de personnes vivant dans les villes. Face à ces aléas, les Nations Unies ont souligné la nécessité absolue d'une politique gestion des risques majeurs comme élément déterminant du développement durable.

- Forum des Nations Unies : Ce forum a eu lieu le 5 juin 2007 en présence de plus de 100 gouvernements et des organisations, il est consacré pour « *faire face aux nouveaux défis que posent les changements climatiques et les risques urbains sur les populations vulnérables* ». Ce forum fait suite aux conférences mondiales tenues par les NU. Il s'inscrit en droite ligne dans la décennie (2005-2015) des risques consacrés par la conférence mondiale de Hyōgo.
- Conférence de Kōbe : C'est la 2^{ème} conférence mondiale sur la Prévention des Catastrophes a été organisée à KOBE-HYOGO au Japon du 18-22 janvier 2005 par le Secrétariat de la Stratégie Internationale pour la Prévention des Catastrophes. Elle concrétise l'adoption d'une charte dénommée « *cadre d'action de Hyōgo pour 2005-2015* » qui définit la stratégie à entreprendre durant les dix prochaines par les gouvernements pour la réduction de la vulnérabilité et l'exposition aux aléas.
- Conférence Ministérielle de l'Afrique [2005-2010] : La Première Conférence Ministérielle sur la Prévention des Risques de Catastrophes en Afrique est tenue à Addis-Abeba en décembre 2005, par la participation de plusieurs organismes internationaux des NU. Cette conférence a adopté un Programme d'Action [2005-2010] pour la mise en œuvre d'une Stratégie régionale africaine pour la réduction des risques de catastrophe (RRC), elle a pour objectif, conformément au Cadre d'Action de Hyōgo, le lancement d'une Plate-forme Régional Africaine sur la RRC.

Une deuxième conférence ministérielle sur la RRC en Afrique a eu lieu à Nairobi du 14-16 avril 2010, sous l'égide de la Commission de l'Union Africaine⁴⁰, en vue de renforcer le mécanisme d'expertise régionale pour des politiques plus coordonnées, définir des programmes régionaux pour la RRC.

1.3.3 Gestion des risques majeurs : Le dispositif algérien de prévention se met progressivement en place :

Sans grand tapage médiatique, des rencontres régionales se tiennent autour du thème de la politique nationale de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes naturelles. Elles sont initiées par le ministère de l'Intérieur et des Collectivités locales et découlent du cadre opérationnel mis en place par la loi du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques

majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable. Parmi les dix risques majeurs recensés, figure celui lié aux activités industrielles et qui concernent les dangers auxquels sont exposés les travailleurs, la population riveraine et l'environnement. Dans ce cas, la prévention est devenue la démarche à suivre pour réduire les dégâts matériels et les pertes humaines.

En Algérie, cette démarche est imposée par la loi du 25 décembre 2004 qui a introduit l'obligation de l'étude de danger pour toute installation industrielle avant sa mise en exploitation. L'étude de danger est liée au plan d'intervention interne (élaboré par les exploitants d'installations industrielles) qui est un des éléments du système de gestion des catastrophes, autrement dit la planification des secours et des opérations, prévu par la loi et comportant également les plans Orsec et les plans particuliers d'intervention (élaborés par les services de l'Etat). Selon ses concepteurs, le système de maîtrise et de gestion des risques institué par la loi algérienne repose sur deux fondements : la surveillance des installations dangereuses, tant par l'exploitant que par les pouvoirs publics locaux, et le principe de précaution à travers l'étude d'impact sur l'environnement, l'étude de danger, l'autorisation d'exploitation, le plan d'opération interne et le plan particulier d'intervention. Dans ce dispositif, la participation des citoyens est essentielle, surtout quand il s'agit de risques industriels et technologiques.

On a vu plusieurs cas d'incidents provoqués dans des unités de production relevant de la PME, pour lesquels l'alerte a été donnée à la Protection civile par les riverains qui contribuent souvent à limiter les dégâts et prennent part aux opérations des secours. Des activités dangereuses sont implantées à proximité d'habitations et il arrive que le système d'alerte de l'installation industrielle concernée par l'incident, s'il existe, ne fonctionne pas. Au début de cette année, le ministre de l'Intérieur et des Collectivités locales, Noureddine Bedoui, a appelé à l'organisation, au niveau local, de journées d'information ouvertes aux médias et à la population à laquelle participeraient toutes les parties prenantes concernées par la politique de prévention des risques majeurs. Cette exigence de l'information du public est renforcée par la circonstance aggravante constituée par l'urbanisation sauvage qui a donné lieu à des constructions d'habitations sans le respect des distances de sécurité par rapport aux installations dangereuses et, quand l'accident se produit, le souci premier des éléments de la Protection civile est de protéger les riverains.

Pour prévenir ces situations, une commission, composée du wali, de représentants des APC et des directeurs exécutifs ainsi que d'experts, est prévue dans chaque wilaya pour veiller au respect de la réglementation concernant les activités économiques à risques majeurs. [3]

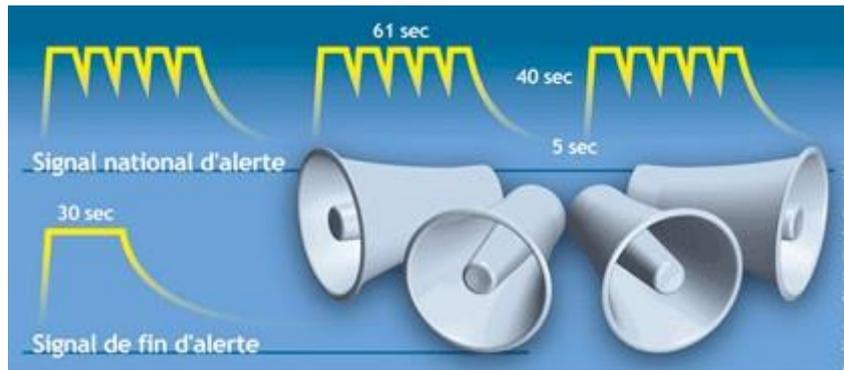
1.3.4 Les consignes de la sécurité :

Actions collectives :

En cas d'évènement majeur, la population est avertie au moyen du signal national d'alerte, diffusé par les sirènes présentes sur les sites industriels de type HRI. Il se compose de trois séries successives de 1 minute chacune, espacées de 5 secondes. Un signal est également émis en fin d'alerte, en continu pendant 30 secondes. Le signal d'alerte peut être écouté sur le site :

<http://www.iffi-rme.fr/content/signal-national-dalerte> [4]

A noter que les sirènes sont testées le premier mercredi de chaque mois à midi.



L'alerte peut également être relayée par les radios ou la télévision afin de permettre aux populations de se tenir éloignées de la zone impactée par le sinistre.

Dans certains cas, il est possible que l'évacuation sectorielle et temporaire soit décidée par le responsable des opérations de secours. L'information est transmise par la radio ou autre moyen tel que des véhicules équipés de haut-parleurs. La conduite à tenir est de garder son calme, ne pas fumer, de couper le gaz et l'électricité du domicile, de prendre ses papiers et de regagner le point de rassemblement indiqué. [4]

Actions individuelles :

L'insuffisance d'information des populations et un comportement non adéquat lors des situations accidentelles peuvent aggraver les conséquences d'un sinistre majeur. Des consignes et des réflexes simples de sécurité permettent de se protéger de ces conséquences. [4]

AVANT

- S'informer sur l'existence ou non d'un risque (car chaque citoyen a le devoir de s'informer)
- Estimer sa propre vulnérabilité par rapport au risque (distance par rapport à l'installation, nature des risques)
- Bien connaître le signal d'alerte pour le reconnaître le jour de la crise

PENDANT (dès le signal d'alerte)

- Ne pas rester à l'extérieur ou dans son véhicule et rejoindre le bâtiment le plus proche. En cas d'impossibilité et si un nuage toxique vient dans votre direction, fuir selon un axe perpendiculaire au vent
- Ecouter la radio et suivre les instructions
- Ne pas chercher à rejoindre ses proches (ils se sont eux aussi protégés)
- Ne pas téléphoner
- Se laver en cas d'irritation et si possible se changer
- Ne pas fumer ou allumer de flamme, car une explosion est possible et un nuage toxique n'est pas toujours détectable à l'odeur
- Ne pas sortir avant le signal de fin d'alerte, sauf si ordre d'évacuation (rejoindre le point de regroupement)

Si l'ordre donné est le confinement :

- Boucher toutes les entrées d'air : portes, fenêtres, aérations ..., et arrêter la ventilation

Si vous êtes témoin d'un accident :

- Donner l'alerte : 18 (pompiers), 15 (SAMU), 17 (police), en précisant si possible le lieu exact, la nature du sinistre (feu, fuite, nuage, explosion, etc.), le nombre de victimes
- S'il y a des victimes, ne pas les déplacer (sauf nécessité absolue)

APRES (dès la fin de l'alerte)

- Ne pas se diriger vers le lieu du sinistre par simple curiosité
- Aérer les locaux dans lesquels vous vous êtes confinés [4]

Chapitre II

ANALYSE

DU RISQUES

2.1. INTRODUCTION :

Ce chapitre présente le processus de gestion du risque et leur déroulement et un petit rappel de quelques notions essentielles concernant la fréquence et la probabilité et les différents principes pour l'identification et l'estimation des risques accidentelles.

2.2. PROCESSUS DE GESTION DU RISQUE**2.2.1. Gestion des risques**

- La gestion des risques industriels est une discipline qui a pour but d'atteindre ou de dépasser les objectifs d'une structure et cela grâce à l'approche réfléchie des opportunités et des risques.
- Dans la gestion des risques, sont évalués les événements, les actions et les développements qui peuvent empêcher une structure d'atteindre ses objectifs et de mener à bien sa stratégie.
- Le risque se rapporte à l'incertitude qui entoure des événements et des résultats futurs. Il est l'expression de la probabilité et de l'incidence d'un événement susceptible d'influencer l'atteinte des objectifs de l'organisation
- Les termes « l'expression de la probabilité et de l'incidence d'un événement » laissent entendre qu'il faut faire, à tout le moins, une analyse quantitative ou qualitative avant de prendre des décisions concernant d'importants risques ou menaces à l'atteinte des objectifs de l'organisation.
- Pour chaque risque considéré, il faut évaluer deux choses :
 - sa probabilité
 - L'ampleur de son incidence ou de ses conséquences

2.2.2. Déroulement de la gestion des risques :

Le déroulement suivant représente l’appréciation l’évaluation et le traitement des risques

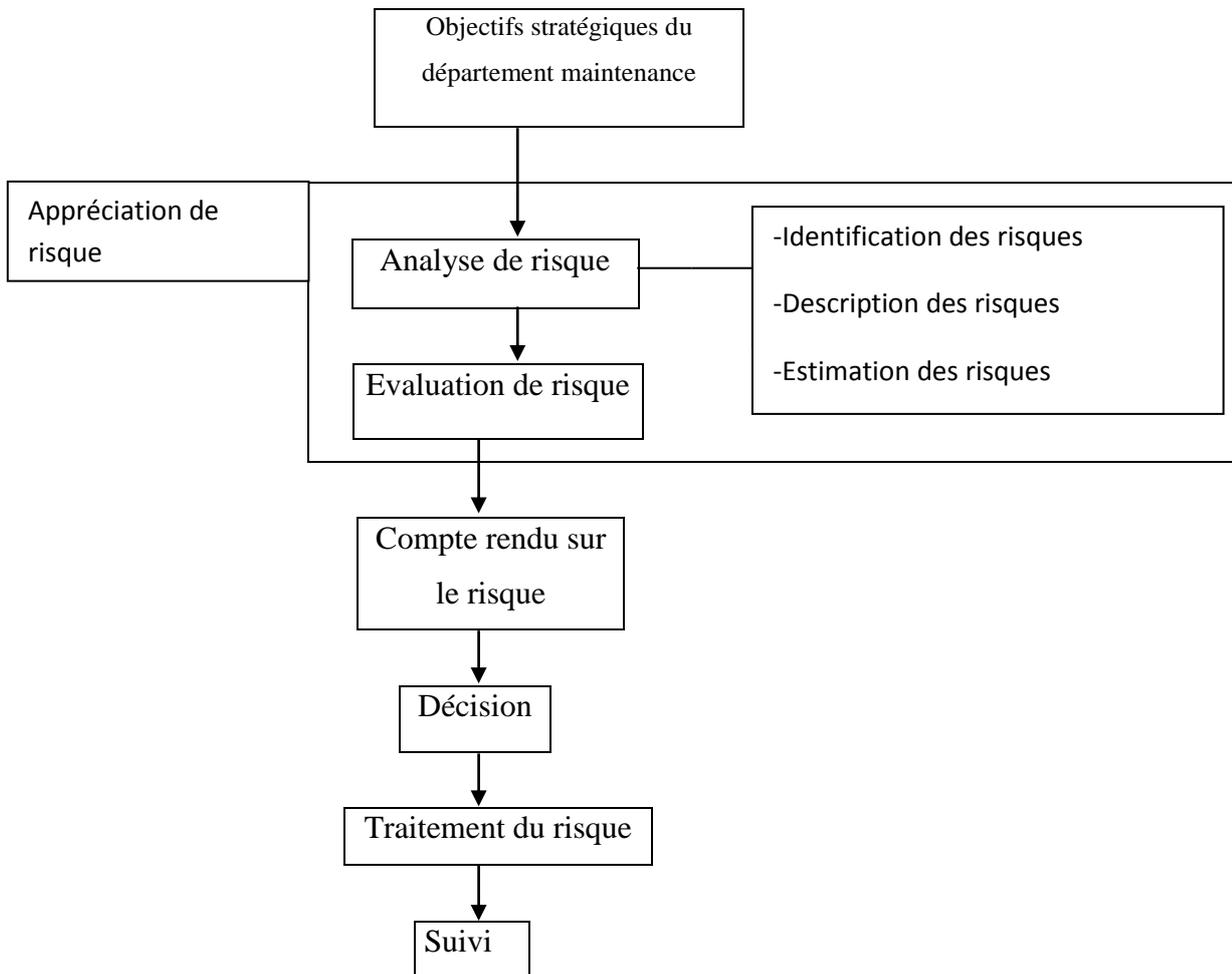


Fig. 2.1: déroulement de la gestion des risques

2.3. IDENTIFICATION DU RISQUE

2.3.1. Notions de base

2.3.1.1. Notion de fréquence [10]

Il existe deux définitions de la fréquence : une définition statistique et une définition temporelle.

- Selon la définition statistique, la fréquence est un évènement sans dimension Représentant le quotient entre le nombre d’observations d’un type et l’effectif total d’une population :

$$Fréquence = \frac{\text{nombre d'observations}}{\text{population totale}} \dots\dots\dots (1)$$

C'est alors une notion de statistique descriptive déterminée à partir d'une population observée. Il s'agit d'une grandeur sans dimension comprise entre 0 et 1 et qui converge avec la probabilité lorsque la population observée est suffisamment grande.

- Selon la définition temporelle, la fréquence est le quotient entre le nombre d'observations d'un évènement et la période totale d'observation :

$$\text{Fréquence} = \frac{\text{nombre d'observations}}{\text{temps total d'observation}} \dots\dots\dots(2)$$

Son unité est alors l'inverse de l'unité de temps considérée (h-1, an-1). L'inverse de la Fréquence est alors la période de retour moyenne de l'évènement.

2.3.1.2 Notion de probabilité d'occurrence [10]

Probabilité d'occurrence et probabilité d'occurrence annuelle (POA) comme indiqué précédemment la fréquence et la probabilité sont deux notions différentes. Ainsi, dans le cadre des études de sécurité, on cherchera à calculer la probabilité d'occurrence annuelle (POA) d'un ERC (Evènement Redouté Central) ou d'un accident.

Selon le guide 73 de l'ISO1 sur le management du risque, une fréquence est un « nombre d'évènements ou d'effets par unité de temps ». Selon ce même guide, la fréquence peut être utilisée comme mesure de la probabilité pour évaluer des évènements futurs. Il en ressort que la notion de fréquence utilisée dans les analyses de risques est ambiguë car elle a une double signification, temporelle et statistique.

Cependant certaines hypothèses implicites des études de sécurité permettent d'aboutir à une meilleure définition :

- **Hypothèse 1** : une fréquence d'occurrence de 10^{-3} par heure ne signifie pas que si un évènement est observé, le suivant se produira dans 1000 heures mais que le temps moyen séparant deux évènements est de 1000 heures. Cela ne définit pas un évènement cyclique mais l'espérance mathématique de la période de retour de l'évènement.
- **Hypothèse 2** : on considère que les fréquences d'évènements élémentaires sont constantes dans le temps, c'est-à-dire que la fréquence d'occurrence d'un évènement dans la prochaine heure est la même quel que soit l'historique de fonctionnement du système.

Selon ces hypothèses, la fréquence est le paramètre de la loi exponentielle définissant l'intervalle de temps entre deux observations de l'évènement. On note f la fréquence.

- L'espérance mathématique de la période de retour vaut alors :

$$E(X) = \frac{1}{f}$$

- La probabilité que l'évènement se produise sur une durée T vaut alors :

$$P = 1 - e^{-f \cdot T}$$

- Pour des valeurs très faibles on peut approximer la relation précédente par :

$$P = f. T$$

Pour une période d'un an, et une fréquence inférieure ou égale à 10^{-1} on considérera que la probabilité est égale à la fréquence annuelle.

En pratique, la fréquence sera à exprimer en an^{-1} (ou POA) pour le système considéré.

À titre d'exemple :

- Si la probabilité de l'événement E est de 10^{-3} par heure, étant donné qu'il y a 8760 heures dans une année, la POA de E peut être estimée par la relation suivante :

$$P = 1 - e^{-0,001 \times 8760} \text{ soit environ } 0,999.$$

- Si la probabilité de l'événement E est de 10^{-1} par an, la POA de E peut être estimée par la relation suivante :

$$P = 1 - e^{-0,1} \text{ soit environ } 0,1 \text{ (0,095).}$$

Probabilité conditionnelle :

Une probabilité conditionnelle est la probabilité d'observer un événement A sachant qu'un autre événement B s'est déjà produit : on parle de la probabilité de A conditionnellement à B, ou encore de la probabilité de A sachant B.

Exemple : La probabilité d'inflammation d'un nuage (sachant que le nuage inflammable est présent) et la probabilité de présence d'un point d'inflammation sont des exemples de probabilités conditionnelles rencontrées dans les études de sécurité et de dangers. [10]

2.3.2. Identification des risques

- L'identification des risques vise à identifier l'exposition d'une structure à l'incertitude.
- Elle requiert une connaissance précise de la structure et de son environnement.
- Elle requiert également de développer une solide compréhension de ses objectifs stratégiques et opérationnels, des facteurs critiques de succès et des menaces et opportunités qui s'y rapportent.
- L'identification des risques requiert une approche méthodique pour garantir que chaque activité significative de la structure a été identifiée et que chaque risque qui en découle a bien reçu une définition.
- Les activités et les décisions de la structure peuvent être classées dans un éventail de catégories, qui comprend plusieurs volets :
 1. Stratégique : concerne les objectifs stratégiques à long terme de l'entreprise ; peut être affectée par des facteurs tels que disponibilité des capitaux, risques politiques ou souverains, changements légaux et réglementaires, réputation et changements dans l'environnement matériel.

2. Opérationnelle : concerne les questions quotidiennes auxquelles l'entreprise est confrontée alors qu'elle poursuit ses objectifs stratégiques.
3. Financière : concerne la gestion et la maîtrise efficace des finances de l'entreprise, et les effets de facteurs externes comme la disponibilité du crédit ou encore les fluctuations des taux de change, des taux d'intérêts ou encore d'autres références de marché.
4. Gestion des connaissances : concerne la gestion et de la maîtrise efficace des connaissances et des savoirs, de leur production, de leur protection, et de leur communication; cette catégorie peut être affectée par des facteurs externes comme l'usage non autorisé ou la violation de propriété intellectuelle, les pannes de secteur électriques ou encore l'apparition de technologies concurrentes; au nombre des facteurs internes figurent les défauts de fonctionnement informatique ou la perte de personnes clef.
5. Conformité : concerne l'hygiène, la sécurité et l'environnement, les lois sur la publicité et la protection des consommateurs, la protection des données, les pratiques en matière d'emploi et les questions réglementaires.

2.4. DESCRIPTION DES RISQUES

- La description des risques consiste à présenter les risques identifiés, dans un format structuré.
- La structure de ce format sera conçue avec soin pour s'assurer que les risques sont bien identifiés, décrits et appréciés exhaustivement et avec précision (Tableau 1).
- En examinant les conséquences et la probabilité de chaque risque présenté dans le tableau 1, il est possible de déterminer les risques clefs qui doivent être analysés plus en détail.
- L'identification des risques liés aux activités économiques et à la prise de décision peut recourir à des catégories comme "stratégique", "projet/tactique" ou encore "opérationnel".
- Il est important d'intégrer la gestion des risques dans chaque projet spécifique dès sa conception et pendant toute sa durée de vie.

Tableau 2.1 : Description des risques

Tableau 2.1 : Description des risques		
1	Désignation du risque	- Type du risque - Phénomène dangereux - Situation dangereuse - Événement dangereux - Exposition dangereuse
2	Portée du risque	- Description qualitative des événements, - Taille, - Type, - Nombre et interdépendance
3	Nature du risque	- Stratégique, opérationnelle, financière,

		- liée à la connaissance ou à la conformité.
4	Parties prenantes	Parties concernées et leurs attentes
5	Quantification du risque	Importance et probabilité
6	Tolérance pour le risque	- Perte potentielle, impact financier, valeur à risque. - Probabilité et amplitude des gains/pertes potentielles - Objectif(s) de la maîtrise du risque - Niveau désiré de performance
7	Traitement du risque et mécanisme de maîtrise	-Principaux moyens permettant la gestion actuelle du risque - Degré de confiance dans les moyens de maîtrise actuellement en place - Identification des protocoles pour la surveillance des risques et leur examen
8	Actions d'amélioration possibles	Recommandations pour réduire le risque
9	Développement de stratégie et de politique face au risque	Identification de la fonction responsable de développer la stratégie et la politique face à cerisque.

2.5. ESTIMATION DES RISQUES

L'évaluation du risque peut être : quantitative, semi quantitative ou qualitative et cela en termes de :

- Conséquences possibles.
- Probabilité d'occurrence

Les conséquences à la fois en termes de menaces (aléa négatif) et d'opportunités (aléa positif) peuvent être qualifiées de fortes, moyennes ou faibles (Tableau 2).

Tableau 2.2 : Conséquences / Menaces et Opportunités	
Fort	- Impact financier sur l'entreprise susceptible de dépasser x DA - Impact significatif sur la stratégie ou les activités opérationnelles de l'entreprise - Forte préoccupation des parties prenantes
Moyen	- Impact financier sur l'entreprise compris entre x DA et y DA. - Impact modéré sur la stratégie ou les activités opérationnelles de l'entreprise - Préoccupation modérée des parties prenantes
Faible	- Impact financier sur l'entreprise inférieur à y DA - Faible Impact sur la stratégie ou les activités opérationnelles de l'entreprise - Faible préoccupation des parties prenantes

La probabilité peut se qualifier de haute, moyenne ou faible mais exige différentes définitions selon qu'il s'agit de menace ou d'opportunité (**voir les tableaux 2.3 et 2. 4**).

Tableau 2.3: Probabilité d'occurrence / Menaces

Estimation	Description	Indicateur
Forte (Probable)	- Susceptible de survenir chaque année Ou bien - une probabilité de survenance > 25%	Le risque, a le potentiel de survenir plusieurs fois dans une période considérée.
Modérée (Possible)	- Susceptible de survenir dans les 10 prochaines années Ou bien - une probabilité de survenance < 25%	- Le risque pourrait survenir plus d'une fois da la période considérée. - Peut être difficile à maîtriser en raison d'influence externe.
Faible (Peu probable)	- Peu susceptible de survenir dans les 10 prochaines années Ou bien - une probabilité de survenance < 2%	- Le risque ne s'est pas encore produit Le risque est peu susceptible de survenir.

Tableau 2. 4 : Probabilité d'Occurrence/Opportunités

Estimation	Description	Indicateur
Forte (Probable)	- Issue favorable probable dans l'année. Ou bien - une probabilité de survenance > 75%	-Opportunité claire et raisonnablement certaine. - Opportunité réalisée à court terme sur la base des processus de gestion actuels
Modérée (Possible)	- Issue favorable dans l'année. Ou bien - une probabilité de survenance entre 25% et 75%.	-Opportunité qui demande une gestion attentive - Opportunité qui peut survenir en dépassement des résultats planifiés.
Faible (Peu probable)	- Quelques chances d'issue favorable dans l'année. - une probabilité de survenance < 2%	- Opportunité éventuelle qui demande à être investiguée par la direction de la structure. -Opportunité à faible probabilité de succès, compte tenu des ressources qui lui sont alloués actuellement.

Chapitre III

EVALUATION

DU RISQUES

3.1. INTRODUCTION

Ce chapitre présente le rôle principal de l'évaluation des risques et les critères utilisés qui permettent de les quantifier et une petite rappelle sur la grille et l'échelle de cotation utilisé ainsi qu'une brève introduction sur la représentation des scénarios d'accidents sous la forme de nœud papillon.

3.2. ROLE DE L'EVALUATION DES RISQUES

La phase d'évaluation des risques permet d'obtenir la liste classée par ordre de priorité des risques. L'évaluation des risques permet de déterminer quand un risque est supportable et peut donc être accepté par le propriétaire du risque. A cet effet, un seuil de tolérance de risque est souvent indiqué dans le paysage des risques. Les risques qui sont situés au-delà de ce seuil ne doivent pas être tolérés ; par contre, ceux qui sont situés sous ce seuil sont acceptables. La phase d'évaluation des risques constitue un processus formel permettant d'identifier et de classer par ordre de priorité les risques portant sur l'ensemble de l'entreprise.

3.3. CRITERES D'EVALUATION [18]

- L'évaluation du risque réel se fait à travers la considération de quatre (04) critères permettant l'évaluation d'un risque qui permettent de quantifier le risque :
- **G : gravité** du dommage corporel
- **F : fréquence** de survenance
- **E : taux d'exposition**
- **N : niveau de protection**
- On définit :
Le risque initial

$$Ri = (F \times E) \times G$$

Ou bien

$$Ri = P \times G$$

- Le risque réel

$$Rr = \frac{P \times G}{N}$$

- **P** : probabilité d'occurrence du dommage (F x E)

3.4. GRILLE DE COTATION DU RISQUE

A partir de l'identification d'un danger, il est nécessaire d'évaluer la situation dangereuse de la façon la plus objective possible. A cet effet, il convient, de coter le risque en tenant compte de :

- La fréquence d'exposition
- La gravité du dommage pouvant survenir

Les échelles de cotation suivantes sont données à titre indicatif. Elles peuvent être adaptées aux spécificités de l'entreprise (taille, activité ...) [18]

Tableau3.1 : les échelles de cotation

Gravité de dommage	Echelle	Commentaires
Faible	1	Sans arrêt de travail
Moyenne	2	Avec arrêt de travail
Grave	3	Inaptitude
Très grave	4	Mortel
Fréquence d'exposition	Echelle	Commentaires
Faible	1	1 fois /an
Moyenne	2	1 fois /mois
Fréquente	3	1 fois /semaine
Très fréquente	4	Tous les jours

Le croisement de ces données permet d'obtenir une cotation qui doit aider à hiérarchiser les priorités à mettre en œuvre dans le cadre du plan d'action (**Figure 3.1**).

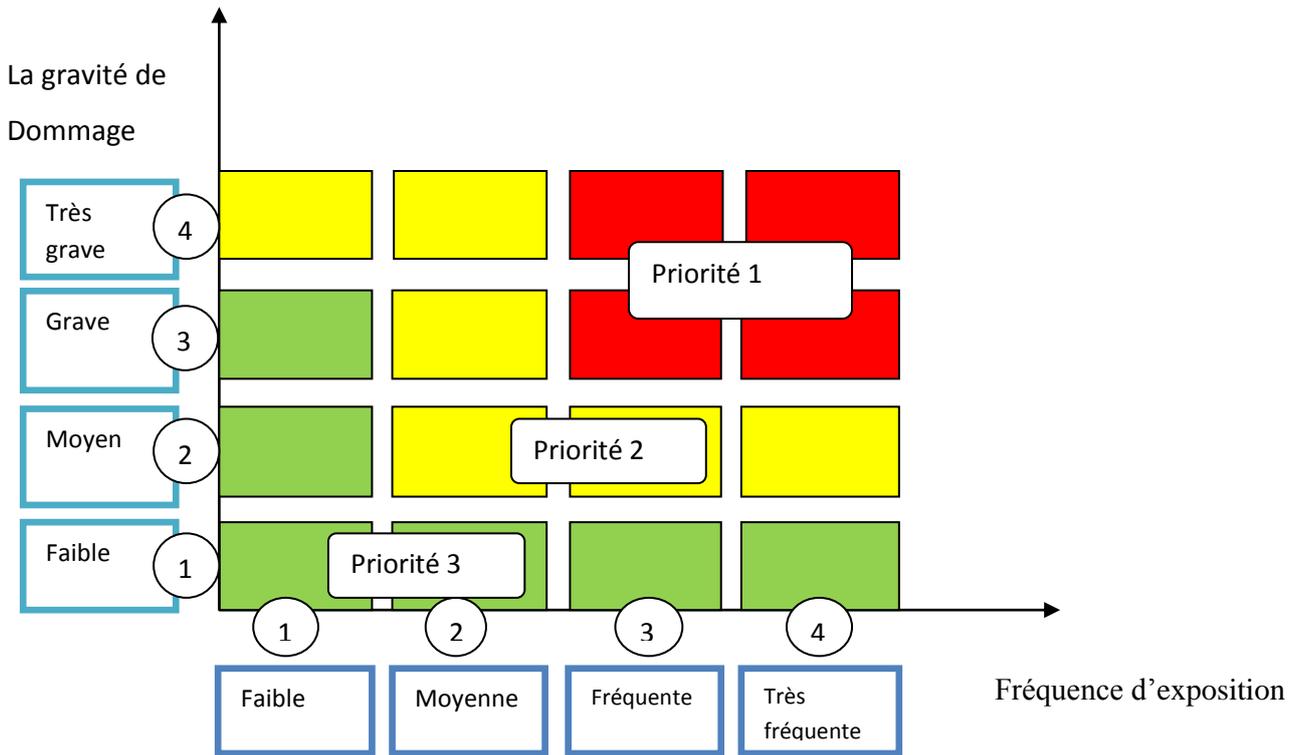


Fig. 3.1 : Grille de cotation de risque

3.5. L'ECHELLE DE COTATION UTILISEE :

L'évaluation des risques accidentels consiste à estimer la probabilité d'occurrence et La gravité des accidents, et ce afin d'en déterminer l'acceptabilité au regard de critères préalablement définis. Les critères d'acceptabilité des accidents potentiels peuvent être explicités au travers d'une grille de criticité telle que présentée ci-dessous. [12]

La gravité					
4		Jaune	Rouge	Inacceptabl	
3		Vert	Jaune	Rouge	
2		Vert	Jaune	Jaune	
1		Vert	Vert	Vert	
	1	2	3	4	La probabilité

Labels de criticité :
 - Acceptable : Cellules (1,1), (1,2), (1,3), (1,4)
 - Tolérable : Cellules (2,2), (2,3), (2,4)
 - Inacceptabl : Cellules (4,3), (4,4)

Fig3.2 : Exemple de grille de criticité

Les niveaux de probabilité sont ici caractérisés par un indice qui représente un intervalle de probabilité selon une échelle définie (par exemple, l'indice 3 correspond aux probabilités comprises entre 10^{-4} et 10^{-3} , l'indice 5 correspondant aux probabilités les plus fortes). Dans une démarche usuelle semi-quantitative, les classes de probabilités utilisées sont graduées tous les $1/10^{\text{ème}}$. Les conséquences sont quant à elles caractérisées par un indice de gravité. [13]

Tableau 3.2 : l'échelle de probabilité

Echelle de probabilité	E	D	C	B	A
Qualitative (si le REX est suffisant)	« événement possible mais non rencontré au niveau mondial » : n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles	« événement très improbable » : s'est déjà produit mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement la probabilité de ce scénario	« événement improbable » : un événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité	« événement probable sur site » : s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations	« événement courant » : se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives
Semi quantitative	Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte de la cotation des mesures de maîtrise des risques mises en place				
Quantitative (par unité et par an)		10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}

Il s'agit d'une échelle de caractérisation du phénomène dangereux et de l'accident qui sont des événements a priori rares. Les libellés qualitatifs qui y sont proposés (« Évènement possible mais extrêmement improbable », « Évènement très improbable » etc.) et qui sont mis en relation avec des classes quantitatives ont été définis en cohérence avec la faible probabilité d'occurrence de ces événements. Or les événements initiateurs (EI) sont par nature plus fréquents que l'accident dont on cherche à évaluer la probabilité d'occurrence. Un événement peut être beaucoup plus fréquent qu'une fois tous les ans : par exemple, il peut survenir tous les mois (donc au moins 10 fois par an) ou même tous les jours (donc au moins 100 fois par an). Sa fréquence est donc nettement supérieure à 1 par an. Il serait donc nécessaire de prolonger plus finement l'échelle de fréquence vers les classes élevées pour pouvoir caractériser ces événements initiateurs ou événements redoutés centraux fréquents.

- L'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques) propose l'utilisation de plages de fréquence pour les EI et ERC de la forme suivante :

Tableau 3.3 : Échelle de classe de fréquence utilisée par l'INERIS pour les EI

F-2	$10^{+1}/\text{an} \leq \text{Fréquence} < 10^{+2}/\text{an}$	10 à 100 fois/an
F-1	$1/\text{an} \leq \text{Fréquence} < 10^{+1}/\text{an}$	1 à 10 fois/an
F0	$10^{-1}/\text{an} \leq \text{Fréquence} < 1/\text{an}$	1 fois tous les 1 à 10 ans
F1	$10^{-2}/\text{an} \leq \text{Fréquence} < 10^{-1}/\text{an}$	1 fois tous les 10 à 100 ans
F2	$10^{-3}/\text{an} \leq \text{Fréquence} < 10^{-2}/\text{an}$	1 fois tous les 100 à 1000 ans
...		
Fx	$10^{-(x+1)}/\text{an} \leq \text{Fréquence} < 10^{-x}/\text{an}$	

Par exemple, si la vanne en aval d'un équipement s'est bloquée 4 fois dans l'année, la classe de fréquence retenue sera : F-1. En fin de processus d'estimation de la probabilité, notamment suite à la prise en compte des barrières de sécurité, une conversion vers l'échelle réglementaire (classes A à E) sera réalisée pour les PHD et les accidents majeurs. [14]

3.6. REPRÉSENTATION DES SCÉNARIOS D'ACCIDENT [15]

Un scénario d'accident décrit l'ensemble du déroulement potentiel aboutissant à un accident dont on veut estimer la probabilité d'occurrence, à partir d'une dérive ou défaillance, en déterminant les causes puis les conséquences potentielles sur les enjeux. Ainsi, un phénomène dangereux donné peut provenir de plusieurs scénarios (ou chemins). En préalable à la représentation des scénarios d'accident sous forme graphique, il convient de bien déterminer les événements susceptibles de conduire à un accident (EI, ERC, phénomènes dangereux, ...). Cette identification peut se faire à partir de méthodes d'analyses de risques qualitatives telles que l'APR (Analyse Préliminaire des Risques) ou l'HAZOP (HAZard and OPerabilitystudy).

La représentation sous forme d'arbres est la méthode la plus largement employée dans l'étude des risques industriels et s'adapte à la quantification. Sont ainsi présentés ci-après les principes de construction :

- De l'arbre des défaillances, qui s'applique généralement à la description des événements survenant en amont d'un ERC, et qui permet de déterminer la probabilité de l'ERC à partir des EI.
- De l'arbre des événements, qui s'applique généralement à la description des événements survenant en aval d'un ERC, et qui permet de déterminer la probabilité des phénomènes dangereux (PHD) et des accidents à partir des ERC.
- Du nœud papillon, qui agrège les représentations graphiques précédentes et qui permet de déterminer la probabilité des ERC, PHD, des accidents à partir des EI et des barrières de sécurité prévues (architecture de sécurité) en vue de minimiser les risques d'accidents.

On peut distinguer deux types de barrières de sécurité :

- La barrière de prévention est placée en amont de l'ERC. Elle a pour objectif de prévenir l'occurrence de l'ERC et son bon fonctionnement peut mener à deux situations :
- Soit la séquence accidentelle s'arrête (considérée comme suffisamment maîtrisée)
- Soit un nouveau scénario d'accident est créé (par exemple : ouverture de soupape et création d'un nuage de gaz inflammable). D'autres PHD d'intensités a priori plus faibles peuvent ainsi être générés.

Si la barrière ne fonctionne pas, la suite du scénario d'accident est déroulée.

Ce type de barrière permet de réduire la probabilité d'occurrence de l'ERC, et par extension celle de l'accident.

La barrière de protection est placée en aval de l'ERC. Elle a pour but de protéger le milieu environnant. En effet, l'ERC ayant déjà eu lieu le scénario d'accident ne peut pas être stoppé et aboutira à un PHD.

Aussi, si la barrière de protection fonctionne, le scénario initial existe toujours mais :

Est de gravité a priori moindre : le fonctionnement de la barrière joue sur la réduction de la durée et/ou de l'intensité du phénomène dangereux et/ou sur l'atteinte des enjeux ; est de probabilité proche : la probabilité de fonctionnement sur sollicitation d'une barrière performante est généralement supposée proche de 1.

Si elle ne fonctionne pas, le scénario initial se réalise et :

Est de gravité équivalente.

Est de probabilité plus faible : la probabilité de défaillance sur sollicitation d'une barrière performante est en règle générale inférieure ou égale à 0,1.

3.6.1. Amont de l'ERC arbre de défaillance

L'arbre de défaillances est une représentation graphique des combinaisons d'évènements élémentaires, aussi appelés défaillances, menant à la réalisation d'un évènement prédéfini appelé « évènement indésirable » ou « évènement redouté ».

Le traitement qualitatif de l'arbre des défaillances permet de déterminer les différentes coupes minimales, c'est-à-dire les ensembles d'évènements élémentaires nécessaires et suffisants pour provoquer l'évènement redouté.

Le traitement mathématique de l'arbre permet d'évaluer la probabilité d'occurrence de l'évènement indésirable sommet (ou d'évènements intermédiaires) à partir des probabilités d'occurrence des évènements élémentaires.

Dans le cadre d'une enquête après accident, des arbres similaires peuvent être établis pour essayer de présenter la ou les causes possibles de l'accident, on parle alors d'arbre des causes. [15]

3.6.1.1 principe de construction de l'arbre [7]

Si pour la même installation, plusieurs arbres sont à réaliser, il convient de bien définir une méthodologie de construction et le niveau de détail voulu pour garantir la cohérence entre les différents arbres. La construction de l'arbre des défaillances vise à déterminer les combinaisons d'évènements pouvant conduire à l'évènement indésirable 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 suivant :

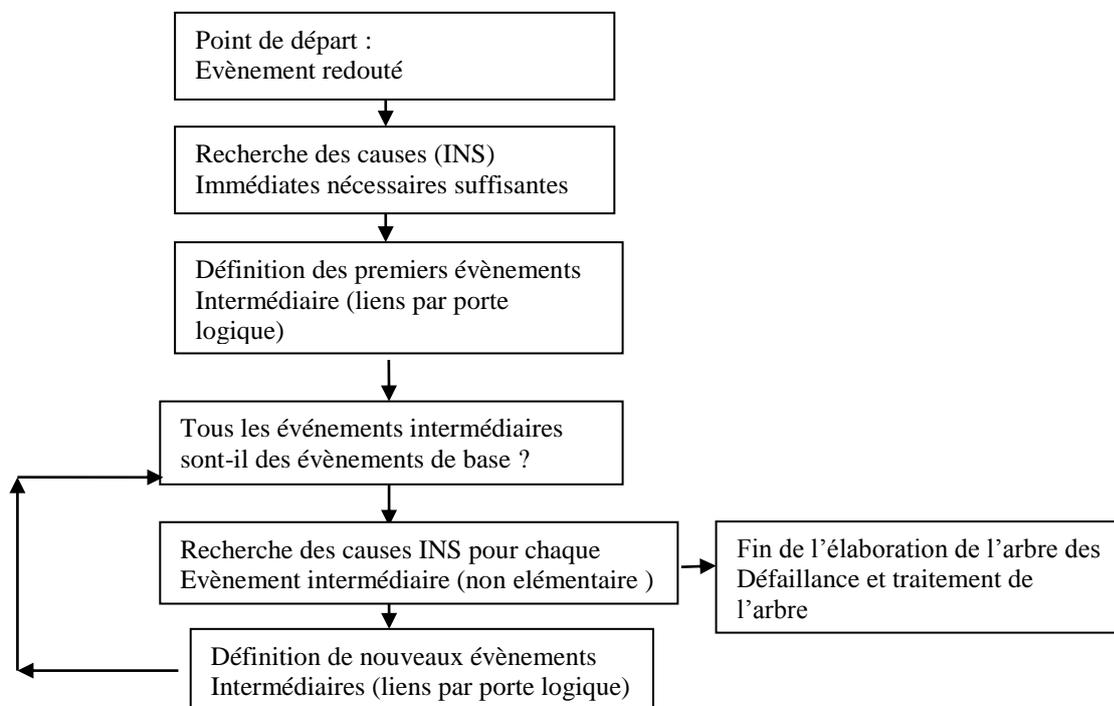


FIG 3.3 : principe de construction de l'arbre de défaillance

La recherche systématique des causes immédiates, nécessaires et suffisantes des événements intermédiaires est donc à la base de la construction de l'arbre. Il s'agit probablement de l'étape la plus délicate et il apparaît donc comme extrêmement utile de procéder à cette construction au sein d'un groupe de travail pluridisciplinaire. À ce titre, la mise en œuvre préalable d'autres méthodes d'analyse des risques peut faciliter la recherche des défaillances pour l'élaboration de l'arbre.

Enfin, il est nécessaire de respecter certaines règles supplémentaires durant la construction de l'arbre à savoir :

- Vérifier que le système est cohérent.
- La défaillance de tous ses composants entraîne la défaillance du système.
- Le bon fonctionnement de tous ses composants entraîne le bon fonctionnement du système.
- Lorsque le système est en panne, le fait de considérer une nouvelle défaillance ne rétablit pas le fonctionnement du système.
- Lorsque le système fonctionne correctement, la suppression d'une défaillance ne provoque pas la défaillance du système.

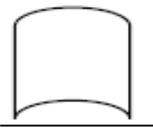
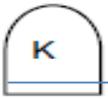
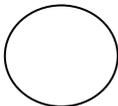
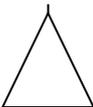
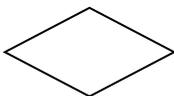
Il peut en effet arriver qu'une défaillance survenant sur un composant annule les effets d'une défaillance antérieure et permet ainsi le fonctionnement du système. Dans un tel cas de figure (système non cohérent), le deuxième composant doit être supposé, dans l'analyse, en fonctionnement lorsque la première défaillance survient

- S'assurer que tous les événements d'entrée d'une porte logique ont bien été identifiés avant d'analyser leurs causes respectives.
- Éviter de connecter directement deux portes logiques.
- Vérifier que les événements en amont immédiat d'une même porte sont indépendants.

3.6.1.2 Les symboles [7]

Les principaux symboles utilisés pour la construction des arbres sont les suivants :

Tableau 3.4: Les principaux symboles utilisés pour la construction des arbres

Symbole	Description
	Élément intermédiaire Élément relatif à un événement qui a au moins un antécédent « cause » relié avec une porte logique.
	Porte « ET » L'évènement de sortie se réalise si tous les évènements reliés à la porte se réalisent en même temps.
	Porte « OU » L'évènement de sortie se réalise si seulement un seul des évènements reliés à la porte se réalise.
	Porte « K sur N » L'évènement de sortie se réalise si K évènement parmi les N reliés à la porte se réalisent en même temps.
	Élément de base Élément relatif à un événement qui ne nécessite pas de développement, les limites de résolution sont atteintes.
	Transfert Ce triangle indique que l'arbre correspondant à l'évènement auquel il est relié est développé séparément.
	Évènement non développé L'évènement ne sera pas développé car soit ces conséquences sont trop faibles, soit il n'y a pas d'informations disponibles.

3.6.1.3 exemple d'arbre [7]

En définitive, l'application de ces règles aux réflexions menées peut conduire à la construction d'un arbre de la forme suivante :

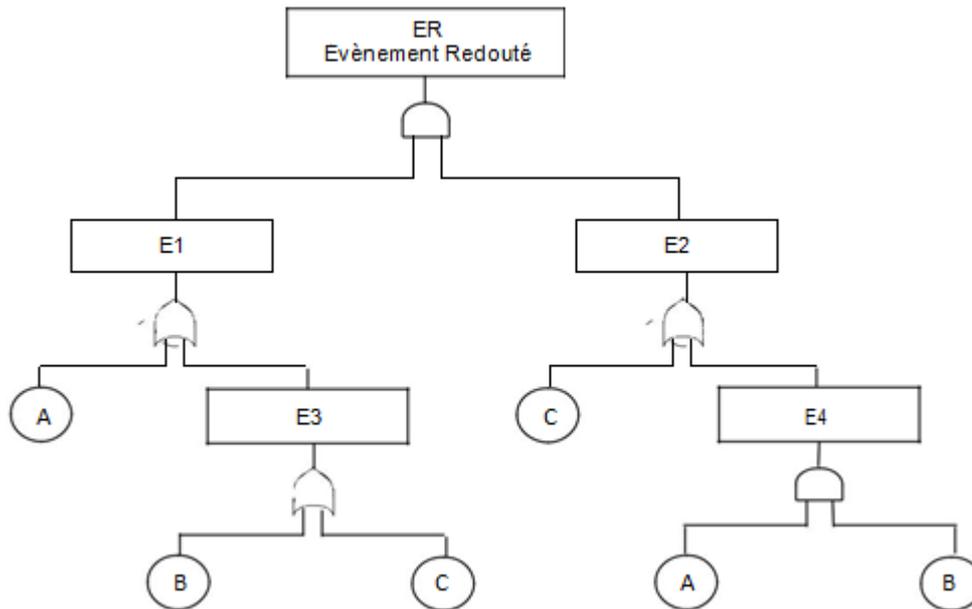


FIG 3.4 : Exemple d'arbre de défaillance

3.6.1.4 Commentaires sur la méthode

- **Limites**

Le modèle de l'arbre des défaillances est booléen : un évènement à seulement 2 états, vrai ou faux, les modes dégradés ne sont pas pris en compte. L'arbre des défaillances ne prend pas en compte l'aspect temporel et l'ordre dans lequel doivent se réaliser les évènements élémentaires pour aboutir à l'évènement redouté.

- **Une méthode simple et facilement applicable**

La méthode de l'arbre de défaillances est très formalisée, elle permet d'avoir une bonne vision des différentes causes et de leurs combinaisons. Après recherche des coupes minimales, elle permet d'identifier les chemins critiques et permet de « focaliser » sur les causes primaires d'un évènement dans une politique de réduction de la probabilité d'occurrence de l'évènement (étude de sensibilité). L'arbre des causes est une méthode déductive qui peut être aussi bien utilisée qualitativement que quantitativement. Cette méthode s'adapte très bien à la communication et est facilement compréhensible.

- **Une méthode coûteuse**

Elle s'applique seulement à des systèmes dont on est capable de décrire le fonctionnement ou les scénarios menant à l'ERC de façon complète.

La quantification des arbres nécessite la connaissance des probabilités des événements de base, or il n'existe pas toujours de données à ce sujet.

Pour les systèmes complexes, il est conseillé de mettre en œuvre des outils spécifiques car le calcul des coupes minimales peut facilement devenir très fastidieux et source d'erreurs. [15]

3.6.2 Aval de L'ERC arbre des événements [7]

Le principe des arbres des événements consiste à considérer un événement ou une défaillance, et à regarder l'enchaînement des événements possibles qui en découlent.

La démarche généralement retenue pour réaliser une analyse par arbre des événements est la suivante :

- Définir l'événement initial à considérer
- Identifier les fonctions de sécurité prévues pour y faire face ou les paramètres qui peuvent influencer le déroulement du scénario à partir de l'événement initial
- Construire l'arbre
- Décrire et exploiter les séquences d'évènements identifiées.

3.6.2.1 Principe de construction de l'arbre [7]

À partir de l'événement initial, il faut déterminer les différentes fonctions de sécurité assurées par des barrières en réponse à l'événement initial. Elles ont en général pour objectif d'empêcher que l'événement initial soit à l'origine d'un phénomène dangereux ou d'en minimiser la gravité potentielle.

Les paramètres pouvant influencer le déroulement du scénario peuvent être par exemple la présence d'une source d'inflammation qui transformerait une fuite de gaz inflammable en feu torche.

Les différentes barrières de sécurités et paramètres n'intervenant généralement pas de manière simultanée, une fois identifiés, ces derniers doivent être classés par ordre chronologique d'action.

Le plus simple est de réaliser un tableau chronologique récapitulatif des différentes fonctions et de leurs paramètres.

La construction de l'arbre consiste alors, à partir de l'événement initial, à envisager soit le bon fonctionnement soit la défaillance des barrières de sécurité les unes après les autres ou alors la survenue du paramètre.

Cette démarche temporelle permet en définitive d'identifier des séquences d'évènements susceptibles de conduire ou non à un accident potentiel. Elle n'est cependant généralement pas suffisante en vue de construire un arbre. Il est ainsi indispensable durant la construction de l'arbre d'observer les points suivants :

- Si une barrière dépend du fonctionnement d'autres barrières, elle doit être considérée après ces barrières
- Si l'échec d'une barrière implique automatiquement l'échec d'autres barrières, le succès de ces dernières n'est pas à considérer. Ainsi, si la défaillance d'un sous-système entraîne la défaillance commune de plusieurs barrières assurant des fonctions de sécurité, ce sous-système doit être considéré avant ces systèmes. Ce cas de figure envisage ainsi les défaillances de mode commun.

Le respect de ces règles et l'élimination des branches physiquement impossibles conduit à l'élaboration d'un arbre des événements réduit.

3.6.2.2 Exemple d'arbre

La représentation graphique de l'arbre d'événement est de type 5 :

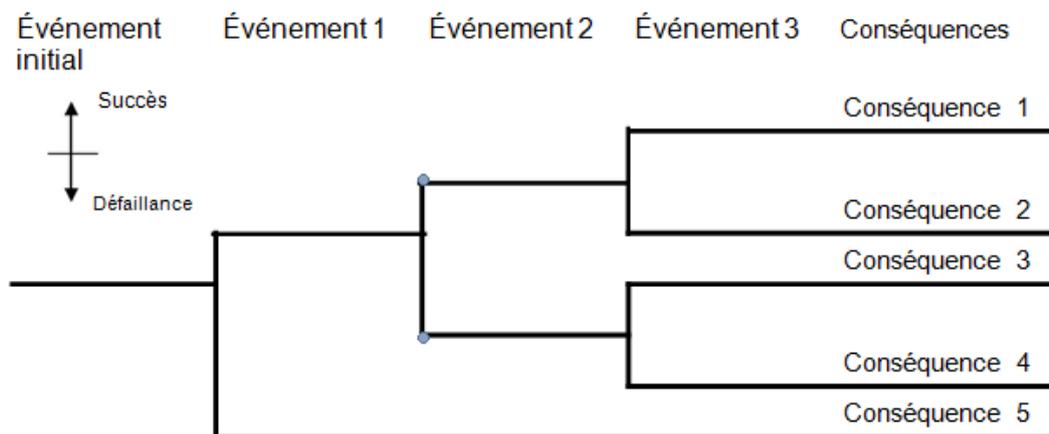


FIG 3.5 exemple de l'arbre d'événement

Les événements retenus peuvent être le fonctionnement des barrières de sécurité ou d'autres événements ayant un impact sur la séquence accidentelle (présence d'une source d'inflammation pour une fuite de nuage inflammable par exemple). Comme pour l'arbre de défaillances, la définition de l'événement initial est importante et va conditionner le bon déroulement de l'analyse par arbre d'événements. En effet, cette démarche peut devenir très lourde si l'événement initial est mal choisi. Dans le cadre d'une étude de sécurité, l'événement initial est choisi parmi les événements redoutés centraux pouvant conduire à un phénomène dangereux. Ceci suppose donc de connaître, au moins de manière partielle, les principaux risques associés à l'installation considérée. L'ordre de prise en compte des événements modifie la présentation de l'arbre mais ne modifie pas le calcul de la fréquence de la conséquence ; à partir d'une même fréquence d'occurrence de l'événement initial, on obtient les mêmes fréquences de la conséquence quelle que soit la représentation. Cependant il est plus facile de travailler avec des arbres les plus réduits possibles.

3.6.2.3 Commentaires sur la méthode

- **Limite**

Les paramètres ne peuvent se représenter que sous forme d'événement booléen

- **Une méthode simple et facilement applicable**

La méthode de l'arbre des événements est très formalisée, elle permet d'avoir une bonne vision des différentes conséquences et de leur combinaison. L'arbre des événements est une méthode inductive qui peut être aussi bien utilisée qualitativement que quantitativement. Cette méthode s'adapte très bien à la communication et est facilement compréhensible

- **Une méthode coûteuse**

La construction de l'arbre et son exhaustivité sont basées sur une bonne connaissance des scénarios susceptibles de survenir. La quantification des arbres nécessite la connaissance des probabilités des événements de base, or il n'existe pas toujours de données à ce sujet. A l'instar de l'arbre de défaillances, la construction de l'arbre peut facilement devenir très fastidieuse et source d'erreurs. [15]

3.6.3 Représentation des scénarios d'accidents sous forme de nœud papillon

La représentation des scénarios d'accidents sous la forme de nœud papillon, qui combine, pour un système, arbre de défaillances et arbre d'événements, est très répandue. En règle générale, dans le cas d'une représentation sous forme de nœud papillon :

- L'évènement Redouté Central est l'évènement indésirable sommet de l'arbre des défaillances ;
- Les évènements initiateurs et les défaillances des barrières de prévention sont les évènements élémentaires utilisés dans la construction de l'arbre.

Ainsi, cette représentation des scénarios d'accidents donne un aperçu global des enchaînements menant aux accidents dont on veut estimer la probabilité d'occurrence, en mettant en évidence les différentes causes possibles avec les liens logiques existant entre elles et en mettant en valeur les barrières de sécurité permettant de réduire leur probabilité d'occurrence. De plus, la représentation permet de visualiser les chemins critiques, c'est à dire d'identifier les branches causales les plus contributives à l'occurrence du scénario d'accident en vue d'améliorer la maîtrise des risques.

Le nœud papillon, s'il est correctement construit, s'avère être un support privilégié d'agrégation des données de fréquences et de probabilités le long d'un scénario d'accident.

Un nœud papillon se présente généralement de la manière suivante :

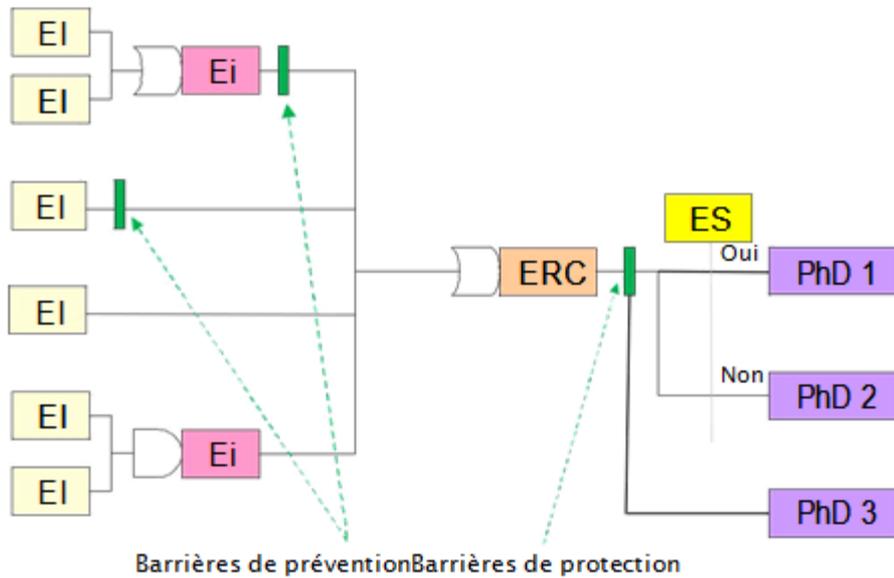


FIG 3.6 : représentation d'un scénario d'accident sous forme de nœud papillon

• **Légende :**

EI : Événement Initiateur

Ei : Événement Intermédiaire

ERC : Événement Redouté Central. Il s'agit généralement d'une perte de confinement.

ES : Événement Secondaire. Il peut s'agir d'une inflammation d'un nuage de gaz, qui peut être soit immédiate (et donnera lieu à un feu torche par exemple), soit retardée (et donnera lieu à un UVCE par exemple)

PHD : Phénomène Dangereux. Les PHD correspondent à des phénomènes tels que des explosions, incendies, dispersions toxiques, mettant en œuvre des substances et mélanges dangereux et pouvant porter atteinte à des intérêts à protéger.

Les événements initiateurs peuvent être de natures différentes :

Tableau 3.5 : Les grandes catégories d'événements initiateurs	
Typologie des causes / événements Initiateurs	Exemple d'événements initiateurs
Causes externes à l'établissement et naturelles	Séisme, Glissement de terrain, volcan, feu de forêt
	Inondation
	Vent, tempête, neige
	Foudre

Causes externes à l'établissement et d'origine anthropique	Chute d'avions
	Effets dominos externes (rupture de canalisation, trafic sur voies externes au site, etc.)
Causes internes à l'établissement mais externes aux installations	Intervention externe (travaux, choc d'un engin, etc.) Effets dominos internes
Causes internes aux installations	Défaillance interne (technique ou humaine) Effets dominos internes

Voici un exemple de nœud papillon construit à partir d'une analyse des risques d'une tuyauterie transportant un produit toxique :

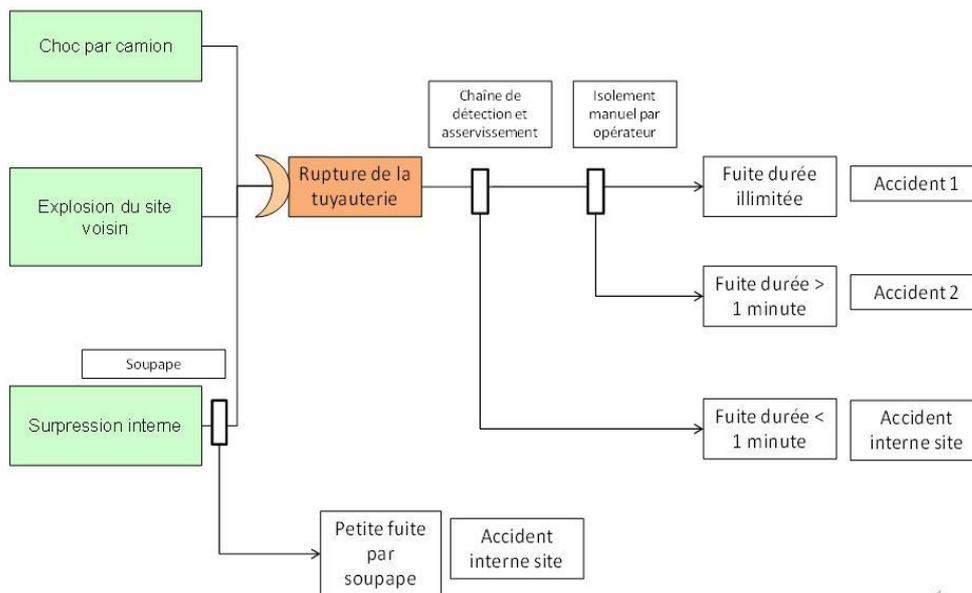


FIG 3.7 : Nœud papillon d'une rupture de tuyauterie

Règles de bonnes pratiques – Écueils à éviter

La construction d'un nœud papillon, support de l'estimation probabiliste, doit être correctement réalisée en vérifiant notamment les points cités ci-dessous :

Traitement exhaustif des données issues de l'analyse de risques, menée selon les règles de l'art (méthodologie adaptée et respectée)

Dans le cadre des EDD, identification des événements initiateurs qui peuvent ne pas être retenus dans la quantification probabiliste

Sélection préalable des barrières de sécurité suffisamment performantes et adaptées aux événements

Positionnement correct des barrières de sécurité sur le nœud papillon (Affectation de la bonne barrière pour le bon scénario). Une attention particulière est à apporter à l'emplacement des barrières dans le nœud papillon : une barrière ne peut pas être valorisée plusieurs fois sur le même scénario d'accident

Bien identifier les barrières qui, bien que positionnées sur plusieurs chemins conduisant au même accident, ont une performance qui diffère selon la séquence accidentelle (par exemple : disque de rupture dimensionné à une partie seulement des événements initiateurs identifiés)

Prise en compte des sous-scénarios engendrés par le fonctionnement des barrières de sécurité (ex : ouverture des soupapes de sécurité). [3.16]

3.6.4 SYNTHÈSE SUR LES APPROCHES ARBORESCENTES

L'approche par arbre donne une bonne vision des enchaînements et permet de guider la recherche des solutions les plus efficaces de réduction du risque à la source. Elle peut être adaptée en fonction des données disponibles et des objectifs par exemple, il est possible de considérer l'arbre de défaillances et l'arbre des événements séparément ou de coupler les deux approches sous forme de nœud papillon. Le traitement probabiliste des ERC se fait par agrégation des différents scénarios menant à un même ERC, ce qui ne pose pas de difficultés majeures dans la mesure où l'on sélectionne au préalable une coupe minimale évitant toute redondance.

De manière générale, l'estimation probabiliste d'un phénomène dangereux nécessite un soin particulier dans la mesure où les nœuds-papillons (conjugaison d'un arbre de défaillances et d'un arbre d'événements) sont centrés sur les ERC et non sur les phénomènes. Ainsi, plusieurs ERC différents peuvent mener au même phénomène dangereux (ex : feu de cuvette). Dans ce cas, s'ils n'ont aucune cause commune, alors l'estimation de la fréquence du phénomène dangereux s'effectue de manière simple en agrégeant les fréquences des différents ERC – exactement comme lorsqu'on agrège les différentes branches menant à un ERC donné.

En revanche, il est possible que ces ERC aient des causes en commun, telles : chocs, défaillance de la régulation de pression, perte d'utilité... Dans ce cas un travail spécifique est nécessaire pour dessiner un nouvel arbre de défaillances considérant toutes les causes qui aboutissent au phénomène dangereux, via divers ERC, et en déterminer une coupe minimale.

Une autre manière de se focaliser sur les phénomènes dangereux est de centrer le nœud papillon sur le phénomène dangereux considéré et d'avoir la même démarche qu'avec l'événement redouté central. De manière pratique, il est souvent plus aisé de travailler sur l'événement redouté central car, dans la plupart des cas, un seul ERC peut générer plusieurs phénomènes dangereux.

Le traitement probabiliste d'un scénario d'accident donné est relativement simple La présentation par « arbres » est adaptée à des systèmes dont le niveau de connaissance est élevé ou peu complexes⁶. Il est très important de définir au préalable le niveau de détail requis et la méthode

qui va être utilisée pour construire l'arbre en fonction des objectifs et des contraintes. De manière générale, plus un arbre est complexe ou exhaustif plus les probabilités doivent être précises.

L'approche par arbre ou par nœud papillon permet notamment de répondre aux besoins de la réglementation sur l'estimation des probabilités des accidents potentiels et, par ailleurs, d'identifier les chemins critiques conduisant à ces accidents.

Les avantages et inconvénients des approches arborescentes sont présentés de façon synthétique ci-après :

Les avantages :

- facile, traçable, communicable
- adaptable à de nombreuses méthodes d'analyse de risques telles que l'APR ou HAZOP
- employable aussi bien dans le cadre d'une approche quantitative que d'une approche semi-quantitative
- permet l'identification des chemins « critiques » ou l'étude de sensibilité des systèmes.

Les inconvénients :

- peu adapté à des systèmes complexes
- méthodes lourdes à mettre en œuvre, surtout lorsqu'il y a des causes communes
- ne permet pas de voir la dépendance temporelle des événements
- la disponibilité, l'adéquation et les incertitudes des données influent sur la quantification lors d'une utilisation purement quantitative. Cependant il existe des solutions partielles : méthodes de Monté Carlo et/ou approche Bayésienne (ces approches ne sont pas traitées dans le présent document). [17]

Chapitre IV

Evaluation des risques sur les cartes

4.1 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

4.1.1 Groupe GETEX

Le Groupe Textiles et Cuirs "GETEX-Spa", est issu de la transformation juridique de l'ex-SGP Industries Manufacturières (SGP-IM). Après validation de son plan d'actions en 2016, il est composé de cinq filiales et une sous filiale de distribution qui contrôlent 40 unités répartis sur le territoire national opérant dans trois (03) branches industrielles distinctes : textiles de base, confection & habillement et cuirs & chaussures (**Tableau 4.1**).

Il est pratiquement absent du marché grand public, et ne continue à fonctionner que grâce aux commandes publiques. Le Groupe GETEX fait partie d'une entreprise mixte dénommée **EATIT** (Entreprise Algérienne des Textiles Industriels et Techniques), à hauteur de 40% pour GETEX et 60% pour le partenaire EHC/MDN. Il est également actionnaire à travers les groupes **C&H** et **TEXALG** dans la société mixte **TAYAL** en charge de la réalisation et de l'exploitation du projet du pôle textile de Relizane. Il a réalisé un chiffre d'affaires de 10 526 MDA en 2016 et emploie un effectif de 8 328 agents.

Tableau 4.1: Filiales du groupe GETEX-SPA

Filiale détenues à 100%						Participation minoritaire
Textiles d'habillement (11 Unités)	Textiles divers (6 Unités)	Tannerie / Mégisserie (6 Unités)	Manufacture de Chaussures et maroquinerie (4 Unités)	Confection et Habillement (13 Unités)	JACKET'S CLUB	
1. SENTEX 2. MEDIFIL 3. ALCOVEL 4. COTEST 5. FILBA 6. SOTEXHAM 7. DRAPEST 8. TIFIB 9. SOTRADAL 10. SOITINE 11. COTOSUD	1. SOFACT 2. MANTAL 3. SAFILCO 4. FITAL 5. BEJE 6. ALFADITEX	1. TAJ Jijel 2. MEGA Batna 3. TAMEG Rouiba 4. THP Djelfa 5. TAFNA EI Amria 6. SYNSET Sétif	1. MACSOUM 2. AURES FOOTWEAR 3. MACVIL 4. MVLC	1. BOUIRA DRAPS 2. CHEMISERIE 3. DU CENTRE(LNI) 4. CONFEC. NUMIDIA 5. TAFNA. CONFEC 6. COBBA 7. ECJ JIJEL 8. MAPAP 9. CONFEC STYLE 10. NEC SAIDA 11. ALCOST 12. BOOM 13. WEST MOD'S		EATIT Spa (GETEX : 40%)
						TAYAL Spa (GETEX : 37,69 %)

4.1.2. Filiale TEXALG

TEXALG est une SPA (Société Par Action) dotée d'un capital social de 5 Milliards de Dinars détenu intégralement par le Groupe Textile et Cuir "GETEX". Ce dernier a été créé depuis 2015, suite à la transformation de la SGP/IM donnant création de nouveaux Groupes Industriels affiliés au Ministère de l'Industrie et des Mines. L'entreprise TEXALG est spécialisée dans la production et commercialisation des produits textiles, elle regroupe 11

complexes industriels spécialisés dans 03 activités de production : Cotonnade, Draperie lainières et Soieries Synthétiques.

4.1.3. Unité SOFACT

L'entreprise SOFACT-SPA (SOciété de Fabrication de Couvertures Textiles) est une EPE (Entreprise Publique Economique) ayant le statut juridique de SPA, et existant sous la forme d'un complexe industrielle de production appartenant à la filiale TEXALG du groupe GETEX. Elle est implantée au niveau de la zone industrielle de la wilaya Tissemsilt. Sur la Route d'Alger (**Figure 4.1**) sur une superficie totale de 10 hectares 03 ares et une superficie couverte de 3,5 hectares. Sa principale activité est la production et commercialisation de couvertures textiles et dérivés (files et tissus). Les principales dates clé ayant mis en jour SOFACT sont (**Tableau 4.1**):

Tableau 4.2: Chronologie de Création de l'unité SOFACT

Dates clé	Parties prenantes
- 02 / 11 /1982 : Individualisation	- Maître de l'ouvrage : ELATEX
- 02 / 02 / 1983 : Signature du contrat	- Maître de l'œuvre : ENEDIM
- 11 /12/ 1983 : Ouverture du chantier	- Réalisation : PEC – STAR (Inde)
- 04 / 07 /1987 : mise en exploitation	- Coût d'individualisation : 550 millions DAZ
- 02 / 12 /1987 : Réception provisoire	- Mode de réalisation : clés en mains
- 28 / 05 / 1988 : Lancement de la 2 ^{ème} équipe	
- 15 / 02 / 1989 : Réception définitive	
- 03 /10 /1990 : Lancement de la 3 ^{ème} équipe	



Fig. 4.1: Implantation de l'unité SOFACT (Google Map)

4.2 PROCESSUS INDUSTRIEL

C'est l'ensemble des activités, tâches et opérations qui permettent l'élaboration d'un produit industriel selon des procédés de fabrication déterminés, au moyen d'unités de traitement et de transformation [AUB 94]. Il est construit sur la collusion des intrants aux extrants (Figure 4.2).

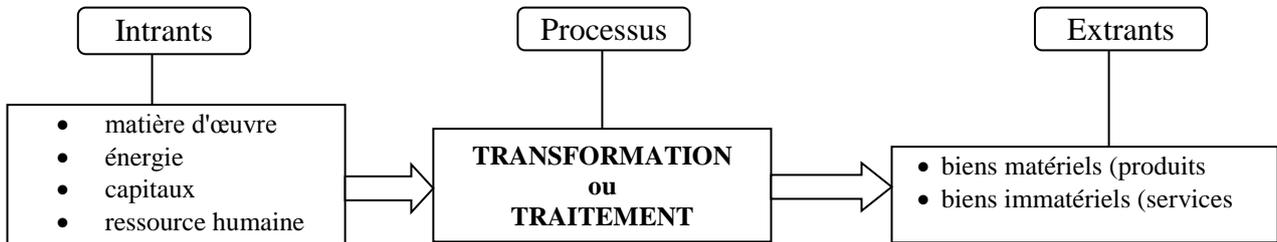


Fig. 4.2 : Processus de transformation ou de traitement

Au niveau de l'unité SOFACT, le processus de production industriel est constitué des activités de transformations suivantes :

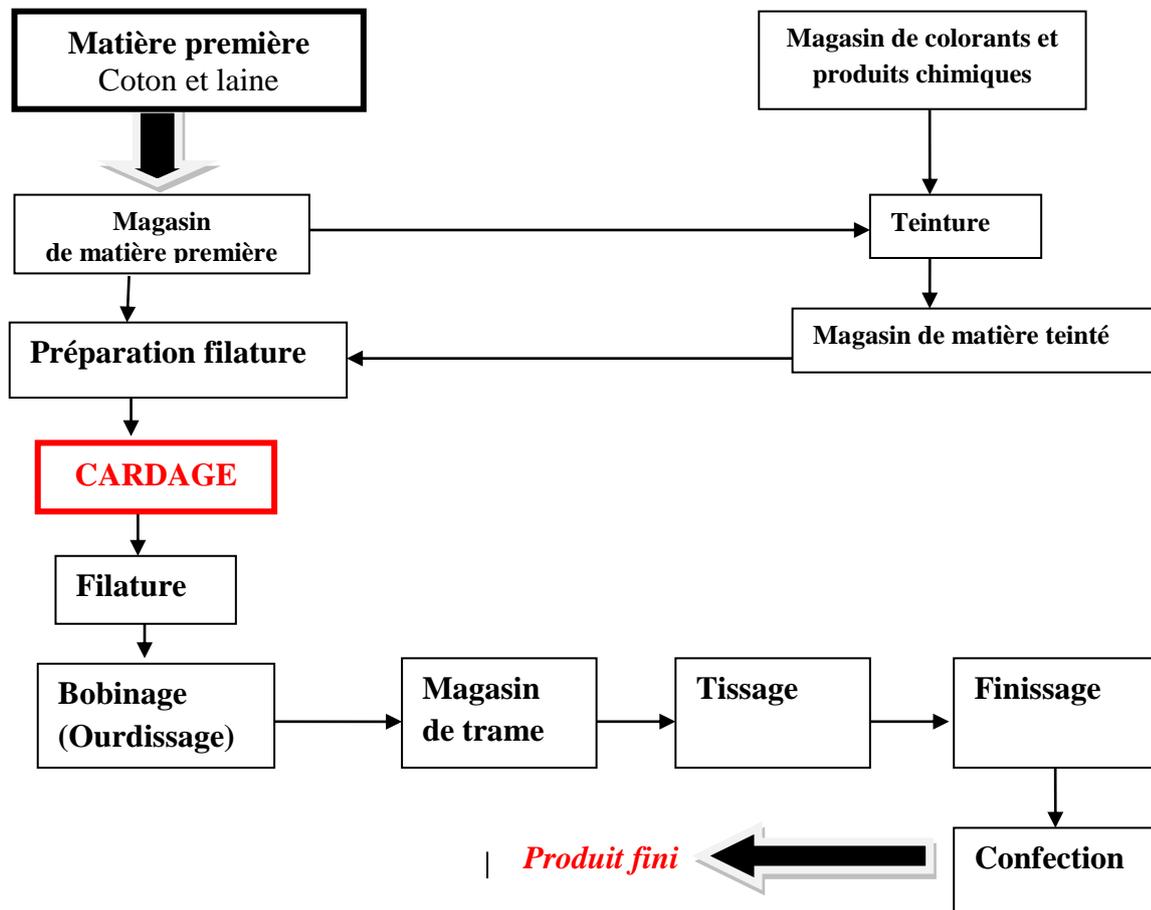


Fig 4.3 : processus de fabrication

1. **Cardage** : Opération que l'on fait subir aux fibres textiles pour en éliminer complètement les impuretés, les fibres les plus courtes, pour les individualiser et les paralléliser
2. **Teinturage** : Après des tests effectués au niveau des laboratoires dans la quelle il est fixé et arrête les données de mesures nécessaires demandées pour colorer et teinter la laine (les produits chimiques, le temps, la température, les colores... etc.). Après avoir teinte la laine se trouvant dans le panier ; celle-ci est transportée pour être soumise dans la machine « essoreuse » pour dégager de l'eau restant, également elle est soumise à une machine de séchoir pour sécher la matière teintée.
3. **Filature** : Apres avoir sécher la laine cette dernière est rouverte par l'ouvreuse en même temps il est ajouté à cette laine une huile d'ensimage pour éliminer les charges électriques. Une fois termine de cette opération la laine est canalisée par un système pneumatique vers une machine de cardage dans laquelle procédé a la carde de la laine et par la même, elle forme des couches de laine pures divisées en plusieurs filés a travers des rubans que sont les mèches, que a leur tour sont en magazines dans les poulies que sont déplacés par chariots vers la machine « continu à fili » qui sera transformé en file fort qui est dénommé « file de trame », en même temps sont chargés dans les fuseaux qui sont en bobinés dans une machine « bobinoir ». Donc par les monoraille est porter les fuseaux dans la machine bobinoir, la machine est ramassée des plusieurs fuseaux dans un seul cylindre.
4. **Ourdissage** : L'atelier d'utiliser la machine pour ensembles 3000 Files (file de chaine) dans un grand cylindre s'appelle lansouplle.
5. **Tissage** : Fixé lansouplle sur la machine de tissage, et fixé les bobines de file de trame et de chaine, donc chaque machine est fabriquée (85 jusque 92 mètres) de tissu, Par le tour file est change en mèche vers file fort s'appel file de trame et en même temps remplir dans le fuseau. Dans cet atelier il est trouvé 64 machines de tissage ,32 de type jakar et les autres de type ratière.
6. **Finissage** : déplacer le tissu à la machine s'appelle « laineuse » qui fait extraction la laine dans le tissu pour donner un palpe doux, Et en même atelier il est déplacé des couvertures à autre machine s'appelle « tendeuse », qui procède coupez la laine en excès et lui donner une mesure égale à la hauteur et de grande qualité.
7. **Confection** : coupez les couvertures au les mesures requises par les travailleurs, et puis vers le tailleur pour ajouter aux aspects des Ruben et mettre la carte porter le nom de la compagnie et le nom de couverture, et en même atelier les travailleurs est pliable des couvertures et insérés dans des sacs en plastique portant le nom de l'entreprise tixalg Il sont transportés à magasin de comptabilité.

4.3. OPERATION DE CARDAGE

4.3.1 Description du cardage

Les matières utilisées dans les cardes observées se divisent en deux principales catégories : les fibres courtes du coton dont la longueur typique est entre 25 et 60 mm et les fibres longues de la laine destinées au cardage dont la longueur est entre 80 à 120 mm. Les matières premières peuvent être constituées uniquement de fibres naturelles (laine, coton, etc.) ou synthétiques (polyamide, polyester, etc.) ou d'un mélange des deux ou de fibres recyclées de provenances diverses. Les fibres naturelles proviennent de différents pays, contiennent plus ou moins d'impureté, sont de longueurs moyennes variées et ont des caractéristiques variées (finesse, souplesse). Les fibres synthétiques sont exemptes d'impuretés et sont de longueur et de caractéristiques fixes. Les fibres recyclées proviennent de textiles récupérés. Leur nature peut donc être variée et elles sont, en moyenne, nettement plus courtes que les précédentes, ce qui modifie leur aptitude au cardage tout en générant plus de poussières issues de la fibre elle-même. Les impuretés contenues dans les fibres naturelles sont entre autres, végétales (cellulose et végétaux étrangers), minéral (sable) et animal (insectes) pour le coton et végétales (paille, fumier), minéral (sable, terre,) et animal (puces, graisse naturelle) pour la laine. La fibre subit plusieurs traitements préparatoires au cardage : l'ouverture, le lavage, le mélange, l'ensimage, etc., afin, de la nettoyer et de la rendre aussi souple et floconneuse que possible.

4.3.2 Machine carde

4.3.2.1 Description

La carde est la machine la plus importante dans la fabrication des filés. Dans presque toutes les usines textiles, elle assure la deuxième et la dernière opération d'épuration. Elle est composée d'un système de trois cylindres rotatifs garnis de fines pointes métalliques inclinées et d'une série de barres plates, également munies de pointes métalliques, qui transforment successivement les petits agglomérats et les petites touffes en fibres bien séparées et ouvertes, éliminent un très gros pourcentage de débris et de corps étrangers, recueillent les fibres sous forme d'un ruban qui est soigneusement lové dans un pot pour les opérations ultérieures (**Figure 4.4**).

4.3.2.2 Fonctionnement

Le procédé de cardage consiste principalement à démêler les fibres des flocons, les paralléliser et à éliminer les dernières impuretés. Ces opérations se font à l'aide de cylindres recouverts de courtes aiguilles métalliques affûtées et fixées suivant un prolongement radial ou bien à angle, par rapport à un rayon du cylindre.

Ces aiguilles constituent la garniture qui brosse la matière première. Le passage répété des fibres entre les rouleaux permet de les paralléliser, d'éliminer les fins débris et les micro nœuds (« nep ») compris entre les fibres ainsi que les fibres considérées trop courtes. Enfin, il permet de former un mince voile homogène qui est ensuite transformé selon l'application désirée. Les vitesses périphériques relatives des rouleaux, l'espacement entre les rouleaux et l'orientation des aiguilles sont les paramètres qui influencent le plus la qualité du brossage, l'orientation des fibres, la régularité du voile et son transfert d'un rouleau à l'autre. Selon la catégorie des fibres traitées, courtes ou longues, deux types de cardes coexistent : les cardes dites « à coton » et les cardes dites « à laine ». Elles utilisent toutes deux le même procédé, mais sont adaptées à la nature différente des fibres. Pour les deux types de cardes, l'alimentation est faite avec une nappe de matière première de plusieurs centimètres d'épaisseur sur toute la largeur de la machine et déposée sur un convoyeur ou une plaque glissante d'alimentation.

La densité volumétrique de la nappe de flocons est contrôlée par une chute motorisée ou une balance. La nappe est pincée et entraînée sur le premier cylindre par des rouleaux alimentaires et briseurs. Ce dernier débute le procédé en défaisant les flocons. Très sommairement dans le cas des cardes à coton, la machine comprend en général un seul gros cylindre tournant à environ 500 tours par minute et au-dessus duquel un convoyeur à lattes comportant des peignes suit lentement son contour (**figure 4.4**) ; ce sont les « chapeaux ». En raison de la vitesse périphérique élevée du cylindre, les flocons sont projetés dans les aiguilles des chapeaux qui les parallélisent, enlèvent les « nèpes », les poussières et les fibres trop courtes. C'est à la rencontre du cylindre et du rouleau peigneur, d'un plus petit diamètre et appelé « doffer », que le voile se forme à cause de la très grande vitesse périphérique relative ; le rouleau peigneur accumule les fibres entre les aiguilles pointées vers l'arrière.

Les fibres sortent du rouleau peigneur en un mince et délicat voile, qui est ensuite, si le produit est destiné à la filature, concentré en un ruban (grosse mèche) qui est par la suite déposé en spirale dans un pot. C'est au point de concentration, la flûte, que la densité globale et longitudinale du voile est mesurée.

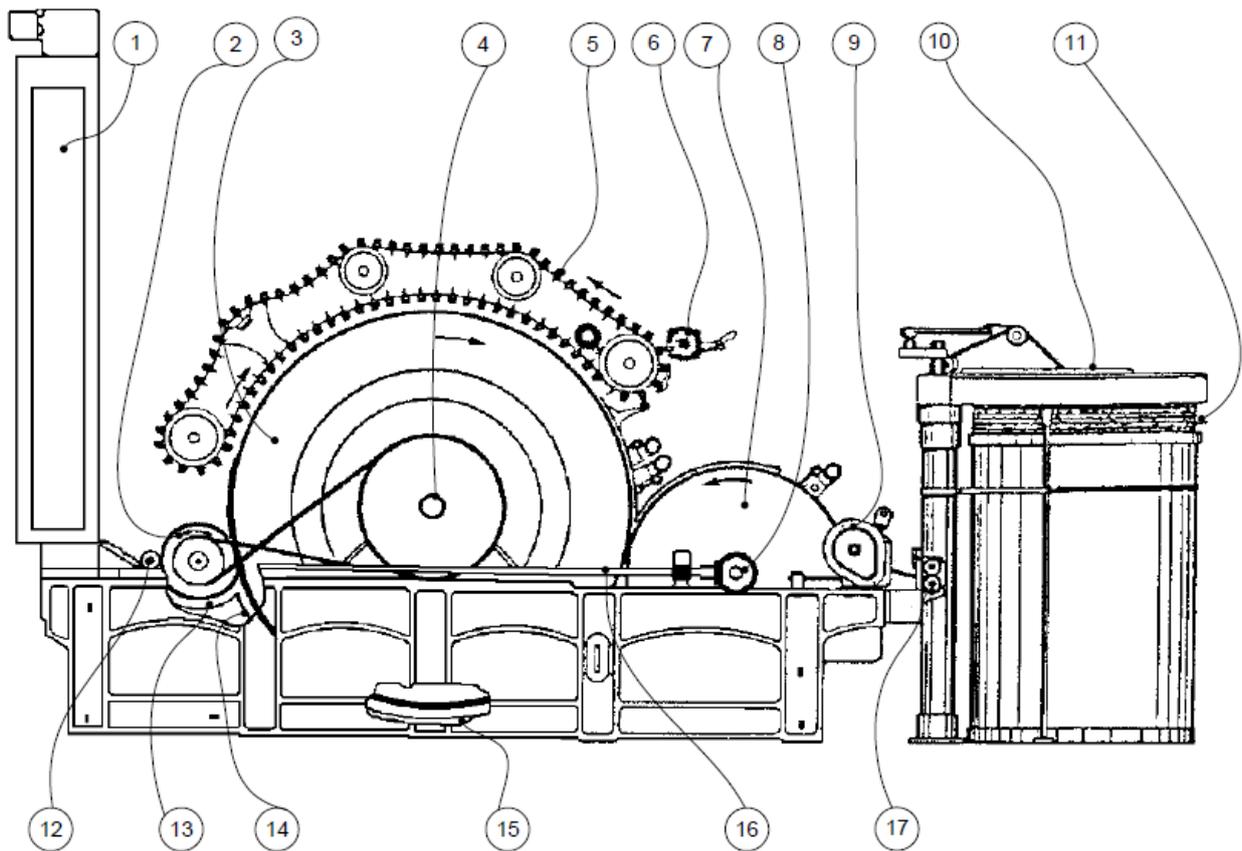


Fig 4.4 : schéma d'une cardes à coton avec chute d'alimentation et boudineuse

Tableau 4.3 : Nomenclature des principales pièces

1 : Chute alimentaire	7 : Rouleau peigneur	13 : Extracteur de fibre
2 : Rouleau briseur	8 : Paliers du rouleau peigneur	14 : Tamis du briseur
3 : Cylindre	9 : Peigne détacheur	15 : Tamis du cylindre
4 : Paliers du cylindre	10 : Bobineur planétaire (pot tournant)	16 : Arbre latéral
5 : Convoyeur de lattes à peignes	11 : Ruban	17 : Rouleaux de la calandre
6 : Rouleau de brosses à nettoyer	12 : Rouleau alimentaire	

4.3.2.3 Réglage de la machine cardé

Le réglage des cardes est critique et complexe. En effet, l'efficacité des cardes à coton dépend, en plus du dépoussiérage, de la précision des réglages entre rouleaux, cylindres et chapeaux, des vitesses relatives entre eux ainsi que de l'état et de la qualité de l'aiguillage des garnitures ; le tout en fonction des caractéristiques des fibres traitées. Il illustre qu'une cardé typique a 34 points de réglages (chaque côté). Certains de ces points de réglage sont très critiques, entre autres, entre le cylindre et le rouleau peigneur ou une diminution de la tolérance de 102 mm (.004 po.) sur 178 mm (.007 po.) augmente le taux de transfert de 100 %. De plus, le réglage d'un rouleau avec le cylindre, briseur ou peigneur, engendre un nouveau réglage entre chacun des rouleaux en amont et en aval. Enfin, mentionnons que si les problèmes de réglage génèrent des problèmes de transferts ils génèrent aussi des besoins d'intervention de nettoyage supplémentaire et des risques associés comme nous le verrons plus loin.

Dans le cas des cardes à laine (fibres longues), la machine comprend généralement deux à quatre gros cylindres, tournant à environ 100 tours par minute et regroupés en nombre de bancs correspondants (voir figure 4.5). Au-dessus de ces cylindres, des paires de rouleaux travailleurs nettoyeurs suivent le contour. Les rouleaux travailleurs prélèvent l'excédant d'épaisseur de fibre sur le cylindre et le transfèrent aux rouleaux nettoyeurs qui le déposent sur le cylindre avec un recul par rapport au point de prélèvement. Cette action répétée sur plusieurs paires de rouleaux travailleurs-nettoyeurs, crée la densité longitudinale du voile en formation. Entre deux bancs de cylindres, un dispositif permet d'uniformiser la densité transversale du voile en le concentrant à la sortie du premier banc en un gros ruban et en le déposant en un mouvement de balayage transversal sur un convoyeur qui alimente le second banc. Une fois passées dans le second banc, les fibres sortent de la cardé en un mince et délicat voile, qui est ensuite, si le produit est destiné à la filature, divisé en de multiples bandes de quelques centimètres de large, qui sont légèrement torsadées en petites mèches avant d'être enroulées sur des bobines (figure 2) ; c'est le séparateur et la mécheuse.

Dans ce cas-ci, il est question de cycle de fabrication dit « cardé » qui constitue un cycle de fabrication court contrairement aux cycles peignés et semi-peignés qui sont des cycles longs. Dans ces derniers cas, le voile en sortie de cardé est rassemblé en ruban et sera transformé en fil lors d'opérations subséquentes de filature comme dans le cas du coton. Un dernier mot en ce qui concerne les cardes utilisées dans le domaine du non-tissé ; elles diffèrent des cardes à laine par des parties de machines spécifiques (étaleurs-nappeurs, aiguilleteuses) et intégrées à la cardé. Seul les cardes à laine utilisées dans l'industrie de la filature avec un cycle de fabrication cardé ont été retenues pour cette étude.

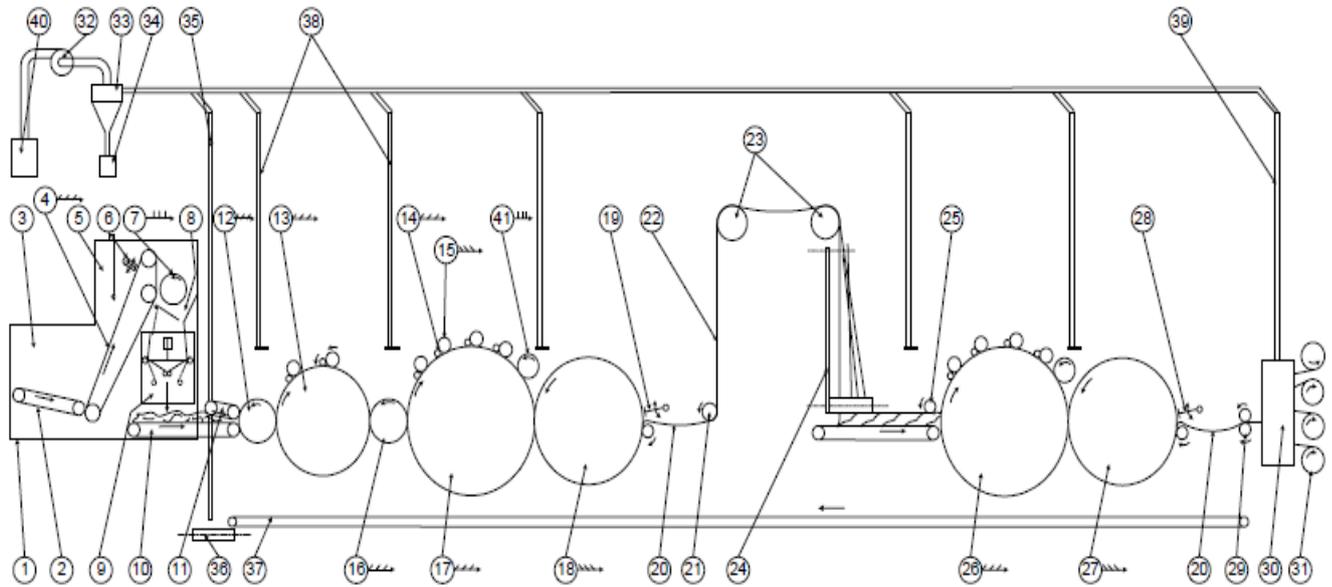


Fig 4.5 : schéma d'une cardes à laine avec dispositif d'alimentation et mécheuse

	Les aiguilles de l'item x sont inclinées vers l'avant du déplacement périphérique
	Les aiguilles de l'item x sont perpendiculaires au déplacement périphérique
	Les aiguilles de l'item x sont inclinées vers l'arrière du déplacement périphérique

Tableau 4.4 : Nomenclature des principales pièces

1 : Chargeur	14 : Rouleau nettoyeur où Balayeur	25 : Rouleau presseur	35 : Aspiration des résidus
2 : Tablier alimentaire	15 : Rouleau travailleur	26 : Deuxième grand cylindre	Provenant du convoyeur nettoyeur
3 : Chambre de réserve	16 : Rouleau de transfert	27 : Deuxième rouleau peigne	36 : Convoyeur de transfert
4 : Tablier vertical à pointe	17 : Premier grand cylindre	28 : Deuxième peigne	37 : Convoyeur nettoyeur
5 : Volet basculant (régule La marche du tablier vertical)	18 : Premier rouleau peigneur	29 : Rouleaux alimentaires de la mécheuse	38 : Connecteurs pour aspirateur pour nettoyer les rouleaux (option)
6 : Égalisateur oscillant	19 : Peigne détacheur	30 : Mécheuse comprenant les tabliers roto-frotteurs et les diviseurs à lanières	39 : Aspiration des bordures du voile
7 : Rouleau détacheur	20 : Voile	31 : Bobines de mèches	40 : Filtre et bac de récupération de La bonne laine
8 : Trémie	21 : Rouleaux condenseurs	32 : Aspirateur	41 : Volant (brosses
9 : Balance	22 : Ruban	33 : Cyclone séparateur	
10 : Tapis alimentaire	23 : Rouleaux de transfert	34 : Collecteur de résidus	
11 : Tapis presseur	24 : Distributeur transversal oscillant		
12 : Rouleau briseur			

L'augmentation de l'efficacité des cardes à laine au cours des dernières décennies a fait ressortir les problèmes liés à l'enlèvement de la poussière extraite lors de son fonctionnement. C'est pourquoi les nouvelles cardes sont installées au-dessus d'un puits dans lequel la poussière s'accumule et peut être plus facilement enlevée au moyen de gros aspirateurs. Ce puits a l'avantage de faciliter l'entretien de la machine et l'enfilage du voile dans le séparateur lors des démarrages.

4.3.2.4 Différentes tâches sur la carde

1. Tâches du cardeur

Les tâches du cardeur sont multiples. D'une part, il doit veiller à ce que l'alimentation de la matière première soit correcte à l'entrée de la carde. Il veille aussi à prélever la matière cardée à la sortie. Il réalise le nettoyage des fibres sur les structures et dans l'environnement immédiat de la carde et finalement, il voit à détecter toute anomalie ou dysfonction de la machine. Dans le secteur laine, le cardeur s'occupe de plusieurs cardes à la fois. Ce nombre varie en fonction de la composition de l'équipe de travail. Lorsque le cardeur est aidé de l'aide cardeur, il s'occupe de quatre cardes. Dans ce cas, le cardeur demeure à la sortie des brins et s'occupe des deux derniers bancs et du séparateur. L'aide cardeur s'occupe de l'approvisionnement en matière première et des premiers bancs. Cette séparation du travail permet de restreindre les déplacements de chacun dans un plus petit périmètre. Cela réduit les nombreux va-et-vient et permet au cardeur de s'occuper d'un nombre plus élevé de cardes. Lorsque le cardeur travaille seul, il est affecté à deux cardes. Il voit alors au bon fonctionnement des deux machines sur toute leur longueur.

Dans le secteur coton, le cardeur est affecté à un nombre plus élevé de machines. Le maximum rencontré lors de cette activité est une trentaine de cardes pour un cardeur. Si l'usine ou le département contient moins de trente cardes, le cardeur sera affecté à d'autres tâches sur d'autres machines, comme les bancs d'étirage. Cette situation a été rencontrée à plusieurs reprises. Dans ces cas, le cardeur doit aussi développer des connaissances et des habiletés sur l'opération de machines différentes. Dans le cadre de cette activité, nous n'avons pas évalué l'ensemble des tâches du cardeur sur des machines différentes de la carde. Nous avons concentré les observations sur les opérations effectuées sur la carde exclusivement.

2. Tâches du mécanicien et de l'aiguiseur

Le mécanicien et l'aiguiseur sont ici regroupés car ils travaillent fréquemment en co-activité sur des mêmes tâches de maintenance. Ces tâches sont très diversifiées. Voici une liste non exhaustive des tâches habituellement associées au travail du mécanicien :

- Réalisation des opérations de redémarrage lors des changements de lots
- Réparation des pièces endommagées (maintenance)
- Réalisation de la maintenance préventive (là où elle se pratique)
- Modification des pièces de carde (surtout les vieilles cardes)
- Diagnostic des causes de panne ou de troubles de production
- Calibrage, ajustement et graissage des mécanismes de la carde
- Assistance aux tâches du cardeur
- Assistance aux tâches de l'aiguiseur

Les tâches de l'aiguseur concernent davantage la garniture des cylindres :

- Calibre les cylindres
- Diagnostique l'état de la garniture
- Nettoyage de la garniture (exclusif aux cardes à laine)
- Redressement des aiguilles (exclusif aux cardes à laine)
- Aiguisage de la garniture
- Pose de la garniture (exclusif aux cardes à laine, cette opération est réalisée par une firme externe pour les cardes à coton)
- Répare la garniture
- Assistance aux tâches du mécanicien
- Etc.

Il y a généralement un mécanicien en fonction par quart de travail et un aiguseur en fonction par jour. Ils sont fréquemment sollicités pour répondre à des besoins liés à l'opération quotidienne de la carde (décontamination, dépannage et maintenance), mais aussi à des projets de modification mécanique dans le but d'améliorer le rendement, la sécurité ou encore, à configurer les cardes pour des productions spécialisées. Les connaissances acquises avec le temps et l'expérience sont exclusive à chaque mécanicien et aiguseur.

4.4. APPRECIATION DES RISQUES SUR MACHINE CARDE

4.4.1 Analyse du risque

À la suite d'entretiens avec ces travailleurs, une description plus fine de certaines opérations comportant des risques a été entreprise. Des observations libres de ces opérations et des entretiens a posteriori avec les travailleurs ont permis de mieux comprendre la nature du risque et certains éléments du contexte. Ces observations et entretiens ont été réalisés auprès de travailleurs affectés aux cardes anciennes dans les secteurs laine et coton ainsi qu'aux cardes récentes du secteur coton. Des photos ont permis d'identifier les zones d'accès impliquées pour chaque opération.

Les explications données pour chaque opération ont permis de décrire les événements qui déclenchent la réalisation de ces opérations et les conséquences de ces événements sur la production. Chaque opération est détaillée à l'annexe 2. Les tableaux 3 à 5 qui suivent présentent les listes en fonction du type de carde :

Tableau 4.5: liste des opérations sur les vieilles cartes à coton

Opérations dangereuses	Nature du risque	Travailleurs impliqués
Enlever la couette formée à l'intérieur de La chute	Entraînement	Cardeurs
Nettoyage des lames	Entraînement	Cardeurs
Nettoyage du rouleau en spirale	Frapper par projection	Cardeurs
Enlever la couette formée sous la carte Entre le cylindre et le décrocheur	Entraînement, coupure	Cardeurs
Nettoyage de la tête de la boudineuse	Entraînement	Cardeurs
Amorcer la nappe sous le rouleau Alimentaire	Entraînement	Mécanicien, aiguiser
Nettoyer et ajuster le débit de la chute	Chute	Mécaniciens, aiguisers
Décontamination au jet d'air	Projection d'ans l'oeil	Cardeurs
Décontamination de la garniture du Décrocheur	Entraînement, frappé par Projection	Mécaniciens
Déséguisage du décrocheur	Entraînement	Mécaniciens
Circulation à proximité	Entraînement	Tous

Tableau 4.6: liste des opérations sur les cartes à coton récentes

Opérations	Nature du risque	Travailleurs impliqués
Activités en mode service	Entraînement, frappé par Projection	Mécaniciens
Sortir une couette coincée entre L'extrémité de l'offert et la carte	Entraînement	Mécaniciens
Ajustement de la courroie du moteur Principal	Entraînement, frappé par Projection	Mécaniciens, aiguisers
Ajustement de la courroie d'entraînement de la boudineuse	Entraînement, frappé par Projection	Mécaniciens, aiguisers
Enlever la couette formée sous la carte entre le cylindre et le décrocheur	Entraînement, frappé par Projection	Cardeurs, mécaniciens, Aiguisers
Décontamination de la garniture du Décrocheur	Entraînement	Mécanicien, aiguiser
Nettoyage de la garniture du cylindre	Entraînement	Mécaniciens, aiguisers
Nettoyage de la tête de la boudineuse	Entraînement	Mécaniciens
Nettoyage des rouleaux calandres avec un linge	Entraînement	Mécaniciens
Amorcer la nappe sous le rouleau Alimentaire	Entraînement	Mécaniciens

Tableau 4.7: liste des opérations sur les cardes à laine

Opérations	Nature du risque	Travailleurs impliqués
Replacer le brin sur la courroie du Séparateur	Entraînement, frappé par Projection	Cardeurs, mécaniciens
Pousser la poussière avec un jet d'air	Projection dans l'œil ,chute	Cardeurs
Tendre les courroies au démarrage	Entraînement	Cardeurs, mécaniciens, Aiguiseurs
Nettoyage du rouleau de mousse	Frapper par projection	Cardeurs, mécaniciens
Cueillir les « mottes » de fibres Agglutinées	Entraînement	Cardeurs, mécaniciens, Aiguiseurs
Entraîner le voile dans le séparateur	Entraînement	Cardeurs, mécaniciens, Aiguiseurs
Inspection, détection	Entraînement	Cardeurs, mécaniciens, aiguiseurs
Mesurer les vitesses de rotation	Entraînement	Mécaniciens
Huilage	Entraînement	Mécaniciens
Nettoyage des garnitures	Entraînement	Aiguiseurs

Dans ces listes, nous retrouvons une majorité d'opérations de nettoyage (18/31 ou 60 %). Les autres concernent la maintenance, les réglages, la détection et finalement le démarrage de la carde. Les risques proviennent du fait que ces opérations se réalisent lorsque la carde ou des sections de carde sont en mouvement. L'accès à ces pièces en mouvement génère donc des risques d'entraînement, de retour de projectile (pièces de carde, outils, poussière) et de chute. Les risques sont aussi présents sur les cardes récentes dont l'accès est totalement bloqué par des capots interverrouillés et des dispositifs de détection de mouvement. Par contre, ces risques semblent davantage attribués au travail des mécaniciens et aiguiseurs. Pour accéder aux pièces en mouvement des cardes récentes, les mécaniciens et aiguiseurs mettent la carde en mode service avant d'ouvrir les capots. Ce mode d'opération permet de mettre en fonction un seul moteur à la fois lorsque les portières sont ouvertes. Il est à noter que tous les travailleurs impliqués dans cette étude (environ une dizaine) ont déclaré être conscients du danger que représentent ces opérations. Il n'est donc pas question d'ignorance du danger ou de négation, mais bel et bien d'opérations exécutées sciemment. Par contre, en dépit de cette « prise de risque », les travailleurs ont fait remarquer que sans mouvement des organes mécaniques, la majorité de ces opérations ne pourraient être exécutées convenablement et efficacement. Pour confirmer cette hypothèse, il est utile d'analyser les alternatives IV qui s'offrent aux travailleurs lorsqu'ils sont en situation d'effectuer ces opérations à risques.

Il est donc utile d'analyser les modalités de prise de risque des travailleurs durant l'exécution des opérations qui se retrouvent dans la liste des tableaux 4.6 à 4.7, soit les opérations de nettoyage

(cardeurs et mécaniciens) et les opérations d’inspection et de maintenance (mécaniciens et les aiguiseurs). Il s’agit en fait de présenter les possibilités qui s’offrent aux travailleurs et les conséquences propres à chacune.

4.4.2. Evaluation du risque

4.4.2.1. Probabilité d’occurrence

Il s’agit de la fréquence d’accès à la zone dangereuse, et du temps passé dans cette zone (Tableau :4.6). Elle est donnée par la relation suivante :

$$P=F \times E$$

Tableau 4.8 : Fréquence (F), et Taux d’exposition (E)

Taux d’exposition	Cotation	Fréquence	Cotation
Faible : entre 5 et 20 min	1	Rarement fréquent: l’accès a la zone dangereuse peut se produire 1 fois par an ou moins d’une fois	1
Moyen : entre 1h et 2h	2	Peu Fréquent : l’accès a la zone dangereuse peut se produire 1 ou 2 fois par mois	2
Elevé : plus de 4h et 6h	3	Fréquent : l’accès a la zone dangereuse peut se produire Plusieurs 1 ou 2 fois par semaine	3
Très élevé : plus de 6h (continu)	4	Très fréquent: l’accès a la zone dangereuse est chaque jour	4

Tableau 4.9: Matrice de calcul de la probabilité d’occurrence.

	Taux d’exposition				
	*	1	2	3	4
Fréquence	1	1	2	3	4
	2	2	4	6	8
	3	3	6	9	12
	4	4	8	12	16

4.4.2.2 Gravité de dommage corporel (G)

Tableau 4.10 : Gravité de dommage corporel (G)

GRAVITE	COTATION
Faible : accident de travail sans arrêts de travail	1
Moyenne : accident de travail ou maladie avec arrêts de travail ou hospitalisation	2
Grave : accident de travail ou maladie professionnel avec poste aménagé ou IPP	3
Très grave : accident de travail ou maladie professionnel mortelle	4

4.4.2.3 Niveau de protection (N)

Il s'agit de déterminer le niveau de protection existant vis-à-vis du risque observé sur les processus ou bien sur un poste de travail.

Tableau 4.11: niveau de protection (N)

Niveau de protection	Cotation
Danger subsiste : aucune mesure de control ou bien mesure de control non adapté	1
Protection individuelle : des mesures on été prises pour protégé L'individu (EPI)	2
Protection collective : des mesures de contrôles d'ingénieries, modes opératoires, ou mesures administratives	3
Prévention intrinsèque : des mesures d'éliminations, substitutions, ou bien d'isolation	4

4.4.2.4 Risque initial

$$Ri = (F \times E) \times G$$

Il s'agit de niveau de risque calculé sans prendre en considération le niveau de protection existant

Tableau 4.12: Matrice d'évaluation de risque initial										
Probabilité d'occurrence										
	*	1	2	3	4	6	8	9	12	16
gravité	1	1	2	3	4	6	8	9	12	16
	2	2	4	6	8	12	16	18	24	32
	3	3	6	9	12	18	24	27	36	48
	4	4	8	12	16	24	32	36	48	64

4.4.2.5 Matrice d'évaluation des risques réels :

Il s'agit de niveau de risque calculé en incluant le niveau de protection observé ou bien mettais en place.

$$Rr = \frac{P \times G}{N}$$

Tableau 4.13 : Matrice d'évaluation des risques réel

Risque initial																
	1	2	3	4	6	8	9	12	16	18	24	27	32	36	48	64
1	1	2	3	4	6	8	9	12	16	18	24	27	32	36	48	64
2	0.5	1	1.2	2	3	4	4.5	6	8	9	12	13.5	16	18	24	32
3	0.3	0.6	1	1.3	2	2.6	3	4	5.3	6	8	9	10.6	12	16	21.3
4	0.2	0.5	0.6	1	1.5	2	2.2	3	4	4.5	6	6.75	8	9	12	16

4.4.2.6 La cotation totale du risque réel

Risque négligeable / presque zéro
Risque acceptable / on peut travailler avec
Risque moyen / risque significatif qui demande une Amélioration
Risque inacceptable / arrêts de travail immédiat avec plan d'action

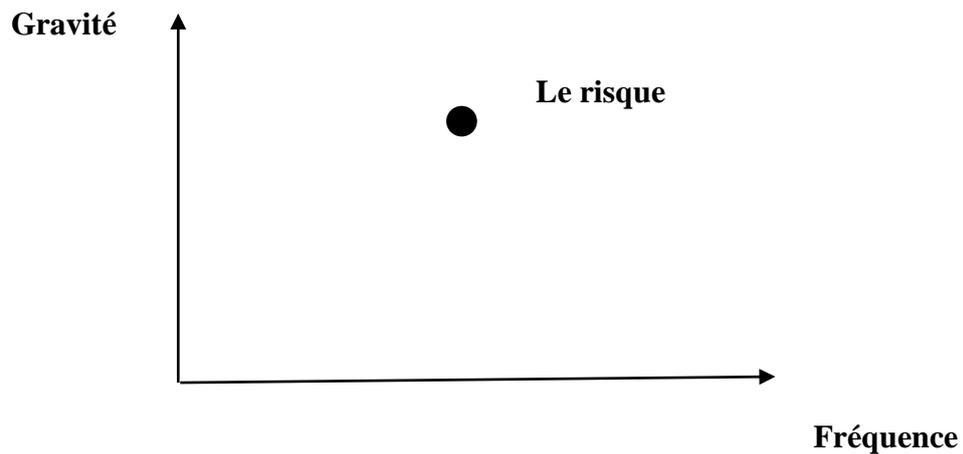
- **Rr < 1** : le risque est presque zéro (négligeable)
- **1 < Rr ≤ 8** : risque acceptable
- **8 < Rr ≤ 16** : risque moyen (amélioration)
- **Rr > 16** : le risque inacceptable (arrêts de travail immédiat)

4.4.3 Traitement des risques [20]

Nous allons traiter des plan prévention donc nous vous présenter quelles sont les stratégies de maitrise des risques

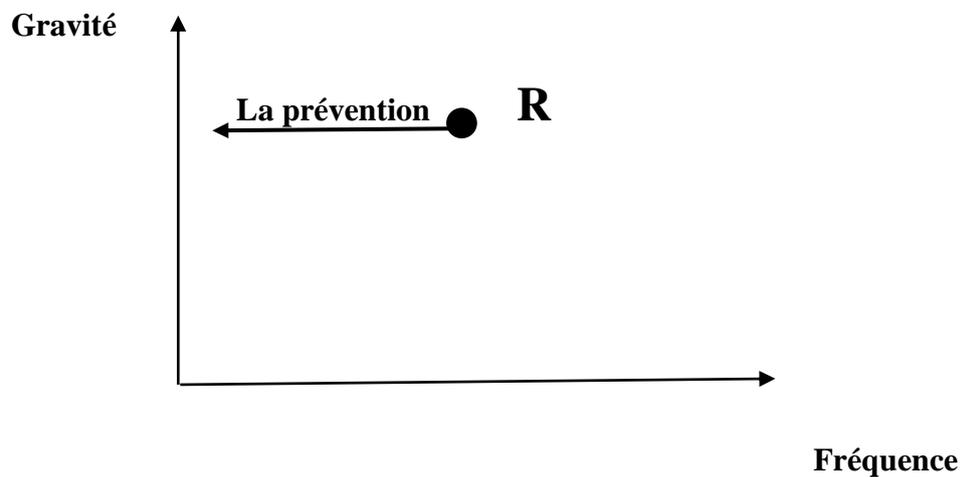
Plan de prévention :

A partir d'un risque identifié et évalué le risque est localisée sur un repère (**gravité/fréquence**)

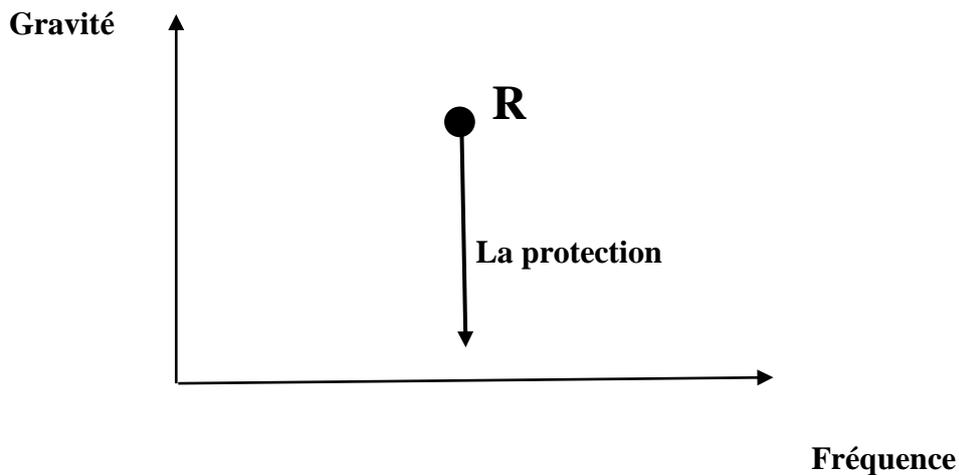


Il ya deux stratégies de maitrise des risques :

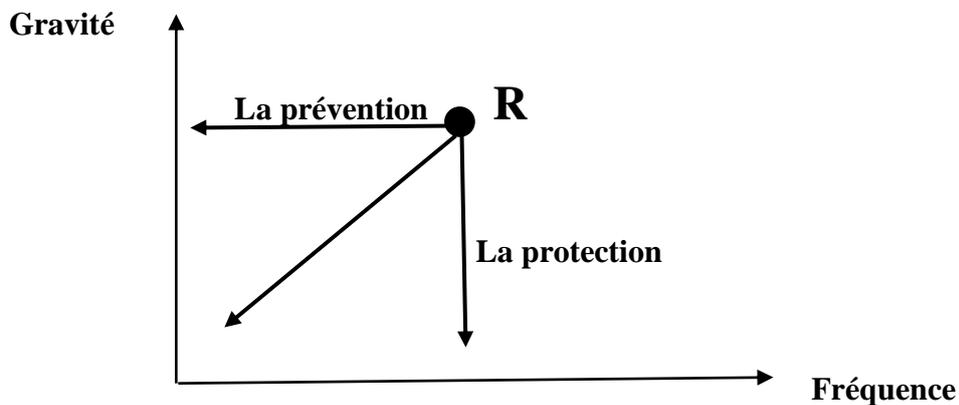
La première stratégie consiste à réduire la fréquence du risque. C'est ce qu'on appelle la **prévention**



La deuxième stratégie n'en va pas réduire la fréquence des accidents mais leur gravité. C'est ce qu'on appelle **la protection**



Ça ce sont les deux stratégies de base mais bien entendu l'idéal c'est de faire les deux, et donc dans ce cas-là on va réduire le risque et on va le tirer ou va le déplacer



Quelques dispositifs de réduction des risques

Un plan de réduction des risques s'appelle en anglais un **mitigation plan** des mesures :

- 1) Technique (sécurité)
- 2) Juridiques (clauses contractuelles)
- 3) Organisationnelles (réaffectation de membre de l'équipe)
- 4) Financières (réserve de 5% d'imprévus)
- 5) De transfert de risque (principe des assurance)

4.4.4 Etude de cas : la machine carde

Comme cas d'étude, nous avons choisi la machine carde à coton (**figure 4.6**). Cette dernière en phase d'utilisation, présente pour l'opérateur des risques machines qu'il faudra identifier, décrire, évaluer et prévoir les moyens de prévention et de protection).

Ainsi, au cours de l'exploitation de la machine carde, l'utilisation fait apparaître trois familles de risques : risques mécaniques, risques électriques et les risques liés aux bruits et aux vibrations. Le **tableau 4.14** présente l'identification et la description de ces risques.



Fig. 4.6 : Aperçu de la machine carde

Famille de risque	Phénomène Dangereux	Situation Dangereuse	Evénement Dangereux
Risques mécaniques	Pièces en mouvement	-happement -enroulement -Entraînement -Choc -Ecrasement	- Accès à une zone dangereuse engendrée par un mécanisme en marche ou en mouvement - Mise en marche intempestive, survitesse / ralentissement inattendu(e) d'un mécanisme accessible, impossibilité d'arrêter un mécanisme accessible provoqué(e) -Impossibilité de ralentir / d'arrêter / la machine dans les meilleures conditions possibles, due à un dysfonctionnement du dispositif de ralentissement I de freinage
	Formes dangereuse	Possibilité d'entrer en contact avec une forme (fixe ou peu mobile) dangereuse (tranchante, pointue)	
Risques électriques	Éléments de machine sous tension (perte d'isolation)	Possibilité d'entrer en contact avec des parties actives	-Entrée en contact avec des parties actives (contact direct) -Défaillance (par exemple, apparition d'un défaut d'isolation) ayant pour effet de rendre actives des parties accessibles (contact indirect)
	Phénomènes électrostatiques	Possibilité d'entrer en contact avec des éléments portant des charges électrostatiques	-Rapprochement avec des parties actives sous haute tension -Décharge électrostatique
Bruit et vibrations		Exposition à mi bruit violent et instantané	Mise en marche intempestive d'une source de bruit violente

Comme cas d'évaluation de risque mécanique, on se propose comme phénomène dangereux : Pièce en mouvement ; comme situation dangereuse : le happement, l'enroulement ou l'entraînement, et comme évènement dangereux accès de l'opérateur à une zone dangereuse engendrée par un mécanisme en marche ou en mouvement.

Tableau 4.14 : identification et description des risques émanant de la machine cardé

Activité	Description	NB D'intervenant	Produits, matériel	Source de danger	Risque associé	Mesure protection existantes	Criticité					
							P		G	Ri	N	Rr
							F	E				
Cardage	<i>Cardage des fibres textiles pour en éliminer complètement les impuretés,</i>	01	Machine cardé	Rouleau briseur {2}	Risques mécaniques	Grille de protection	3	1	4	12	3	4
				Cylindre {3}	Risques mécaniques	//	3	1	4	12	3	4
				Convoyeur de lattes à peignes {5}	Risques mécaniques	//	3	1	4	12	3	4
				Rouleau de brosses à nettoyer {6}	Risques mécaniques	//	2	1	3	6	3	2
				Rouleau peigneur {7}	Risques mécaniques	//	2	1	4	8	3	2.66
				Peigne détacheur {9}	Risques mécaniques	//	3	1	4	12	3	4
				Tamis du cylindre {14}	Bruit et vibrations	Port de stop bruit	2	1	2	4	3	1.33

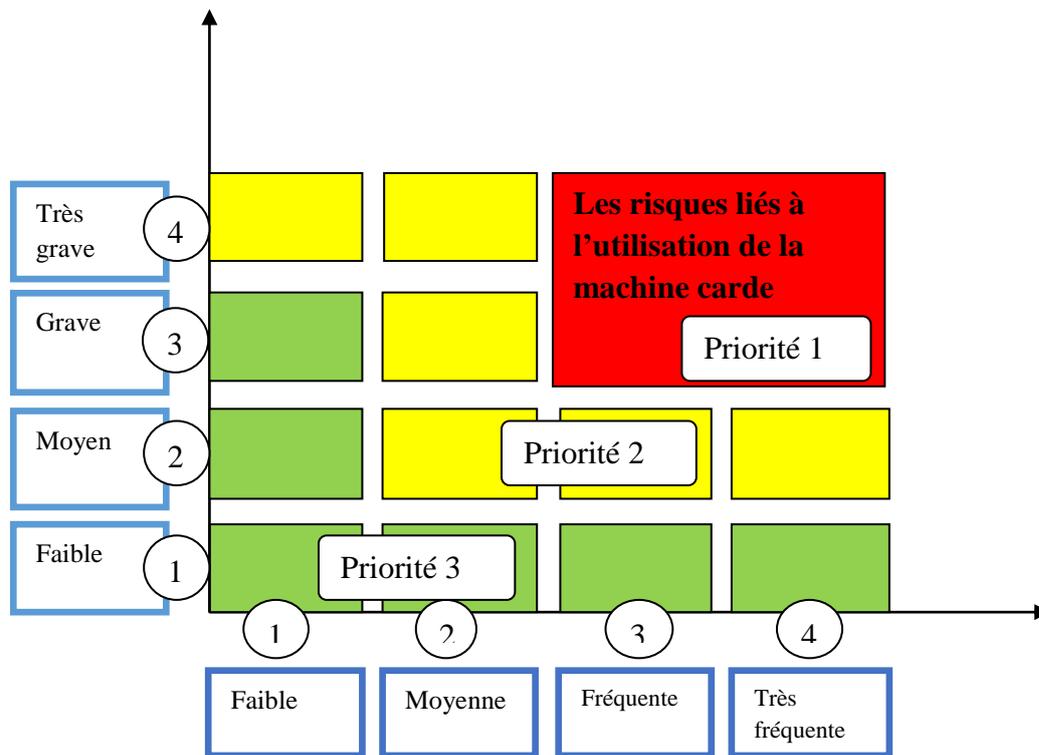


Fig. 4.7 : la grille de cotation pour notre cas d'étude

4.5. CONCLUSION

Au terme de l'évaluation des risques mécaniques engendrés par l'exploitation et l'utilisation de la carte à coton, le processus de traitement du risque consiste à sélectionner et mettre en place des mesures propres à modifier le risque par sa suppression ou sa réduction. Ces mesures sont :

1. Eviter ou réduire autant de phénomènes dangereux... et/ou limiter l'exposition des personnes. Ce qui revient à mettre en place une **prévention intrinsèque**.
2. Protéger les personnes des phénomènes dangereux. Ce qui revient à mettre en place une **protection collective**.
3. Eviter, ou réduire les dommages liés aux phénomènes dangereux. Ce qui revient à mettre en place une **protection individuelle**.

***RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES***

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] ASSOCIATION D'ASSURANCE CONTRE LES ACCIDENTS « pas à pas vers l'évaluation et la gestion des risques »
- [2] www.franche-comte.developpement-durable.gouv.fr « introduction au risque industriel »
- [3] www.wikipédia.fr
- [4] Fiche DRM « le risque industriel » - DIMENC – 2014
- [5] Margossian, 2006, p155]
- [6] L'ANALYSE DES RISQUES EN MAINTENANCE INDUSTRIELLE « projet de fin d'étude » université Mohammed ben Abdellah -école supérieure de technologie de fes- 2006/2007
- [7] Probabilité dans les études de sécurité et études de dangers
- [8] https://www.google.com/search?q=Politique+internationale+de+gestion+des+risques+%3A&rlz=1C1RLNS_frDZ674DZ674&oq=Politique+internationale+de+gestion+des+risques+%3A&aqs=chrome..69i57j3315.6080j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- [10] FD ISO GUIDE 73 Décembre 2009 - Indice de classement : X50-25100933A
- [11] Probabilité dans les études de sécurité et études de dangers OMEGA 24
- [12] BALOUIN, T., KRIBI, S., PRATS, F. Ω 9 – Étude de dangers d'une installation classée. Rapport d'étude n° DRA-15-148940-03446A. INERIS : 2015, 112 p.
- [13] FLAUW, Y. Méthode d'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience. DRA-15-149432-05862A. INERIS : 2015, 47 p.
- [14] FLAUW, Y., KRIBI, S. DRA71 – Opération B.1.2 : Proposition d'une méthode semi-quantitative d'évaluation des probabilités d'inflammation. DRA-13-133211- 12545A. INERIS : 2014, 51 p.
- [15] Réf. : INERIS - DRA-18-171229-00933A
- [16] MICHE, E., PERINET, R. Ω 20 - Démarche d'évaluation des Barrières Humaines de Sécurité. DRA-09-103041-06026B. INERIS : 2009, 49 p.
- [17] FLAUW, Y. Méthode d'évaluation des fréquences et des probabilités à partir des données de retour d'expérience. DRA-15-149432-05862A. INERIS : 2015, 47 p.
- [18] Mémoire de fin d'étude Contribution à l'analyse des risques et à l'amélioration de la Procédure d'identification, et la hiérarchisation des mesures de contrôle
- [19] IRSST – La sécurité des cardes – Identification des risques et améliorations possibles
- [20] Docteur Rémie Bachelet MCA à centrale Lille chapitre 03 plan de prévention

***CONCLUSION
GÉNÉRALE***

Conclusion générale

Au regard de ce qui a été développé à travers cette analyse de la sécurité des tâches, qui a permis d'améliorer notre analyse des risques pour les différentes activités de notre unité industriels , Sachant que l'analyse de la sécurité des tâches est le processus consistant à évaluer les risques pesant sur la sécurité et la santé des salariés du fait des dangers présents sur le lieu de travail, une fois formalisée, L'AST ne doit pas être considérée une fin en soi, mais doit constituer le point d'amorce de la démarche de prévention, elle ne doit pas être faite pour satisfaire seulement les exigences règlementaires, mais surtout pour satisfaire les besoins de l'entreprise et être pleinement utile à la définition d'un plan d'actions en prévention.

Etant un élément d'entrée au programme de management de la santé, sécurité au travail , Les risques significatifs ayant subi des corrections dont l'objectif n'a pas été atteint sont déclinés au programme de management de la santé, sécurité au travail PMSST, présenté lors de la revue de direction. Ou des investissements, formations doivent être engagés afin de lever ces risques.

Résumé

Dans ce travail nous avons opté pour l'application d'une gestion de risque sur le processus cardage dans l'entreprise de textile de TISSEMSILT (TEXALG)

Afin de réaliser notre travail nous avons commencé par la définition du risque industriel et leurs familles, événements et phénomènes dangereux puis la gestion du ce risque industriel .Ensuit nous avons passé à l'analyse et l'évaluation du risque et les échèles de cotation utilisée

Nous avons terminé notre travail par une application sur un cas étudié c'est l'évaluation des risques associer à l'utilisation de la machine cardé

ملخص

في هذا العمل ، اخترنا تطبيق إدارة المخاطر على عملية تمشيط في شركة الغزل والنسيج ، من أجل القيام بعملنا بدأنا بتعريف المخاطر الصناعية وأسرههم ، والأحداث والظواهر الخطيرة ثم كيفية ادارة هاته المخاطر. من خلال الدراسة السابقة توصلنا الى العديد من المخاطر المحتملة والمنبثقة من الالة وقد قمنا بتحليل وتقييم هاته المخاطر وفقا لمعايير التصنيف .

Abstract

In this work we opted for the application of a risk management on the carding process in the textile company of TISSEMSILT (TEXALG)

In order to carry out our work we started with the definition of the industrial risk and their families, events and dangerous phenomena then the management of this industrial risk. Follow us before passed to the analysis and risk assessment and rating scales used

We finished our work with an application on a studied case it is the evaluation of the risks to associate with the use of the machine