



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن احمد
Université Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Polycopié de cours

Risques Industriels

Auteur: Dr. MOULESSEHOUL Atika

1^{ère} année Master maintenance fiabilité et qualité

2022/2023

Avant-propos

Ce support de cours commence d'abord par une introduction sur des notions généralisées portant sur les risques et accidents de travail. Nous abordons par la suite, les différents risques qui peuvent être retrouvés en industrie ainsi que les moyens de prévention contre ces derniers. Nous terminons ce support, par la description de la réglementation et la normalisation qui concerne les risques ainsi que les méthodes d'analyse utilisées pour prévenir ces derniers.

Le contenu de ce support correspond au programme enseigné au département d'électromécanique destiné aux étudiants en 1^{ère} année Master maintenance, fiabilité et qualité.

Table des matières

Introduction	1
Chapitre 1. Généralités risques et accidents	3
Chapitre 2. Risques mécaniques	9
Chapitre 3. Risques physiques	19
Chapitre 4. Risques pétrochimiques.....	25
Chapitre 5. Incendies et explosions.....	31
Chapitre 6. Réglementation et normalisation	37
Chapitre 7. Méthodes d'analyse.....	44
Références Bibliographiques.....	54
Exercices	56

Introduction :

Le travail joue un rôle important dans la vie professionnelle, car la plupart des travailleurs passent ou moins 08 heures sur les lieux de travail donc, le milieu de travail doit être sain et sûr. Malheureusement ce n'est pas le cas pour plusieurs travailleurs exposés à plusieurs menaces pour leur santé (poussières, gaz, bruits, vibration, température extrême...).

L'analyse des risques est une émanation de la nouvelle approche de la législation en matière de sécurité et de santé au travail. Autrefois, la réglementation consistait en un recueil de prescriptions techniques très précises: on imposait la façon dont un appareil devait être construit et dans de nombreux cas aussi comment il fallait l'utiliser pour garantir la sécurité et la santé des travailleurs.

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

L'historiographie des risques industriels s'est considérablement renouvelée depuis une quinzaine d'années. Indéniablement, l'étude du rapport de l'industrie à son environnement profite des préoccupations contemporaines sur la vulnérabilité des sociétés à la pression toujours croissante que fait peser un système productif mondialisé dont les impacts traversent maintenant les frontières.

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

Chapitre 1 : Généralités risques et accidents

1. Notion de danger :

Dans le langage usuel, le danger est ce qui menace ou compromet la sûreté, l'existence d'une personne ou d'une chose.

L'AFNOR le définit comme une source potentielle de dommages. Pour l'ISO, la menace est une cause potentielle d'un incident non désiré qui peut résulter dans des dommages à un système ou une organisation.

1.1 Notion de l'enjeu :

Ensemble des éléments (population, bâtiments, infrastructures, patrimoine environnemental, activités et organisations) pouvant être exposés au danger.

Les enjeux sont susceptibles de subir des dommages ou des préjudices sous l'effet d'un danger. Les enjeux sont définis par leur valeur et leur vulnérabilité, ce qui constitue une étape de l'évaluation des risques.

2. Notion du risque :

Dans le langage courant, le risque est « un danger éventuel plus ou moins prévisible » ou « un danger, inconvénient plus ou moins probable auquel on est exposé ».

2.1 Définition scientifique :

La définition scientifique du risque inclut une double dimension : celle des aléas et celle des pertes, toutes deux probabilisées. En conséquence, un risque se caractérise par deux composantes : le niveau de danger (probabilité d'occurrence d'un événement donné et intensité de l'aléa); et la gravité des effets ou des conséquences de l'événement supposé pouvoir se produire sur les enjeux.

On trouve cependant deux définitions assez différentes dans la normalisation internationale des risques :

1. « la combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences »
2. « la combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité ».

Les risques de dommages correspondent à des situations qui ont été étudiées et pour lesquelles des mesures de prévention et de protection ont été prises en charge. En d'autres termes, il existe un plan d'action. Les risques de crises, au contraire, correspondent à des situations pour lesquelles il y a peu d'anticipation et il n'existe aucune expérience antérieure. Il n'y a pas de plan d'action ou bien il est inadéquat. La figure 1 illustre ces deux typologies de risques.

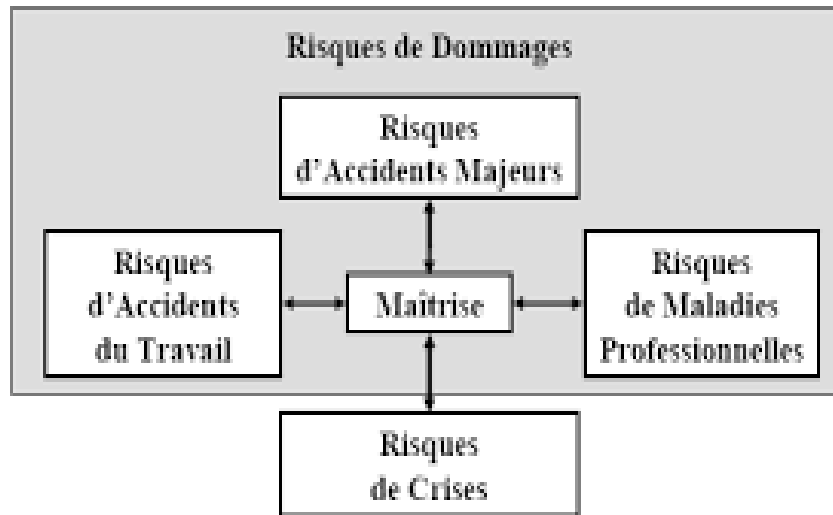


Figure 1 : Typologie des risques industriels

3. Risques industriels technologiques :

Le risque industriel est défini comme un évènement accidentel se produisant sur un site industriel mettant en jeu des produits et/ou des procédés dangereux et entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les riverains, les biens et l'environnement. Ainsi les risques technologiques sont des risques soient de nature industrielle, nucléaire, lié à la radioactivité, aux transports de matières dangereuses (par voie maritime, terrestre ou fluviale), aux exploitations minières et souterraines ou encore liés à la rupture de barrages. Ils sont engendrés par l'activité humaine. Ils pèsent sur l'environnement considéré dans son acception la plus large (pollution de l'air, environnement du travail, pollution des sols...).

3.1 Les risques généraux :

Les risques généraux sont de différents types :

- ❖ Les risques liés aux produits potentiellement présents dans l'environnement de travail et au fonctionnement des équipements de travail environnants.

- ❖ L'ambiance de travail, bruyante, chaude ou froide, appauvrie en oxygène.
- ❖ Risques liés aux produits contenus dans l'équipement :
 - Inflammable/explosible
 - Comburant
 - Toxique
 - Corrosif
 - sensibilisant
 - Radioactif
- ❖ Risques liés aux interférences d'activités se déroulant simultanément dans une même zone.
- ❖ Risques liés aux moyens mis en œuvre et à la façon de les utiliser.

3.2 Les risques liés aux phases de travail :

Tableau 1 : Conséquences de quelques risques liés aux phases de travail.

. RISQUES LIÉS AUX PHASES DE TRAVAIL	
1- Circulation véhicule	– Collision – Détérioration des installations – Incendie
2- Déplacement des personnes	– Chutes de personnes (plan de circulations glissant, encombré, mal éclairé)
3- Levage manutention	– Chute des pièces – Renversement de charges – Enfouissement du sol – Détérioration des installations – Électrocution – Incendie
4- Travaux en hauteur	– Chute de personnes – Chute d'objets
5- Travaux superposés	– Chute d'objets, de liquides, ..., sur le personnel
6- Travaux sur machines tournantes	– Mise en route machines

7- soudage	-Projection particules -Brûlures -Électrocution
8- Travaux à chaud	Feu
9- Peinture	- Projection particules - Intoxication
10- Travaux électriques	- Brûlure - Electrocution - Incendie
11- Manutention manuelle	- Lésions corporelles (coupures, écrasement..) - Dégradation de l'objet

4. Préventions des risques industriels :

La prévention des risques industriels, qu'ils soient professionnels ou environnementaux, s'appuie sur les principales notions suivantes : danger, risque, accident ou dommage. La définition du risque au sens du Code du travail et du Code de l'environnement est similaire. La notion d'exposition d'une cible à un danger y est intégrée. Les deux codes exigent que soit menée une évaluation des risques, laquelle va reposer sur une identification des dangers puis une analyse détaillée des conditions d'exposition aux dangers.

Le système de préventions majeures contre les risques passe par plusieurs points importants :

4.1 Infrastructure pour le système de prévention des accidents majeurs :

Il faut disposer des compétences techniques nécessaires à l'exercice des fonctions qui incombent dans le cadre du système de prévention des accidents majeurs.

4.2 Recensement des installations à risques d'accident majeur :

La mise en œuvre du système de prévention des accidents majeurs devrait débiter par l'identification des installations à risques. Les autorités compétentes devraient définir ces installations sur la base des critères retenus à cette fin dans l'Etat ou l'entité administrative concernée.

4.3 Plans d'urgence et information de la population :

Les autorités compétentes devraient prendre des mesures pour qu'un plan d'urgence interne soit établi par tous les exploitants d'installations à risques d'accident majeur et prendre des dispositions pour fournir des informations sur la sécurité à la population avoisinante.

Exemple : Le Plan d'Opération Interne (POI) qui est un plan industriel de réponse à l'urgence

Le POI est destiné à gérer et encadrer les situations de crise. Il définit l'organisation, les méthodes d'intervention, d'information des autorités et les moyens nécessaires, en cas d'accident, pour le maîtriser, protéger le personnel & la population, les biens et éviter les effets l'environnement.

L'établissement d'un POI s'articule autour de 9 étapes :

- La Présentation générale
- Le Schéma d'alerte
- L'Organisation des secours
- Les Fonctions
- Les scénarios
- La documentation technique
- Les interfaces avec d'autres plans
- La gestion de fin du POI
- Les exercices et annexes

4.4 Inspection des installations :

Les autorités compétentes devraient prendre des dispositions pour faire inspecter à intervalles réguliers les installations à risques d'accident majeur.

Les quatre étapes à suivre pour établir un bon programme d'inspection des lieux de travail sont :

- la planification des interventions (préparation);
- l'inspection physique des lieux (tournée d'inspection);
- la rédaction des rapports;
- le suivi des recommandations.

4.5 Rapports et enquête sur les accidents majeurs :

Les autorités compétentes devraient établir un système par lequel les exploitants devraient faire un rapport d'un retour d'expérience qui sert à étudier et évaluer les accidents majeurs qui se produisent dans le monde afin d'en tirer des enseignements pour les installations similaires de leur pays.

4.6 Information et formation des travailleurs :

Etant donné le rôle essentiel qui incombe aux travailleurs dans la prévention des accidents majeurs, l'exploitant devrait veiller à ce qu'ils aient une compréhension générale des procédés utilisés et qu'ils soient informés des dangers que présentent les produits utilisés.

5. Quelques risques industriels :

- ❖ Le risque mécanique,
- ❖ Risques liés aux vibrations et aux bruits,
- ❖ Risque électrique,
- ❖ Risque chimique,
- ❖ Risque rayonnement optique,
- ❖ Risque thermique,
- ❖ Les risques d'incendie et d'explosion.

Chapitre 2 : Risques mécaniques

1. Définitions générales :

1.1 Risque mécanique :

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

Il y a risque mécanique chaque fois qu'un élément en mouvement peut entrer en contact avec une partie du corps humain et provoquer une blessure. Réciproquement, une partie du corps humain en mouvement peut entrer en contact avec un élément matériel (exemple : chute).

Le risque mécanique, principal risque lié aux machines : Le risque mécanique est le plus important lors de tout contact avec une machine. Le risque de blessure est dû à l'action mécanique d'éléments de machines, d'outils, de pièces, ou de matériaux solides ou de fluides projetés. L'opérateur peut être victime d'écrasement, cisaillement, coupure, happement, entraînement, emprisonnement, choc, chute... Les conséquences des accidents sont souvent graves pour les victimes : doigts ou membres écrasés, amputations, décès.

1.2 Définition d'une machine

Un ensemble de pièces ou d'organes liés entre eux dont au moins un est mobile et le cas échéant, d'actionneurs, de circuits de commande et de puissance réunis de façon solidaire en vue de transformer, traiter ou conditionner des matériaux ou déplacer des charges .

1.3 Dommage : lésion physique ou atteinte à la santé ou aux biens.

1.4 Phénomène dangereux : événement susceptible de provoquer un dommage.

1.5 Situation dangereuse : situation dans laquelle une personne est exposée à un ou plusieurs phénomènes dangereux.

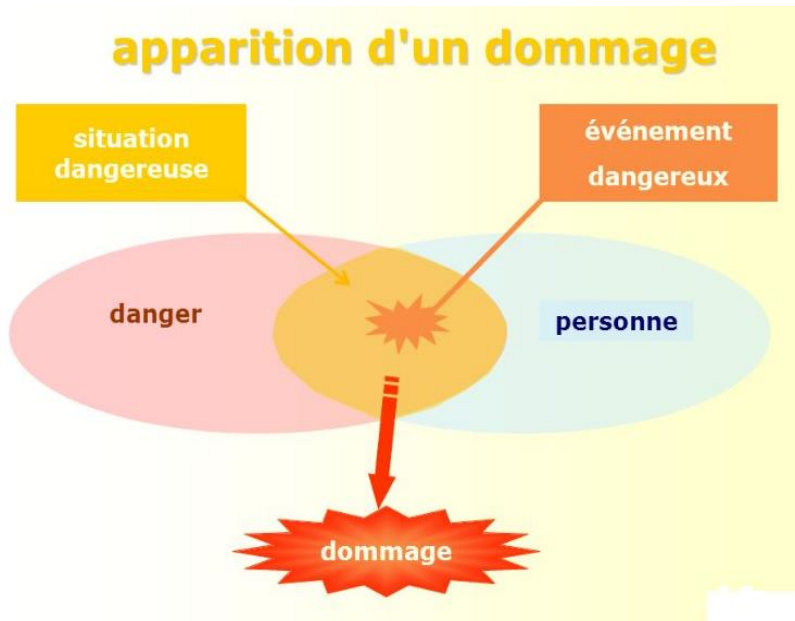


Figure 2 : Illustration des facteurs d'apparition d'un dommage.

1.6 Mesure de sécurité : moyen qui élimine un phénomène dangereux ou réduit un risque.

Un exemple est illustré dans la figure qui va suivre, afin de mieux comprendre l'apparition du risque dans une industrie.

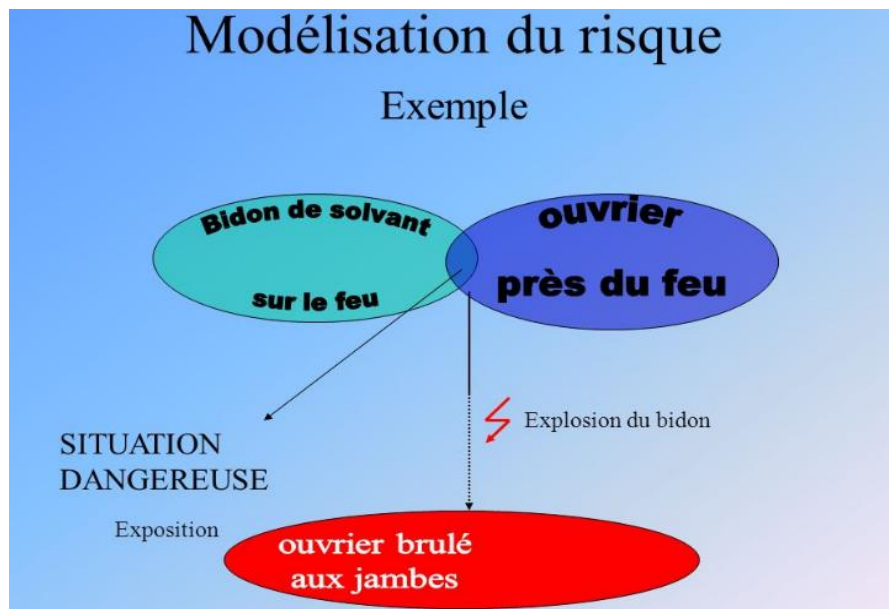


Figure 3 : Modélisation et illustration d'un exemple de risque industriel.

2. Exposition au risque :

Les risques d'origine mécanique sont :

- écrasement
- cisaillement
- coupure, sectionnement
- happement, enroulement
- entraînement, engagement
- chocs
- perforation, piqûre
- abrasion
- éjection de fluides sous haute pression
- projection de pièces, outils, poussières ...

Ces phénomènes dangereux sont conditionnés par les facteurs suivants :

- forme (éléments coupants, arêtes vives, pièces de forme aigüe) d'éléments mobiles ou immobiles ;
- disposition qui peut créer des zones d'écrasement, de cisaillement, de happement, de perforation ou de piqûre lorsque des éléments sont en mouvement ;
- masse et stabilité (énergie potentielle d'éléments qui peuvent se déplacer) ;
- masse et vitesse (énergie cinétique d'éléments en mouvement contrôlé ou incontrôlé).

2.1 Ecrasement :

- Machines à bois
- Presses
- Machine de moulage
- Unité d'avance

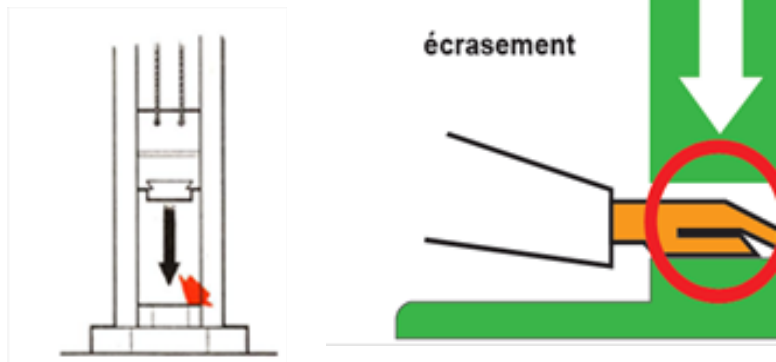


Figure 4 : Illustration d'un exemple d'écrasement avec une machine

2.2 Cisaillement :

- Cisaille
- Presse plieuse
- Brocheuse

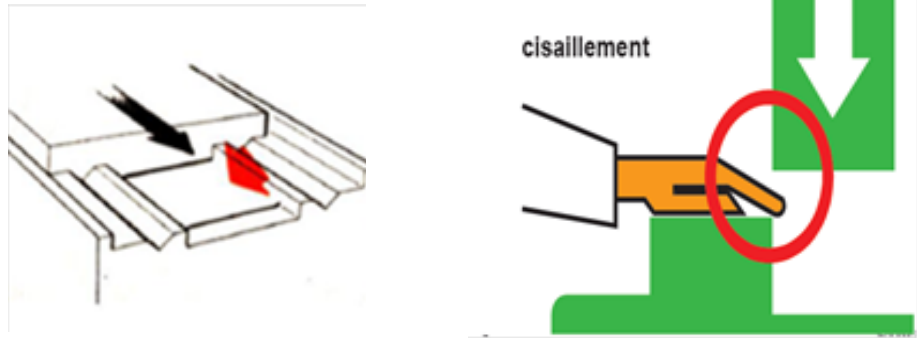


Figure 5 : Illustration d'un exemple de cisaillement avec une machine

2.3 Choc :

- Machines à bois
- Machine de moulage
- Presses.

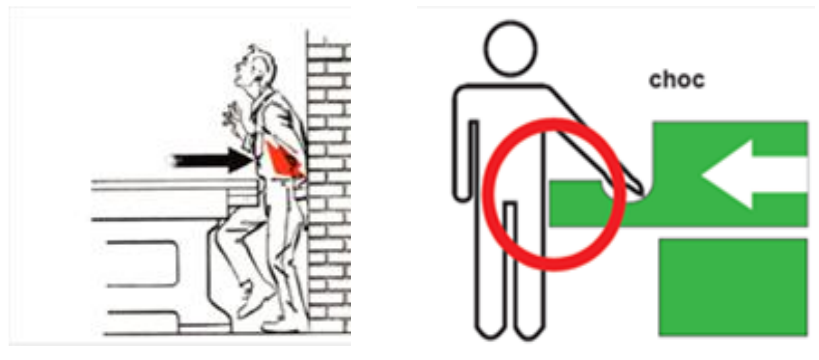


Figure 6 : Illustration d'un exemple d'un choc avec une machine

2.4 Coupure, sectionnement :

- Cisaille
- Presse Plieuse
- Brocheuse

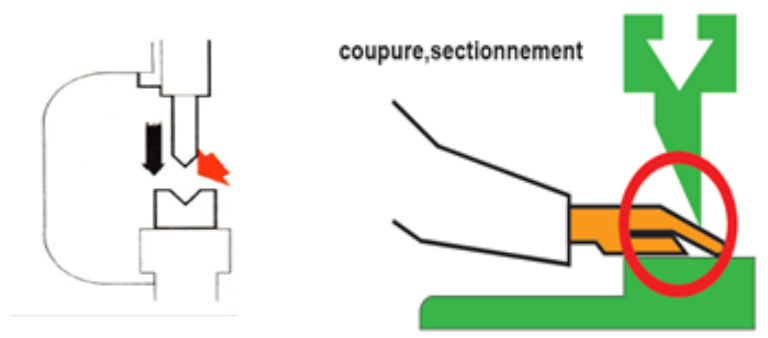


Figure 7 : Illustration d'un exemple de coupure avec une machine

2.5 Happement, enroulement :

- Accouplement
- Broche
- Barre
- Plateau

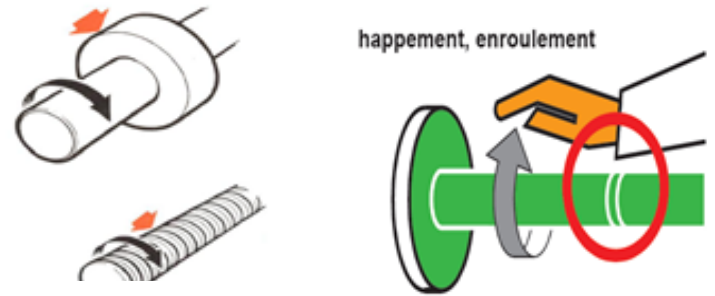


Figure 8 : Illustration d'un exemple d'un enroulement avec une machine

2.6 Entraînement :

- Transporteur à bandes
- Poulies et courroies
- Tapis roulant
- Roue à chaîne

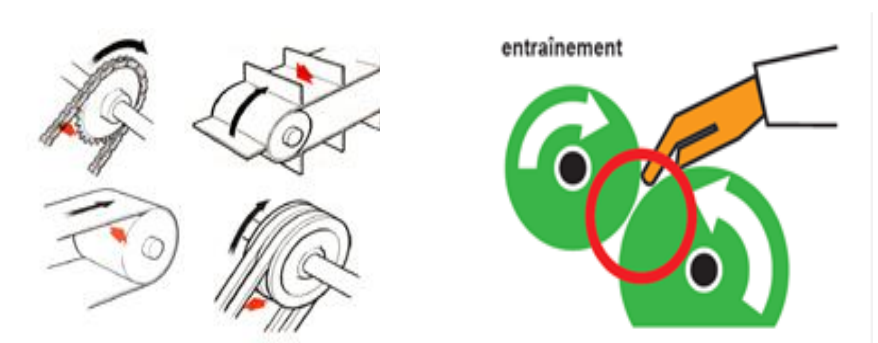


Figure 9 : Illustration d'un exemple d'un entrainement d'une machine

- Les autres risques engendrés par les machines

Thermiques, électrique, bruit, vibrations, rayonnements, matériaux et produits utilisés, non-respect des principes ergonomiques.

7. Réduction des risques mécaniques :

- Les protecteurs
- Protection par éloignement
- Protection par écartement minimal des pièces mobiles
- Détection des personnes
- Dispositifs d'arrêt d'urgence

La mise en place de protecteurs ou de dispositifs de protection ne doit être faite que si les phénomènes dangereux n'ont pu être supprimés par le choix de mesure de sécurité relevant de la protection intrinsèque.

7.1 Les protecteurs :

Ce sont des éléments de machine utilisés spécifiquement pour assurer une protection au moyen d'une barrière matérielle, Selon la forme qu'on lui donne, un protecteur peut être appelé couvercle, écran, porte, enceinte,.....

Il peut exercer son effet : Seul c'est-à-dire qu'il n'est efficace que s'il est fermé ou associé à un dispositif de verrouillage c'est-à-dire que la protection est assurée quel que soit la position du protecteur.

Il existe trois types de protecteurs :

- **Protecteurs fixes** : ce sont des protecteurs maintenus en place (c.à.d. fermés): de façon permanente, par exemple par soudure ou au moyen d'éléments de fixation (vis, écrous, ...) s'opposant à ce qu'ils soient déplacés/ouverts sans outils



Figure 10 : Protecteur fixe qui interdit l'accès à la zone dangereuse de toutes parts

- **Protecteurs mobiles** : ce sont des protecteurs généralement liés mécaniquement au bâti de la machine ou à un élément fixe voisin grâce à des charnières ou des glissières et qu'on peut ouvrir sans faire usage d'aucun outil.

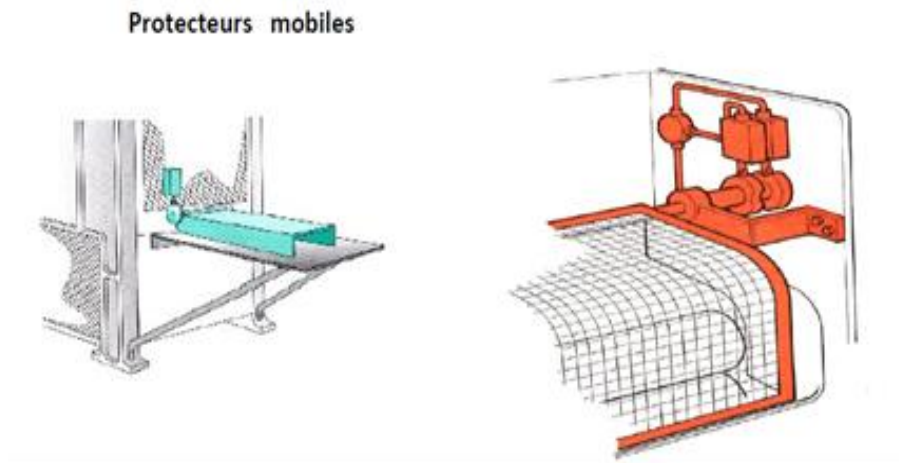


Figure 11 : Protecteur mobiles

- **Les protecteurs réglables** : Il s'agit d'un protecteur fixe ou mobile qui est réglable dans son ensemble ou qui comporte des parties réglables. Selon le cas le réglage peut être fixe ou s'effectue automatiquement au cours d'opération.



Figure 12 : Protecteurs réglables

➤ **Qu'exige-t-on d'un protecteur :**

- Il ne doit pas créer de risques supplémentaires (coupure, coincement, écrasement, etc.) ni inciter les utilisateurs de la machine à le détourner de son usage.

- Ses parties mobiles doivent être conçues de sorte que leurs dimensions et leur poids en facilitent la manipulation.
- Il doit être conçu en tenant compte de l'ensemble des contraintes environnementales ou liées au fonctionnement de la machine.
- Il doit offrir une bonne visibilité du processus et de la machine.

7.2 Protection par éloignement :

Elle est basée sur le respect des distances de sécurité, maintien de la zone dangereuse éloignée du corps humain et la réduction ou suppression des risques mécaniques.

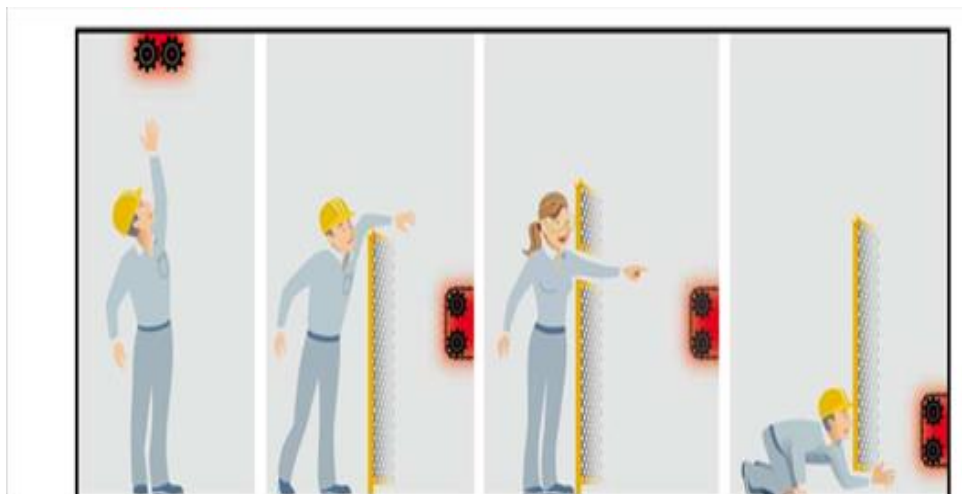


Figure 13 : Exemples de protection par éloignement.

Emplacement de la zone dangereuse :

La distance de sécurité tient compte du fait qu'aucun geste volontaire ne sera fait dans le but d'atteindre la zone dangereuse et qu'aucun accessoire (outil, gant, perche, etc.) ou objet faisant office de marchepied (escabeau, chaise, etc.) ne sera utilisé pour atteindre la zone dangereuse.

Normes françaises :

- Les structures de protection de hauteur inférieure à 1000 mm ne sont pas prises en compte car elles ne limitent pas suffisamment les risques
- Les structures de hauteur inférieure à 1400 mm ne conviennent pas si elles sont utilisées sans mesures de sécurité complémentaires.

7.3 Protection par écartement minimal :

Afin de tenir en place un écartement minimal qui peut être dangereux.

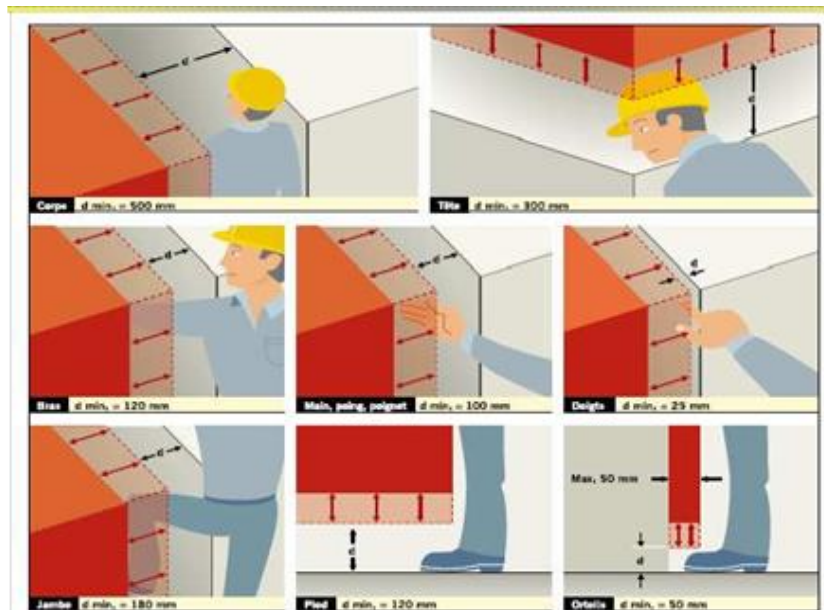


Figure 14 : Exemples de protection par écartement minimal.

7.4 Détection de personnes :

Il est fait soit avec un émetteur à réflecteur, émetteur ou bien avec un son de déplacement comme dans les images ci-dessous.

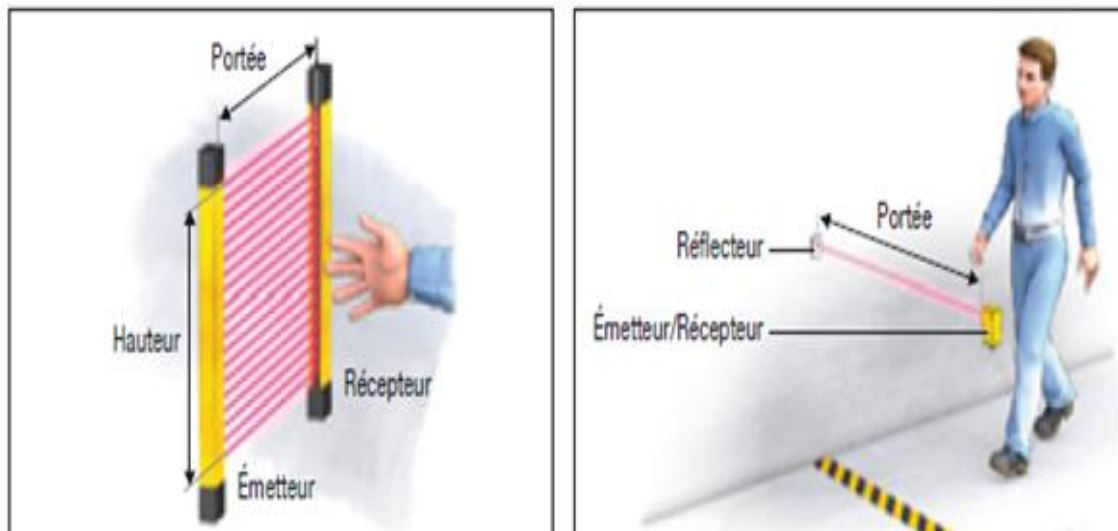


Figure 15 : Exemples de protection par détection de personnes

7.5 Dispositif d'arrêt d'urgence :

Ils permettent par action sur l'organe de service d'arrêter rapidement une machine en cas d'anomalie sans entraîner de conditions dangereuse.



Figure 16 : Dispositif d'arrêt d'urgence

Chapitre 3 : Risques physiques

Définition des risques physiques :

Les risques physiques concernent tous les risques liés à l'utilisation de machines ou équipements professionnels (presse, outils, scie, matériel divers, y compris les couteaux, les machines à découper, les fours...) et l'utilisation d'équipements additionnels (échelle, escabeau, échafaudage...). Ils concernent aussi l'environnement de travail : bruit, ambiances lumineuses, vibrations, travail sur écran, rayonnements optiques ou électromagnétiques, chaleur, froid, etc.

Parmi les risques physiques les plus répandus, on citera :

1. Le bruit :

Le bruit constitue une nuisance majeure dans le milieu professionnel. C'est un son (vibration de l'air), continu ou non, particulièrement désagréable et gênant à entendre. Le bruit, caractérisé par son intensité et sa fréquence, peut avoir des conséquences physiques et psychiques graves sur les personnes. Ces nuisances sonores peuvent être la cause de certaines perturbations de l'organisme comme le stress, des troubles du sommeil ou une baisse de l'ouïe.

1.1 Niveau de bruit quotidien sur le lieu de travail :

Les niveaux de bruit supérieurs à 90 dB se trouvent essentiellement dans la vie professionnelle (industrie, armée, ...). Selon l'INRS, « être exposé 8 heures à 80 dB(A) est aussi dangereux que d'être exposé 1 heure à 89 dB(A).

1.2 Les effets du bruit :

Au cours du temps, le bruit est devenu un véritable danger pour les populations. Il constitue une nuisance majeure à prendre en compte dans le milieu professionnel. Il peut être très néfaste pour la santé humaine, au niveau physique, mental ou social [effets très discrets au début].

Les conséquences d'une exposition répétée à des bruits intenses peuvent être de deux types : les troubles auditifs directs et les troubles non auditifs.

1.2.1 Les troubles auditifs :

-Le traumatisme de l'audition, La perte de l'audition de manière temporaire < 85 dB, La perte de l'audition de manière définitive > 85 dB, L'acouphène.

1.2.2 Les troubles non auditifs :

Le bruit n'a pas que des conséquences sur l'audition. La principale conséquence liée à des niveaux de bruit excessif est l'irritabilité du salarié, qui va générer inconsciemment du stress et de l'anxiété.

Le sommeil est donc l'une des activités les plus perturbées à cause du bruit. La fatigue, la dépression, la baisse des performances intellectuelles, une réduction de la productivité ... sont des phénomènes dus à ce manque de sommeil.

1.3 Moyen de réduction du risque du bruit :

Dans cette perspective, l'employeur veillera à supprimer ou réduire au minimum les risques d'exposition au bruit, en tenant compte du progrès technique et de la disponibilité de mesures de maîtrise du risque à sa source. En derniers recours il choisira des équipements de protection individuels.

Les protections individuelles :

-Les protections à coquilles: Les casques enveloppants, les casques serre-tête

-Les bouchons d'oreilles: Les bouchons d'oreilles pré-moulés, les bouchons d'oreilles reliés par une bande.

2. Les vibrations :

Les vibrations subies par le corps humain sont classées en deux catégories : les vibrations affectant le corps entier et les vibrations affectant le système main-bras. Du fait de la spécificité des métiers des industries extractives, les vibrations du corps entier sont prépondérantes, dues principalement à l'utilisation d'engins mobiles motorisés avec personnes embarquées.

2.1 Présentation du phénomène :

Une vibration est un phénomène mécanique qui correspond aux variations de vitesse d'un corps physique au cours du temps.

2.1.1 Différents modes de transmission à l'ensemble du corps humain sont identifiés :

-Le contact par les pieds avec une structure vibrante liée à un moteur, machine, outil, plateforme de travail associée à un concassage de matériaux, machine mobile avec opérateur debout... ;

-Le contact par le séant avec le siège d'un engin mobile (engin de chantier, chariot industriel, véhicule routier...).

Une vibration transmise à l'homme est caractérisée par sa fréquence (en Hz), son amplitude, son orientation, son point d'entrée dans le corps, son impulsivité.

2.2. Vibrations transmises à l'ensemble du corps :

Les vibrations du corps entier sont dues aux vibrations des véhicules de transport, des engins ...: exemples : voitures, pelleteuses, ponts roulants... Ou aux vibrations des machines : exemples :

plateformes vibrante, grue...

Les effets sur la santé:

- **Effets à court terme :** Inconfort, mal des transports (fréquence < 1 Hz), mal de dos et fatigue, fatigue visuelle quand vibrations < 5 Hz, diminution, voire perte de la coordination.
- **Effets à long terme :** Lombalgie chronique, lésions vertébrales et discales, hernies discales chez les conducteurs d'engins, arthralgies : cou, épaules.

2.3. Vibrations transmises au système main-bras :

Plus de 5% des salariés sont exposés aux vibrations transmises au système bras-main : Utilisation d'outils portatifs :

- Douleurs et gêne fonctionnelle de la main et des articulations au début : Moindre sensation au toucher, perception réduite du chaud et du froid, diminution de la préhension, perte de la dextérité manuelle.

2.4 Prévention contre le risque des vibrations :

- Suspension du châssis par rapport au train de roues.
- Entretien et maintenance préventive du matériel.
- Réduction des vibrations à la source.
- Conception d'outils moins vibrants.
- Réduction de l'exposition.
- Information et formation des salariés.
- Surveillance médicale spéciale.

3. Risques électriques :

Le risque électrique provient :

- Des contacts :** avec une pièce conductrice portée à un potentiel différent de celui de la personne exposée.
- Des amorçages :** qui provoquent, selon la puissance électrique en jeu, des étincelles ou des arcs électriques (projection de particules en fusion).
- Des courts circuits :** dont les effets (effet de souffle et thermique) sont également liés à la puissance électrique en jeu.

3.1 Effet du risque électrique sur les personnes :

-L'électrocution: décès

-L'électrisation: réaction du corps due à un contact accidentel avec l'électricité (choc électrique).

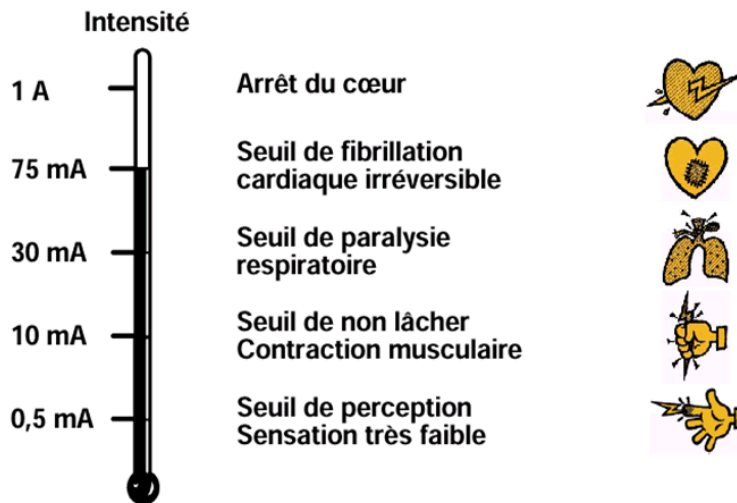


Figure 17: Effets du risque électrique sur la santé.

3.2 Prévention contre le risque électrique:

3.2.1 Protection contre les contacts directs : La réglementation définit 3 règles de protection contre les contacts directs : L'éloignement, l'isolation (un matériau isolant se plaçant entre les parties conductrices et la personne), la pose d'obstacles (L'obstacle « en matériau conducteur ou isolant » placé entre la personne et les pièces nues sous tension).

3.2.2 Protection contre les contacts indirects : Elles sont de deux sortes :

Protection sans coupure de l'alimentation : Très Basse Tension de sécurité, isolation renforcée, liaisons équipotentielles

Protection par coupure automatique de l'alimentation : -Interconnexions et mise en terre des masses avec coupure automatique de l'alimentation,

-La mise hors tension de l'installation se fait différemment selon les schémas des liaisons (régimes de neutre).

4. Risque dû aux rayonnements ionisants :

Les rayonnements ionisants sont un type d'énergie libérée par les atomes sous forme d'ondes ou de particules. L'exposition humaine aux rayonnements provient de sources humaines artificielles allant

des installations produisant de l'énergie nucléaire aux usages médicaux des rayonnements.

4.1 Exposition aux rayonnements ionisants :

L'exposition aux rayonnements peut être interne ou externe et reçue par différentes voies :

- Une **exposition interne** aux rayonnements ionisants se produit lorsqu'un radionucléide est inhalé, ingéré ou pénètre d'une quelconque autre façon dans la circulation sanguine (injection, plaies, par exemple) (S'élimine avec un traitement).
- Une **exposition externe** peut intervenir en cas de dépôt de matières radioactives en suspension dans l'air (poussières, liquide, aérosols) sur la peau ou les vêtements (s'élimine avec un lavage).

4.2 Effet sur la santé :

Les effets sur l'organisme des rayonnements sont de deux types :

- Les effets à court terme : dits déterministes, liés directement aux lésions cellulaires et pour lesquels un seuil d'apparition a été défini. Ils se manifestent de quelques heures à quelques jours après l'exposition ;
- Les effets à long terme et aléatoires (ou stochastiques) : cancers et anomalies génétiques. Ils se manifestent de quelques mois à quelques années après l'exposition.

4.3 Prévention contre les risques ionisants :

- Limiter au maximum les risques d'exposition aux rayonnements ionisants.
- Connaître les signes d'alerte et la conduite à tenir et les différentes mesures à prendre en cas de situation anormale lors de l'utilisation d'un générateur de rayons X, d'un accélérateur de particules, ou en cas de dissémination de substances radioactives lors de l'utilisation d'une source non scellée.
- Connaître les différentes dispositions réglementaires, figurant dans le Code de la santé publique et le Code du travail.

5. Risques dû aux rayonnements non-ionisants :

Un rayonnement transportant trop peu d'énergie pour endommager l'ADN est qualifié de rayonnement non ionisant.

- La lumière du soleil :

Le soleil émet de la lumière visible. Cette lumière est dotée d'une énergie moyenne, sans danger. Mais l'astre du jour nous envoie aussi des rayons ultraviolets (UV) invisibles. Plus énergétiques, les UV peuvent occasionner des dégâts à la peau ou aux yeux. Un excès de rayonnement UV peut provoquer des brûlures et augmente le risque de cancer de la peau.

- Téléphones et pylônes haute tension :

Les téléphones mobiles, les fours à micro-ondes et les antennes gsm émettent des rayons non ionisants.

5.1 Prévention contre le risque :

- Limiter l'exposition au soleil des travailleurs et bien se protéger lorsque la situation oblige.
- Essayer de limiter au maximum l'utilisation des téléphones portables en lieux de travail.

6. Autres risques physiques existants :

- La température, le froid, les conditions climatiques, la chaleur ... ect
- Utilisation des machines ou autres matériels qui portent atteinte à la santé physique d'une personne.

Chapitre 4 : Risques pétrochimiques

1. Généralité sur la pétrochimie et le risque chimique :

La pétrochimie est une science qui peut être appliquée aux besoins humains fondamentaux tels que la santé, l'hygiène, le logement et la nourriture. La transformation du pétrole est une opération qui consiste à scinder le pétrole en différents produits bruts servant à diverses applications : source de combustible (fioul, propane, butane), carburant (gazole, essence), gaz liquéfiés (ammoniac, hydrogène...), produits de base de la chimie organique (acétone, alcool, solvants), monomères de base pour la fabrication des plastiques ou des caoutchoucs (éthylène, 1,3 butadiène, propylène...), huiles (lubrifiants, techniques), paraffines (bougies, produits cosmétiques, produits pharmaceutiques, industrie alimentation et du papier) et bitumes (produits asphaltés, matériaux d'étanchéités pour toitures...). De part toutes ces opérations plusieurs risques chimiques, ou liés au gaz peuvent apparaître.

- Risque chimique : Omniprésents sur les lieux de travail, les produits chimiques passent parfois encore inaperçus. Pourtant de nombreux produits chimiques peuvent avoir des effets sur l'homme et son environnement. Repérer les produits, les mélanges ou les procédés chimiques dangereux et connaître leurs effets, constituent une première étape avant la mise en œuvre des moyens de prévention adaptés.

Les produits chimiques qui entrent en contact avec le corps humain (par les voies respiratoires, la peau ou la bouche) peuvent perturber le fonctionnement de l'organisme. Ils peuvent provoquer : des intoxications aiguës, avec des effets plus ou moins graves, des intoxications chroniques : le contact répété avec certains agents chimiques, même à de faibles doses, peut alors porter atteinte aux poumons, aux nerfs, au cerveau, aux reins.

Les produits chimiques sont, en outre, parfois à l'origine d'incendie et d'explosion et peuvent avoir des répercussions au-delà de l'entreprise sur l'environnement, en cas notamment de dysfonctionnements (renversement ou déversement accidentel, rupture de confinement, fuites...).

1.1 Exposition aux risques chimiques en industrie :

Qu'ils soient solides, liquides ou gazeux, les produits chimiques empruntent trois voies principales pour pénétrer dans l'organisme : voies inhalatrice, cutanée ou digestive.

En milieu de travail, on distingue deux circonstances d'exposition :

- Les produits sont utilisés **de façon délibérée, sous leurs états liquide, solide ou gazeux**, pour leurs propriétés (diluant, dégraissant...) ou comme intermédiaires avec d'autres produits pour fabriquer un matériau ou une autre substance, et ce dans des conditions particulières de mises en œuvre (application au chiffon ou au rouleau, par trempage, par pulvérisation, à de hautes températures, sous pression...) : cette utilisation peut donner lieu à des expositions.

- Un **procédé ou une activité donne lieu à des émissions de produits chimiques** (poussières, vapeurs, gaz, fumées, brouillards...) : il y a alors pollution du poste de travail ou de son environnement, d'où une exposition possible de l'opérateur ou des salariés de l'entreprise. Tous les secteurs d'activité sont concernés par ce type d'exposition.

1.2 Effets sur la santé et la sécurité :

Les produits chimiques présentent des dangers pour les personnes, les installations ou l'environnement : intoxications aiguës, asphyxie, incendie, explosion, pollution... Ils peuvent aussi provoquer des effets plus insidieux, après des années d'exposition du travailleur à de faibles doses, voire plusieurs années après la fin de l'exposition. Ces dangers immédiats et différés doivent être pris en compte dans le cadre d'une même démarche de prévention des risques chimiques.

• Effets sur la santé :

La nature des effets des produits chimiques sur la santé dépend de plusieurs paramètres :

-caractéristiques du produit chimique concerné (toxicité, nature physique...)

-voies de pénétration dans l'organisme (respiratoire, cutanée ou digestive)

-mode d'exposition (niveau, fréquence, durée...)

-état de santé et autres expositions de la personne concernée (pathologies existantes, prise de médicaments, consommation d'alcool ou de tabac, expositions environnementales...).

Ces effets peuvent apparaître :

- en cas d'exposition à un produit chimique sur une brève durée (intoxication aiguë) : brûlure, irritation de la peau, démangeaison, convulsion, ébriété, perte de connaissance, coma, arrêt respiratoire...

- après des contacts répétés avec des produits chimiques, même à faibles doses, (intoxication chronique) : eczéma ou asthme, silicose, cancer (mésotéliome ...), insuffisance rénale, troubles de la fertilité...

Les pathologies dues à des produits chimiques peuvent apparaître plusieurs mois ou plusieurs années après l'exposition. Dans le cas des cancers professionnels, ils peuvent apparaître 10, 20, voire 40 ans après l'exposition.

- **Risques d'incendie et d'explosion :**

Les produits chimiques peuvent jouer un rôle dans le déclenchement d'un incendie par leur présence dans l'air ambiant ou en cas de mélange avec d'autres produits. Ils peuvent également aggraver l'ampleur d'un incendie.

De nombreuses substances peuvent également, dans certaines conditions, provoquer des explosions. Ce sont pour la plupart des gaz et des vapeurs, mais aussi des poussières inflammables et des composés particulièrement instables.

- **Réactions chimiques dangereuses :**

Enfin, le mélange d'agents chimiques incompatibles, l'échauffement de produits, la dégradation thermique, les frottements ou encore les chocs peuvent provoquer des émissions massives de vapeurs toxiques, des phénomènes exothermiques se traduisant par une déflagration, une détonation, des projections de matières ou une inflammation.

1.3 Prévention des risques chimiques :

L'évaluation des risques constitue le préalable de toute démarche de prévention des risques chimiques. Bien menée, elle doit permettre de construire un plan d'actions de prévention. Pour être efficace, il faut la renouveler régulièrement et, notamment, à chaque modification importante des processus de travail.

L'évaluation des risques chimiques se déroule en 4 étapes :

-Repérer les produits et répertorier leurs dangers dans un inventaire : Pour ce faire, l'entreprise doit prendre en compte les produits utilisés (produits de nettoyage, peintures...), les matières premières, les sous-produits (y compris ceux qui sont émis par des procédés ou des opérations : émissions de fumées, produits de dégradation, brouillards, poussières...) et les déchets.

-Analyser leur mise en œuvre pour évaluer les conditions d'exposition : Caractériser les risques chimiques avec les étiquettes des produits, fiches de données de sécurité, fiche d'entreprise établie par le médecin du travail, rapports d'incident.

-Hiérarchiser les risques par priorités d'action : A la fin de la phase d'évaluation des dangers et des expositions, l'entreprise doit hiérarchiser les risques et mettre en place un plan d'actions de prévention. En matière de prévention des risques chimiques, plusieurs types d'actions sont possibles pour aboutir à la meilleure maîtrise possible des risques chimiques : des mesures techniques (suppression ou substitution de produits ou de procédés, protection collective comme du captage à

la source des émissions...), organisationnelles (procédures d'urgence, règles d'hygiène...) ainsi que des actions d'information et de formation des travailleurs.

-Elaborer un plan d'action : Des actions correctives ou de maintenance sont mis en place.

2. Risques liés aux industries pétrolières et gazières :

L'exploitation du pétrole comme source d'énergie, dite fossile, est l'un des piliers de l'économie industrielle contemporaine. Dense, facilement stockable et transportable, le pétrole fournit la quasi-totalité des carburants liquides. Il est aussi fréquemment utilisé pour la pétrochimie (caoutchoucs, plastiques, textiles, chimie). La naissance d'un gisement de pétrole (ou de gaz, les deux étant corrélés) résulte ainsi d'une conjonction favorable de facteurs géologiques.

2.1 Exposition aux risques :

Les activités pétrolières et gazières extracôtières peuvent avoir diverses répercussions sur l'environnement, par exemple :

-Les levés sismiques servant à repérer des emplacements de forage possibles peuvent générer des bruits sous-marins dont les niveaux sonores sont beaucoup plus élevés que le niveau ambiant normal et peuvent s'étendre sur des milliers de kilomètres. Cela peut avoir des effets sur les baleines, d'autres mammifères marins et les petits organismes se trouvant à proximité.

-Les activités de forage et d'extraction produisent des déchets, comme des déblais de forage et de l'eau produite, qui peuvent contenir des hydrocarbures.

-Durant la production, le torchage (opération consistant à brûler le gaz naturel) contribue à l'émission de gaz à effet de serre et d'autres polluants atmosphériques.

-Enfin, des incidents peuvent survenir, comme des déversements de pétrole, ce qui pourrait avoir un effet sur les oiseaux de mer et les poissons, en plus de toucher l'industrie de la pêche et les zones côtières.

Répercussions liées aux activités d'exploitation :

- Déchets solides et liquides (y compris eaux usées, eaux de drainage et poussière)
- Rejets d'eau de refroidissement, d'eau de ballast, de saumures et d'autres produits chimiques pour le forage
- Émissions atmosphériques découlant de la production d'électricité, de la ventilation, du carburant et de l'entreposage de produits chimiques

- Bruits et lumières
- Perturbation du fond marin et déversement de roches.

2.2 Prévention des risques :

Afin de réduire au minimum les impacts environnementaux attribuables aux activités pétrolières et gazières extracôtières il faut évaluer les effets environnementaux potentiels et établir des exigences pour les prévenir ou les réduire.

- Première contrainte des industriels, détecter les fuites éventuelles de vapeurs et autres gaz inflammables et explosifs. Une nécessité « absolue » dans les dépôts d'hydrocarbures ou les unités pétrochimiques. La détection des gaz et vapeurs d'hydrocarbures est réalisée à l'aide de détecteurs explosimètres à perles catalytiques.
- Au-delà des outils de prévention du risque incendie, l'industrie pétrolière organise la sûreté de ses différents sites autour de solutions spécifiques aux sites sensibles. L'objectif est de garantir la sécurité et la continuité des approvisionnements. Barrières (infrarouge et hyperfréquence), systèmes de détection, barrières et capteurs double technologie et vidéosurveillance.
- Des dépôts sous haute surveillance : les réservoirs des dépôts pétroliers comprennent de nombreux dispositifs de sécurité : des soupapes de sécurité et, pour les réservoirs contenant des produits volatils, des écrans flottants qui limitent la dispersion des vapeurs d'hydrocarbures, des alarmes et des détecteurs d'hydrocarbures dans les cuvettes de rétention (détection de fuites).

3. Risques liés à la métallurgie :

La métallurgie industrielle produit des matériaux de pointe avec des alliages aux propriétés complexes. Dans son sens moderne, la métallurgie recouvre un large spectre d'activités industrielles allant de l'extraction et la transformation du minerai brut en métal jusqu'à l'élaboration de produits finis tels que les tôles, les matériaux profilés ou encore les prothèses osseuses en titane.

3.1 Les différents risques :

3.1.1 Risques physiques :

- Bruit : Découpe de tôles, martelage, presse, cisailles, façonnage, intempéries en extérieur, équipes en chantiers.
- Rayonnements thermiques, poussières, fumées, aérosols, vibrations.

3.1.2 Risques chimiques :

- Peintures : Application de peintures par pulvérisation (peintures poudres) et métallisation

-Solvants, résines époxydiques, Poussières de fer de zinc, huiles de coupe : huiles usagées riches en HAP (risque cancérogène).

3.1.3 Risque infectieux et parasitaire :

Tétanos, boutons d'huile (staphylocoques).

3.1.4 Risque d'accidents prépondérants :

-Risques de chutes : De hauteur, particulièrement grave pour les monteurs et lors de la maintenance de certains appareils (ponts roulants,...)

-Machines dangereuses : cisailles, perceuses, poinçonneuses, guillotines, presses...

-Risques électriques

-Risques d'explosion ou d'incendie

-Autres risques : brûlures, coupures

3.2 Prévention des risques :

3.2.1 Protection collective :

- Conformité des machines, des appareils de levage

- Isolation des machines bruyantes

- Pièges à sons : cloisons acoustiques, remplacement des systèmes antivibratiles

- Préparation adéquate des pièces avant soudage

- Poste de soudure : aspiration des fumées de soudage à la source, ne pas souder face au vent, tables aspirantes.

3.2.2 Protection individuelle :

- Equipement des monteurs : masques, lunettes, gants, tablier, chaussures, écrans de protection, guêtres.

- Equipement spécifique des soudeurs : vêtement de travail (ensemble pantalon, veste), équipements complémentaires (tabliers de cuir, gants à manchettes, vestes), protection des yeux, protection respiratoire (protection totale de la face par masque à soudage avec obscurcissement automatique, cagoule et ventilation assistée par air filtré), protection des mains contre l'action coupante des tôles et la chaleur, protection contre l'électrisation (EPI réduisant la conduction).

Chapitre 5 : Incendies et explosions

1. Définition :

Un incendie est un feu violent et destructeur pour les activités humaines ou la nature. L'incendie est une réaction de combustion non maîtrisée dans le temps et l'espace.

L'incendie présente la particularité d'être un risque extrêmement dangereux pouvant facilement provoquer des dégâts humains et matériels assez durs voir même catastrophiques. La criticité du risque d'incendie est évaluée à travers deux critères : la fréquence (probabilité d'occurrence) et la gravité (importance des dégâts). La sécurité contre les incendies englobe l'ensemble des techniques utilisées dans le but de diminuer la probabilité de déclenchement d'un incendie et de minimiser les dégâts en cas où l'incendie s'est déclenché.

2. Comment se déclenche un incendie ?

Le feu est une réaction chimique pour laquelle trois éléments sont nécessaires : une matière combustible, de l'oxygène et une température d'inflammation. Cette température d'inflammation peut être atteinte en présence d'une flamme, d'une étincelle, d'une source de chaleur, d'un frottement... Ces trois éléments sont généralement présentés dans un triangle, le triangle du feu.

Les trois côtés du triangle du feu sont :

1. la matière combustible
2. l'oxygène
3. la source d'inflammation.

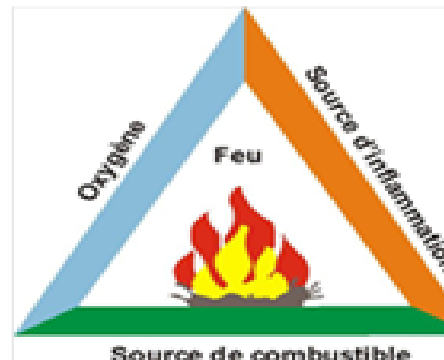


Figure 18 : Triangle du feu

Il y a beaucoup de matières comburantes. Elles sont subdivisées en trois catégories :

- Les matières solides (par ex. vêtements, matériel d'emballage, chiffons sales)
- Les matières liquides (par ex. essence, diesel, peinture, diluant pour peinture)
- Les matières gazeuses (par ex. gaz naturel, propane).

Nous avons normalement 21 % d'oxygène dans l'air. C'est suffisant pour qu'un processus de combustion démarre. Si la teneur en oxygène dans l'air est plus élevée (par exemple, en cas de fuite d'une bonbonne d'oxygène), la combustion sera plus rapide.

Il y a beaucoup de sources qui peuvent mener à un incendie ou une explosion :

- Feu ouvert (bout de cigarette incandescent, étincelles de soudage)
- Étincelles dues à un court-circuit ou de l'électricité statique
- Augmentation de la chaleur suite à du chauffage ou du frottement.

Les trois côtés du triangle du feu indiquent les conditions pour la naissance d'un feu. Il ne peut pas y avoir de feu si l'un de ces éléments manque. Si les trois éléments sont combinés dans les bonnes proportions, le triangle de feu est fermé et un feu prend naissance. Quand on retire un de ces facteurs, le feu s'éteint. Ce triangle est donc aussi un instrument utile pour prévenir et combattre l'incendie.

3. Modes de propagation :

Un incendie passe par une phase de développement, puis de régression, entraînant une élévation suivie d'une baisse de température. Selon le mode d'inflammation et la nature du combustible, le développement sera plus ou moins rapide. La sévérité du feu et la durée de ces phases dépendent de plusieurs paramètres :

- Quantité et répartition des matériaux combustibles (charge incendie) ;
- Vitesse de combustion de ces matériaux ;
- Conditions de ventilation (ouvertures) ;
- Géométrie du compartiment ;
- Propriétés thermiques des parois du compartiment.

3.1 Démarrage du feu (1re phase) :

La rapidité de démarrage d'un incendie sera fonction du combustible en cause, de sa forme, de la ventilation du lieu et du type de source d'allumage. Durant la phase de feu couvant, la température est localisée au point d'ignition ; les premiers gaz et la fumée apparaissent.

3.2 Déclenchement de l'incendie (2e phase) :

Au cours de la deuxième phase, où le foyer est vif mais encore localisé, le rayonnement ou le contact des flammes atteignent les matières proches, les gaz chauds se dégagent et emplissent le volume, annonçant la troisième phase.

3.3 Embrassement généralisé (3e phase) :

Les gaz chauds accumulés portent les combustibles présents à leur température d'inflammation et l'ensemble du volume s'embrase brutalement (flash-over). L'incendie atteint son point maximal. La présence de gaz inflammables peut également provoquer des déflagrations plus ou moins violentes.

3.4 Retombée du feu (4e phase) :

La violence du feu décroît avec la disparition progressive du combustible.

4. Les causes de déclenchement d'incendie :

Les causes responsables d'un départ d'incendie peuvent être classées en trois groupes : les causes techniques, les causes humaines et les causes naturelles.

4.1 Causes techniques :

4.1.1 Liées aux combustibles : Conditions de manipulation de gaz ou de liquides extrêmement inflammables, facilement inflammables ou inflammables. Produits chimiques de laboratoires (éther éthylique, méthanol...), produits d'emploi courant (Colle, correcteurs, dissolvants de peintures et vernis).

4.1.2 Liées aux comburants : Tout mélange gazeux comportant plus de 21 % d'oxygène est un mélange comburant.

4.1.3 Liées aux énergies d'activation : Courant électrique (utilisation de câbles d'alimentation de diamètre insuffisant et fusibles inadaptés à la charge de l'appareil, utilisation de câble de rallonge enroulé) ; Surface chaude (plaque électrique, agitateurs chauffante) ; Flamme nue (veilleuse d'appareil à gaz et de chaudière).

4.2 Les causes humaines :

Travaux par points chauds : Ils concernent le soudage au chalumeau ou à l'arc électrique, les coupages, l'oxycoupage des métaux... et tous travaux susceptibles de communiquer le feu à des matières combustibles par production d'étincelles, de flammes ou de chaleur.

4.3 Les causes naturelles : climatiques : foudre, soleil, canicule.

5. Les différentes classes des feux :

La classification des feux caractérise les différentes catégories de feux selon le combustible. Les types de feux classifiés selon la norme européenne :

La classe A : correspond aux feux de combustibles comme le bois, le carton, le papier, le tissu, les pneus...

La classe B : correspond aux liquides inflammables (hydrocarbures) tels que le fuel, l'essence, le diesel, kérosène, le white-spirit... Elle correspond également aux liquides inflammables (solvants polaires) tels que l'éthanol, le propane, le butane, l'acétylène, l'hydrogène, le méthane...

La classe C : correspond aux feux électriques

La classe D : correspond aux feux de métaux inflammables tels que la poudre d'aluminium, la laine d'acier, le magnésium...

La classe F : correspond aux feux d'huiles alimentaires

La catégorie de feu a un impact sur le choix des opérations de lutte incendie. Les émulseurs anti-incendie sont principalement appliqués sur les feux de classe A et classe B.

6. Prévention et protection :

Le risque d'incendie existera toujours puisqu'il est impossible de n'utiliser que des produits incombustibles dans les bâtiments. Aussi, le respect et la mise en place d'un ensemble de mesures de prévention adéquates et leur prise en compte dans la conception du bâtiment sont essentiels pour limiter et maîtriser le risque incendie.

6.1. Principe de prévention :

- **Matière combustible** : Il faut éviter la présence de matières combustibles dans un endroit où la chaleur peut se transformer en source d'inflammation.
- **Oxygène** : On peut dans certains cas, diminuer la teneur ou le volume en oxygène. L'oxygène ne brûle pas lui-même mais entretient le processus de combustion et peut augmenter considérablement le danger d'incendie.

- **Source d'inflammation** : L'incendie peut être prévenu en évitant les sources d'inflammation où du matériel combustible et de l'oxygène sont présents.

6.2. Protection contre les incendies :

6.2.1 Protection active : Le feu doit être détecté au plus tôt pour être combattu efficacement. L'ensemble des protections actives doit être efficace dans les deux premières phases de développement du sinistre.

Exemples : Les détecteurs, réagissant à la fumée, à la chaleur, ou aux flammes ; le système de désenfumage évacue les fumées toxiques, facilitant l'évacuation des occupants sans dommages et l'intervention des secours ; les consignes de sécurité et le balisage favorisent l'évacuation des occupants.

6.2.2 Protection passive : La protection passive regroupe les moyens mis en œuvre pour limiter les effets (Destructeurs du feu ; Coupe-feu et pare flammes).

7. Procédés d'extinction :

7.1 Le refroidissement :

L'objectif est d'abaisser la température du combustible en dessous de la température d'inflammation afin de bloquer la distillation des gaz inflammables.

7.2 L'étouffement :

Le principe consiste à abaisser la teneur en oxygène aux alentours du foyer afin de rendre l'atmosphère incombustible.

7.3 L'isolement :

Voisin du mode d'action de l'étouffement, l'isolement sépare physiquement les gaz de distillation par rapport à l'oxygène de l'air.

7.4 L'inhibition : Il s'agit de bloquer la réaction chimique du feu en empêchant de passer à la séquence suivante.

8. Agents extincteurs :

8.1. L'eau : On ne rencontre quasiment pas d'extincteur à eau pure.

8.2. La mousse: Les extincteurs à mousse ont une conception identique aux extincteurs à eau avec additif, car il s'agit du même mélange. Cependant ici la solution est mélangée à l'air au niveau du diffuseur, qui est composé d'un simple tube mousse.

8.3. La poudre: Les extincteurs à poudre contiennent une poudre chimique qui agit de plusieurs manières, principalement en étouffant le feu et en isolant le combustible.

8.4. La poudres BC (feux de classes B et C): Elle est composée principalement de bicarbonate de sodium ou de bicarbonate de potassium (85-95%) qui sous l'effet de la chaleur se décomposent en donnant notamment du CO₂.

8.5. La poudre ABC (feux de classes A, B et C): Elle est composée principalement (jusqu'à 95%) de phosphate ou sulfate d'ammonium, de phosphate monoammonique ou de bicarbonate de sodium. Ces sels ont la propriété de fondre sous l'effet de la chaleur et de former à la surface des solides une croûte les isolant de l'air.

8.6. Le dioxyde de carbone: Le dioxyde de carbone (CO₂) agit principalement par étouffement, en diminuant fortement la concentration d'oxygène alimentant le feu.

9. L'explosion :

L'explosion, à la différence de l'incendie, est une combustion quasiment instantanée. Elle provoque un effet de souffle accompagné de flammes et de chaleur. Elle ne peut survenir qu'après la formation d'une atmosphère explosive (ATEX). Celle-ci résulte d'un mélange avec l'air de substances combustibles (farine, poussières de bois, vapeurs de solvants...), dans des proportions telles qu'une source d'inflammation d'énergie suffisante produise son explosion.

9.1 Prévenir les risques d'explosion :

La prévention des risques liés à l'explosion d'ATEX nécessite d'agir le plus en amont possible, notamment au moment de la conception et de l'implantation des locaux ou de la mise en place d'un procédé de production. L'employeur doit tenir compte en premier lieu de la réglementation du Code du travail et éventuellement d'autres réglementations en fonction du type d'établissement.

9.2 Limiter les risques d'explosion :

Pour y arriver, il faut établir les 3 étapes suivantes :

- Empêcher la formation d'une atmosphère explosive (mesures de prévention)
- Éviter son inflammation (mesures de prévention)
- Atténuer les effets de l'explosion (effet de souffle, flammes...) (mesures de prévention).

Ces trois étapes doivent être complétées par des mesures organisationnelles, notamment la formation du personnel.

Chapitre 6 : Réglementation et normalisation

1. La réglementation :

Devant l'ampleur de la gravité des conséquences des accidents industriels majeurs, les pouvoirs publics de la plupart des pays industrialisés ont mis en place des mesures législatives obligatoires, en vue d'éviter ces accidents ou tout au moins diminuer l'importance des dégâts causés, tant au niveau des victimes que de l'environnement.

Les instances internationales comme l'Organisation internationale du travail (OIT) de Genève ou encore la Communauté européenne ont publié des documents intéressants et fort utiles en matière de prévention des risques industriels.

Parmi ces documents, les directives du Conseil de l'Union européenne, appelées directives Seveso, font autorité et ont inspiré les législations en matière de sécurité industrielle, dans bon nombre de pays d'Europe et ailleurs. Ces textes seront étudiés en détail ci-après.

Les grands pays industriels, qui ont connu chez eux plusieurs accidents industriels majeurs, disposaient déjà (ou les ont mis en place) de textes officiels réglementant la sécurité industrielle.

1.1. Les directives Seveso et les autres textes internationaux :

1.1.1. Directive Seveso :

Le texte européen le plus connu de l'encadrement des risques liés aux installations industrielles est sûrement la directive SEVESO. Adoptée initialement en 1982, elle a depuis été révisée deux fois, et la dernière version (SEVESO3) date du 4 juillet 2012. Par ailleurs, une réglementation nationale, la loi "Risques" prévoit notamment la mise en place d'un outil de maîtrise de l'urbanisation aux abords de certaines installations industrielles à haut risque : les plans de prévention des risques technologiques (PPRT).

1.1.2. La directive Seveso II :

1.1.2.1 Présentation de la directive Seveso II :

Son titre exact est « Directive 96/82/CE du Conseil du 9 décembre 1996 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses ». Le texte est paru au Journal officiel (européen) n° L 010 du 14 janvier 1997, pp. 0013-0033.

La directive 96/82/CE du 9 décembre 1996 comporte :

- 24 raisons justifiant un tel texte, dont des rappels d'accidents industriels majeurs ;
- 26 articles traitant des différents aspects intéressant la maîtrise des risques industriels majeurs impliquant des substances dangereuses ;
- 6 annexes qui apportent un certain nombre de précisions pratiques pour la mise en application des mesures dans les différents pays. Ces annexes font partie intégrante de la directive.

La directive 2003/105/CE du 16 décembre 2003 ne fait que modifier le libellé de certains articles.

Elle définit deux types d'obligations :

- les obligations à caractère général, concernant les mesures de sécurité ;
- les obligations spécifiques aux notifications des informations sur les substances dangereuses, établissement de plans d'urgence, informations des personnes du voisinage.

1.1.2.2. Analyse de la directive Seveso II modifiée :

L'article premier donne l'objet de la directive : « La présente directive a pour objet la prévention des accidents majeurs impliquant des substances dangereuses et la limitation de leurs conséquences pour l'homme et l'environnement, afin d'assurer de façon cohérente et efficace dans toute la Communauté des niveaux de protection élevée. »

- un renforcement des effectifs des inspecteurs des installations classées ;

L'inspection des installations classées est principalement située dans les DREAL (Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), les DEAL (Directions de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) en Outre-mer, la DRIEE (Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie) en Ile-de-France et les DD(CS) PP (Directions Départementales de la Cohésion Sociale et de la Protection des Populations).

Une cellule d'appui aux situations d'urgence (CASU) a été créée à l'INERIS (Institut national de

l'environnement industriel et des Risques) afin de permettre de mobiliser des experts techniques en cas d'incident ou d'accident.

- un renforcement de la réglementation ;

Le gouvernement a fait évoluer de façon importante la réglementation relative aux sites à risques, qu'il s'agisse des réglementations sectorielles (silos, sites pyrotechniques, stations-service, stockages d'engrais....) ou des réglementations transverses (protection contre la foudre, les séismes...).

- une nouvelle méthodologie et un nouveau périmètre pour les études de danger des sites industriels ;

La loi a considérablement rénové les méthodologies d'élaboration des études de dangers dans les sites industriels, dans un but de renforcement des exigences et d'homogénéisation des situations.

Plus de 2 000 études de dangers ont été ainsi remises à jour et approfondies, notamment depuis la parution des textes réglementaires de l'automne 2005. Ces mesures ont permis de réduire les zones exposées à aléa de manière significative.

- une meilleure information et association des riverains et salariés ;

Les structures de concertation et d'information ont été profondément rénovées. Ainsi, des commissions de suivi de site, impliquant les riverains et associations, ont été créées par la loi autour de tous les sites Seveso seuil haut. La loi a également créé une obligation d'information de l'acheteur ou du locataire de tout bien immobilier (bâti et non bâti) situé dans une zone de plan de prévention des risques (naturels ou technologiques), concernant notamment l'existence d'une obligation de travaux.

La loi de 2003 a introduit l'obligation, pour les gestionnaires d'infrastructures de transport (gares de triage, parkings de stationnement routier, ports maritimes et fluviaux) accueillant une grande quantité de marchandises dangereuses, de réaliser des études de dangers.

1.1.3. La directive Seveso 3 :

L'émotion suscitée par le rejet accidentel de dioxine en 1976 sur la commune de Seveso en Italie, a incité les États européens à se doter, à travers la mise en œuvre de la directive « Seveso », d'une politique commune en matière de prévention des risques industriels majeurs. Elle distingue deux

types d'établissements, selon la quantité totale de matières dangereuses sur site : les établissements Seveso seuil haut ; les établissements Seveso seuil bas.

En résumé, cette directive Seveso préconise les principaux points suivants :

- classement des établissements en fonction des activités utilisant des produits dangereux nommément désignés ;
- obligations pour ces établissements de préparer :
 - une politique de prévention,
 - un plan d'urgence,
 - un rapport de sécurité ;
- maîtrise de l'urbanisation ;
- informations à fournir aux autorités compétentes par l'exploitant ;
- informations à fournir aux États membres et à la Commission.

1.2. Les autres textes internationaux :

Parmi les autres documents et organismes issus de l'Union européenne, il y a lieu de signaler :

-Le rapport sur l'application dans les États membres de la directive 82/501/CEE du 24 juin 1982 concernant les risques d'accidents majeurs de certaines activités industrielles pour la période 1997-1999, qui date du 31 janvier 2002, donne notamment les principaux textes officiels des quinze pays européens contenant une transcription de la directive Seveso I.

Le règlement 793/93 du 23 mars 1993 concerne l'évaluation et le contrôle des risques présentés par les substances existantes.

– La directive 94/55/CE du 21 novembre 1994 relative au rapprochement des législations des États membres concerne le transport des marchandises dangereuses par la route (plusieurs autres directives postérieures traitent du même sujet).

– La directive 89/391/CE du 12 juin 1989 concernant la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail ;

– La directive 90/394/CEE du 28 juin 1990 et la directive 99/92 du 16 décembre 1999 concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents cancérigènes au travail ;

– La directive 98/24/CE du 7 avril 1998 et la directive 2000/39/CE du 8 juin 2000, concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur les lieux de travail.

1.3. Textes officiels en Algérie :

- Décret exécutif n°02-427 du 3 Chaoual 1423 correspondant au 7 déc. 2002 relatif aux conditions d'organisation de l'instruction, de l'information et de la formation des travailleurs dans le domaine de la prévention des risques professionnels [2002, CIS 02-1017].
- Décret exécutif n°2000-253 du 23 Joumada El Oula 1421 correspondant au 23 août 2000 portant création, organisation et fonctionnement de l'Institut national de la prévention des risques professionnels [2000, CIS 00-1505].
- Arrêté interministériel du 8 Joumada Ethania 1419 correspondant au 29 septembre 1998 fixant la liste des postes de travail ouvrant droit à l'indemnité de nuisance du Conseil national économique et social [1998, CIS 00-1212].
- Décret n°97-424 du 11 nov. 1997 fixant les conditions d'application du titre V de la Loi n°83-13 du 2 juil. 1983, modifiée et complétée, relatif à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles [1997, CIS 01-612].
- Arrêté interministériel du 9 juin 1997 fixant la liste des travaux où les travailleurs sont fortement exposés aux risques professionnels [1997, CIS 01-309].
- Décret exécutif n°91.05 du 19 janv. 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail [1991, CIS 93-8].
- Loi n°88-07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, à la sécurité et à la médecine du travail [1988, CIS 89-5].
- Loi n°88-07 du 26 janv. 1988 relative à l'hygiène, à la sécurité et à la médecine du travail [1988, CIS 89-3].

2. La normalisation :

La normalisation a pour objet de fournir des documents comportant des solutions à des problèmes techniques et commerciaux concernant les produits, biens et services qui se posent de façon répétée dans des relations économiques, scientifiques, techniques et sociaux ».

Une norme est une règle ou un ensemble de règles fixant les caractéristiques d'un objet et les conditions de son obtention. La définition donnée par l'AFNOR (Association française de

normalisation) est la suivante : « C'est un référentiel accepté par tous. Utilisées par des industriels comme références incontestables, les normes simplifient et clarifient les relations contractuelles. Une norme permet de définir la meilleure manière de procéder lorsque l'on entreprend une activité, de façon à allier efficacité, sécurité et fiabilité.

Il n'existe pas de normes concernant directement les risques industriels majeurs ; par contre, il existe un grand nombre de normes relatives à des équipements et des appareils de mesures et de contrôle qui, en assurant leur bon fonctionnement et leur fiabilité, jouent en faveur de la prévention ; de nombreux accidents industriels sont dus à des dysfonctionnements de ces équipements.

Il existe plusieurs milliers de normes tant nationales qu'européennes et internationales :

- **Les normes françaises NF** relèvent du domaine de l'AFNOR, qui confie à des bureaux de normalisation, composés d'experts et de représentants d'organismes employeurs et salariés, la tâche de mettre au point des normes suivant des processus bien définis ;
- **Les normes européennes EN** sont fournies par le comité européen de normalisation (CEN) ;
- **Les normes internationales ISO** sont élaborées avec le concours d'organismes nationaux et internationaux. Les normes ISO sont un ensemble de normes internationalement reconnues qui ont été créées dans le but d'aider les entreprises à établir des niveaux d'homogénéité en matière de gestion, de prestation de services et de développement de produits dans le secteur industriel. Les lettres initiales ISO sont l'acronyme d'Organisation internationale de normalisation.

La mise en place de plusieurs normes ISO dans une organisation présente l'avantage supplémentaire de faciliter l'intégration entre elles, offrant un cadre commun à toutes et permettant l'existence d'un Système de Management unique. De nos jours, les normes ISO sont un outil fondamental pour toute organisation qui souhaite progresser et s'améliorer sur les marchés complexes, en transmettant confiance et compétitivité.

Comme exemple des normes ISO, nous retrouvons :

L'ISO 9000 — Management de la qualité : Avec cette famille de normes, les produits et les services répondent aux besoins des clients.

L'ISO 14000 — Management environnemental : En suivant cette série de normes, on assure une performance environnementale.

La famille ISO/IEC 27000 — Management de la sécurité de l'information.

Chapitre 7 : Méthodes d'analyse

Introduction aux méthodes d'analyse :

Les méthodes d'analyse permettent d'évaluer le risque d'une situation de travail avant même que le système ne soit totalement déployé (phase de conception) ou, quand il est déployé, sans se baser sur une longue accumulation de retour d'expérience. L'analyse porte sur une décomposition des processus théoriques qui composent le travail à faire.

Les étapes à risques de ces processus sont identifiées par différentes méthodes d'estimation.

1. Analyse préliminaire des risques :

L'Analyse Préliminaires des Risques (Dangers) a été développée au début des années 1960 dans les domaines aéronautiques et militaires. Elle est utilisée depuis dans de nombreuses autres industries.

L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet. En conséquence, cette méthode ne nécessite généralement pas une connaissance approfondie et détaillée de l'installation étudiée.

1.1. Principe de l'analyse préliminaire :

L'Analyse Préliminaire des Risques nécessite dans un premier temps d'identifier les éléments dangereux de l'installation.

Ces éléments dangereux désignent le plus souvent :

- Des substances ou préparations dangereuses, que ce soit sous forme de matières premières, de produits finis....,
- Des équipements dangereux comme, par exemple, des stockages, zones de réception-expédition, réacteurs, fournitures d'utilités (chaudière...),
- Des opérations dangereuses associées au procédé.

L'identification de ces éléments dangereux est fonction du type d'installation étudiée. L'APR peut être mise en œuvre sans ou avec l'aide de liste de risques types ou en appliquant les mots guides Hazop.

A partir de ces éléments dangereux, l'APR vise à identifier, pour un élément dangereux, une ou plusieurs situations de danger puis par la suite identifier les sécurités existantes sur le système étudié.

1.2. Déroulement :

L'utilisation d'un tableau de synthèse constitue un support pratique pour mener la réflexion et résumer les résultats de l'analyse. Pour autant, l'analyse des risques ne se limite pas à remplir coûte que coûte un tableau. Par ailleurs, ce tableau doit parfois être adapté en fonction des objectifs fixés par le groupe de travail préalablement à l'analyse. Le tableau ci-dessous est donc donné à titre d'exemple.

Tableau 2 : tableau de synthèse pour analyse des risques.

Fonction ou système :						Date:	
1	2	3	4	5	6	7	8
N°	Produit ou équipements	Situation De danger	Causes	Conséquences	Sécurité existante	Proposition d'amélioration	Observations

Exemple : Un réservoir de liquide inflammable type essence. Le groupe de travail identifie dans un premier temps comme situation de danger, un feu se développant dans la cuvette de rétention. La cause de cet incendie serait l'épandage de combustible dans la cuvette associé à la présence d'une source d'inflammation. Si ensuite le groupe de travail considère l'épandage seul d'essence comme situation de dangers, il identifiera probablement en termes de conséquences le feu de nappe mais également la formation d'un nuage inflammable suite à l'évaporation de la nappe.

1.3. Limites et avantages :

Le principal avantage de l'Analyse Préliminaire des Risques est de permettre un examen relativement rapide des situations dangereuses sur des installations. Par rapport aux autres méthodes, elle apparaît comme relativement économique en termes de temps passé et ne nécessite

pas un niveau de description du système étudié très détaillé. Cet avantage est bien entendu à relier au fait qu'elle est généralement mise en œuvre au stade de la conception des installations.

En revanche, l'APR ne permet pas de caractériser finement l'enchaînement des événements susceptibles de conduire à un accident majeur pour des systèmes complexes.

Comme son nom l'indique, il s'agit à la base d'une méthode préliminaire d'analyse qui permet d'identifier des points critiques devant faire l'objet d'études plus détaillées. Elle permet ainsi de mettre en lumière les équipements ou installations qui peuvent nécessiter une étude plus fine menée grâce à des outils tels que l'HAZOP ou l'analyse par arbre des défaillances. Toutefois, son utilisation seule peut être jugée suffisante dans le cas d'installations simples ou lorsque le groupe de travail possède une expérience significative de ce type d'approches.

2. La méthode HAZOP :

2.1. Principe:

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

L'HAZOP ne considère plus des modes de défaillances mais les dérives potentielles (ou déviations) des principaux paramètres liés à l'exploitation de l'installation. A l'origine, l'HAZOP n'a pas été prévue pour procéder à une estimation de la probabilité d'occurrence des dérives ou de la gravité de leurs conséquences. Néanmoins, dans le domaine des risques accidentels majeurs, une estimation a priori de la probabilité et de la gravité des conséquences des dérives identifiées s'avère souvent nécessaire. Dans ce contexte, l'HAZOP doit donc être complété par une analyse de la criticité des risques sur les bases d'une technique quantitative simplifiée.

2.2. Déroulement :

Le déroulement d'une étude HAZOP est mené par l'analyse de suivre les étapes suivantes :

- 1) Dans un premier temps, choisir une ligne ou de la maille. Elle englobe généralement un équipement et ses connexions, l'ensemble réalisant une fonction dans le procédé identifiée au cours de la description fonctionnelle.
- 2) Choisir un paramètre de fonctionnement,

- 3) Retenir un mot-clé et générer une dérive,
- 4) Vérifier que la dérive est crédible. Si oui, passer au point 5, sinon revenir au point 3,
- 5) Identifier les causes et les conséquences potentielles de cette dérive,
- 6) Examiner les moyens visant à détecter cette dérive ainsi que ceux prévus pour en prévenir l'occurrence ou en limiter les effets,
- 7) Proposer, le cas échéant, des recommandations et améliorations,
- 8) Retenir un nouveau mot-clé pour le même paramètre et reprendre l'analyse au point 3),
- 9) Lorsque tous les mots-clés ont été considérés, retenir un nouveau paramètre et reprendre l'analyse au point 2),
- 10) Lorsque toutes les phases de fonctionnement ont été envisagées, retenir une nouvelle ligne et reprendre l'analyse au point 1).

2.2.1 Définition des mots-clés :

Les mots-clés, accolés aux paramètres importants pour le procédé, permettent de générer de manière systématique les dérives à considérer. La norme CEI : 61882 propose des exemples de mots-clés dont l'usage est particulièrement courant : plus, moins, plus que, autre que, plutôt ... ect.

2.2.2 Définition des paramètres :

Les paramètres auxquels sont accolés les mots-clés dépendent bien sûr du système considéré. Généralement, l'ensemble des paramètres pouvant avoir une incidence sur la sécurité de l'installation doit être sélectionné. De manière fréquente, les paramètres sur lesquels porte l'analyse sont :

- la température, la pression, le débit, le niveau, la concentration, le temps, des opérations à réaliser.

La combinaison de ces paramètres avec les mots clé précédemment définis permet donc de générer des dérives de ces paramètres. Par exemple :

- « Plus de » et « Température » = « Température trop haute »,
- « Moins de » et « Pression » = « Pression trop basse »,
- « Inverse » et « Débit » = « Retour de produit »,
- « Pas de » et « Niveau » = « Capacité vide ».

2.2.3 Moyens de détection, sécurités existantes et propositions :

La méthode HAZOP prévoit d'identifier pour chaque dérive les moyens accordés à sa détection et les barrières de sécurité prévues pour en réduire l'occurrence ou les effets. Si les mesures mises en place paraissent insuffisantes au regard du risque encouru, le groupe de travail peut proposer des améliorations en vue de pallier à ces problèmes ou du moins définir des actions à engager pour améliorer la sécurité quant à ces points précis.

2.3 Limites et avantages

L'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermohydrauliques. Cette méthode présente un caractère systématique et méthodique. Considérant, de plus, simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système, elle évite entre autres de considérer, tous les modes de défaillances possibles pour chacun des composants du système.

En revanche, l'HAZOP permet difficilement d'analyser les événements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances. Par ailleurs, il est parfois difficile d'affecter un mot clé à une portion bien délimitée du système à étudier. Cela complique singulièrement l'identification exhaustive des causes potentielles d'une dérive. En effet, les systèmes étudiés sont souvent composés de parties interconnectées si bien qu'une dérive survenant dans une ligne ou maille peut avoir des conséquences ou à l'inverse des causes dans une maille voisine et inversement.

3. Analyses cindyniques :

3.1. Principe :

La cindynique regroupe les sciences qui étudient les risques. Elle regroupe tous les aspects des sciences qui étudient les risques naturels (incendies de forêt, inondations, avalanches, séisme...), technologiques (nouveaux matériaux ou produits chimiques...) ou industriels (installations polluantes ou dangereuses) pour essayer d'établir des règles de prévention.

La grande diversité dans les modes d'appréhension du danger a conduit à l'apparition de techniques d'études et de prévention différentes (hygiène et sécurité et industrielle, fiabilité, sûreté de fonctionnement, génie sanitaire, gestion de crise...) qui coexistent mais demeurent très cloisonnées, ce qui est très pénalisant pour édicter des règles de prévention des risques en vue de mieux protéger les travailleurs ou les populations.

La cindynique permet une approche pluridisciplinaire de la gestion des risques. Elle ne se cantonne pas à une catégorie de risques. La cindynique puise dans différentes sciences pour en tirer les connaissances nécessaires à la gestion et à la prévention des risques. La météorologie comme la géologie le sont pour les risques naturels. Les techniques de modélisation empruntent à la théorie de systèmes et des jeux. Les sciences humaines, sociales, économiques, politiques, l'épidémiologie, la toxicologie et la psychologie apportent également leur pierre à l'édifice.

3.2. Les cinq dimensions différentes du danger :

Pour évaluer un risque, on étudie le danger associé. On s'intéresse notamment à la fréquence à laquelle peut apparaître ce danger et la gravité de ses conséquences potentielles. Un risque identifié aura une criticité plus haute si le danger est fréquent et peut avoir de graves conséquences en termes de santé, d'environnement... La criticité sera en revanche plus basse s'il n'est pas fréquent et que les dommages occasionnés restent faibles.

Le modèle d'analyse des dangers et des risques que propose la cindynique est proposé à cinq dimensions qui sont schématisé sur la figure ci-dessous.

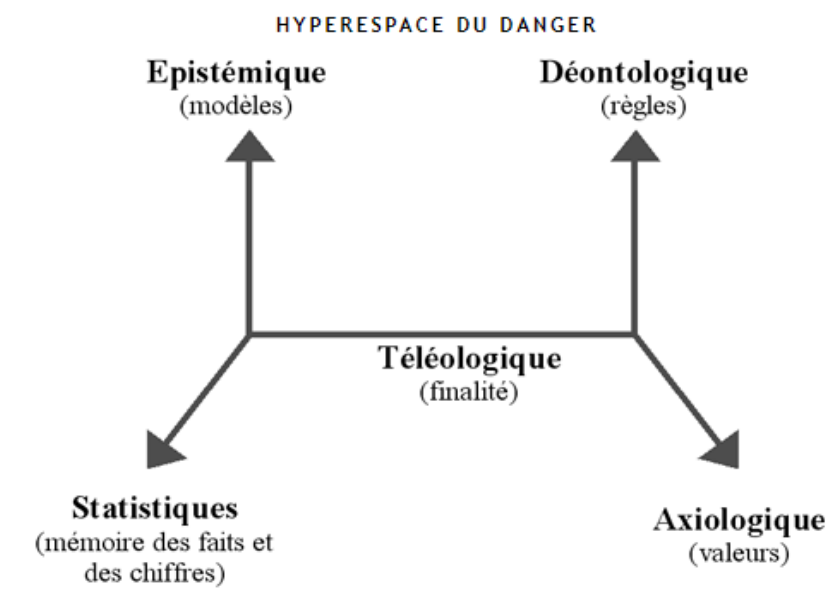


Figure 19: Les cinq dimensions d'analyse des dangers que propose la méthode cindynique.

3.2.1. La dimension des faits, des données, des observations (statistique et mnésique) :

Ce sont les informations statistiques et les données factuelles et historiques stockées dans les banques de données de retour d'expérience. Plus ces données sont lacunaires, parcellaires et peu fiables, plus les décisions de prévention des risques sont arbitraires et inefficaces. Toutefois, il

convient d'éviter la profusion de données inhibant l'utilisation de celles qui sont réellement significatives.

3.2.2. La dimension des objectifs ou des finalités recherches (téléologique) :

Les finalités des acteurs ne sont naturellement pas identiques, ils sont parfois antagonistes : par exemple, certains minimisent le risque de leurs activités en majorant celui des autres et des intérêts économiques divergents entrent en jeu. Il s'agit pour chacun des acteurs concernés d'explicitier sa stratégie, de préciser sa politique et ses objectifs, et de hiérarchiser ses finalités.

3.2.3. La dimension des valeurs de référence (axiologique) :

Ce sont ces systèmes de valeur qui président et déterminent les composantes comportementales des individus face au risque, dont le respect peut conduire la population à des attitudes plus ou moins tolérantes. En effet, dans de très nombreux domaines, il n'y a pas forcément de consensus sur la notion même de danger ou de risque, ce qui rend les mesures de prévention difficiles à décider et à mettre en œuvre.

3.2.4. La dimension des règles et des normes (déontologique) :

Il s'agit des normes (lois, standards, codes de déontologie) que les acteurs s'imposent ou acceptent (obligatoires ou non).

3.2.5. La dimension des modèles et des représentations (épistémique) :

Les modélisations mathématiques et les simulations informatiques sont élaborées à partir de banques de connaissances existantes. Ces connaissances sont physiques, géologiques, chimiques ou encore médicales. Ces modèles fiables permettent d'optimiser les temps de prise de décision et d'obtenir des estimations précises quantitatives et qualitatives des effets des mesures de prévention. Grâce à ces modèles et aux simulations, il est possible de tester précisément les différents équipements de protection en fonction des nombreuses situations possibles.

4. Méthode de l'Arbre de Défaillance (ADD) :

L'analyse par arbre des défaillances fut historiquement la première méthode mise au point en vue de procéder à un examen systématique des risques. Visant à déterminer l'enchaînement et les combinaisons d'évènements pouvant conduire à un événement redouté pris comme référence, l'analyse par arbre des défaillances est maintenant appliquée dans de nombreux domaines tels que

l'aéronautique, le nucléaire, l'industrie chimique... Elle est aussi utilisée pour analyser a posteriori les causes d'accidents qui se sont produits.

4.1. Principe de la méthode :

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

- Évènements élémentaires qui sont suffisamment connus et décrits par ailleurs pour qu'il ne soit pas utile d'en rechercher les causes. Ainsi, leur probabilité d'occurrence est également connue.
- Évènements ne pouvant être considérés comme élémentaires mais dont les causes ne seront pas développées faute d'intérêt,
- Évènements dont les causes seront développés ultérieurement au gré d'une nouvelle analyse par exemple,
- Évènements survenant normalement et de manière récurrente dans le fonctionnement du procédé ou de l'installation.

Cette méthode utilise une symbolique graphique particulière qui permet de présenter les résultats dans une structure arborescente. Les conventions de présentation sont proposées dans la norme CEI 61025 :1990 « Analyse par Arbre de Panne (APP) ». A l'aide de règles mathématiques et statistiques, il est alors théoriquement possible d'évaluer la probabilité d'occurrence de l'évènement final à partir des probabilités des évènements de base identifiés. L'analyse par arbre des défaillances d'un événement redouté peut se décomposer en trois étapes successives :

- Définition de l'évènement redouté étudié,
- Elaboration de l'arbre,
- Exploitation de l'arbre.

4.2. Définition de l'évènement redouté :

La définition de l'évènement final, qui fera l'objet de l'analyse, est une étape cruciale pour la construction de l'arbre. On conçoit que plus cet événement est défini de manière précise, plus

simple sera l'élaboration de l'arbre des défaillances. Par ailleurs, s'agissant d'une méthode qui peut se révéler rapidement lourde à mener, elle doit être réservée à des événements jugés particulièrement critiques. En ce sens, l'utilisation préalable de méthodes inductives (APR, AMDEC, HAZOP) permet d'identifier les événements qui méritent d'être retenus pour une analyse par arbre des défaillances.

4.3. Elaboration de l'arbre :

La construction de l'arbre des défaillances vise à déterminer les enchaînements d'évènements pouvant conduire à l'événement final retenu. Cette analyse se termine lorsque toutes les causes potentielles correspondent à des événements élémentaires. L'élaboration de l'arbre des défaillances suit le déroulement représenté dans la figure 20.

La recherche systématique des causes immédiates, nécessaires et suffisantes (INS) est donc à la base de la construction de l'arbre. Il s'agit probablement de l'étape la plus délicate et il est souvent utile de procéder à cette construction au sein d'un groupe de travail pluridisciplinaire. De plus, la mise en œuvre préalable d'autres méthodes d'analyse des risques de type inductif facilite grandement la recherche des défaillances pour l'élaboration de l'arbre, en particulier en cas de système complexe.

Afin de sélectionner les événements intermédiaires, il est indispensable de procéder pas à pas en prenant garde à bien identifier les causes directes et immédiates de l'événement considéré et se poser la question de savoir si ces causes sont bien nécessaires et suffisantes. Faute de quoi, l'arbre obtenu pourra être partiellement incomplet voire erroné.

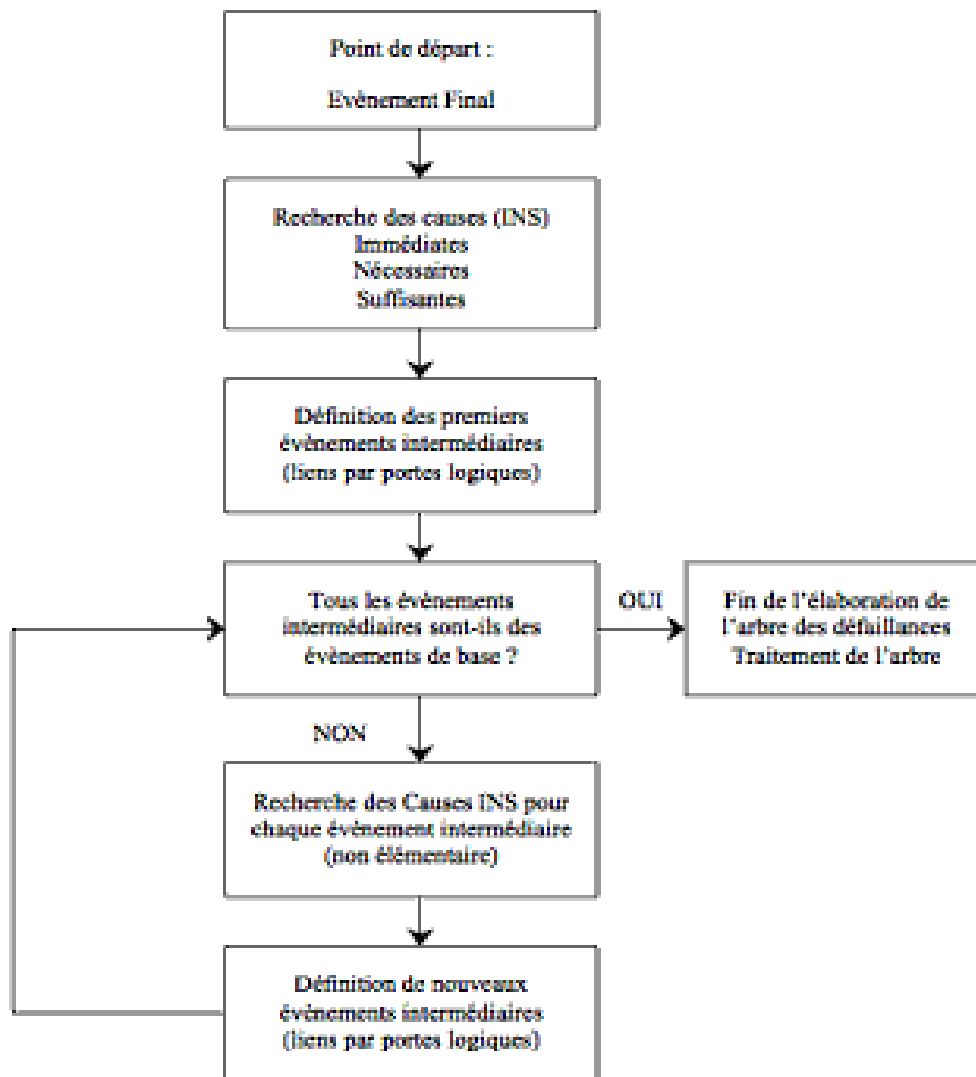


Figure 20 : Démarche pour l'élaboration d'un arbre des défaillances.

Enfin, il est nécessaire de respecter certaines règles supplémentaires à observer durant la construction de l'arbre à savoir : vérifier que le système est cohérent, c'est-à-dire que :

- 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 permette 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,
- ne sélectionner que les causes antérieures à l'existence de l'événement considéré.

En définitive, l'application de ces règles aux réflexions menées au sein d'un groupe de travail conduit à la construction d'un arbre de la forme suivante :

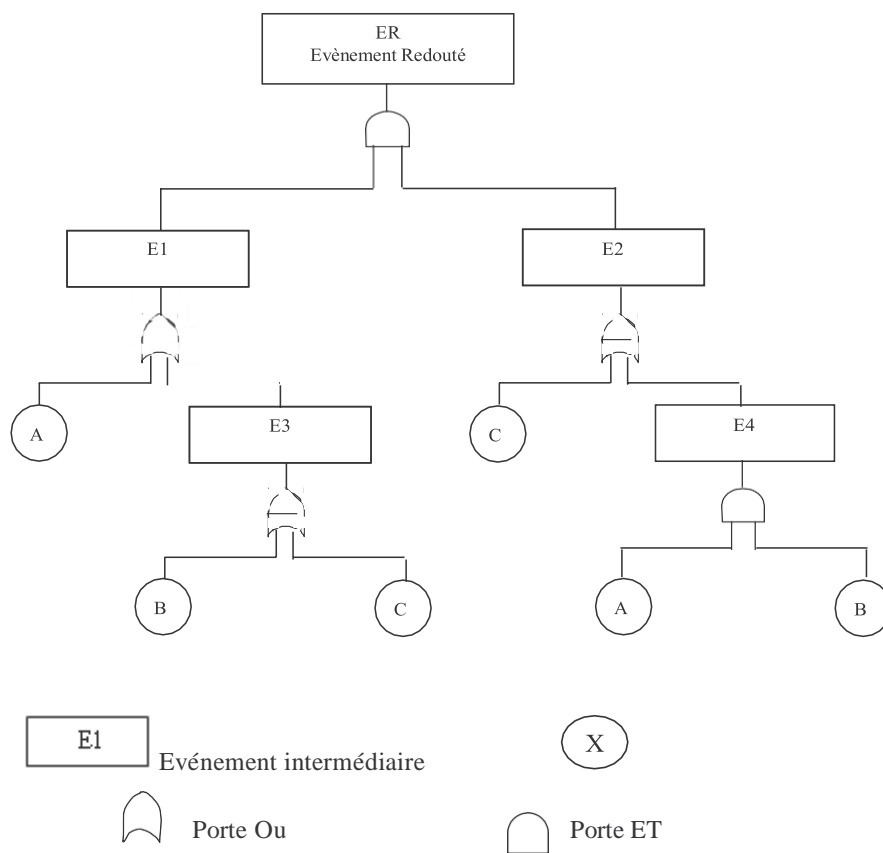


Figure 21 : Exemple d'arbre des défaillances.

Comme illustration de l'application de l'arbre de défaillance voici un exemple du déclenchement du feu dans la figure ci-dessous :

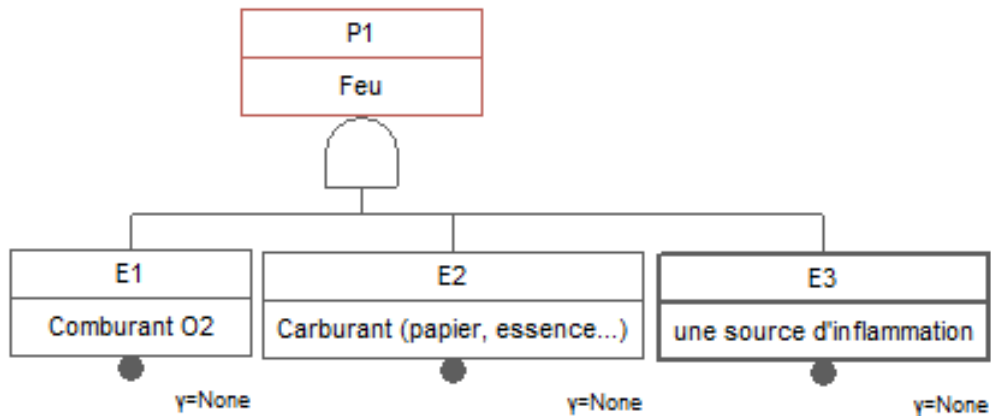


Figure 22 : Exemple d'arbre des défaillances du déclenchement du feu.

4.4. Exploitation de l'arbre :

L'exploitation de l'arbre se fait soit de manière quantitative soit qualitative. L'exploitation quantitative de l'arbre des défaillances vise à estimer, à partir des probabilités d'occurrence des événements de base, la probabilité d'occurrence de l'événement final ainsi que des événements intermédiaires tandis que L'exploitation qualitative de l'arbre vise à examiner dans quelle proportion une défaillance correspondant à un événement de base peut se propager dans l'enchaînement des causes jusqu'à l'évènement final.

4.5. Limites et avantages de la méthode :

Le principal avantage de l'analyse par arbre des défaillances est qu'elle permet de considérer des combinaisons d'évènements pouvant conduire in fine à un événement redouté. Cette possibilité permet une bonne adéquation avec l'analyse d'accidents passés qui montre que les accidents majeurs observés résultent le plus souvent de la conjonction de plusieurs évènements qui seuls n'auraient pu entraîner de tels sinistres. Par ailleurs, en visant à l'estimation des probabilités d'occurrence des évènements conduisant à l'évènement final, elle permet de disposer de critères pour déterminer les priorités pour la prévention d'accidents potentiels. L'analyse par arbre des défaillances porte sur un évènement particulier et son application à tout un système peut s'avérer fastidieuse.

Références bibliographiques

Air Pollution - Air Quality Criteria for Carbon Monoxide - (Organisation du Traité de l'Atlantique Nord, Ed., 265 p., 1972).

Benedjai N., Douahi O.A., 2019- Etude et analyse des risques industriels (Etude de cas). Mémoire de master. Université Badji Mokhtar- Annaba.

Bouzeria N., 2012-2013- Identification et évaluation des risques de l'activité de la manutention au sein de l'entreprise portuaire de Bejaïa (EPB) Cas des Dockers Professionnels.

Cypres – Centre d'information pour la prévention des risques majeurs. <https://www.cypres.org>

Flauw Y., Lenoble C., 2014- Guide de mise en œuvre du principe ALARP sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), INERIS. Rapport d'étude 21/11/2014.

INERIS – DRA – 2006- P46055-CL47569 : Ω 7 : Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle

Jean-Pierre.D, François.F, Didier.G, Jean-Louis.G, André.L, Yves.M, Jean-Paul.P, 2017- méthode danalyse des risques. Décembre 2017.

Journal officiel de la république algérienne N° 46, 2019- 18 Dhou El Kaâda 1440. <https://services.mesrs.dz>

Margossian N., 2003- Guide pratique des risques professionnels, Dunod 2003.

Margossian N., 2006- Risques et accidents industriels majeurs, Dunod 2006.

Margossian N., 2011- Risques professionnels, Dunod 2011.

Mazouni H. M., 2008- Pour une Meilleure Approche du Management des Risques. Thèse de Doctorat. 'Institut National Polytechnique de Lorraine Spécialité Automatique, Traitement du Signal et Génie Informatique. Université de Nancy.

Murat V., 2000- étude comparative des méthodes d'évaluation de la vulnérabilité intrinsèque des aquifères à la pollution. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de maître ès sciences (M.Sc.). Université du Québec.

Nicholson, S.E., 1985. Sub-Saharan Rainfall 1981-1984- Journal of Climate and Applied Meteorology, vol. 24, n012.

Ouedraogo M., 2001- Contribution à l'étude de l'impact de la variabilité climatique sur les ressources en eau en Afrique de l'ouest. Analyse des conséquences d'une sécheresse persistante: normes hydrologiques et modélisation régionale. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II.

Servat E., Paturel I. E., Lubès H., Kouamé B., Ouedraogo M., Masson J. M., 1997a- Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea. Part one: Detailed analysis of the phenomenon in Côte d'Ivoire. Journal of Hydrology, 191: 1-15.

Tanzi T. et al., 2006- Ingénierie du risque, Lavoisier 2006.

Fiche INRS : www.inrs.fr/demarche/risques-industriels.html INRS

Fiche INRS : www.inrs.fr/risques/chimiques.html INRS 2020

Exercice 1 :

Choisissez la ou les bonnes réponses :

1/ La prévention des risques industriels repose sur trois grands axes, cochez les parmi les réponses données :

- Une identification des dangers
- Une analyse des conditions d'exposition au danger
- Exposition d'une cible à un danger
- Une évaluation des risques
- Disposer des compétences techniques

2/ La projection des particules fait partie de quel type de risque :

- Liés aux phases de travail
- D'origine nucléaire
- D'origine naturelle

3/ Un protecteur doit :

- Etre conçu en tenant compte de l'ensemble des contraintes environnementales
- Inciter les utilisateurs de la machine à le détourner de son usage
- Offrir une bonne visibilité du processus et de la machine
- Rendre difficile la manipulation des machines

4/ L'utilisation d'outils portatifs font partie des :

- Vibrations transmises au système main-bras
- Vibrations transmises à l'ensemble du corps
- Vibrations non transmises du tout

5/ La mise hors tension de l'installation fait partie de la prévention de quel type de risque :

- Risque dû aux rayonnements ionisant
- Risque de vibrations
- Risque électrique

6/ Pour la prévention des risques pétrochimiques, les détecteurs explosimètres à perles catalytiques servent à :

- Surveiller les réservoirs des dépôts pétroliers
- Voir les fuites éventuelles de vapeurs et de gaz inflammables et explosifs
- Etre des barrières et capteurs double technologiques

7/ Les extincteurs à mousse :

- Contiennent une solution qui est mélangée à l'air au niveau du diffuseur
- Ont une conception identique aux extincteurs à eau
- Contiennent une poudre chimique qui agit de plusieurs manières sur le feu

Exercice 2 :

Répondez aux questions suivantes :

1/ Citez quelques risques industriels connus.

.....
.....

2/ Qu'est-ce qu'un risque mécanique ?

.....
.....

3/ Quels sont les autres risques que peuvent engendrés les machines ?

.....
.....

4/ Comment se déclenche un incendie ?

.....
.....

Exercice 3 :

Construisez un arbre de défaillance ayant pour événement sommet : « accident de personne liée à la ruine d'une toiture non visitable d'un hangar ».