



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique



Université Amine Elokhal El hadj Moussa Eg Akhamouk - Tamanghasset

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Matière

Cours Hygiène, sécurité, normes et matériaux de référence



Destiné aux étudiants de 3^{ème} année option « Chimie Analytique »

Préparé par

Dr. Ouahiba Meziane

Maitre de conférences B « UTAM »

***« Chacun est responsable de sa sécurité et celle des personnes qui
l'entourent »***

Avant-propos

De tout temps, les êtres humains ont été en permanence confrontés à des accidents corporels ou non, légers ou graves, à des événements et phénomènes de grande ampleur qui les ont profondément marqués. Parmi ces accidents, ceux qui ont été les plus importants par le nombre de victimes et les dégâts causés sont appelés majeurs et sont souvent restés dans la mémoire de l'humanité, plusieurs générations, voire plusieurs siècles après ; on les appelle également catastrophes, par suite de la gravité de leurs conséquences sur les hommes et l'environnement.

Ces accidents à caractère catastrophique sont soit des phénomènes naturels, sismiques, volcaniques, climatiques et météorologiques, soit encore des événements provoqués directement ou indirectement par les hommes, appelés technologiques, tels que les accidents de barrages et de tunnels et ceux dérivant des activités industrielles. Généralement, lorsqu'il s'agit de phénomènes naturels, on parle volontiers de catastrophes naturelles, mais lorsqu'ils sont provoqués par les hommes, alors on parle d'accidents technologiques majeurs ou catastrophiques.

Globalement, on distingue deux classes de risques industriels :

- les risques professionnels qui se traduisent par des accidents de faible importance, avec un nombre limité de victimes et des dégâts ne dépassant pas le cadre de l'atelier ou de l'usine ; ce sont les accidents du travail et, dans une certaine mesure, les maladies professionnelles ou à caractère professionnel ;
- les risques industriels majeurs proprement dits qui se traduisent par des accidents industriels majeurs ; ils seront étudiés dans ce qui suit.

Ce document est un aperçu général dans le domaine « hygiène, sécurité et environnement »

« HSE », il est destiné aux étudiants de 3ème année LMD, spécialité chimie analytique. Du département des sciences de la matière, faculté des sciences et technique, Université de Tamanghasset.

Ce cours est organisé en 2 chapitres: Le premier chapitre couvre les notions de bases sur l'hygiène, la sécurité et l'environnement et leurs influences dans le travail. Ainsi que les accidents de travail (danger, risque, enquêtes et analyses). Le deuxième chapitre s'intéresse aux normes et matériaux de référence.

Hygiène, sécurité, normes et matériaux de référence

Contenu:

I- Hygiène et sécurité.....	4
I-1 Introduction.....	4
I-2 Introduction au fonctionnement de la sécurité et de l'hygiène dans les entreprises...	4
I-3 Introduction à l'analyse des accidents du travail.....	10
I-4 Réglementation relative à l'hygiène et la sécurité.....	19
I-5 Risques liés aux substances dangereuses.....	23
I-6 Risques liés aux propriétés physico-chimiques des substances: risque incendie et explosion.....	42
I-7 Risques liés aux effets toxiques des substances.....	46
I-8 Présentation des risques et des précautions d'utilisation dans le cas de substances chimiques rencontrées dans quelques secteurs d'activités chimiques.....	52
II- Normes et matériaux de référence.....	79
II-1 Définitions et généralités.....	79
II.2 Exemple de normes.....	81

I- Hygiène et sécurité

I-1 Introduction

Hygiène, sécurité et environnement (HSE) est un sigle qui désigne une méthodologie de maîtrise des risques et de management des entreprises dans les domaines de l'hygiène, de la santé/sécurité et de l'environnement.

La Santé et la Sécurité au travail sont une des préoccupations constantes des chefs d'entreprise. Les résultats en ce domaine en portent témoignage et ils permettent des avancées nouvelles. Aujourd'hui, la jurisprudence met l'accent sur une obligation de sécurité de résultat de l'employeur, plaçant la Santé et la Sécurité au travail au cœur des démarches de responsabilité sociétale de l'entreprise.

La Santé et la Sécurité au travail sont au carrefour d'exigences multiples à prendre en compte :

- Humaines : évaluation des risques, formation des personnels,
- Organisationnelles : responsabilité, délégation de pouvoir,
- Economiques : productivité, taux de cotisation, pertes d'exploitation,
- Techniques : respect de règles et de normes, conception des lieux de travail et ergonomie.

La Santé et la Sécurité au travail sont l'affaire de tous. Si la démarche doit être impulsée par le dirigeant, gérée au plus haut niveau, l'implication des travailleurs et leurs représentants est tout aussi indispensable. Leur contribution est nécessaire tant pour l'élaboration des mesures que pour leur mise en œuvre effective.

1-2 Introduction au fonctionnement de la sécurité et de l'hygiène dans les entreprises

I-2-1 Généralités sur l'hygiène et la sécurité

I-2-1-1 L'hygiène

L'hygiène, c'est l'ensemble des moyens collectifs ou individuels, les principes et les pratiques visant à préserver ou à favoriser la santé ;

Il en est ainsi des mesures préventives à mettre en œuvre dans le cadre de la lutte contre les maladies contagieuses : Le choléra ; Le sida ; Le paludisme.

I-2-1-2 La santé

La santé est une notion de nature polysémique et évolutive, c'est à la fois :

- L'absence de maladie,
- Un état biologique souhaitable,

- Un état complet de bien-être physique, mental et social.

La capacité d'une personne à gérer sa vie et son environnement, c'est-à-dire à mobiliser les ressources personnelles (physiques et mentales) et sociales en vue de répondre aux nécessités de la vie.

- La santé au travail est le résultat de l'influence de l'environnement professionnel sur un individu.

I-2-1-3 La sécurité

La sécurité fait souvent référence à des notions telles que le risque, le danger, la prévention, la protection mais aussi la responsabilité et l'assurance.

La sécurité au travail est de l'ordre de la protection et la prévention des accidents et des maladies dans le monde professionnel.

- C'est la situation dans laquelle quelqu'un ou quelque chose n'est exposé à aucun danger
- Elle peut être définie comme l'aptitude d'un système (une entreprise, une usine, un atelier de production, un processus, ...), à fonctionner en maîtrisant les risques pour les personnes, les biens et l'environnement.

Santé et sécurité sont indissociables et font l'objet d'une même politique.

La préservation de la santé et de la sécurité au travail est un enjeu majeur de santé publique mais également un enjeu économique décisif en raison du nombre de jours de travail perdus du fait des accidents du travail.



I-2-1-4 Objectifs

L'hygiène et la sécurité du travail a notamment pour objectif de :

- Fournir un lieu de travail sain et sans danger pour tous les employés
- Minimiser l'impact des activités, des produits et des services sur l'environnement
- Amélioration continue de fonctionnement de l'entreprise
- Prévenir et maîtriser les risques liés aux activités professionnelles ;

- Protéger les travailleurs et l'environnement ;
- Il est important que les responsables politiques, les dirigeants d'entreprise et les travailleurs eux-mêmes, ainsi que les professionnels de la santé au travail, comprennent le rôle essentiel de l'hygiène et la sécurité du travail dans la protection de la santé des travailleurs et de l'environnement.
- Il faut également prendre en considération le lien entre la santé au travail et l'hygiène du milieu. Par exemple la prévention de la pollution d'origine industrielle doit commencer dans les lieux de travail par le traitement et l'élimination appropriée des rejets et des déchets dangereux.

I-2-1-5 Responsabilité de la sécurité du travail

La responsabilité de la sécurité repose en fin de compte entre les mains de la direction de l'entreprise et de ses unités fonctionnelles. D'autres entités et employés sont également responsables du maintien de la sécurité de l'environnement de l'entreprise.

Par exemple : le bureau de la santé et de la sécurité environnementale : il s'agit d'une structure composée d'experts en sécurité dans tous les domaines, en ingénierie, en médecine du travail, en sécurité incendie, en toxicologie ou en d'autres domaines.

- La sécurité : permettre de contribuer efficacement à l'amélioration des performances globales de son entreprise.
- Le degré de la sécurité reflète la qualité de l'organisation générale de l'entreprise.
- La responsabilité de la sécurité repose entre les mains de la direction de l'entreprise et de ses unités fonctionnelles.

I-2-1-6 Aspects de la sécurité

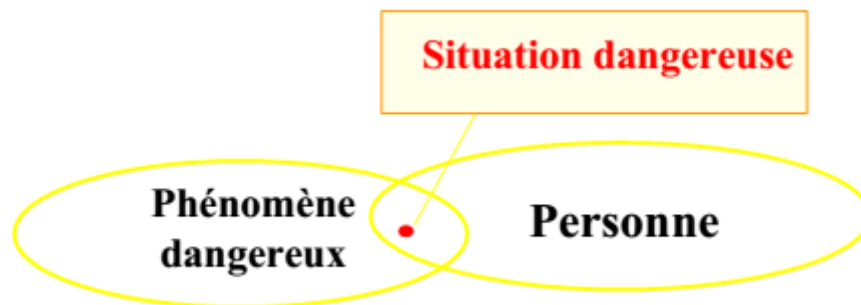
La sécurité dans les entreprises recouvre plusieurs aspects comme :

- Sécurité des employés : utilisations des gants, la hotte, les lunettes, les bottes, les masques....
- Sécurité des produits : il faut bien stocker les produits par exemple, et fabriquer des produits sans mettre en danger les opérateurs,
- Sécurité de l'environnement : (la pollution) : traitement et l'élimination des déchets dangereux
- Sécurité des transports : amélioration les conditions de transport des matières dangereuses
- Sécurité des installations.

En résumé la sécurité est la situation dans laquelle quelqu'un ou quelque chose n'est exposée :

- ❖ À aucun **danger**
- ❖ À aucun risque **d'agression physique, d'accident, de vol** ou de **détérioration**.
- ❖ C'est l'ensemble **des mesures** administratives qui ont pour objet de garantir les individus et les familles, contre certains risques appelés risques sociaux ;

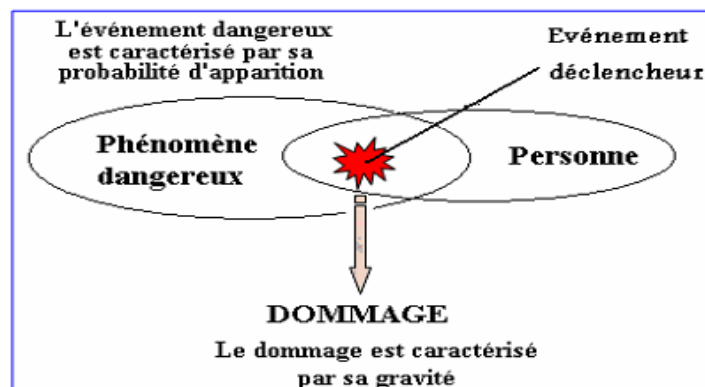
« Toute situation où une personne est soumise à un ou plusieurs phénomènes dangereux »



Il en est ainsi des mesures prises dans le cadre :

- De la sécurité routière,
- Des équipements de protection individuelle en milieu professionnel,
- Des équipements de protection collective des salariés,
- Des équipements de protection contre les incendies.

L'exposition au risque liée à fréquence et durée des mises en situation dangereuse



I-2-1-7 Différence entre les termes danger et risque

Risque, un mot que l'on entend régulièrement et pourtant sa compréhension et son utilisation par le grand public sont le plus souvent erronées. La confusion vient de la définition des mots risques et dangers.

✚ **Définition du « danger »** : est une propriété intrinsèque d'une substance, d'un équipement, d'une situation, d'un système susceptible de causer des dommages aux personnes, aux biens ou à l'environnement

✚ **Définition du « risque »**

C'est le résultat de l'étude des conditions d'exposition des travailleurs à ces dangers. Il résulte de la probabilité d'occurrence d'un dommage. C'est la résultante de deux paramètres :

La probabilité et la gravité : R associe D * P * G * A.

Ce qui veut dire en clair :

« Le **RISQUE** est l'association d'un **DANGER**, de sa **PROBABILITE**,
de sa **GRAVITE** et de son **ACCEPTABILITE** ».

Or :

Le risque = probabilité* gravité

« Plus la probabilité et la gravité sont élevées plus le risque est élevé ».

Le risque est un ensemble de quatre éléments indissociables. Un peu comme une équation mathématique.

Quelques exemples de risques :

Dont on parle souvent

- Des effets secondaires d'un médicament ou d'une opération chirurgicale
- Des accidents de la circulation
- De contamination de sang, de rivières, de l'environnement...
- Des accidents dans la pratique d'un sport ou d'une activité
- D'explosion d'une usine de produit dangereux
- De crash d'un avion ou le déraillement d'un train
- De mauvais (défaut de) fonctionnement d'un appareil, d'un service ou d'un système
- La mauvaise exécution d'une tâche
- Les cataclysmes naturels
- Les prises de position à la bourse (risques financiers)
- L'intrusion de virus informatiques (risques informatiques)
- Etc. etc.

I-2-1-8 Règles générales d'Hygiène & Sécurité

La principes généraux de prévention :

- Eviter les risques,
- Evaluer les risques qui ne peuvent être évités,
- Combattre les risques à la source,
- Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou moins dangereux,
- Planifier la prévention (en intégrant la technique, l'organisation, les conditions de travail),
- Prendre les mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle.
- Donner les instructions appropriées aux travailleurs (pour leur sécurité et celles des autres).

I-2-1-9 Prévention des risques

Prévenir un risque ; c'est mettre en œuvre toutes les dispositions organisationnelles et techniques visant à réduire leur probabilité d'occurrence du risque ou à minimiser leur gravité, et elle a ainsi pour objectif d'améliorer les conditions de travail.

Le niveau de risque est défini de longue date par une grandeur à deux dimensions associée à une phase précise de l'activité de l'installation étudiée et caractérisant un événement indésirable par :

- **Le niveau de gravité** : évaluation des dommages potentiels aux personnes (léthalité, blessures irréversibles) et des dégâts aux équipements (biens internes et externes à l'entreprise)
- **Le niveau de probabilité** : estimation de sa probabilité d'occurrence

Comment réduire la gravité ?

- C'est effectuer une action de protection

Comment réduire la probabilité ?

- C'est faire une action de prévention

Donc on peut définir aussi le risque comme suit :

« C'est la probabilité d'occurrence d'un dommage résultant d'une exposition à un danger ».

1-3 Introduction à l'analyse des accidents du travail

Les accidents industriels sont des accidents technologiques qui ont lieu lors des processus industriels, le plus souvent dans l'enceinte même des usines. Il est bien connu que les industries mettent en œuvre, sur une grande échelle, une foule de produits et de processus dangereux, présentant des risques d'accidents et de maladies.

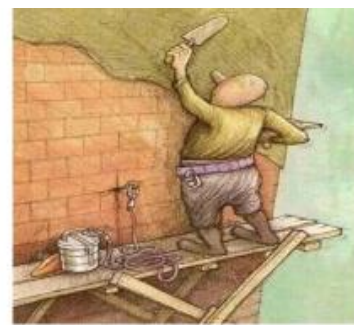
I-3-1 Accident du travail

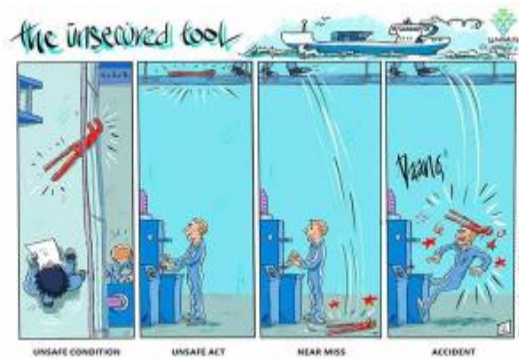
D'une manière générale on peut définir les accidents du travail comme étant « des évènements violents et imprévus reliés à l'environnement, à l'équipement ou à l'individu, et qui provoquent des brûlures, coupures, chocs électriques ou fractures pouvant entraîner la mort ».

L'accident du travail constitue la cause la plus fréquente de mortalité et d'invalidité au travail.

A titre d'exemples, l'on peut signaler comme accidents de travail :

- Chute de personnes avec dénivellation ;
- Chute, trébuchement ou glissade de plein pieds ;
- Chute d'objets ou de matériaux ;
- Coinçage dans, sous ou entre des objets ou des matériaux ;
- Frottement ou abrasion par un objet ou un marteau ;
- Efforts excessifs ou faux mouvements ;
- Exposition à, ou contact avec des températures ou des conditions ambiantes extrêmes ;
- Exposition à, ou contact avec le courant électrique.





❖ Description de quelques accidents industriels majeurs

▪ L'explosion de la poudrerie de Grenelle (Paris, 1794)

Un des tout premiers accidents graves connus, il fut suivi d'une enquête officielle, confiée à des savants de l'époque, physiciens et chimistes comme Chaptal (directeur de la poudrerie) et Monge. La poudrerie avait été construite vers 1751 sur les terrains du château de Grenelle datant des XVII-XVIIIe siècles à Paris. À l'époque, l'explosion détruisit une grande partie des bâtiments et fit un millier de victimes. La poudrerie continua néanmoins à fonctionner et ne fut désaffectée définitivement qu'en 1820.

Cette explosion fut à l'origine de la législation des installations classées de 1810.

▪ L'explosion de la mine de charbon de Courrières (nord de la France, 9 mars 1904)

À la suite d'un incendie dans une veine où travaillaient près de 1500 mineurs, afin d'éviter l'interruption de l'extraction de la houille, la direction refusa d'inonder la veine pour noyer le feu et préféra murer la galerie. Dans la nuit, une violente explosion (coup de grisou) ravagea les 110 km de galeries, faisant 1 099 morts.

▪ L'explosion de la raffinerie de Feyzin (Rhône, 4 janvier 1966)

La raffinerie, située au sud de Lyon le long de l'autoroute A6, a été mise en service en 1964 ; elle produisait et stockait des hydrocarbures gazeux (butane, propane, éthylène) et liquides (essences, gazoles, fiouls, solvants, etc.).

Une fuite de gaz propane au-dessous du réservoir sphérique de propane liquéfié sous pression a formé une nappe plus lourde que l'air qui s'est propagée jusqu'à l'autoroute où une voiture en circulation a déclenché le feu avec formation d'un jet de flamme qui a commencé à embraser le réservoir. Cet accident a fait 17 morts, 84 blessés et des dégâts matériels importants dans un rayon de 25 km.

Cet accident a servi de révélateur de l'existence des risques d'explosion au niveau des raffineries et des usines pétrochimiques et a conduit à l'élaboration d'une réglementation sévère dans le domaine de l'industrie des hydrocarbures.

▪ **L'accident de l'usine chimique de Seveso (Italie, 10 juillet 1976)**

Il reste l'archétype de l'accident industriel majeur ayant conduit à une importante pollution de l'environnement et à la mise en place d'un document officiel international sur la prévention des accidents industriels majeurs, la directive européenne Seveso du 24 juin 1982 (Seveso I) modifiée le 9 décembre 1996 (Seveso II actuellement en vigueur). L'accident s'est produit à l'usine d'Icmesa de Meda, à côté de la ville de Seveso, en Lombardie, appartenant à la société suisse Givaudan du groupe pharmaceutique Hoffman-La Roche.

Certes, il n'y a pas eu de morts, mais plusieurs personnes ainsi qu'un grand nombre d'animaux domestiques ont été plus ou moins fortement intoxiqués et gardent encore des séquelles. Plus de 40 000 personnes furent intoxiquées à des degrés divers et la contamination a concerné une surface de 2 000 hectares, en zone agricole.

Lors de la fabrication du trichlorophénol à partir du tétrachlorobenzène et du poly-éthylène-glycol, un échauffement anormal du mélange du réacteur a conduit à une explosion du contenu et à la formation de dioxines très toxiques ; le produit formé à Seveso était la tétrachlorodioxine, considérée comme étant la plus toxique de toute la famille des dioxines. La température normale de 125 °C a été dépassée, ce qui s'est traduit par un échauffement explosif. Entre 1 et 5 kg de cette substance cancérigène se sont répandus dans la nature en formant un nuage toxique pour toute forme de vie.

Pourquoi analyser les accidents du travail ?

- L'analyse des accidents du travail contribue au processus d'amélioration continue de la prévention des risques professionnels.
- Analyser les accidents du travail permet de mettre en place des mesures de prévention et d'éviter qu'ils ne se reproduisent.

- L'objectif c'est d'identifier les circonstances qui ont conduit à l'évènement non désiré, afin de mettre en place des mesures permettant d'éviter que l'évènement ne se produise.

Tout d'abord il faut savoir qu'un accident n'est jamais dû au hasard, les causes sont souvent multiples et couvrent tout à la fois : l'homme, le matériel, les produits et l'organisation de l'entreprise.

I-3-3 Comment analyser un accident du travail ?

Il existe deux types d'analyses d'accident

I-3-1-1 L'analyse quantitative

C'est l'étude des données statistiques des accidents du travail. Elle nécessite une bonne traçabilité de ces derniers. Elle permet ainsi d'avoir une vision globale des risques d'accidents et de fixer les priorités de façon globale, mais reste insuffisante pour poser un bon diagnostic santé et sécurité et définir la politique de prévention. Elle permet également de se situer par rapport aux autres collectivités.

Le Centre Interdépartemental de Gestion effectue ce type d'analyse notamment par le biais de la collecte des rapports annuels sur la santé, la sécurité et les conditions de travail de chaque collectivité.

I-3-1-2 L'analyse qualitative

Deux méthodes principales permettent de la réaliser :

- La méthode de l'arbre des causes
- La méthode des 5M ou diagramme d'Ishikawa

En générale, l'analyse de l'accident révèle d'un travail collectif consistant à :

- Mener une enquête ;
- Recueillir les faits : dont la qualité de l'analyse repose sur les informations que le responsable de l'analyse pourra récolte ;
- Organiser les informations ;
- Analyser les faits ;
- Construire un arbre des causes :

Un arbre des causes (ADC) est une représentation logique des faits qui ont provoqué l'accident, elle permet de rechercher de façon structurée les facteurs ayant contribué à l'accident : comprendre les faits et proposer des actions de prévention.

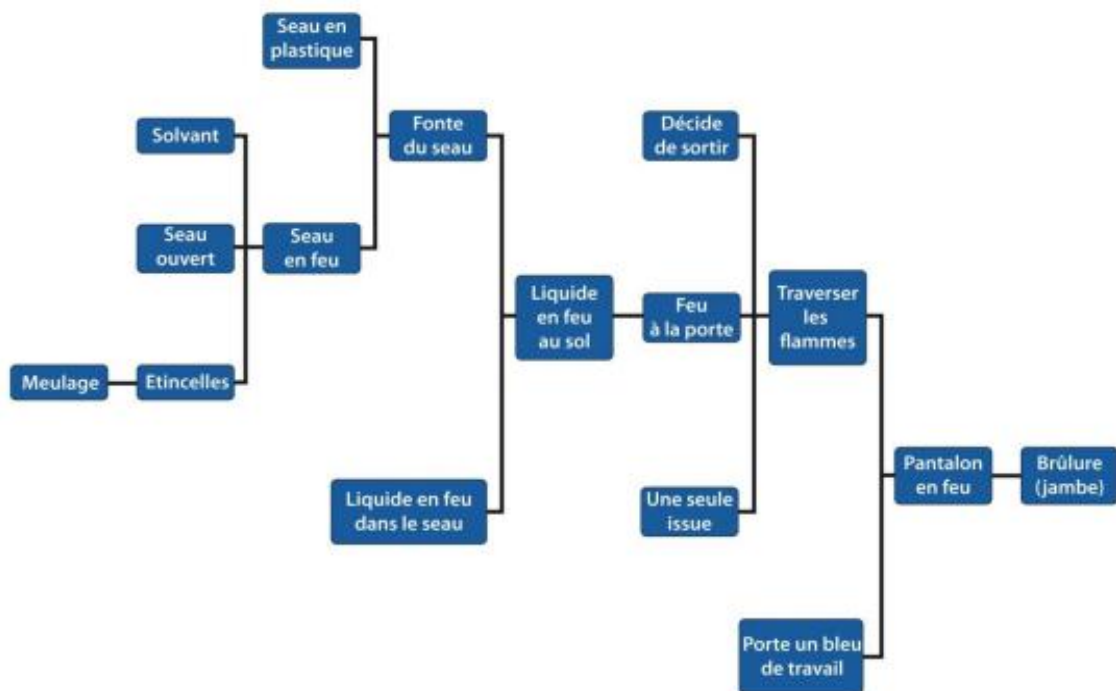
- Rechercher des mesures correctives de prévention ;

- Rechercher s'il subsiste des risques semblables dans l'établissement ;
- Proposer des mesures adaptées et vérifier leur efficacité ;

I-3-1-3 Qu'est-ce que la méthode de l'arbre des causes ?

Cette méthode est basée sur la recherche des faits et la prise en compte de l'ensemble des composantes techniques, organisationnelles, humaines de l'activité et leurs interactions. L'arbre des causes permet d'ouvrir le champ des mesures de prévention possibles sans se limiter uniquement aux mesures de protection individuelle et rappel des consignes. L'arbre des causes est une représentation graphique qui permet de visualiser l'enchaînement logique des faits qui ont provoqué l'accident. Il s'agit d'un enchaînement logique et non pas seulement chronologique : il doit exister une relation entre les faits mais ces derniers ont pu se dérouler à des moments éloignés dans le temps ou bien simultanément.

Exemple : Brûlures au 2^{ème} degré de la jambe gauche d'un agent des services techniques
Arbre des causes :



I-3-1-4 Qu'est-ce que la méthode des 5M ?

La méthode des 5M (ou diagramme d'Ishikawa) est un outil qui permet d'identifier les causes d'un problème.

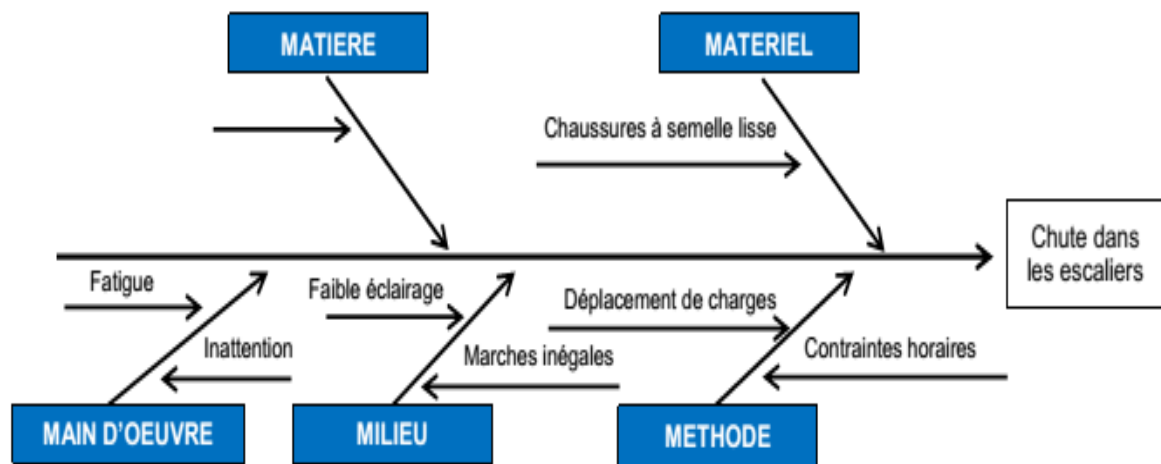
Le diagramme d'Ishikawa (appelé aussi diagramme en arête de poisson, diagramme cause-effet ou 5M) permet de limiter l'oubli des causes et de fournir des éléments pour l'étude des solutions.

Les causes sont classées par grande famille :

- **Matière** : matière première, fourniture, pièces, ensemble, qualité...
- **Matériel** : machines, outils, équipement, maintenance... recense les causes qui ont pour origine les supports techniques et les produits utilisés.
- **Main d'œuvre** : directe, indirecte, motivation, formation, absentéisme, expérience, problème de compétence...
- **Milieu** : environnement physique, lumière, bruit, poussière, localisation, aménagement, température, législation...
- **Méthode** : instructions, manuels, procédures, modes opératoires utilisés...

Exemple : Chute dans les escaliers d'un agent du service informatique

Diagramme d'Ishikawa :



I-3-1-5 Que faire après avoir analysé les accidents de travail ?

L'analyse des accidents du travail ne se limite pas à la recherche des causes, il faut également rechercher toutes les mesures qui peuvent être mises en place pour éviter tout autre accident. Ces mesures s'appuient sur les **principes généraux de prévention** ainsi que les catégories de mesures : technique, organisationnelle et humaine.

I-3-1-6 Evaluation des risques professionnels

L'évaluation des risques constitue une étape importante de la démarche de prévention. Dont l'identification, l'analyse et le classement des risques permettant de définir les actions de prévention les plus appropriées : L'évaluation des risques doit être renouvelée régulièrement.

➤ **Pourquoi évaluer les risques ?**

Elle révèle de la responsabilité de l'employeur, et s'inscrit dans le cadre de son obligation générale d'assurer la sécurité et de protéger la santé des travailleurs.

I-3-1-7 Etapes d'évaluation des risques :

a) **Evaluation de l'importance du risque :** dont on peut les classés selon leur importance en :

-Risques élevés - Risques moyens - Risques faibles.

b) **Evaluation de la probabilité de survenance du risque :**

Voire si celle-ci est faible ou fréquente, pour connaitre si l'évaluation nécessite une analyse approfondie ou pas sans oublier de prendre en considération le facteur « importance du risque » lors de l'analyse.

c) **Evaluation des mesures qu'il convient de prendre :**

Déterminer quels traitements appliquer à chacun de ses risques en fonction de son niveau (élevé, moyen ou faible), lequel représentent la combinaison entre le niveau de gravité et la probabilité de survenance.

I-3-1-8 Principaux types de risques

I-3-1-8-1 Classification des risques

La classification des risques permet d'estimer leur importance. Pour toutes les unités de travail, chaque danger et chaque risque sont évalués par les différents acteurs. Cette concertation est l'occasion de mettre en commun des approches diverses (médicale, technique et organisationnelle). Sous la responsabilité de l'employeur, le résultat de l'évaluation de chaque risque est transcrit dans le document unique en vue de préparer un plan d'action de prévention.

L'employeur doit analyser les risques selon des critères adaptés à sa situation :

- **Risques naturels :** Sont provoqués par l'occurrence de différents phénomènes potentiellement dévastateurs : tremblement de terre, éruption volcanique, inondation, tornade, cyclone, mouvements de terrain, tempête, ouragan, grêles, orage, foudre, avalanche, etc.
- **Risques technologiques :** Sont issus de l'activité humaine, résultant de la manipulation, de la production, du stockage, du conditionnement ou du transport d'un produit dangereux. Le centre de sécurité civile de Montréal leur associe quatre sous-

catégories : les risques associés au transport des matières dangereuses, les risques d'accident industriels majeurs en site fixe, les risques liés au transport des personnes (avions, trains, métro, autobus) et les risques nouveaux découlant des technologies nouvelles ou récentes (ex : biotechnologie, informatique, nucléaire, etc.)

- **Risques Mécaniques** : Heurts par les parties mobiles en mouvement des machines, écrasement par des chutes d'objets ou des véhicules, coupures et perforations par les outils de travail, projections de particules solides (copeaux de métal, de bois, de roche) ou de matière incandescente, contraintes posturales et visuelles et gestes répétitifs ...

- **Risques Physiques** : Ils concernent l'environnement, notamment :

- Vibrations produites par les engins, niveau sonore trop élevé, température trop forte ou trop basse, intempéries pour les travaux extérieurs (humidité, vent...), niveau d'éclairage, qualité de l'air sur le lieu de travail (poussières ...), courant électrique, incendie et explosion ...

- Niveau sonore trop élevé, mauvaises conditions de température : température trop forte ou trop basse, intempéries pour les travaux extérieurs (humidité, vent...), niveau d'éclairage et de bruit, qualité de l'air sur le lieu de travail (poussières ...), courant électrique, incendie et explosion ...

- Existence de radiations ionisantes et radioéléments, de rayonnements laser, de radiations UV et IR, rayonnements électromagnétiques divers...

- **Risques Chimiques** : exposition à des substances chimiques par inhalation, ingestion ou contact cutané, produits gazeux, liquides ou solides, cancérigènes, mutagènes, toxiques, corrosifs, irritants, allergisants...

Ils se présentent sous différentes formes :

- Produits organiques

- Poussières minérales : amiante ;

- Produits métalliques : fer ;

- Solvant : térébenthine ;

- Gaz : ammoniac ;

- Poisons, sources de maladies professionnelles comme les dermatoses ou le cancer mortel.

- **Risques Biologiques** : exposition à des agents infectieux (bactériens, parasitaires, viraux, fongiques) et allergisants par piqûre, morsure, inhalation.....
 - Ils engendrent des maladies contagieuses causées par de nombreux virus.
 - Les salariés exposés à ces types de maladies sont ceux de l'industrie des aliments et des boissons, notamment les agriculteurs,
 - Ainsi que, les individus travaillant en contact avec les animaux, morts ou vivants, et ceux qui œuvrent en milieu hospitalier
- **Risques Psychologiques** : Ils sont liés à l'organisation même du travail et influent fortement les conditions matérielles de travail du salarié ainsi que sa performance.
 - Agression physique ou verbale sur le lieu de travail par un client /élève/patient, harcèlement moral ou sexuel par un supérieur hiérarchique, stress managérial, charges mentales excessives (travail permanent sur écran ...) ...
 - Il en est ainsi du stress qui peut constituer à court ou moyen terme des risques pour la santé et la sécurité des salariés.
 - A long terme, cette situation peut provoquer des changements de comportement et des problèmes psychologiques (agressivité).

I-4 Réglementation relative à l'hygiène et la sécurité

I-4-1 la santé :

➤ Loi n° 88-07 du 26 janvier 1988 relative l'hygiène à la sécurité et à la médecine du travail :

➤ **Encrage juridique de la santé au travail.**

• **Article 54**

o Tous les citoyens ont droit à la protection de leur santé.

o L'état assure la prévention et la lutte contre les maladies épidémiques et endémiques.

• **Article 55**

o Le droit à la protection, à la sécurité et à l'hygiène dans le travail est garanti par la loi

o Le droit au repos est garanti.

➤ **Extraits de la législation algérienne du travail**

• **Article 5 - Loi 90-11**

o Les droits fondamentaux nécessaires aux travailleurs sont les suivants:

o Sécurité sociale et retraite;

o Hygiène, sécurité et médecine du travail;

o Repos.

• **Article 6 - Loi 90-11**

o Les travailleurs ont également droit au respect de leur intégrité physique et morale et de leur dignité.

• **Article 2-Loi 88-07**

o L'organisme employeur est tenu d'assurer l'hygiène et la sécurité des travailleurs

• **Article 13-Loi 88-07**

o La médecine du travail constitue une obligation de l'organisme employeur. Elle est à la charge de celui-ci.

• **Article 20-Loi 88-07**

o La réalisation de l'ensemble des activités relatives à l'hygiène, la sécurité et la médecine du travail est financée par l'organisme employeur.

I-4-1-1 Les objectifs de la loi n° 88-07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, la sécurité et à la médecine du travail :

• Définir les voies et moyens d'assurer aux travailleurs les meilleures conditions en matière d'hygiène, de sécurité au travail,

- Définir les personnes responsables et organismes employeurs chargés de l'exécution des mesures prescrites.

I-4-1-2 Règles générales en matière d'hygiène et de sécurité du travail

- Obligation de l'employeur d'assurer l'hygiène et la sécurité aux travailleurs,
- Garantir la propreté des locaux affectés au Travail
- Garantir le confort en matière d'aération, d'éclairage, de chauffage,...
- Introduction de la notion de protection individuelle
- Intégration de la sécurité des travailleurs dans le choix des techniques et technologies et dans l'organisation du travail.

I-4-1-3 Règles générales en matière de médecine du travail

- Protection de la santé des travailleurs
- Assurer le plus haut niveau de bien-être physique et mental
- Prévenir et protéger les travailleurs des risques pouvant engendrer des accidents ou des maladies professionnelles et de tout dommage causé à leur santé.
- La médecine du travail est une obligation de l'organisme et à sa charge, elle s'exerce sur les lieux même du travail.

I-4-1-4 Règles générales en matière de formation et d'information

- L'instruction, l'information et la formation relatives aux risques professionnels constituent une obligation pour l'employeur,
- Les nouvelles recrues ou ceux appelés à changer de poste, de méthode ou de moyens doivent être instruits des risques auxquels ils peuvent être exposés à leur poste de travail
- En fonction de la fréquence et de la gravité des risques observés, des actions de formation particulières sont organisées pour les travailleurs concernés, aux fins de prévention.

I-4-1-5 Organisation de la prévention

- Institution de commissions d'hygiène et de sécurité
- Obligation à tout organisme employant plus de 09 personnes, de désigner un agent permanent à l'hygiène et à la sécurité.
- Institution d'un conseil national d'hygiène, de sécurité et de médecine du travail qui participe à la définition de la politique nationale de prévention des risques professionnels.

I-4-1-6 Contrôle

- Le contrôle de la législation est dévolu à l'inspection du travail,
- Lorsque des infractions sont constatées, l'inspecteur du travail met en demeure le responsable de l'organisme employeur de se conformer aux prescriptions légales et réglementaires,
- La CHS ou le service sécurité peuvent saisir l'inspection du travail en cas de constat

d'une négligence flagrante ou d'un risque pour lequel des mesures n'ont pas été prises

- L'organisme employeur doit tenir des registres spéciaux permettant à l'inspecteur du travail d'exercer son contrôle.

I-4-2 Environnement :

- **Loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424** correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

I-4-2-1 Objectives de la loi :

- Définir les règles de protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.
- Fixer les principes fondamentaux et les règles de
- gestion de l'environnement ;
- Promouvoir un développement national durable
- en améliorant les conditions de vie et en œuvrant à
- garantir un cadre de vie sain ;
- Prévenir toute forme de pollution ou de nuisance
- causée à l'environnement en garantissant la sauvegarde de ses composantes ;
- Restaurer les milieux endommagés ;
- Promouvoir l'utilisation écologiquement rationnelle des ressources naturelles disponibles, ainsi que l'usage de technologies plus propres ;
- Renforcer l'information, la sensibilisation et la
- participation du public et des différents intervenants aux mesures de protection de l'environnement.

I-4-2-2 Les principes de la loi :

- Le principe de préservation de la diversité biologique
- Le principe de non-dégradation des ressources naturelles
- Le principe de substitution
- Le principe d'intégration
- Le principe d'action préventive et de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement.
- Le principe de précaution
- Le principe du pollueur payeur
- Le principe d'information et de participation.

I-4-2-3. Loi institue les prescriptions de protection :

- De la diversité biologique ;
- De l'air et de l'atmosphère ;
- De l'eau et des milieux aquatiques ;
- De la terre et du sous-sol ;
- Des milieux désertiques ;
- Et du cadre de vie.

I-4-2-4 Loi institue les prescriptions de protection contre les nuisances :

- Liées aux substances chimiques
- Acoustiques ou aux bruits.

I-5 Risques liés aux substances dangereuses

I-5-1 Introduction

Généralement, une entreprise ne peut pas complètement éviter de travailler avec des produits ou matériaux potentiellement dangereux, mais elle peut gérer leur utilisation et le risque qui en émane. Une démarche en plusieurs étapes s'impose :

- Identifier les produits potentiellement dangereux.
- Évaluer les risques liés aux produits.
- Éviter l'utilisation des produits jugés dangereux ou les remplacer par des substances moins dangereuses.
- Respecter les normes et les mesures de sécurité liées à l'utilisation des produits dangereux.

I-5-2 Risques liés aux substances dangereuses : « Le risque chimique » :

Le risque chimique est l'ensemble des situations dangereuses ayant pour origine des produits chimiques. Il est présent dans de nombreuses activités tel que (l'industrie chimique, la pétrochimie, l'agriculture, la métallurgie...), il est susceptible d'engendrer des conséquences néfastes pour l'homme et l'écosystème.

Les risques chimiques sont également la cause principale des accidents industriels majeurs qui se produisent dans les usines de fabrication, de stockage et de transport de matières dangereuses

Le risque chimique est celui qu'engendre l'utilisation, la manipulation et/ou le stockage des produits chimiques.

- Généralement les risques sont liés aux propriétés physico-chimiques des produits :
 - Paramètre de diffusion (densité de vapeur) ;
 - Paramètre d'inflammabilité
- Risques liés aux caractères chimiques (décomposition, réaction avec d'autres produits chimiques)
- Risques toxiques (cancérogènes, produits dangereux pour la reproduction, les neurotoxiques, les solvants) Les substances les plus dangereuses (cancérogènes, produits très agressifs ou très inflammables) sont généralement fabriquées en circuit fermé, avec contrôles

systématiques et procédures d'interventions en cas de dysfonctionnements (fuites, échauffements).

Malgré les précautions prises, les risques continuent un peu partout dans les industries chimiques ; notamment dans :

- la synthèse organique, la pétrochimie ;
- la fabrication de peintures, vernis et encres (solvants, pigments colorés) ;
- l'industrie pharmaceutique (substances très actives, solvants) ;
- la fabrication de produits cosmétiques et d'hygiène (solvants, colorants) ;
- la fabrication de résines synthétiques pour matières plastiques et élastomères, colles ... etc.
- la fabrication d'explosifs et de produits pyrotechniques ;
- la fabrication de pesticides et de produits phytosanitaires, etc. ;
- la tannerie et la mégisserie.

Pratiquement, tous les produits chimiques présentent, à des degrés divers, des risques pour les personnes qui se trouvent à leur proximité.

Les risques chimiques sont également la cause principale, sinon la seule, des accidents industriels majeurs qui se produisent dans les usines de fabrication ou de stockage et de transport des produits dangereux.

Quelques exemples d'accidents majeurs dues aux produits chimiques

Nous rappelons à cette occasion les accidents majeurs qui ont marqué la fin du siècle dernier :

➤ **La catastrophe écologique de SEVESO, 1976 en Italie**, (explosion avec émission de dioxine, plus de 70 000 de têtes de bétails mortes). Cet accident industriel est dû à la surchauffe d'un réacteur fabricant du 2,4,5-trichlorophénol qui libère un nuage toxique contenant plusieurs produits mal identifiés sur le moment.



- **Explosion de l'usine AZF de Toulouse** est détruite le 21 septembre 2001 par l'explosion d'un stock de nitrate d'ammonium (NH_4NO_3), entraînant la mort de 31 personnes, faisant 2500 blessés et de lourds dégâts matériels.



- **L'accident de Bohpal, (Inde) 3 décembre 1984 :** Elle est la conséquence de l'explosion d'une usine d'une filiale de la firme américaine Union Carbide produisant des pesticides et qui a dégagé 40 tonnes d'isocyanate de méthyle ($\text{CH}_3\text{-N}=\text{C}=\text{O}$) dans l'atmosphère de la ville. Cet accident industriel tua officiellement 3828 personnes.
- **Catastrophe industrielle à Skikda, 2004 :** dans la zone pétrochimique de Skikda, détruit le complexe de gaz naturel liquéfié (GNL) et fait plus d'une vingtaine de morts et une centaine de blessés.

I-5-3 Qu'est-ce qu'un produit chimique ? Tout ce qu'on trouve dans le monde physique qui nous entoure est fait de produits chimiques. Le sol sur lequel nous marchons, l'air que nous respirons, la nourriture que nous mangeons, les voitures que nous conduisons et les maisons dans lesquelles nous vivons sont tous faits de divers produits chimiques. Les organismes vivants tels les plantes, les animaux et les êtres humains sont également faits de produits chimiques.

Les produits chimiques (ou agents chimiques) sont souvent employés dans le cadre professionnel sous forme de :

- Liquide (vernis, trichloréthylène, notamment),
- Solide (plomb, cadmium, etc.),
- Gaz (Monoxyde de carbone [CO], chlore, ...).

Mais également sous forme de :

- Poussière ou poudre (peinture, ciment, ...),
- Fumée (ex. : soudage),
- Vapeur (solvants, colles notamment).

Agent chimique dangereux :

- Produits classés, devant être accompagnés d'une fiche de donnée de sécurité (FDS).

Les plus dangereux doivent en plus être "étiquetés" ,

- Produits non classés mais pouvant présenter, en fonction de leurs propriétés physico-chimiques ou toxicologiques, un risque pour la sécurité et la santé.

Les substances les plus dangereuses (cancérogènes, produits très agressifs ou très inflammables) sont généralement fabriquées en circuit fermé, avec contrôles systématiques et procédures d'interventions en cas de dysfonctionnements (fuites, échauffements).

Malgré les précautions prises, les risques continuent un peu partout dans les industries chimiques ; notamment dans :

- la synthèse organique, la pétrochimie ;
- la fabrication de peintures, vernis et encres (solvants, pigments colorés) ;
- l'industrie pharmaceutique (substances très actives, solvants) ;
- la fabrication de produits cosmétiques et d'hygiène (solvants, colorants) ;
- la fabrication de résines synthétiques pour matières plastiques et élastomères, colles ... etc.
- la fabrication d'explosifs et de produits pyrotechniques ;
- la fabrication de pesticides et de produits phytosanitaires, etc. ;
- la tannerie et la mégisserie.

- **Pratiquement, tous les produits chimiques présentent, à des degrés divers, des risques pour les personnes qui se trouvent à leur proximité.**

I-5-4 Les risques liés aux produits chimiques

Ces produits peuvent entraîner des accidents ou des maladies, l'accident du travail dû au risque chimique peut se révéler de façon soudaine et brutale. Il peut se traduire par :

- un incendie
- une explosion
- des brûlures
- des asphyxies
- des intoxications aiguës

- des réactions dangereuses

Le tableau suivant donne une liste de produits dangereux couramment utilisés dans l'industrie.

Familles	Substances toxiques	Substances nocives	Substances inflammables explosibles
Métaux et oxydes	Arsenic, cadmium, mercure, plomb	Cuivre, nickel, cobalt	Magnésium, aluminium, fer, zinc, tous à l'état pulvérulent
Métalloïdes	Fluor, chlore, brome, iode, cyanogène, sulfure de carbone, ammoniac, oxyde de carbone	Soufre, phosphore	Hydrogène, phosphore, ammoniac
Alcools	Cyclohexanol, allylique, phénols, naphthols	Méthanol, butanol	Tous

Acides et anhydrides	Cyanhydrique, fluorhydrique, picrique, phosgène sulfureux, dioxyde d'azote	Chlorhydrique, nitrique, sulfurique, phosphorique, acétique, formique	Cyanhydrique, perchlorique, nitrique, picrique, persulfurique
Sels	Cyanures, chromates, bichromates, picrates	Tous à des degrés divers	Picrates, nitrates, chlorates, perchlorates, persulfates
Hydrocarbures	Benzène, hexane, anthracène, benzo-pyrène	Toluène, xylènes, styrène, naphthalène	Tous
Hydrocarbures chlorés	Tétrachlorure de carbone, chlorure de vinyle, chloroforme, tétrachloroéthane	Trichloréthylène, perchloréthylène, chlorure de méthyle, chloroprène	Quelques hydrocarbures très peu chlorés

Familles	Substances toxiques	Substances nocives	Substances inflammables explosibles
Aldéhydes et cétones	Acroléine, formol, isophorone	Furfural, cyclohexanone, méthyléthylcétone	Tous
Éthers et dérivés	Éthers de glycol, oxyde d'éthylène	Éther éthylique	Tous
Amines	Amines aromatiques, aniline, benzidine	Amines aliphatiques	Amines aliphatiques volatiles
Autres dérivés azotés	Acrylonitrile, nitrobenzène, pyridine, isocyanates	Éthanolamines, nitrométhane	Hydrazine

I-5-5 Classification des risques chimiques

On distingue trois grandes familles de risques chimiques :

- le risque d'intoxication,
- le risque d'incendie-explosion,
- Risques dus aux réactions chimiques dangereuses

I-5-5-1 Le risque d'intoxication

Les Maladies Professionnelles dues au risque chimique surviennent progressivement suite à une exposition plus ou moins prolongée à des produits dangereux, lors de l'exercice habituel de la profession.

a) L'intoxication aiguë (Une intoxication accidentelle): est produite par l'absorption ou le contact d'une substance très agressive et en quantité importante. Très rapidement (souvent instantané ou au bout de quelques minutes), le produit chimique agit au point d'impact du corps avec destruction des cellules. Cette intoxication peut être mortelle. Cela peut se produire lors d'utilisation des produits chimiques dans des lieux mal ventilés.

Exemples :

- Les brûlures chimiques par projection d'acides et de bases concentrés,
- L'inhalation de gaz et vapeurs agressifs ou suffocants (chlore, anhydride sulfureux, vapeurs nitreuses, peroxydes),
- L'absorption de produits très toxiques (inhalation ou absorption orale de gaz cyanhydrique, d'hydrogène sulfuré, de phosgène, etc.).

b) L'intoxication chronique (maladies professionnelles): est due à l'absorption de petites quantités de produits toxiques pendant des durées plus ou moins longues ou répétées.

Les effets de cette intoxication apparaissent soit par accumulation des toxiques dans l'organisme, c'est le cas du plomb, soit par addition des effets comme pour les produits cancérogènes (ne disparaissent pas toujours avec l'arrêt de l'exposition aux produits chimiques).

Exemples :

- Une projection sur la peau d'acide fluorhydrique, de formol ou d'acide chromique peut conduire à des brûlures chimiques à caractère accidentel, mais aussi à des maladies professionnelles.

- L'absorption par le corps de faibles quantités de ces substances pendant des durées plus ou moins longues engendre des maladies professionnelles bien connues (œdèmes pulmonaires, ulcérations cutanées et nasales, asthmes, cancers).

- Les acides chlorhydrique, nitrique, sulfurique, la soude caustique conduit à des brûlures chimiques de la peau, à caractère accidentel, mais ne sont directement à l'origine d'aucune maladie professionnelle.

De même, l'amiante, les composés du plomb, les poussières de silice cristallisée apparemment inertes n'engendrent aucun accident ; par contre, ils sont à l'origine de maladies professionnelles graves.

I-5-5-2 Risque d'incendie-explosion**a) Risque d'incendie**

Ce danger existe lors de l'utilisation de produits chimiques facilement inflammables ou pouvant former avec l'air des mélanges explosifs. Le risque provient également de nombreuses sources d'ignition souvent présentes dans un laboratoire de chimie. Il provient aussi des réactions entre certains oxydants et réducteurs et des manipulations avec certaines substances qui s'enflamment spontanément au contact de l'air ou de l'eau.

Exemples :

Composés spontanément inflammables à l'air : alkylmétalliques, hydrures, phosphore etc...

Composés inflammables par chauffage : sulfure de carbone (100 °C) ; éther diéthylique (180 °C)

Ainsi, lors de la distillation d'un liquide inflammable, un manque d'eau dans le réfrigérant de l'appareil à distiller provoque l'échappement dans l'atmosphère des vapeurs du composé en ébullition.

L'emploi d'appareils de chauffage à flamme à proximité de liquides volatils inflammables peut provoquer des incendies.

b) Risque d'explosion

Une explosion peut survenir lorsqu'on travaille avec des composés explosifs ou instables, sous l'effet d'un choc, d'un frottement ou d'une élévation de température (nitration, hydrogénation).

L'explosion a plusieurs causes :

- la décomposition de substances à caractère explosif.
- l'inflammation de mélanges d'air et de gaz inflammables, de vapeurs de composés inflammables ou de poussières de produits combustibles.
- l'éclatement lors de l'utilisation d'un autoclave pour effectuer une réaction sous forte pression.

I-5-5-3 Risques dus aux réactions chimiques dangereuses

Il existe de nombreuses réactions chimiques dites « dangereuses » car elles sont accompagnées par la formation de substances dangereuses, toxiques ou inflammables.

Il s'agit essentiellement de réactions rapides et non contrôlées par suite de mise en contact accidentel de substances appelées « incompatibles ». Ce sont soit des réactions secondaires qui peuvent accompagner des synthèses mal contrôlées, soit des mélanges imprévisibles (par suite de fuites par exemple) de substances incompatibles ou encore des réactions de décomposition spontanée de produits peu stables ou explosifs.

Le risque principal de ces réactions dangereuses est la formation et la libération :

- de substances toxiques (acide cyanhydrique, oxydes de chlore, vapeurs nitreuses) ;
- de substances inflammables (acétylène, hydrogène) ;
- des substances à la fois toxiques et inflammables (hydrogène sulfuré, ammoniac).

Par leurs caractères imprévisibles, ces réactions dangereuses sont à l'origine de nombreux accidents graves (explosions, projections de liquides, émanations gazeuses). La plupart des accidents industriels survenus dans les usines ont pour origine de telles réactions.

Les risques dus aux réactions chimiques dangereuses existent un peu partout ; ils sont importants lors du stockage de produits chimiques (locaux et aires de magasinage) et dans certaines activités faisant appel à un grand nombre de substances comme les traitements de surface, les traitements thermiques, les ateliers travaillant les polyesters stratifiés, etc. Le

risque incendie-explosion a pour origine des réactions chimiques dangereuses, la combustion étant l'une d'elles.

I-5-6 Principaux paramètres agissant sur les risques chimiques :

La probabilité qu'un accident ou une maladie se produise dépend de ces mêmes paramètres et la maîtrise de ces derniers permet celle du risque ainsi que la mise en place des mesures de prévention, les principaux paramètres sont :

I-5-6-1 Nature chimique des produits mis en cause

C'est la structure moléculaire et la composition qui déterminent les propriétés des produits. Tous les produits chimiques n'ont pas les mêmes propriétés, donc ne présentent pas les mêmes risques ; les substances non combustibles ne peuvent pas conduire à des incendies-explosions, les pathologies engendrées diffèrent selon que la substance absorbée se fixe sur tel organe ; la plupart des solvants organiques sont à la fois nocifs et inflammables.

Plus un produit est réactif, plus il est dangereux. La structure moléculaire des substances joue un rôle important dans cette réactivité.

I-5-6-2 Etat physique :

La façon dont le produit se présente a une grande influence sur le risque chimique. Les substances à l'état gazeux ou très divisé (poussières, fumées, brouillards) sont les plus dangereuses.

La silice (sable siliceux de quelques millimètres de diamètres) ne présente aucune toxicité ; par contre, le même produit en poussière fine pénètre à l'intérieur du corps à travers les voies respiratoires et conduit à une maladie professionnelle mortelle, la silicose.

Un clou en fer ne brûle pas dans l'air à la température ambiante mais la poudre de fer très fine peut s'enflammer spontanément.

D'une façon générale, plus une substance est à l'état divisé, proche de la molécule, plus elle est dangereuse. Suivant ce principe :

o Les gaz et les vapeurs pénètrent plus facilement dans le corps que les liquides et les solides. De même, ils se mélangent plus facilement avec l'air pour donner des réactions de combustion dangereuses ;

o Les solides à l'état pulvérulent pénètrent plus facilement dans le corps car ils sont mis en suspension stable avec l'air pour former des aérosols. C'est le cas de la poussière de silice très toxique ;

o La formation de vapeur augmente avec la volatilité du produit ; plus une substance est volatile, plus les quantités de vapeur sont grandes. Plus la température d'ébullition est basse, plus le produit est volatil. D'une façon générale, l'emploi de solvants lourds à température d'ébullition élevée.

I-5-6-3 Quantités absorbées :

Le risque d'intoxication augmente avec les quantités de produits dangereux absorbées par le corps. Certaines substances qui, absorbées quotidiennement à faible dose, conduisent à des pathologies professionnelles peuvent être à l'origine d'intoxication accidentelles si elles sont en quantité importante. C'est le cas de nombreux solvants, d'amines et du formol.

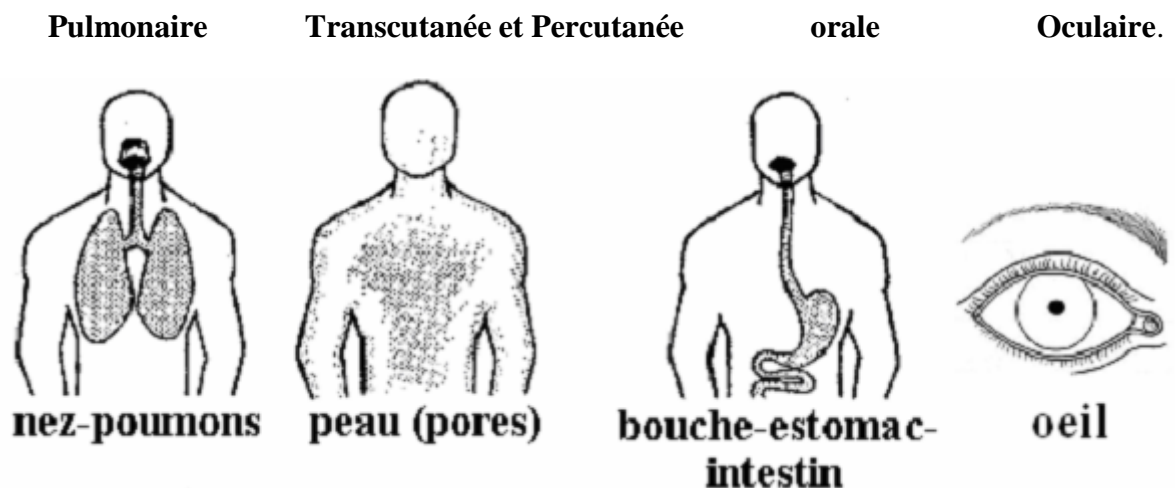
I-5-6-4-Température :

D'une façon générale, l'élévation de la température favorise le caractère dangereux du produit.

I-5-7 Voies de pénétration

Pour qu'un produit chimique puisse mettre en danger la santé d'une personne, il doit d'abord entrer en contact avec le corps de cette personne ou s'y introduire et il doit avoir un effet biologique sur l'organisme.

On peut distinguer différentes voies de pénétration des toxiques dans l'organisme :



a- Voie pulmonaire : inhalation

C'est la principale voie de pénétration des toxiques dans l'organisme et souvent la plus sensible en raison de la fonction respiratoire qui nous amène à filtrer plusieurs milliers

de litres d'air par jour. La quantité de produit inhalé est fonction des caractéristiques physico-chimiques des composés telles que la vitesse d'évaporation et la tension de vapeur.

Cependant, un produit à faible tension de vapeur peut intoxiquer si sa toxicité est élevée, ex. le mercure.

b- Voie transcutanée

C'est la deuxième voie de pénétration des toxiques dans le cadre d'activité de recherche ou professionnelle. L'absorption cutanée est fonction des propriétés physico-chimiques des produits. Les effets peuvent être locaux (allergie, nécrose) ou intéresser l'organisme en général.

L'épiderme offre une protection naturelle mais les toxiques peuvent entrer par les pores même sans irriter la peau.

Certains produits sont absorbés très rapidement (ex diméthylformamide (DMF))

c- Voie percutanée

Elle survient à l'occasion de blessures notamment avec de la verrerie. Les risques d'intoxication existent surtout pour les produits très toxiques (toxiques aigus, produits biologiquement actifs.).

d- Voie orale

Ce mode de pénétration des toxiques est rare en milieu professionnel.

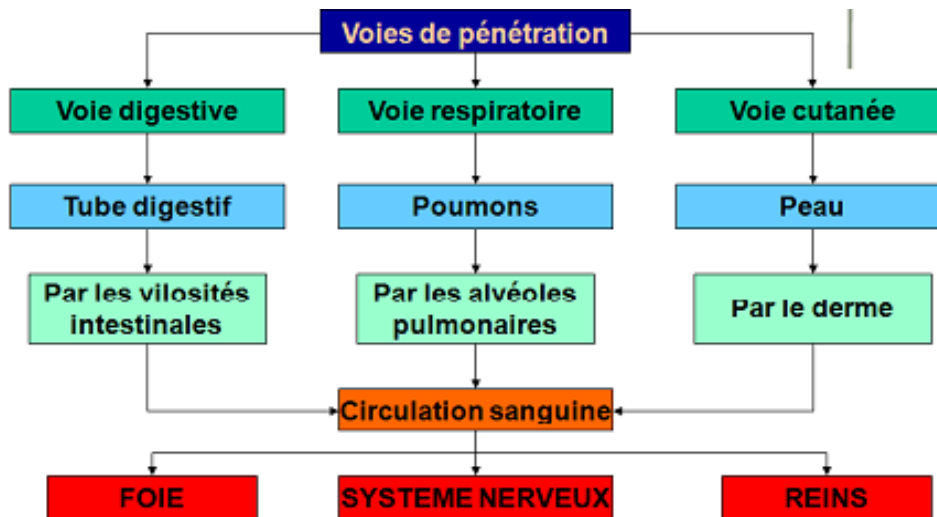
L'intoxication a lieu par ingestion de nourriture souillée (au contact de vêtements ou de mains sales), en pipetant des produits.

A de très rares exceptions, le toxique passe par le foie qui est alors le principal organe d'inactivation et de transformation mais aussi le principal organe cible.

e- Voie oculaire

Les yeux sont une autre voie de pénétration possible. Toutefois, seules de très petites quantités de substances chimiques des lieux de travail pénètrent par la bouche ou par les yeux.

Le tableau ci-dessous résume les différentes voies de pénétration et les organes cibles :



Remarque : Peu importe la voie utilisée par les substances chimiques pour s'introduire dans l'organisme, une fois entrées elles peuvent atteindre n'importe quelle partie du corps grâce à la circulation sanguine. Ainsi, les substances chimiques peuvent attaquer et altérer aussi bien des organes très éloignés de leur point de pénétration initial que ceux de son voisinage.

I-5-8 Types de produits chimiques selon leurs effets

Il existe des catégories de produits dont les effets sont locaux, limités à l'endroit du contact avec le corps.

❖ **Les produits corrosifs :** ils exercent une action destructrice des cellules et des tissus vivants. Ils brûlent la peau et les muqueuses et peuvent provoquer des lésions parfois très graves.

Signes cliniques

Effet Oculaire :

Inflammation allant de la conjonctivite jusqu'à la cécité.

Effet Respiratoire :

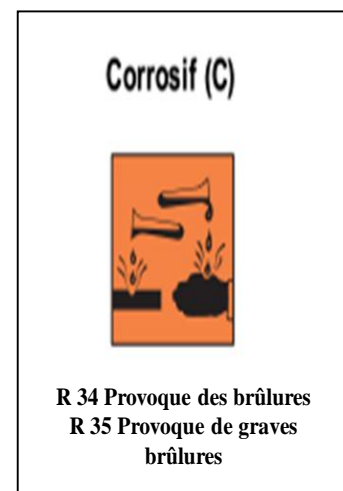
Toux, suffocation, atteinte pulmonaire pouvant aller jusqu'à l'œdème aigu du poumon.

Effet Cutané :

Brûlures de gravité variable.

Effet sur les voies digestives:

Lésions profondes.



Quelques exemples :

Acides minéraux : sulfurique, chlorhydrique, nitrique, perchlorique...

Acides organiques : acétique, formique...

Bases : soude, potasse, ammoniacque...

❖ **Les produits irritants :** ils provoquent démangeaisons, rougeurs, ou inflammation des voies respiratoires.

R 36 Irritant pour les yeux .

R 37 Irritant pour les voies respiratoires.

R 38 Irritant pour la peau.

R 41 Risque de lésions oculaires graves.

R36/37 Irritant pour les yeux et les voies respiratoires.

R36/38 Irritant pour les yeux et la peau.

R 36/37/38 Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau.

R 37/38 Irritant pour les voies respiratoires et la peau.



Signes cliniques

Effet oculaire :

Larmoiement , conjonctivite: , kératite.

Effet respiratoire :

Rhinite, laryngite, pharyngite, bronchite, fibrose pulmonaire, œdème aigu du poumon.

Effet cutané:

Dermatite

Quelques exemples :

2-propanol, Acide peracétique, Acétone, Diméthylsulfoxyde (DMSO)

❖ **Effets très toxique, toxique, nocif**

Substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée ont un effet :

➤ **Très toxique :** en très petites quantités, entraînent la mort ou des effets aigus ou à long terme.



Quelques exemples :

Sulfate de diméthyle

Benzène

➤ **Toxique** : en petites quantités, entraînent la mort ou des effets aigus ou à long terme.

Quelques exemples :

Disulfure de carbone, phénol, formaldéhyde,

Dimethylformamide, Acrylamide

- **Nocif** : peuvent entraîner la mort ou des effets aigus ou à long terme.

Quelques exemples :

Dichlorométhane, Trichlorométhane, toluène



❖ **Les produits sensibilisants ou allergisants** : ils ne provoquent des réactions que chez certains individus.



R 42 Peut entraîner une sensibilisation par inhalation

Ex: chloramine

R42/43 Peut entraîner une sensibilisation par inhalation et contact avec la peau



R43 Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau

Ex: persulfate d'ammonium

❖ **Produits chimiques Cancérogènes**

Définition : agent physique, chimique, biologique ou radioactif qui, seul ou en association, est capable, pour une espèce donnée, après plusieurs années, d'induire des cancers ou d'en augmenter la fréquence.



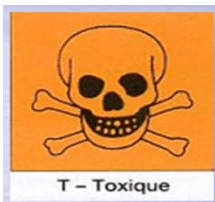
Quelques exemples :

Acrylonitrile, Benzidine, Benzène, Formaldéhyde, Aniline, Dichlorométhane

❖ Produits chimiques mutagènes

Définition : substance qui provoque une mutation, c'est-à-dire une modification brusque et permanente des caractères génétiques héréditaires par changement dans le nombre ou la qualité des gènes.

Manifestation d'un effet d'une substance sur le patrimoine génétique.



R 46 peut causer des altérations génétiques héréditaires



R 68 possibilité d'effets irréversibles

Quelques exemples :

Dichlorure de chromyle, Chlorure de cadmium, Hydroquinone, Dinitrotoluène

❖ Produits chimiques reprotoxiques

Définition : substance capable de diminuer la capacité de reproduction (stérilité), ou d'être toxique pour la femme enceinte aux différents stades de la grossesse



R 60 peut altérer la fertilité
R 61 risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.



R 62 risque possible d'altération de la fertilité.
R 63 risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.

Exemples :

N, N-diméthylformamide, Toluène, Hexane, Acrylamide, Chlorure de cadmium

I-5-9 Principes généraux de prévention du risque chimique

I-5-9-1 Gestion des produits -Signalisation des risques -étiquetage et fiche de sécurité -

L'existence de risques chimiques est signalée, au niveau des produits manipulés, par l'étiquetage et les fiches de données de sécurité.

a- Connaissances des produits chimiques :

Afin de mettre en place les mesure de prévention pour pouvoir effectuer en toute sécurité l'utilisation des produits chimiques, il est indispensable de bien connaître tous les paramètres qui les caractérisent et qui sont les suivants :

- Les produits chimiques présents, même à titre de traces et notamment les produits dangereux
- Les processus et mécanismes réactionnels qui sont mis en œuvre, y compris les réactions secondaires
- Les installations et leurs équipements qui permettent d'effectuer les différentes opérations nécessaires à la production envisagée.

Il faut s'assurer que toutes les informations concernant les risques liés aux produits chimiques existants sur les lieux de travail sont communiquées aux employés

- o Faire une liste inventaire des Produits chimiques
- o Tous les produits chimiques doivent être mentionnés dans la liste inventaire des produits.
- o Chaque produit chimique existant doit avoir sa fiche de sécurité FDS ou « Material Safety Data Sheet MSDS ».

Fiche de sécurité FDS ou « Material Safety Data Sheet MSDS » : Ces fiches, appelées communément fiches de sécurité

D'après le code du travail, les fabricants, importateurs et vendeurs sont tenus à remettre aux utilisateurs (chefs d'entreprise et travailleurs) des fiches de données de sécurité qui seront transmises au médecin du travail de l'entreprise.

Ces fiches comportent un certain nombre de renseignements et d'indications, notamment des données précises sur les risques présentés par les produits dans différentes conditions d'emploi, les mesures de précaution et de prévention à mettre en place, la lutte contre l'incendie, les premiers secours en cas d'accident, l'écotoxicité, des précisions relatives au transport, au stockage et aux déchets.

Etiquetage des emballages et récipients :

L'étiquetage permet d'identifier le produit et d'éviter tout malentendu et toute erreur de manipulation.

L'étiquette, directement apposée sur l'emballage, donne à l'utilisateur quelques informations de base indispensables pour attirer l'attention sur les dangers potentiels du produit et sur les mesures de précaution lors de la manipulation des produits dangereux.

Donc tous les produits utilisés sur les lieux de travail doivent être classés comme produits dangereux doivent être accompagnés d'une étiquette.

Les étiquettes sont les premiers éléments qui informent l'utilisateur des principaux dangers associés à ce produit et elles décrivent les précautions et les mesures de sécurité élémentaires qui doivent être prises.



La lettre R se rapporte au risque et le chiffre qui la suit le spécifie ;

La lettre S se rapporte à des conseils de prudence et le chiffre qui la suit les précise

Tout emballage contenant une substance dangereuse doit comporter une étiquette (ou éventuellement une inscription pour des emballages de petites dimensions), très apparente et très lisible, fixée solidement sur son support généralement collée) et à des formats en rapport avec les dimensions de l'emballage. L'étiquette ou l'inscription doit comporter :

- Le nom de la substance ;

- Le nom, l'adresse et le numéro de téléphone du fabricant, du distributeur ou de l'importateur ;
- Le ou les symboles (pictogrammes) avec des indications de danger, imprimés en noir sur fond carré, rouge orangé ;
- Les phrases types R (nature des risques) et S (conseils de prudence et de sécurité)
- Le numéro d'identification ou numéro index CE à neuf chiffres

Exemple :



R 11 Très inflammable.

S 7 Conserver le récipient bien fermé.

S 16 Conserver à l'écart de toute source d'ignition. Ne pas fumer.

I-6 Risques liés aux propriétés physico-chimiques des substances : risque incendie et explosion

I-6-1 Introduction

Les risques d'incendie et d'explosion sont des sujets permanents de préoccupation pour de nombreuses entreprises. En effet, les incendies et les explosions sont à l'origine de blessures graves voire de décès, et de dégâts matériels considérables.

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.

I-6-2 Relation d'incendie et d'explosion-caractéristiques physico-chimiques de substances chimiques

Les risques d'incendie et d'explosion dépendent des caractéristiques physico-chimiques de chaque solvant, identifiées notamment par les critères suivants :

- La température d'auto-inflammation est la température minimale pour laquelle il y a une inflammation spontanée au contact d'une surface, ou partie de surface portée à une température, sans nécessité de la présence d'une flamme.
- Le point d'éclair est la température minimale à laquelle le produit émet suffisamment de vapeurs pour former, avec l'air ambiant, un mélange gazeux qui s'enflamme momentanément sous l'effet d'une source d'ignition (flamme), mais pas suffisamment pour que la combustion s'auto-entretienne. Un solvant qui a un point éclair :
 - Inférieur à 0°C est " extrêmement inflammable " (exemples : essence, benzène, éther, acétone) ;
 - Compris entre 0°C et 21°C est " très inflammable " (exemple : alcool éthylique, toluène) ;
 - Compris entre 21°C et 55°C est " facilement inflammable ".
 - Compris entre 55°C et 100°C est " inflammable ".

- La température d'inflammabilité est la température minimale pour maintenir une inflammation (généralement 2 à 3°C au-dessus du point d'éclair).
- La limite d'explosivité est une zone de concentration située entre deux limites de concentration en vapeurs mélangée à l'air, pour lesquelles une flamme est en mesure de se propager par elle-même : en deçà il n'y a pas assez de combustible et au-delà il n'y a pas assez de comburant.

I-6-3 Risque d'incendie

Ce danger existe lors de l'utilisation de produits chimiques facilement inflammables ou pouvant former avec l'air des mélanges explosifs. Le risque provient également de nombreuses sources d'ignition souvent présentes dans un laboratoire de chimie. Il provient aussi des réactions entre certains oxydants et réducteurs et des manipulations avec certaines substances qui s'enflamment spontanément au contact de l'air ou de l'eau.

Exemples :

Composés spontanément inflammables à l'air : alkyl métalliques, hydrures, phosphore etc...

Composés inflammables par chauffage : sulfure de carbone (100 °C) ; éther diéthylique (180 °C)

Ainsi, lors de la distillation d'un liquide inflammable, un manque d'eau dans le réfrigérant de l'appareil à distiller provoque l'échappement dans l'atmosphère des vapeurs du composé en ébullition. Par ailleurs, une fêlure dans le chauffe-ballon peut être une cause de surchauffe capable de casser le ballon en verre d'un appareil à distiller. Un incendie éclate alors brusquement.

L'emploi d'appareils de chauffage à flamme à proximité de liquides volatils inflammables peut provoquer des incendies.

I-6-3-1 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...

La combustion : C'est une réaction chimique exothermique d'oxydation d'un combustible par un comburant sous l'effet d'une énergie d'activation.

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

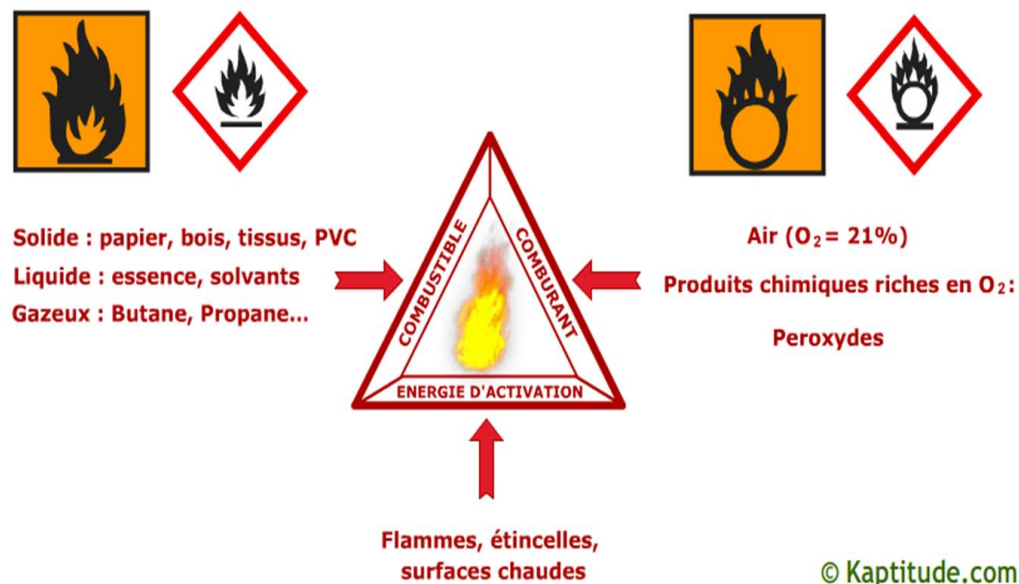
- les matières solides (par ex. vêtements, matériel d'emballage, chiffons sales);
- les matières liquides (par ex. essence, diesel, peinture, diluant pour peinture);
- les matières gazeuses (par ex. gaz naturel, propane).

b) **Comburant** : oxygène (de l'air, d'un chlorate, d'un peroxyde...)

c) **Energie d'activation** : énergie nécessaire au démarrage de la combustion, se traduisant par une élévation de température.

d) **Triangle du feu** :

Ces trois éléments sont généralement présentés dans un triangle, le triangle du feu.



On a 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 ex. en cas de fuite d'une bonbonne d'oxygène), la combustion sera plus rapide.

I-6-4 Risque d'explosion

Définition

L'explosion est définie comme étant un éclatement violent soudain ; cet éclatement est dû essentiellement à la libération de gaz chauds sous pression. Elle peut survenir lorsqu'on travaille avec des composés explosifs ou instables, sous l'effet d'un choc, d'un frottement ou d'une élévation de température (nitration, hydrogénation).

I-6-4-1 Les sources d'explosion

L'explosion a plusieurs causes :

- La décomposition de substances à caractère explosif et/ou comburants (phrases de risque R2 ou R3). En outre, certains produits peuvent se décomposer ou se polymériser spontanément en entraînant une explosion. Enfin, d'autres produits peuvent réagir violemment avec l'eau ou l'air ou par incompatibilité avec d'autres produits chimiques.
- L'inflammation de mélanges d'air et de gaz inflammables, de vapeurs de composés inflammables ou de poussières de produits combustibles.
- Présence d'équipements sous pression de vapeur (autoclaves...), de gaz comprimés liquéfiés ou dissous (réacteurs chimiques, bouteilles de gaz, bombes aérosols, compresseurs...), d'équipements utilisés sous vide (évaporateurs, dessiccateurs...).



1-7 Risques liés aux effets toxiques des substances

I-7-1 Définition d'une matière toxique

On appelle « matière toxique » toute substance susceptible de nuire à un individu lorsqu'elle s'introduit dans son organisme. La façon dont une matière toxique entre dans l'organisme - la voie d'exposition - peut varier : la plus courante est l'inhalation (inspiration dans les poumons).

Le contact dermique est une autre voie d'exposition courante. En effet, certaines substances peuvent pénétrer dans l'organisme par simple contact avec une surface cutanée non protégée. Enfin, quoique moins fréquente en milieu de travail, l'ingestion est également une voie d'exposition ; elle se produit souvent accidentellement en raison de mauvaises pratiques d'hygiène, p. ex. en mangeant ou en fumant sans se laver les mains auparavant.

On trouve bon nombre de matières très toxiques en milieu de travail : le monoxyde de carbone, le chlore et le cyanure de sodium en sont quelques exemples. Il convient de faire preuve de la plus grande prudence et de prendre des précautions extrêmes lorsqu'on est exposé d'une façon ou d'une autre à une matière très toxique.

I-7-2 Notion de toxicité : La toxicité est une mesure de la capacité d'intoxication d'un produit chimique. La toxicité d'une substance est sa capacité à provoquer des effets nocifs sur la santé. Tous les produits chimiques n'ont pas la même toxicité. Certains doivent être absorbés en quantité importante pour causer une intoxication alors que pour d'autres, de petites doses suffisent. La toxicité est étroitement liée à la dose de substance impliquée ainsi qu'au temps d'exposition.

Divers facteurs qui peuvent influencer le degré de toxicité d'un produit chimique, à savoir:

- Voie de pénétration dans l'organisme (Inhalation, digestion, etc.) ;
- Quantité ou dose qui pénètre dans l'organisme ;
- Toxicité du produit chimique (nature du produit) ;
- Élimination de l'organisme (réaction) ;
- Variation biologique (le degré d'intoxication est lié, soit l'âge, le sexe et la sensibilité du sujet) ;
- Durée d'exposition.

« Tout est poison, rien n'est poison, c'est la dose qui fait le poison »

Le tableau qui suit présente, accompagnées de leurs effets potentiels sur la santé, des substances jugées « très toxiques » qu'on trouve en milieu de travail et qui remplissent au moins un des critères utilisés pour classer une matière « très toxique ».

Nom chimique	Effets potentiels sur la santé et symptômes associés à la toxicité des matières très toxiques
Solution aqueuse de formaldéhyde	<ul style="list-style-type: none"> • Peut être mortelle si elle est inhalée, absorbée par la peau ou avalée. • Le gaz dégagé est très irritant pour les yeux et les voies respiratoires supérieures. Peut endommager les tissus tapissant les fosses nasales et les voies respiratoires supérieures. • Endommage les poumons. Ces effets peuvent être retardés. • Peut causer le cancer. • D'après les tests effectués sur les animaux, peut causer des dommages génétiques. Irrite les voies respiratoires.
Toluène-2,6-diisocyanate	<ul style="list-style-type: none"> • Irrite les yeux, la peau et les voies respiratoires. Peut endommager les poumons. Ces effets peuvent être retardés. • Peut provoquer une réaction allergique respiratoire grave. • Peut causer le cancer. Dépresseur du système nerveux central. En concentrations élevées, peut causer des maux de tête, la nausée, des étourdissements, la somnolence et des problèmes de coordination.
Acrylonitrile	<ul style="list-style-type: none"> • Peut être mortel s'il est inhalé, absorbé par la peau ou avalé. • La vapeur irrite les yeux et les voies respiratoires. • Des concentrations élevées de vapeur peuvent causer des maux de tête, la nausée, des étourdissements, la somnolence, des problèmes de coordination et de la confusion. Une exposition plus longue peut causer un bleuissement de la peau, un collapsus et la mort. • Cause une grave irritation de la peau et des yeux.

	<ul style="list-style-type: none"> • Risque possible de cancer (cancérogène d'après les données chez l'animal).Peut causer le cancer (d'après les données chez l'homme).
Sulfure d'hydrogène	<ul style="list-style-type: none"> • L'inhalation peut causer la mort. • Le gaz dégagé peut irriter gravement les yeux et les voies respiratoires. • Endommage les poumons. Ces effets peuvent être retardés. L'inhalation de concentrations élevées peut paralyser les voies respiratoires, causer une arythmie cardiaque, un collapsus et la mort.Peut limiter le potentiel reproductif (d'après les données chez l'animal).
Oxyde d'éthylène	<ul style="list-style-type: none"> • L'inhalation peut causer la mort. • Irrite les voies respiratoires. • Dépresseur du système nerveux central. En concentrations élevées, peut causer des maux de tête, la nausée, des étourdissements, la somnolence et des problèmes de coordination. • Peut causer le cancer (d'après les données chez l'homme). • Peut limiter le potentiel reproductif (d'après les données chez l'animal). • Peut causer des dommages génétiques héréditairement transmissibles.

➤ Il est important, si l'on veut prévenir les effets nocifs sur la santé d'une exposition à des matières toxiques, de comprendre les risques potentiels liés à ces substances et de savoir comment s'en protéger. Le présent document présente les risques liés aux matières toxiques et explique comment ceux-ci sont signalés.

La gravité de l'exposition aux risques d'émanations toxiques des solvants dépend :

- De la toxicité de la molécule chimique concernée,
- De la concentration, de la fréquence et de la durée d'exposition,

- De la voie d'exposition (respiratoire, cutanée, oculaire, digestive),
- Des combinaisons entre les produits,
- De la sensibilité individuelle (notamment aux allergènes).

I-7-3 Effets des substances chimiques sur la santé

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.

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 (mésothéliome ...), 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.

- **Les solvants organiques** : affectent des organes cibles divers : irritations et brûlures (DCM, DMF...) de la peau, des yeux (acétone, hexane, toluène ...) et de la gorge, lésions des organes respiratoires (toluène, xylène, perchloréthylène ...), troubles cardiaques (trichloréthylène), et presque tous les solvants organiques provoquent des troubles digestifs

(nausées, gastrites avec le THF...), du système nerveux, des maux de tête, des vertiges.

- Par leur action liposoluble, tous les substances chimiques peuvent provoquer une dessiccation cutanée avec risque dermatites pour des contacts avec la peau répétés et prolongés.

- **La toxicité sur le système nerveux central** : peut prendre la forme d'une narcose brutale et intense pour une forte exposition.

- Des neuropathies périphériques, troubles sensitivo-moteurs des extrémités, sont provoqués par l'éthanol, le tétrachloréthane, le tétrahydrofurane (THF) et méthylethylcétone (MEK).

- Plusieurs solvants sont susceptibles de provoquer des hépatites lors d'inhalations ou ingestions massives : tétrachlorure de carbone (hépatomégalie), trichloréthane, diméthylformamide (DMF) et ... l'éthanol !

- **Les effets reprotoxiques** : causés par les solvants peuvent produire ou augmenter la fréquence d'effets non héréditaires dans la progéniture (embryotoxiques ou foetotoxiques), ou porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductives.... Par exemple, l'exposition aux solvants (benzène, trichloréthylène, ...), qui passent à travers la barrière placentaire, est spécialement dangereuse et concernent de nombreuses professions féminines (laborantines, employées des pressings ...) : l'exposition à ceux-ci est tout particulièrement dangereuse chez la femme enceinte car ils peuvent aussi entraîner des malformations congénitales ou perturber la grossesse et le développement du fœtus (risque tératogène et d'intoxication fœtale) en franchissant la barrière placentaire. Par ailleurs, certains éthers de glycol présentent un danger pour la fertilité.

- **Les effets cancérogènes et mutagènes** : sont avérés certains pour le benzène (classe 1 du CIRC). Le trichloréthylène est probablement cancérogène pour l'homme (classe 2A du CIRC). Le styrène, le diméthylformamide (DMF), le tétrachloréthylène, le tétrachlorure de carbone, le dichlorométhane (DCM), le dichloroéthane, le dioxane sont des cancérogènes possibles (classe 2B du CIRC). Une augmentation des rares cancers masculins du sein a été notée pour les hommes en contact fréquent et prolongé avec des solvants organiques.

- Le sulfure de carbone (CS₂) et le méthanol peuvent affecter la vision.

- **Les effets nocifs des substances chimiques dangereuses** :

- **Les solvants aromatiques** (benzène, toluène, xylène, styrène, etc.) sont potentiellement plus dangereux pour la santé que les composés aliphatiques (essence, white-spirit, ...). Les solvants aromatiques peuvent provoquer des troubles neurologiques

(céphalées, vertiges, agitation, irritabilité, somnolence, convulsions), des affections gastro-intestinales accompagnées de vomissements à répétition, des anémies dues à la toxicité pour les cellules sanguines et la moelle osseuse (benzolisme). Ils sont présents dans les dissolvants des résines naturelles ou synthétiques, les vernis, peintures, émaux, mastics, encres, colles, produits d'entretien... Pour le toluène, il y a un risque de surdité accru avec simultanément exposition concomitante à des niveaux de bruits élevés (ototoxicité).

- **Les solvants aliphatiques** ont une toxicité généralement modérée, avec des effets communs à de nombreux autres solvants : leur inhalation répétée ou prolongée conduit à des manifestations telles que maux de tête, vertiges. A fortes concentrations, ils entraînent aussi des troubles du système nerveux et du système digestif. L'hexane, que l'on trouve dans des colles, l'essence, les nettoyeurs de freins, a une neurotoxicité plus affirmée (polynévrites).
- **Les solvants chlorés**, par leur forte liposolubilité, agissent sur le système nerveux et sont également cardiotoxiques. Le perchloréthylène, qui est le solvant le plus souvent utilisé dans les pressings pour nettoyer les vêtements, a un effet cancérigène suspecté et provoque des problèmes respiratoires en cas d'inhalation répétée. Le trichloréthylène, d'usage courant pour le dégraissage, est un cancérigène probable et a une toxicité sur le système nerveux central et le cœur, modification du rythme, fibrillations ventriculaires, manifestations coronariennes ainsi que le trichloroéthane. De plus, le dichlorométhane (ou chlorure de méthylène) est à l'origine de brûlures cutanées graves.

I-8 Présentation des risques et des précautions d'utilisation dans le cas de substances chimiques rencontrées dans quelques secteurs d'activités chimiques

I-8-1 Introduction

L'utilisation de solvants organiques (dégraissants, diluants, décapants ...) dans tous les secteurs de l'industrie, du bâtiment, de l'artisanat et de l'agriculture, expose de nombreux travailleurs à des risques de toxicité aigüe ou chronique, par voie respiratoire ou cutanée : ces produits chimiques sont corrosifs ou irritants, neurotoxiques, certains sont cancérogènes, reprotoxiques ... et parfois à des doses et des durées d'exposition faibles.

Les solvants organiques sont des composés organiques volatils substances qui se caractérisent par leur grande volatilité, c'est-à-dire qu'ils émettent des vapeurs même à pression et température ordinaire de travail, et donc se répandent aisément sous forme gazeuse dans l'air ambiant des ateliers, bureaux ou dans l'atmosphère extérieure environnante.

De plus, la plupart des solvants organiques sont inflammables et nécessitent une grande précaution d'utilisation et de stockage, pour éviter les risques d'incendie et d'explosion. Les multiples risques que présentent les solvants organiques ont conduit à de nombreuses réglementations, aboutissant à un ensemble complexe de mesures pour répondre aux normes (valeurs limites d'exposition professionnelle).

I-8-2 Principales caractéristiques et classification des solvants organiques

I-8-2-1 Caractéristiques des solvants organiques

La solvation est le phénomène physico-chimique amenant la dissolution d'un composé chimique (le soluté) dans un liquide appelé solvant : les molécules dissoutes du soluté sont entourées par une couche de molécules de solvant, par attraction des molécules chimiques entre elles du fait des forces intermoléculaires.

- Les solvants sont des liquides ayant la propriété de dissoudre, de diluer ou d'extraire d'autres substances sans en provoquer de modifications chimiques et sans eux-mêmes se modifier.
- Les solvants se répartissent en deux catégories : les solvants organiques et les solvants aqueux. Les solvants organiques possèdent la plus grande toxicité.

- **Les solvants organiques** sont très nombreux et proviennent des hydrocarbures et de leurs dérivés chimiques, issus de l'industrie pétrochimique ou des filières bois, céréales ou oléagineuses de l'agriculture (agro-solvants : bio-alcools, terpènes, ...).

La tension de vapeur saturante élevée des solvants organiques implique la possibilité de libérer des vapeurs et augmente avec la température. Plus un solvant aura une tension de vapeur saturante élevée, plus il sera volatil, c'est-à-dire que plus il aura tendance à s'évaporer. Ces solvants sont neutres chimiquement vis-à-vis du produit dilué ou dissous ; ils modifient:

- ✚ Leur fluidité pour permettre d'étaler la substance (peintures, vernis, colles...) facilement sur un support, qui durcira ensuite par évaporation du solvant dans l'air ambiant, ou d'extraire par distillation la substance après dissolution (parfums...).

- ✚ Ou leur viscosité (graisses, goudrons...) de façon à ôter plus aisément la substance de son support métallique, bois, textile (dégraissants, décapants).

- ❖ Presque tous les solvants organiques sont plus légers que l'eau, beaucoup sont insolubles ou très peu solubles dans l'eau (à l'exception des alcools notamment), mais miscibles dans la plupart des huiles et graisses minérales, végétales, dans les tissus animaux ou humains gras, ce qui augmente leur toxicité biologique (par liposolubilité).

- ❖ Les vapeurs de solvants sont généralement plus lourdes que l'air. Aussi, elles s'accumulent dans les parties basses et circulent ainsi près du sol, et peuvent former avec l'air des mélanges explosifs en présence d'une étincelle provoquée par une prise électrique défectueuse ou un court-circuit et à y séjourner faute de ventilation suffisante (par exemple dans les fosses de visite, les caves et sous-sols, les caniveaux).

- ❖ Les solvants sont inflammables pour la plupart (à l'exception par exemple d'hydrocarbures chlorés tels que le trichloroéthane, chlorure de méthylène, perchloréthylène, trichloréthylène) : les vapeurs de solvants liquides peuvent former avec l'air des mélanges explosifs, d'autant plus qu'ils ont tendance à accumuler les charges électrostatiques. Les étincelles dues à l'électricité statique (par exemple lors du transvasement de liquides peu conducteurs : hexane, toluène, xylène) peuvent suffire pour permettre l'inflammation.

- ❖ La plupart des solvants liquides dégagent à leur surface, avant même d'avoir atteint leur température d'ébullition, des vapeurs combustibles qui s'enflamment et/ou explosent au contact d'une source de chaleur importante (étincelle, flamme, surface brûlante...) au-delà d'une certaine concentration. Ils émettent continuellement des vapeurs jusqu'à saturation de l'atmosphère dans laquelle ils s'évaporent, et de ce fait une enceinte fermée (bouteilles, bidons ...) contenant des solvants peut être soumise à des pressions internes augmentant fortement avec la température.

I-8-2-2 Classification de principaux solvants dangereux

La multitude des solvants provenant des hydrocarbures, tient au fait que l'atome de carbone a de très nombreuses possibilités de se lier à l'atome d'hydrogène en formant des chaînes moléculaires linéaires ou fermées (cycliques) ; et l'atome de carbone peut non seulement être associé à des atomes d'hydrogène, mais encore être lié à un autre atome de carbone formant des composés saturés (ne contenant que des liaisons simples) ou insaturés (contenant au moins une double liaison).

Les combinaisons chimiques possibles se démultiplient encore avec la capacité d'autres atomes de se substituer à certains atomes d'hydrogène dont le chlore, le soufre, le fluor, le brome donnant toute la série des solvants halogénés. De plus, si on opère une substitution d'une liaison carbone-hydrogène par une liaison carbone-oxygène ou d'un groupement OH, on obtient des alcools, des éthers et des esters, des cétones aliphatiques ou cycliques (acétone...) qui sont des solvants très utilisés. Les dérivés aminés et amides des hydrocarbures sont des composés azotés par remplacement d'un ou plusieurs atomes d'hydrogène par des groupes NH. Une exposition régulière, même à faible dose, à un ou plusieurs solvants, peut entraîner à plus ou moins long terme une atteinte souvent irréversible des organes cibles. Certains effets sont communs à la plupart des solvants alors que d'autres sont spécifiques à certaines substances.

Les principaux groupes de solvants organiques sont les suivants :

- **Solvants hydrocarbonés** : Parmi les hydrocarbures saturés, seul l'hexane, par exposition prolongée, entraîne une atteinte des nerfs périphériques conduisant à une polynévrite (paralysie des membres inférieurs).

Le benzène est reconnu cancérigène chez l'homme. L'exposition répétée, à des doses même très minimes, peut amener une atteinte parfois irréversible de la moelle osseuse, centre de formation de la plupart des cellules sanguines. Il en résulte une anémie aplasique (absence de formation de globules rouges) et parfois une leucémie.

Le toluène et les xylènes peuvent provoquer à long terme des lésions irréversibles du système nerveux central (encéphalites) avec atteinte des fonctions psychophysiologiques (insomnie, troubles du comportement ...).

- **Solvants halogénés** : En règle générale, ils présentent une toxicité importante sur le système nerveux et parfois sur le cœur. Parmi ceux-ci, CCl₄, 1,1,2,2- tétrachloréthane,

CHCl₃, 1,2-dichloroéthane, les dérivés éthyléniques chlorés. Ils sont aussi des hépatotoxiques redoutables et souvent dangereux pour les reins. En effet, ils sont en partie métabolisés par le foie et éliminés par les reins : organes cibles privilégiées. La combustion des solvants chlorés libère des gaz caustiques tels que l'acide chlorhydrique et le phosgène.

- **Solvants alcooliques** : par exemple le méthanol, éthanol, isopropanol, butanol, glycols ..., De tous les alcools, le méthanol est de loin le plus nocif. C'est un toxique cumulatif exerçant une action sélective au niveau du nerf optique qui peut entraîner une baisse de l'acuité visuelle aboutissant souvent à la cécité.

- **Les éthers** : Parmi les éthers, le 1,4-dioxane, solvant irritant de la peau, des yeux et des voies respiratoires est aussi hépto- et néphrotoxique, éther éthylique, tétrahydrofurane THF, dioxane (dioxyde de diéthylène) ...

- **Éthers de glycol** : butoxyéthanol et son acétate...

- **Les Esters** : Acétates de méthyle, d'éthyle, d'éthylglycol, de propylglycol, lactate d'éthyle ...

- **Les cétones** : Acétone, butanone (ou méthyléthylcétone MEK), méthylisobutylcétone MIBK ...

- **Solvants nitrés** : amines, amides (diméthylformamide DMF, hexaméthylphosphoramide HMPA, n-méthylpyrrolidone NMP, acétonitrile (cyanure de méthyle)... Le DMF, solvant irritant qui pénètre facilement à travers la peau, est un hépatotoxique.

- **Solvants soufrés** : sulfure de carbone CS₂, diméthylsulfoxyde DMSO, sulfolane ...

- **Solvants azotés** : (nitroalcanes, nitrobenzène, aniline...) sont des toxiques du sang. Le 2-nitropropane est reconnu cancérigène pour l'homme.

I-8-3 Différents types de risques liées aux substances et solvants dangereuses

Il existe plusieurs milliers de solvants organiques, dont une centaine est d'usage courant et auxquels de très nombreux travailleurs sont exposés (environ 15 % de la population active).

Les secteurs professionnels concernés par les solvants organiques, au stade de la production ou de leur utilisation, sont très nombreux : produits pétroliers, peintures, vernis, résines, colles, encres, parfums, dégraissants des métaux et textiles, décapants, propulseurs de nombreux aérosols, produits pharmaceutiques, cosmétiques, traitements des bois et toutes les industries des composants électroniques, du cuir, des plastiques et du caoutchouc ...

Les métiers de peintre, mécanicien, plombier, imprimeur, plasturgiste, travailleur du caoutchouc, du cuir, de la pétrochimie, de la chimie fine, de la pharmacie et de la parfumerie, laborantin, menuisier et ébéniste, employé de pressing, ... figurent parmi les travailleurs les plus concernés par la toxicité des solvants.

L'emploi des solvants est lié au produit utilisé lui-même (exemple : colles, dissolvants des résines naturelles ou synthétiques) ou au procédé de fabrication (exemple : dégraissage de pièces métalliques) ou de maintenance et d'entretien (exemple : nettoyage des encres).

La manipulation, à l'utilisation ou au stockage des solvants dans l'industrie, entraîne des expositions par projection, inhalation (ou rarement ingestion), en particulier lors des défaillances d'une installation : une rupture de canalisation, l'ouverture inopinée d'un contenant, le non-confinement de matériels de filtration au niveau des pompes, des vannes ou des collecteurs lors des étapes d'extraction, provoquent fuites et déversements accidentels.

I-8-3-1 Risques liés à l'inflammabilité

A l'exception de certains dérivés halogénés, tous les solvants sont inflammables. Leurs vapeurs peuvent former avec l'air des mélanges explosifs en présence d'une source de chaleur. La quantification de la faculté qu'ont des produits à s'enflammer est donnée par leur point d'éclair. Plus le point éclair est élevée, moins le produit est inflammable.

I-8-3-2 Risques dus à l'instabilité

Les éthers peuvent réagir avec l'oxygène de l'air en formant des peroxydes instables qui peuvent exploser avec violence en cours de distillation, en fin d'évaporation de ces solvants peroxydés. Après purification, les solvants peuvent être stockés sur sodium divisé ou mieux sur tamis moléculaire, à l'abri de la lumière.

I-8-3-3 Risques liés aux effets toxiques.

Beaucoup de solvants présentent des dangers pour la santé. Ex. atteintes cutanées, neurotoxicité, hépatotoxicité, pouvoir cancérogène, action sur le système reproducteur, action foetoxique...

➤ Intoxication aiguë :

Imputée à l'affinité des solvants pour les organes riches en lipides. Elle touchera en priorité le système nerveux, le cœur, le foie, les reins... Ex. CHCl_3 peut déclencher une hyperexcitabilité du myocarde entraînant une défaillance cardiaque.

➤ **Intoxication à long terme :**

Selon la capacité des divers organes (foie, reins, poumons, moelle osseuse, système nerveux...) à transformer des substances xénobiotiques comme les solvants, les manifestations présenteront une sélectivité variable. Certaines atteintes sont réversibles (troubles hépatiques, rénaux), d'autres irréversibles (anémie aplasique, cancers).

Les actions toxiques des substances chimiques sont nombreuses et les atteintes à la santé peuvent concerner toutes les fonctions corporelles, dont certaines sont irréversibles. Cette toxicité est le revers des propriétés remarquables des solvants organiques : ils sont volatils et capables de dissoudre les graisses de l'organisme et agir sur la conduction des influx nerveux. Mais les molécules de solvant peuvent avoir aussi, indépendamment de leurs propriétés physiques de solvation, des propriétés chimiques nocives intrinsèques, ce qui explique les différences de toxicité de chacune d'entre elles.

Leurs conséquences néfastes sur le système nerveux sont bien connues pour des usages non professionnels, à visée ébrieuse ou narcotique : éthanol des boissons alcoolisées, éther éthylique, chloroforme (trichlorométhane), solvants des colles.

Lors de l'inhalation des vapeurs de solvants, celles-ci pénètrent dans les poumons et passent directement dans le sang, puis dans le cœur et le cerveau. Si les vapeurs de solvants agissent principalement par inhalation, quelques solvants très fluides parviennent à traverser la peau en provoquant des irritations cutanées (éthers de glycol...) et certains solvants traversent le tissu lipo-cutané et, par voie sanguine, se diffusent dans le corps entier.

Quelques exemples :

- Les produits de nettoyage des pièces mécaniques à froid manuel ou automatique, dans les fontaines de dégraissage, utilisés dans les tôleries, serrureries, traitements de surface, garages de réparation automobile etc. sont essentiellement constitués d'hydrocarbures aliphatiques ou aromatiques, de solvants chlorés saturés ou insaturés : toluène, xylène, trichloréthylène ... Des nettoyeurs de freins peuvent contenir du N-hexane.

- Les vapeurs des solvants des peintures non aqueuses sont très volatiles. La technique de mise en œuvre qui génère le plus de COV est la pulvérisation qui crée un brouillard de peinture causé par les gouttelettes entraînées par les tourbillons de l'air. Les décapants d'élimination de vieilles peintures sur bois et métaux (portes, volets, balustrades, grilles...) peuvent contenir du dichlorométhane (ou chlorure de méthylène). Il y a une présence d'éthers de glycol dans les formulations de peintures à l'eau.

- Les détachants pour les textiles sont des solvants organiques (alcools, tri et tétrachloréthylène...), utilisés notamment dans les pressings.
- Dans la fabrication des matériaux semi-conducteurs, des solvants sont employés pour de nombreuses opérations : le trichloréthylène, l'acétone, l'isopropanol pour le nettoyage, le dégraissage des semi-conducteurs et le retrait des résines résiduelles.
- Des solvants (trichloréthylène, acétone) sont utilisés lors du nettoyage des bijoux après soudure, du dérochage afin d'enlever la couche d'oxyde, de l'élimination des pâtes ou ciments.
- Des solvants halogénés de dégraissage et de décapage (dichlorométhane, trichloréthylène) sont utilisés lors de la maintenance des moules de plasturgie.
- Le diméthylformamide est utilisé comme solvant pour le traitement de tissus.
- Les métiers des industries graphiques utilisent des encres, des produits de nettoyage des rouleaux et pinceaux, et de mouillage qui contiennent des solvants (toluène, éthers de glycol, cétones...). Les esters (acétate d'éthyle...) sont utilisés dans la préparation de diluants de vernis d'encres. Les produits de nettoyage utilisés dans les imprimeries (nettoyage des blanchets et encres...) sont essentiellement constitués d'hydrocarbures aliphatiques (n-hexane pour le nettoyage des encres séchées), de solvants chlorés saturés (dichlorométhane...) ou insaturés (trichloréthylène, perchloréthylène...), d'hydrocarbures aromatiques (xylène, toluène.), de cétones (acétone, butanone...). Les solutions de mouillage, qui permettent en impression offset d'éviter l'adhésion de l'encre grasse et visqueuse sur la plaque en dehors des parties à imprimer et de lubrifier les rouleaux et les blanchets, contiennent de l'alcool isopropylique pour ses propriétés tensio-actives.
- L'application ou pulvérisation de colles en solution dans un solvant (colle PVC...) ou à deux composants (résines époxy...), le dégraissage de surfaces, matériels ou matériaux, l'usage d'adhésifs, impliquent l'utilisation de nombreux solvants organiques volatils par les plombiers et chauffagistes. Du fait de leur volatilité, les vapeurs de ces COV (dichlorométhane, trichloréthylène, tétrahydrofurane...) utilisés par les plombiers se retrouvent en concentration variable mais élevée dans des milieux confinés (caves...).
- Les produits d'imprégnation et de traitement des bois (lasures, vernis ...) contiennent des solvants, comme le white spirit, acétone, xylène, toluène, dissolvants des résines...

- Les métiers de la transformation du cuir utilisent des solvants dans les décapants, résines, colles, teintures, ... La colle au néoprène ou chloroprène polymérisé solvanté, est très utilisée dans les industries de transformation du cuir, et ce polychloroprène est dissous dans un mélange de solvants (toluène, xylène, acétone, butanone, ...) qui doivent s'évaporer pour permettre la prise de la colle.
- Le styrène est une substance largement utilisée pour la fabrication de matières plastiques et de caoutchoucs.
- Les produits utilisés (vernis et dissolvants pour ongles, huiles essentielles, parfums, ...) par les esthéticiennes contiennent des solvants très volatils.
- Des solvants alcooliques en spray (aérosol) sont employés pour la désinfection de contact des surfaces dans les établissements hospitaliers.
- La distillation du pétrole dans les raffineries expose les travailleurs à l'hexane, au benzène et le reformage catalytique au toluène, benzène, xylène ... Ils peuvent aussi être exposés aux vapeurs de solvants de déparaffinage, constitués d'un mélange de MEK et de toluène.
- Dans l'industrie pharmaceutique, les opérations de granulation par voie humide, de mélangeage et d'enrobage peuvent exposer les opérateurs à de fortes concentrations de vapeurs de solvants.

I-8-4 Prévention et conduite à tenir en cas d'accident

I-8-4-1 Moyens de protection individuelle

La meilleure protection personnelle est garantie par la manipulation correcte des produits chimiques, ainsi que par **l'ordre**, la **propreté** et **l'hygiène** personnelle à la place du travail. Après tout contact avec des produits chimiques, on doit se laver soigneusement les mains. Le port d'habit de travail (blouse en coton) est indispensable. L'utilisation de lunettes de protection, de gants, de masques doit se faire quand c'est nécessaire.

I-8-4-2 Consignes de sécurité

La sécurité lors des manipulations en chimie est conditionnée par la connaissance et la maîtrise des risques encourus. Avant d'entreprendre tout nouveau travail expérimental, il est indispensable de prendre connaissance des risques liés aux éléments suivants :

- appareillage utilisé

- propriétés physico-chimiques des produits en particulier leur stabilité ou en mélange.
- propriétés toxiques des produits qui seront utilisés.

➤ **Consignes générales :**

- 1 - Veiller à étiqueter correctement et très lisiblement tout emballage de produit chimique.
- 2 - Lire attentivement et comprendre toutes les informations données sur l'étiquette des flacons (Connaître les différents pictogrammes de risque et d'obligation (port de lunettes, risques d'intoxication, etc..)).
- 3 - Eviter le stockage dans les passages ou devant les extincteurs, douches de sécurité, sorties de secours.
- 4 - Eviter le stockage de produits dangereux, lourds ou volumineux en hauteur.
- 5 - Respecter les règles de stockage concernant les produits incompatibles.

L'étiquette permet de prévenir les risques dus à la formation de mélanges incompatibles pouvant entraîner des réactions désastreuses

	●	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	+
	✗	+	✗	✗	✗	✗	✗	✗	+
	✗	✗	+	●	✗	✗	✗	✗	✗
	✗	✗	●	+	●	✗	✗	✗	✗
	✗	✗	✗	●	●	●	●	●	●
	✗	✗	✗	✗	●	+	+	+	+
	✗	✗	✗	✗	●	+	+	+	+
	✗	✗	✗	✗	●	+	+	+	+
	✗	✗	✗	✗	●	+	+	+	+

Ne peuvent pas être stockés ensemble

Peuvent être stockés ensemble sous certaines conditions

Peuvent être stockés ensemble

- 6 - Conserver les produits chimiques à l'abri de la lumière et de la chaleur.
- 7 - Contrôler régulièrement le stock des produits chimiques. Avant d'utiliser des produits chimiques entreposés depuis longtemps, il faut contrôler la présence de produits secondaires dangereux. Ceci concerne spécialement la formation de peroxydes dans les solvants facilement peroxydables.

➤ **Contre les intoxications :**

- 8 - Fermer les flacons après usage. Et laisser bouchés les récipients ayant contenus des produits toxiques volatils. Les laver rapidement.
- 9 - Le rinçage sous une hotte de la verrerie lavée au moyen d'acétone, d'alcool ou d'hydrocarbures volatils provoque un dégagement de vapeurs nocives.
- 10 - L'atmosphère du laboratoire peut être polluée accidentellement par un réacteur qui éclate, un flacon de verre brisé, un récipient renversé. Si la pollution est faible, il faut ouvrir les fenêtres et mettre en marche les hottes, glaces ouvertes. Si la pollution est importante, il faut faire évacuer tout le personnel, mettre en marche les hottes et laver à l'eau courante.
- 11- Effectuer les transvasements de produits dans une hotte équipée d'une aspiration de vapeurs.
- 12 - Pour transporter des produits chimiques et des solvants, on doit utiliser des récipients de protection (seaux en plastique, boîtes de protection).
- 13 - Manipuler les produits toxiques (cancérogènes) et des produits corrosifs avec des gants dans une hotte ventilée, des lunettes et si nécessaire un masque. Eviter les quantités importantes.
- 14 - Le strict respect de l'interdiction de pipeter tout produit à la bouche et de manger, de boire, de fumer dans les laboratoires suffit à éliminer les risques de pénétration par voie orale. Eviter de porter à la bouche extrémités des crayons, stylos, ...
- 15- Ne pas transvaser un solvant dans un flacon ayant contenu un autre produit chimique.
- 16- Limiter les pertes dues à l'évaporation (fermer les contenants...).
- 17- Limiter les quantités de solvants entreposées au poste de travail aux quantités nécessaires au travail d'une journée.
- 18- Ne jamais se laver les mains avec un solvant.
- 19- Conserver les déchets dans des récipients spécialement prévus à cet effet.
- 20- Éviter tout déversement vers l'égout.



Une hotte

➤ **Contre les risques de brûlures :**

- Pour éviter le risque de brûlure thermique, ne pas trop remplir les bains chauffants.
- Veiller à la stabilité des bains installés sur des élévateurs.

➤ **Contre les risques d'incendie :**

- Lorsqu'on distille un liquide inflammable, fixer solidement la tuyauterie d'arrivée d'eau sur les embouts du réfrigérant. Contrôler le débit d'eau de réfrigération.
- Ne pas transvaser un liquide inflammable près d'une source de chaleur, d'étincelles ou d'une flamme.
- Prévoir des extincteurs portatifs.
- Les bouteilles de gaz comburants et carburants sont interdites dans les locaux, à l'exception de petits conteneurs pour des utilisations temporaires.
- Aucun solvant ne doit être stocké dans les réfrigérateurs ordinaires.
- Le transport de matières inflammables ou explosives est interdit dans un ascenseur.

➤ **Contre les accidents dus à l'électricité :**

- Placer des fusibles et des disjoncteurs (dispositifs qui interrompent le courant en cas de trop grande intensité du courant).
- Mettre les appareils électriques dans des endroits protégés.

I-8-4-3 Protection de l'environnement

La protection de l'environnement est notre devoir, dont, on peut :

- diminuer la grandeur des essais (nombre et quantité).
- régénérer les solvants destinés aux mêmes manipulations.

- ne pas jeter à l'évier les solvants très inflammables (alcane, éthers, cétones), toxiques (benzène, nitriles), peu biodégradables (produits halogénés)

« L'étiquette donne des conseils sur le traitement des déchets et la protection de l'environnement. Ex. "Eviter le rejet dans l'environnement" ».

I-8-5 Conduite à tenir en cas d'accident

I-8-5-1 Blessure ou perte de connaissance

Pour une personne blessée ou ayant perdu connaissance, il faut faire venir immédiatement un secouriste qui pratiquera les premiers soins en attendant un éventuel transport vers un service hospitalier.

I-8-5-2 Brûlure thermique

- Pour des brûlures plus graves, il faut éviter de retirer les vêtements. Il faut prévenir le secouriste qui emballera la plaie dans un linge ou un drap stérile et fera évacuer vers un service hospitalier.

I-8-5-3 Projections par des produits corrosifs

- Retirer les vêtements sous la douche.
- Retirer rapidement tous les éléments compressifs (bracelets, bagues, montres...).
- Laver abondamment pendant 15 mn.

Recouvrir les lésions d'un pansement stérile si possible.

- Adresser la personne à un médecin ou à l'hôpital.

Remarque importante : L'addition d'une faible quantité d'eau sur une projection de soude ou de potasse concentrée est plus néfaste qu'aucun traitement. En effet, leur solubilisation est très exothermique et augmente le processus de dégradation tissulaire.

I-8-5-4 Projections oculaires

- Faire sans délai un lavage oculaire, avec sérum physiologique (NaCl 9‰) s'il est disponible, Sinon laver à l'eau en utilisant un rince-œil s'il est disponible sinon un tuyau propre ou encore un jet d'eau directement du robinet.
- Prolonger le lavage au moins 10 minutes en essayant d'ouvrir les paupières
- Une consultation ophtalmologique en urgence est nécessaire

I-8-5-5 Ingestion d'un caustique

- dilué (quantité minime) : faire boire de l'eau et adresser le patient à l'hôpital le plus proche.
- dilué en quantité importante (> 100 ml) ou concentré : ne pas faire boire et faire hospitaliser.

I-8-5-6 Incendie

Il convient avant tout de conserver son calme et agir. Les principales règles en cas d'incendie sont :

- 1 - Alerter les secours et donner les informations adéquates
 - 2 - Alerter les autres membres du laboratoire
 - 3- Combattre le début d'incendie avec les moyens d'extinction disponibles (extincteurs, couvertures anti-feu, éventuellement tuyau d'arrosage, bidons d'eau.).
- Ne jamais essayer d'éteindre un feu de gaz (gaz naturel, butane, propane,) avant de fermer préalablement le robinet.
 - Diriger le jet d'extinction vers la base des flammes, **jamais sur une fuite de gaz !**

Quels extincteurs pour le laboratoire de chimie ?

On dispose d'extincteurs :

- À mousse,
- À poudre ou à CO₂.
- Pour chaque classe de feu, il y a des moyens d'extinction appropriés.

I-8-6 Les risques liés aux déchets

Ils sont susceptibles de provoquer des effets indésirables pour l'environnement et/ou pour l'homme, soit en raison de leur toxicité directe ou indirecte, soit parce qu'ils peuvent donner lieu à des réactions intempestives.

Les déchets présentent au moins les mêmes dangers que les produits neufs correspondants si on considère que tous les produits initiaux ne sont pas consommés au cours de la réaction chimique. À ces dangers s'ajoutent les risques éventuels des produits finaux eux-mêmes. Une transformation spontanée ou provoquée est possible sous l'influence d'autres produits, de divers facteurs de l'environnement (lumière, température, atmosphère...) ou du vieillissement.

À ce titre, la gestion des déchets doit être considérée comme une composante fondamentale des activités expérimentales.

I-8-6-1 La prévention des risques

La prévention relative aux déchets de différentes natures est identique à celle décrite pour les activités les ayant générés.

Pour pouvoir être éliminés sans porter atteinte aux personnes et à l'environnement, les déchets nécessitent souvent des traitements spécifiques (détoxications chimiques ou biologiques, incinération...).

I-8-6-2 La gestion des déchets

Dans les établissements, il convient d'organiser la collecte, l'entreposage et l'évacuation des différents types de déchets, car le producteur en est toujours responsable.

I-8-6-3 Les grandes familles de déchets

1 – Les déchets chimiques non toxiques

Cette famille regroupe toutes les solutions aqueuses ne contenant aucun constituant toxique et dont le pH est compris entre 5,5 et 8,5.

Les cations pouvant être présents dans ces solutions sont les suivants : ion sodium, ion potassium, ion ammonium, ion calcium et ion magnésium.

Les anions pouvant être présents dans ces solutions sont les suivants : chlorure, bromure, iode, sulfate, nitrate, dihydrogénophosphate, hydrogénophosphate, hydrogénocarbonate, thiosulfate et tétrathionate.

Pour ces déchets, le rejet à l'égout sans traitement peut être toléré après en avoir vérifié le pH et l'absence de substances toxiques, avec une dilution suffisante.

2 – Les déchets acido-basiques

Cette famille regroupe toutes les solutions aqueuses ne contenant aucun produit toxique mais seulement des acides (chlorhydrique, sulfurique...) ou des bases (soude, potasse...).

Pour ces déchets, le rejet à l'égout peut être toléré après neutralisation.

3 – Les déchets contenant des ions métalliques toxiques

Cette famille regroupe toutes les solutions aqueuses qui contiennent des cations des métaux, à l'exception des ions du baryum, du mercure et de l'argent et qui ne contiennent pas d'anion toxique.

Ces solutions devront subir un traitement destiné à éliminer ces ions métalliques par une réaction de précipitation.

4 – Les déchets contenant des oxydants

Cette famille de déchets regroupe toutes les solutions contenant des oxydants, à l'exception des solutions contenant de l'iode.

Ces solutions devront subir un traitement par un réactif réducteur suivi si nécessaire d'une précipitation des ions métalliques.

5 – Les autres déchets inorganiques toxiques

Cette famille de déchets regroupe les déchets toxiques qui ne peuvent pas être traités au laboratoire ou qui nécessitent un traitement spécifique.

Il sera nécessaire pour ces déchets de procéder à une collecte dans des bidons séparés en évitant de les mélanger entre eux.

On va trouver essentiellement :

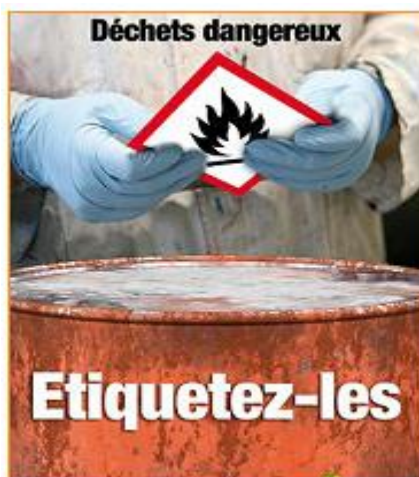
- les solutions contenant des anions toxiques (cyanure, composés de l'arsenic...)
- les solutions contenant des ions baryum
- les solutions contenant des ions fluorure
- les solutions contenant des ions du mercure
- les solutions contenant des ions de l'argent
- les solutions contenant de l'iode

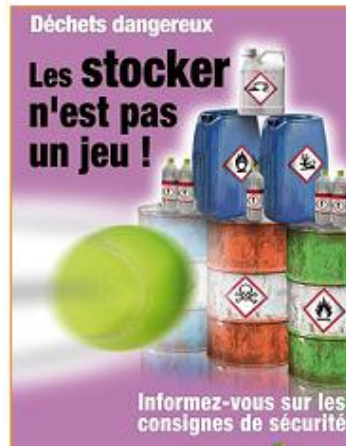
6 – Les déchets organiques

Il est absolument nécessaire de séparer les déchets halogénés (fluorés, chlorés, bromés, iodés...) des déchets non halogénés.

I-8-6-4 Une bonne gestion des déchets dangereux

- Étiqueter les déchets,
- Réduire les quantités de réactifs, diminuer la quantité de produits initiaux,
- S'efforcer d'avoir le rendement optimal de la réaction,
- S'interroger sur la possibilité d'utiliser les produits synthétisés pour d'autres activités expérimentales,
- Les stocker séparément,
- Les faire prendre en charge régulièrement.





À ne pas faire avec des déchets dangereux ou toxiques

- Les jeter dans l'évier,
- les jeter dans la poubelle,
- les mélanger,
- réutiliser un emballage déjà souillé.



I-8-6-5 Stockage des déchets

Traiter les déchets dangereux diffus implique de les identifier et de les conserver dans des conditions optimales de sécurité.

I-8-6-5-1 Devenirs des résidus d'expérience

1 – Récupération

Avant toute activité expérimentale, prévoir la récupération des résidus de réaction, par filtration sur papier ou sur entonnoir Büchner et des flacons ou sachets pour le conditionnement provisoire. Selon leur nature, les déchets seront ensuite placés dans un récipient de stockage approprié. Il est possible de prévoir aussi le prétraitement par neutralisation avant stockage.

2 – La neutralisation

L'intérêt essentiel de la neutralisation est de réduire la toxicité des déchets et donc d'autoriser un stockage moins dangereux pour la santé humaine et l'environnement. La toxicité résiduelle de ces produits n'est pas pour autant anodine et justifie un traitement final par des centres autorisés.

Peuvent donc être neutralisés :

- les acides minéraux et les acides organiques aliphatiques (méthanoïque, éthanoïque, propanoïque...) de faible concentration c'est-à-dire $c < 1$ mol/L avec une solution de base (hydrogénocarbonate ou carbonate de sodium, soude) jusqu'à obtenir un mélange de $\text{pH} = 8$. Pour les solutions plus concentrées, les diluer avant de les neutraliser
- la plupart des bases minérales après neutralisation par un acide minéral (HCl ou H_2SO_4) jusqu'à $\text{pH} = 8$
- la plupart des oxydants neutralisés par des réducteurs et des réducteurs neutralisés par des oxydants :
 - liqueur de Fehling
 - eau oxygénée
 - solutions de diiode neutralisées
 - solutions de thiosulfate de sodium ou potassium
 - solutions de permanganate de potassium
- les amines après neutralisation en milieu acide
- les alcools comme le méthanol, l'éthanol, les propanols, l'éthylèneglycol
- les solutions renfermant des ions métalliques alcalins ou alcalinoterreux jusqu'à $\text{pH} = 8$

En tout état de cause, la pratique consistant à diluer les solutions neutralisées avant de les jeter à l'évier n'est pas conseillée car si elle permet de réduire les effets à court terme (lorsqu'il s'agit de très petites quantités), elle produit à grande échelle et par effet d'accumulation dans les milieux naturels, des effets néfastes pour l'environnement. Néanmoins, elle peut trouver son application dans un cadre très strict et toujours en pratiquant une dilution adaptée.

3 – Mise à la poubelle

- Tous les solides inertes comme les oxydes de fer, la silice...
- les papiers filtres usagés sauf s'ils ont contenu des sels de métaux lourds (Hg, Cd, Pb...)
- les plaques utilisées pour la chromatographie.

4 – Conditionnement de l'élimination des déchets

- **Les locaux** Comme les locaux de stockage des produits dangereux, ceux qui sont affectés au stockage des déchets doivent respecter le règlement de sécurité contre les risques d'incendie.

– **les liquides inflammables** ne peuvent être stockés dans des locaux en sous-sol ou non ventilés.

Ces locaux doivent avoir une paroi en façade, leur porte doit être identifiée, – **les autres déchets dangereux** doivent être stockés dans des locaux distincts et faire l'objet d'un conditionnement adapté, si possible d'origine, et étiqueté. Les récipients contenant des liquides seront placés dans une cuvette au matériau adapté, et les locaux identifiés à l'extérieur.

Dans l'attente de la collecte des déchets, il est impératif de respecter les obligations de sécurité en identifiant les récipients, leur lieu de stockage et en évaluant les risques potentiels.

5- Des rejets à l'évier dans certaines conditions

Il importe de réfléchir avant toute séance d'activités expérimentales à la toxicité des produits utilisés et de prévoir des flacons de récupération si nécessaire. Les rejets sont autorisés dans certains cas.

Il est possible de se servir des valeurs limites de concentration pour une eau pure du tableau ci-dessous afin d'apprécier si le rejet est envisageable ou non en fonction des ions contenus dans la solution.

Concentration maximale en mol.L ⁻¹	Ions	Élimination
Entre 10 ⁻³ et 10 ⁻²	Cl ⁻ , Na ⁺ , SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺ , Ca ²⁺	Rejet à l'évier après dilution.
Entre 10 ⁻⁴ et 10 ⁻³	NO ₃ ⁻ , K ⁺	Rejet à l'évier après dilution.
Entre 10 ⁻⁶ et 10 ⁻⁴	Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Zn ²⁺ , Sn ²⁺ , Cu ²⁺ , Co ²⁺ , Al ³⁺	Le rejet à l'évier après grande dilution peut être envisagé pour des faibles concentrations.
Entre 10 ⁻⁸ et 10 ⁻⁶	Pb ²⁺ , Ni ²⁺ , Ba ²⁺ , ions du chrome et du manganèse, Ag ⁺ , Cd ²⁺	Ne doivent pas être jetés à l'évier. Pb, Cr et Mn : cancérogènes, nocifs pour l'environnement par effet cumulatif.
Entre 10 ⁻⁹ et 10 ⁻⁸	Hg ²⁺	Tout rejet est formellement interdit.

Quelques exemples :

– Solutions acides, basiques diluées :

- rejet à l'évier en faisant couler de l'eau pour diluer.

– Solutions acides, basiques concentrées :

- récupération : neutralisation au laboratoire (pH proche de 7),
- rejet à l'évier.

– Sels métalliques :

- les rejets à l'évier doivent être exceptionnels et mûrement réfléchis (seuils de toxicité très bas pour certains d'entre eux),
- récupération : traitement si possible au laboratoire (chaux éteinte) pour obtenir un résidu solide,
- collecte par société spécialisée.

– Solvants :

- ne jamais jeter à l'évier,
- stocker au laboratoire,
- collecte par société spécialisée.

I-8-7 Stockage des produits chimiques

3 zones potentielles de stockage de produits dangereux :

- **Stockage centralisé** : ventilation du local, séparation des produits incompatibles, suppression des produits non utilisés, bacs de rétention
- **Stockage intermédiaire** : ventilation des armoires de stockage, bacs de rétention

– **Stockage « paillasse »**: quantités minimales, pas de stockage en hauteur, flacons étiquetés



I-8-7-1 Consignes de stockage


- Local ventilé et frais
- Installation électrique conforme
- Numéro d'appel d'urgence visible et liste des produits homologués en stock (à jour)
- Sol étanche
- Bac de rétention au niveau de chaque étagère
- Poudres absorbantes inertes
- Extincteurs à l'extérieur
- Point d'eau à proximité
- Interdiction de fumer dans le local
- Produits rangés par familles
- Produits très toxiques et CMR rangés dans une armoire fermée à clef
- Conserver les produits dans leur emballage d'origine




I-8-7-2 Règles pratiques de stockage





- Eviter les emplacements à risque : en hauteur, sur les lieux de passage, devant les extincteurs ou les sorties de secours
- Etiqueter les produits préparés dans l'unité de travail
- Pas de source d'ignition près de liquides inflammables
- Stockage temporaire sous hotte d'une quantité minimale de produit

Pictogrammes ou symboles de risques

Noir sur fond orange

<p align="center">Système préexistant 10 pictogrammes</p>	<p align="center">Nouveaux 9 pictogramme</p>
<p align="center">Pictogramme « bombe explosant »</p> 	<p>Ces substances ou mélanges (explosifs ou auto-réactifs) peuvent exploser :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Au contact d'une flamme -d'une étincelle - d'électricité statique... -Sous l'effet de la chaleur, <ul style="list-style-type: none"> -d'un choc, - De frottements...

<p>Pictogramme « flamme »</p> 	<p>Ces substances et aérosols peuvent s'enflammer :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Au contact -d'une flamme - d'une étincelle -d'électricité statique... - Sous l'effet de la chaleur <ul style="list-style-type: none"> - d'un choc - de frottements... - Au contact de l'air - Au contact de l'eau s'ils dégagent des gaz inflammables
<p>Pictogramme « flamme au-dessus d'un cercle »</p> 	<p>Combustibles ; ces substances peuvent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Provoquer ou aggraver un incendie -Provoquer une explosion en présence de substances ou matériaux inflammables
<p>Pictogramme « bouteille à gaz »</p> 	<p>Gaz sous pression, comprimés, liquéfiés ou dissous :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ils peuvent exploser sous l'effet de la chaleur, <p>Gaz liquéfiés ou réfrigérés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ils peuvent provoquer des brûlures ou des blessures liées au froid

<p>Pictogramme « corrosion »</p> 	<p>Substances corrosives :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elles peuvent attaquer les métaux - Elles peuvent ronger la peau en cas de contact ou de projections cutanées - Elles peuvent provoquer des lésions oculaires graves en cas de contact ou de projections dans les yeux
<p>Pictogramme « tête de mort sur deux tibias »</p> 	<p>Substances à toxicité aiguë : ces substances peuvent empoisonner rapidement, même à faible dose</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elles peuvent provoquer des effets variés, maux de tête, vomissements, perte de connaissance, etc. et des troubles pouvant entraîner la mort
<p>Pictogramme « point d'exclamation »</p> 	<p>Substances toxiques. Ce sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des poisons à forte dose - Des irritants (yeux, gorge, nez, peau) <p>Ils peuvent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Provoquer des allergies cutanées - Avoir des effets narcotiques (provoquer somnolences et vertiges)
<p>Pictogramme « danger pour la santé »</p> 	<p>Elles peuvent</p> <ul style="list-style-type: none"> - Provoquer le cancer - Modifier l'ADN - Altérer la fertilité <p>- Altérer le développement du fœtus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Altérer ou modifier le fonctionnement de certains organes - Provoquer des allergies respiratoires - Occasionner de graves effets sur les poumons

Panneaux

Panneaux d'interdiction

Blanc et noir sur fond rouge et blanc

		
Interdiction de fumer	Flamme nue interdite et défense de fumer	Interdit aux piétons
		
Défense d'éteindre avec de l'eau	Eau non potable	Entrée interdite aux personnes non autorisées
		
Interdit aux véhicules de manutention	Ne pas toucher	












Panneaux d'obligation

Blanc et bleu sur fond bleu

			
Protection obligatoire de la vue	Protection obligatoire de la tête	Protection obligatoire de l'ouïe	Protection obligatoire des voies respiratoires
			
Protection obligatoire des pieds	Protection obligatoire des mains	Protection obligatoire du corps	Protection obligatoire de la figure
			
Protection obligatoire contre les chutes	Protection obligatoire pour piétons	Obligatoire générale	

Panneaux d'avertissement de risques

Noir sur fond jaune

			
matières explosives	matières toxiques	matières corrosives	
			
matières radioactives	charges suspendues	véhicules de manutention	danger électrique
			
champ magnétique important	trébuchements	chute avec dénivellation	risque biologique

Panneaux concernant le matériel ou l'équipement de lutte contre l'incendie

Blanc sur fond rouge



Téléphone pour la lutte contre l'incendie



Extincteur



Lance à incendie



Echelle



Panneaux zones radioactives



noir sur fond rouge



noir sur fond jaune

II Normes et matériaux de référence

II-1 Définitions et généralités

II-1-1 Règlementation et normes

Introduction :

La normalisation est une activité d'intérêt général qui a pour objet de fournir des documents de référence élaborés de manière consensuelle par toutes les parties intéressées, portant sur des règles, des caractéristiques, des recommandations ou des exemples de bonnes pratiques, relatives à des produits, à des services, à des méthodes, à des processus ou à des organisations. Elle vise à encourager le développement économique et l'innovation tout en prenant en compte des objectifs de développement durable

II-1-1-1 La règlementation

La règlementation est, au sens large, un ensemble d'indications, de lois, de prescriptions, de règles et règlements, et autres textes juridiques régissant une activité sociale. Il peut aussi simplement s'agir de l'ensemble des mesures légales et réglementaires qui régissent une question.

La réglementation est rédigée par les administrations compétentes ou les personnes mandatées.

Le règlement précise l'ensemble des règles à suivre concernant la production, la transformation, la distribution, l'importation, le contrôle et l'étiquetage des produits

➤ But de la réglementation

Un but de la réglementation peut-être de protéger la santé de leurs personnels, de limiter le risque d'accident au niveau le plus bas possible et de contribuer au respect de l'environnement

II-1-1-2 Normalisation :

La norme est un « document, établi par des consensus et approuvé par un organisme reconnu, qui fournit, pour des usages communs et répétés, des règles, des lignes directrices ou des caractéristiques, pour des activités ou leurs résultats, garantissant un niveau d'ordre optimal dans un contexte donné ».

La norme est un document de référence sur un sujet donné. Il indique l'état de la science, de la technologie et des savoir-faire au moment de la rédaction.

Pour être considéré comme une norme, le document doit remplir deux conditions :

- Les moyens et méthodes décrits doivent être reproductibles en utilisant et respectant les conditions qui sont indiquées ;
- Elle doit avoir reçu la reconnaissance de tous.

La norme doit impérativement :

- Lister les méthodes pour reproduire un produit ou un service ;
- Être reconnue par les professionnels du milieu concerné.

II-1-1-3 Types de normes :

On distingue quatre types de normes :

- Les normes fondamentales** : elles donnent les règles en matière de terminologie, sigles, symboles, métrologie (ISO 31 : grandeurs et unités).
- Les normes de spécifications** : elles indiquent les caractéristiques, les seuils de performance d'un produit ou d'un service (exemple : EN 2076-2 : Série aérospatiale - Lingots et pièces moulées en alliages d'aluminium et de magnésium - Spécification technique -
- Les normes d'analyse et d'essais** : elles indiquent les méthodes et moyens pour la réalisation d'un essai sur un produit (exemple : ISO 6506-1 : Matériaux métalliques - Essai de dureté Brinell - Partie 1 : Méthode d'essai).
- Les normes d'organisation** : elles décrivent les fonctions et les relations organisationnelles à l'intérieur d'une entité (exemple : ISO 9001 : Systèmes de management de la qualité et le processus qualité).

II-1-1-4 Objectifs de la normalisation :

- C'est un facteur économique important
- Meilleure productivité obtenue par une production optimale
- Les normes permettent des solutions assurant un meilleur compromis entre l'état d'une technique et les contraintes économiques.
- Ce sont des outils pour les institutions pour uniformiser des accords entre les industriels et les commerçants sur le plan national et international
- Servent de références pour les administrations pour établir les cahiers des charges, documents exigés par le code des marchés publics
- les règlements font souvent références aux normes
- Elles sont utilisées par les entreprises industrielles et commerciales au niveau de tous leurs services.

Les pouvoirs publics rendent les normes obligatoires pour des raisons :

- La protection de la sécurité publique ;
- La protection de la santé et la vie des personnes
- La protection de l'environnement
- La protection de la faune et la flore

e- La protection du patrimoine historique et culturel et archéologique et la défense du consommateur.

II-2 Exemple de normes

**JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 58 8 Chaoual 1429
/8 octobre 2008**

MINISTERE DU TRAVAIL, DE L'EMPLOI ET DE LA SECURITE SOCIALE

❖ Arrêté du 22 Rajab 1429 correspondant au 26 juillet 2008 relatif au plan d'hygiène et de sécurité dans les activités du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique.

Le ministre du travail, de l'emploi et de la sécurité sociale,

- Vu le décret présidentiel n° 07-173 du 18 Joumada El Oula 1428 correspondant au 4 juin

2007, modifié, portant nomination des membres du Gouvernement ;

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

- Vu le décret exécutif n° 92-07 du 4 janvier 1992 portant statut juridique des caisses de sécurité sociale et organisation administrative et financière de la sécurité sociale ;

- Vu le décret exécutif n° 05-05 du 25 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 6 janvier 2005 portant organisation et fonctionnement de l'inspection générale du travail.

- Vu le décret exécutif n° 05-12 du 27 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 8 janvier 2005 relatif aux prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux secteurs du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique, notamment ses articles 8 et 42 ;

- Vu le décret exécutif n° 06-223 du 25 Joumada El Oula 1427 correspondant au 21 juin 2006 portant création, attributions, organisation et fonctionnement de l'organisme de prévention des risques professionnels dans les activités du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique ;

- Vu le décret exécutif n° 08-124 du 9 Rabie Ethani 1429 correspondant au 15 avril 2008 fixant les attributions du ministre du travail, de l'emploi et de la sécurité sociale ;

Arrêté:

- Article 1. - Le présent arrêté a pour objet de déterminer le contenu et les modalités d'établissement du plan d'hygiène et de sécurité en application des dispositions des articles 8 et 42 du décret exécutif n° 05-12 du 27 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 8 janvier

2005 relatif aux prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux secteurs du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique.

- Art. 2. - Le plan d'hygiène et de sécurité vise à assurer aux travailleurs une meilleure prévention des risques professionnels liés aux activités du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique.
- Art. 3. - Le plan d'hygiène et de sécurité est établi conformément au guide figurant à l'annexe jointe au présent arrêté.
- Art. 4. - Le plan d'hygiène et de sécurité doit indiquer de manière détaillée :
 - les nom et adresse de l'entreprise et l'effectif prévisible du chantier ;
 - les nom et qualité du responsable chargé de la direction des travaux sur le chantier ;
 - les procédés de construction et d'exécution ainsi que les modes opératoires de réalisation des ouvrages retenus compte tenu de leur incidence sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs occupés sur le chantier ;
 - les installations de chantier, les équipements, matériels et dispositifs prévus pour la réalisation des travaux ;
 - les risques prévisibles liés aux modes opératoires précités, matériels, dispositifs et installations mis en œuvre, l'utilisation de substances ou préparations dangereuses, déplacements du personnel et à l'organisation du chantier ;
 - les mesures de protection collective et individuelle prévues pour parer aux risques prévisibles ainsi que les conditions de contrôle de l'application de ces mesures et l'entretien des moyens matériels y afférents.
- Art. 5. - Le plan d'hygiène et de sécurité doit :
 - indiquer les consignes précises à observer pour assurer les premiers secours aux victimes d'accidents et aux malades.

- préciser le nombre de travailleurs du chantier ayant reçu la formation nécessaire pour donner les premiers secours en cas d'urgence,
- énumérer le matériel médical existant sur le chantier et indique les mesures prévues pour assurer l'évacuation rapide des travailleurs blessés ou malades vers la structure sanitaire la plus proche,
- indiquer les mesures prévues pour assurer l'hygiène générale des locaux et de leurs dépendances affectées au personnel, conformément à la réglementation en vigueur.
- Art. 6. - Les maîtres d'ouvrages entreprenant des travaux relevant des activités du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique doivent mentionner dans les documents d'appels d'offres remis aux entreprises, que les chantiers sur lesquels elles sont appelées à travailler sont soumis à l'établissement d'un plan d'hygiène et de sécurité conformément aux dispositions du présent arrêté.
- Art. 7. - Les entreprises appelées à effectuer les travaux visés à l'article 6 ci-dessus pour une durée de six
 - (6) mois et plus, avec une présence de vingt (20) travailleurs et plus, doivent avant toute intervention sur chantier, remettre au maître d'ouvrage un plan d'hygiène et de sécurité dans un délai n'excédant pas trente (30) jours à compter de la date de réception du contrat signé par le maître de l'ouvrage.
 - Ce plan doit être soumis au préalable pour avis aux représentants des travailleurs et aux médecins du travail des entreprises concernées ainsi qu'à l'organisme de prévention des risques professionnels dans les activités du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique qui en vérifie la conformité aux dispositions législatives et réglementaires en vigueur.
- Art. 8. - Le plan d'hygiène et de sécurité est établi par les entreprises sur la base d'un mémoire, élaboré par le maître d'ouvrage durant la phase de conception du projet et contenant l'ensemble des données susceptibles d'avoir une incidence sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs appelés à travailler sur le chantier.
- Art. 9. - Le mémoire prévu à l'article 8 ci-dessus, doit énoncer notamment :
 - les renseignements généraux relatifs aux travaux à réaliser,
 - les mesures d'organisation générale du chantier,
 - les contraintes découlant de l'environnement du chantier,

- les sujétions afférentes à l'utilisation des protections collectives, des appareils de levage, des accès provisoires et de l'installation électrique générale.
- Art. 10. - Lorsque plusieurs entreprises sont appelées à intervenir sur un même site, le maître d'ouvrage est tenu de leur communiquer les noms et adresses des entreprises contractantes et de remettre à chacune d'elles les plans d'hygiène et de sécurité établis par lesdites entreprises.
- Art. 11. - L'entreprise qui fait exécuter en tout ou en partie, par un ou plusieurs sous-traitants des travaux dans le cadre d'un contrat conclu avec un maître d'ouvrage, remet à ces derniers un exemplaire du plan d'hygiène et de sécurité établi par ladite entreprise.
- Art. 12. - Les sous-traitants doivent élaborer leur plan d'hygiène et de sécurité sur la base des informations contenues dans le mémoire prévu à l'article 8 ci-dessus qui leur est communiqué par l'entreprise contractante.
- Les sous-traitants disposent d'un délai de trente (30) jours à compter de la date de notification du contrat par l'entreprise, pour remettre leur plan d'hygiène et de sécurité à celle-ci.
- Art. 13. - Lorsque plusieurs sous-traitants d'une entreprise sont appelés à intervenir sur le même site, celle-ci est tenue de communiquer à chacun d'eux, dès la conclusion du contrat de sous-traitance, les noms et adresses des autres sous-traitants et de leur transmettre les plans d'hygiène et de sécurité établis par lesdits soustraitants.
- Art. 14. - L'entreprise est tenue d'adresser par tout moyen, et avant toute intervention sur le chantier, un exemplaire de son plan d'hygiène et de sécurité et éventuellement ceux de ses sous-traitants à l'inspection du travail, aux structures de la caisse nationale des assurances sociales et de l'organisme de prévention des risques professionnels dans les activités du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique, territorialement compétentes dans un délai de trente (30) jours.
- Art. 15. - Un exemplaire du plan d'hygiène et de sécurité doit être obligatoirement tenu à jour et en permanence sur le chantier.
- L'entreprise doit s'assurer que les mesures de prévention contenues dans ce plan sont effectivement appliquées.
- Dans le cas où une mesure de prévention prévue dans le plan d'hygiène et de sécurité n'a pu être appliquée, l'entreprise doit indiquer sur ce plan les mesures mises en œuvre d'une

efficacité au moins équivalente et informer le maître d'ouvrage et les institutions et organismes cités à l'article 14 ci-dessus de ces mesures.

- Art. 16. - Le plan d'hygiène et de sécurité, tenu sur le chantier, est consulté par les organes de sécurité, les délégués du personnel, le médecin du travail de l'entreprise concernée ainsi que par les institutions et organismes cités à l'article 14 ci-dessus.
 - Art. 17. - Le plan d'hygiène et de sécurité doit être conservé par l'entreprise pendant une durée de cinq (5) années à compter de la date de fin de chantier.
 - Art. 18. - Le présent arrêté sera publié au Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire.
- Fait à Alger, le 22 Rajab 1429 correspondant au 26 juillet 2008.

Références :

- [1] **N. Margossian, Risques et Accidents Industriels Majeurs : Caractéristiques Règlementation Prévention**, Dunod, Paris, 2006.
- [2] **Règles d'Hygiène, de Sécurité et de Protection de l'Environnement**, Institut des sciences et ingénierie chimiques (ISIC), 2004.
- [3] **Manuel QHSE Qualité Hygiène Sécurité Environnement, FERRY-CAPITAIN**, 2016
- [4] J.C. Jacquot, **L'analyse de risques pour les débutants**, CASE France, 2010
- [5] **Les produits chimiques : partie 2 : la gestion des déchets**, *Date de publication : février 2013* ,Disponible en téléchargement sur le site <http://ons.education.gouv.fr>, consulté le 17/10/2018.
- [6] Formation des ACMO 2010 – Le risque chimique
- [7] P. Triboule, **Qualité Hygiène Sécurité Sûreté Environnement**, sur le portail national Physique-Chimie
- [8] S. Auduberteau, K. Gavino, **La prévention des risques professionnels : hygiène et sécurité au travail** » collection « Les diagnostics de l'emploi territorial, 2003.
- [9] **A. Einstein « Prévention des Risques Professionnels »**, le Ministère de l'Education nationale, 1998.
- [10] **Livret Hygiène Santé Sécurité au travail pour les EVS/AVS : Prévention des risques généraux**, Direction des services départementaux de l'éducation nationale de l'Yonne.
- [11] **F. Denat, Livret de Prévention Hygiène Sécurité Environnement, Institut de Chimie Moléculaire de l'Université de Bourgogne.**
- [12] **« Manuel de Santé et Sécurité Travail en laboratoire »**, Université de Sherbrooke, 2013.

Annexes

Les phrases de risque

R 1 Explosif à l'état sec

R 2 Risque d'explosion 'explosion par le choc la friction leu feu ou autres sources d , la friction, leu feu ou autres sources d ignition 'ignition

R 3 Grand risque d'explosion par le choc, la friction, leu feu ou autres sources d'ignition

R 4 Forme de composés métalliques explosifs très sensibles

R 5 Danger d'explosion sous l'action de la chaleur

R 6 Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air

R 7 Peut provoquer un incendie

R 8 Favorise l'inflammation des matières combustibles

R 9 Peut exploser en mélange avec des matières combustibles

R 10 Inflammable

R 11 Très inflammable

R 12 Extrêmement inflammable

R 13 Gaz liquéfié extrêmement inflammable

R 14 Réagit violemment au contact avec l'eau

R 15 Au contact de l'eau dégage des gaz très inflammables

R 16 Peut exploser en mélange avec des substances comburantes

R 17 Spontanément inflammable à l'air

R 18 Lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable/explosif

R 19 Peut former des peroxydes explosifs

R 20 Nocif par inhalation

R 21 Nocif par contact avec la peau

R 22 Nocif en cas d'ingestion

- R 23 Toxique par inhalation
- R 24 Toxique par contact avec la peau
- R 25 Toxique en cas d'ingestion
- R 26 Très toxique par inhalation
- R 27 Très toxique par contact avec la peau
- R 28 Très toxique en cas d'ingestion
- R 29 Au contact avec l'eau, dégage des gaz toxiques
- R 30 Peut devenir très inflammable pendant l'utilisation 'utilisation
- R 31 Au contact avec un acide, dégage des gaz toxiques
- R 32 Au contact avec un acide, dégage des gaz très toxiques
- R 33 Danger d'effets cumulatifs
- R 34 Provoque des brûlures
- R 35 Provoque de graves brûlures
- R 36 Irritant pour les yeux
- R 37 Irritant pour les voies respiratoires
- R 38 Irritant pour la peau
- R 39 Danger d'effets irréversibles très graves
- R 40 Possibilités d'effets irréversibles
- R 41 Risque de lésions oculaires graves
- R 42 Peut entraîner une sensibilisation par inhalation
- R 43 Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau
- R 44 Risque d'explosion si chauffé en atmosphère confinée
- R 45 Peut causer un cancer
- R 46 Peut causer des altérations génétiques héréditaires

- R 47 Peut causer des malformations congénitales
- R 48 Risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée
- R 49 Peut provoquer le cancer par inhalation
- R 50 Très toxique pour les organismes aquatiques
- R 51 Toxique pour les organismes aquatiques
- R 52 Nocif pour les organismes aquatiques
- R 53 Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique
- R 54 Toxique pour la flore
- R 55 Toxique pour la faune
- R 56 Toxique pour les organismes du sol
- R 57 Toxique pour les abeilles
- R 58 Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement
- R 59 Dangereux pour la couche d'ozone
- R 60 Peut altérer la fertilité
- R 61 Risque pendant la grossesse d'effets néfastes
- R 62 Risque possible d'altération de la fertilité
- R 63 Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes sur l'enfant
- R 64 Risque possible pour les bébés nourris au lait maternel
- R 65 Nocifs : peu causer des dommages aux poumons en cas

Phrases de sécurité

- S 1 Conserver sous clé
- S 2 Conserver hors de portée des enfants
- S 3 Conserver dans un endroit frais
- S 4 Conserver à l'écart de tout local d'habitation
- S 5 Conserver sous ... (liquide approprié à spécifier par le fabricant)
- S 6 Conserver sous ... (gaz inerte à spécifier par le fabricant)

- S 7 Conserver le récipient bien fermé
- S 8 Conserver le récipient à l'abri de l'humidité
- S 9 Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé
- S 10 Maintenir le produit humide
- S 11 Eviter le contact avec l'air
- S 12 Ne pas fermer hermétiquement le récipient
- S 13 Conserver à l'écart des aliments et boissons y compris ceux pour les animaux
- S 14 Conserver à l'écart des ... (matières incompatibles à indiquer par le fabricant)
- S 15 Conserver à l'écart de la chaleur
- S 16 Conserver à l'écart de toute source d'ignition. Ne pas fumer
- S 17 Tenir à l'écart des matières combustibles
- S 18 Manipuler et ouvrir le récipient avec prudence
- S 20 Ne pas manger et ne pas boire pendant l'utilisation
- S 21 Ne pas fumer pendant l'utilisation
- S 22 Ne pas respirer les poussières
- S 23 Ne pas respirer les gaz/ vapeurs/ aérosols
- S 24 Eviter le contact avec la peau
- S 25 Eviter le contact avec les yeux
- S 26 En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste
- S 27 Enlever immédiatement tout vêtement souillé ou éclaboussé
- S 28 Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec ... (produits appropriés indiqués par le fabricant)
- S 29 Ne pas jeter les résidus à l'égout
- S 30 Ne jamais verser de l'eau dans ce produit
- S 31 Tenir à l'écart des matières explosibles
- S 33 Eviter l'accumulation des charges électrostatiques
- S 34 Eviter le choc et le frottement

- S 35 Ne se débarrasser de ce produit et de son récipient qu'en prenant toute précaution d'usage
- S 36 Porter un vêtement de protection approprié
- S 37 Porter des gants appropriés
- S 38 En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié
- S 39 Porter un appareil de protection des yeux/du visage
- S 40 Pour nettoyer le sol ou les objets souillés par ce produit, utiliser... (à préciser par le fabricant)
- S 41 En cas d'incendie et/ou d'explosion, ne pas respirer les fumées
- S 42 Pendant les fumigations/pulvérisations, porter un appareil respiratoire approprié.
- S 43 En cas d'incendie, utiliser... (moyen d'extinction à préciser par le fabricant. Si l'eau augmente les risques ajouter « ne jamais utiliser d'eau 'eau »
- S 44 En cas de malaise, consulter un médecin (si possible, lui montrer l'étiquette)
- S 45 En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible, lui montrer l'étiquette)
- S 46 En cas d'ingestion 'ingestion consulter immédiatement un médecin et lui montrer l, consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage 'emballage ou l'étiquette 'étiquette
- S 47 Conserver à une température ne dépassant pas ...°C (à préciser par le fabricant)
- S 48 Maintenir humide avec ... (moyen approprié à préciser par le fabricant)
- S 49 Conserver uniquement dans les récipients d'origine
- S 50 Ne pas mélanger avec (à spécifier par le fabricant) ... (à spécifier par le fabricant)
- S 51 Utiliser seulement en zones bien ventilées
- S 52 Ne pas utiliser sur des grandes surfaces dans des locaux habités
- S 53 Eviter l'exposition, se procurer des instructions spéciales avant utilisation

S 56 Eliminer ce produit et son récipient dans un centre agréé de collecte des déchets dangereux ou spéciaux

S 57 Utiliser un récipient approprié pour éviter toute contamination du milieu ambiant

S 59 Consulter le fabricant/ fournisseur pour des informations relatives à la récupération/ au recyclage

S 60 Eliminer le produit et son récipient comme déchet dangereux

S 61 Eviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/ la fiche de données de sécurité

S 62 En cas d'ingestion, ne pas faire vomir : consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage 'emballage ou l'étiquette.

La prévention c'est un investissement dans le monde d'emploi



الصورة بألف معنى
سلامتك وصحتك بين يديك فأختر كيف تكون نهايتك