

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم

Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem

كلية العلوم و التكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie des Procédés

Polycopié de cours

Le Risque Industriel et Catastrophes Naturelles

Destiné aux étudiants master Génie des Procédés

Présenté par :

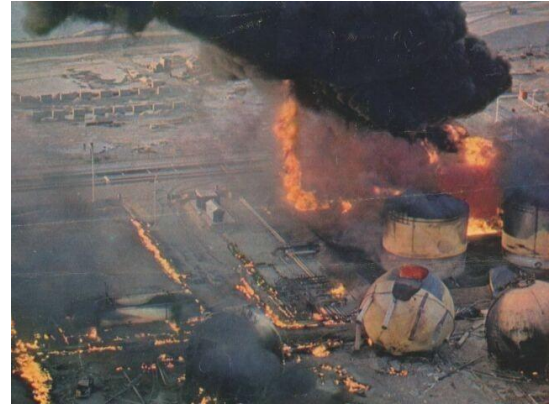
Mr MEKHATRIA Djilali

Maître de conférences au département de Génie des Procédés

djilali.mekhatria@univ-mosta.dz



Le séisme de Chlef (ex El Asnam) le 10/10/1980



Explosion à la raffinerie de Feyzin (France) le 4 janvier 1966

Avant-propos

Ce polycopié de cours s'adresse principalement aux étudiants dont le profil de formation est orienté vers les secteurs industriels, notamment ceux du génie chimique, du génie des matériaux et de l'industrie pétrochimique.

Il peut également servir de guide aux étudiants d'autres spécialités ainsi qu'à toute personne évoluant dans le domaine industriel.

Il n'a pas la prétention d'enseigner de manière exhaustive la sécurité industrielle aux étudiants, mais vise plutôt à attirer leur attention sur cette discipline devenue incontournable dans la vie quotidienne, tant en milieu professionnel que familial.

Ce cours a pour objectif de sensibiliser le lecteur aux notions de risque, de danger et d'accident, en milieu professionnel comme en milieu familial. Il insiste sur la nécessité de tendre vers un niveau de risque aussi faible que possible en adoptant des comportements et des pratiques appropriés afin de garantir la sécurité des personnes, des collègues, des outils de travail (ateliers, usines, etc.) et de l'environnement.

Dans ce polycopié, le lecteur trouvera des définitions, des comparaisons, un aperçu de certaines lois algériennes toujours en vigueur, ainsi qu'un inventaire de catastrophes industrielles et naturelles, au niveau national et international, à travers le temps.

Le lecteur est invité à nous faire part de ses remarques, à signaler toute correction jugée nécessaire et à contribuer par ses suggestions, la sécurité étant l'affaire de tous.

Table des matières

Introduction.....	6
Chapitre I : Notion du Risque	7
Généralités sur le danger et le risque.	7
Le danger	7
Le risque.....	7
Les différents types de risque.	7
Les risques naturels.	7
Les risques technologiques.....	8
Les risques industriels et caractéristiques.....	9
La classification administrative des risques.....	11
Aléas et Catastrophes Naturelles.....	12
Les Aléas.....	12
Les Catastrophes naturelles	12
Types de catastrophes naturelles.	13
Chapitre II : Réglementation.	15
Qu'est ce qu'une loi ?	15
Qu'est-ce qu'une ordonnance ?	15
Qu'est-ce qu'un décret ?	15
Qu'est ce qu'un arrêté ?	16
Qu'est-ce qu'une circulaire ?.....	16
Textes législatifs Algérien	17
Chapitre III : Risque Chimique	18
Le risque chimique.....	18
Qu'est ce que le risque chimique ?.....	18
Les produits chimiques dangereux	19
Le règlement SGH.....	19
La législation Algérienne.....	20
Classification algérienne : Classes de dangers.....	20
Le règlement CLP.....	21
Les produits chimiques dangereux.	21
Nature du risque chimique	23
Le risque d'intoxication	23
Intoxication accidentelle.....	23
Les intoxications chroniques.....	24

Chapitre IV : La réaction dangereuse, Risque d'Explosion Incendie	25
Le point éclair.	25
Le point d'auto-inflammation	25
Limites d'inflammabilité et d'explosivité.	25
Limite d'inflammabilité.....	26
Limite inférieure et supérieure d'inflammabilité.....	26
Pression de vapeur saturante.....	27
La réaction Chimique.....	28
Réaction chimique dangereuse.	29
Le risque incendie.....	30
Le triangle du feu	30
Le risque d'explosion.....	31
Les déflagrations.....	32
Les détonations.....	32
L'hexagone des explosions.	33
Produits industriels à risque d'explosion.....	34
Le BLEVE.....	36
BLEVE froid.	36
BLEVE chaud.....	36
La température de surchauffe	37
Les effets du BLEVE	37
Diamètre de la boule de feu	38
Hauteur d'élévation de la boule de feu	38
Durée de combustion.....	38
Durée d'élévation de la boule de feu.....	38
Chapitre V : Le Risque d'Intoxication	39
Généralité	39
Classification des substances dangereuses	39
États physiques des agents toxiques.....	40
Voies de pénétration du toxique dans l'organisme	41
Organisme vivant	41
Processus d'intoxication.	41
Voies de pénétration.....	41
Les différents types d'intoxications.....	44
Expression de la toxicité.....	45

Les facteurs qui conditionnent l'absorption.....	46
Les différentes expressions de la toxicité.....	46
Annexes	48
Bibliographie.....	60

Introduction

Ce manuel de cours s'adresse aux étudiants en master qui s'intéressent aux problèmes du risque en industrie. Il constitue un cours appartenant à une unité découverte à travers lequel l'étudiant s'inspire pour prendre en considération l'existence du risque qui est omniprésent et ses conséquences sur les gens et l'environnement en passant par l'outil de travail qui est l'industrie.

À travers ce manuel, l'étudiant doit reconsidérer ses actions (gestes et fait) pour contribuer à tendre le risque vers la valeur zéro.

Dans le présent manuel, les différents aspects du risque y sont présentés de manière succincte. Il va permettre à l'étudiant d'avoir une idée globale sur cette notion qu'il pourra développer en consultant les ouvrages spécialisés et édités à ce sujet.

Tous les agents chimiques sont dangereux pour l'être humain et son environnement. Ce danger reste conséquent à la dose qui, elle-même, est utilisée comme moyen de classement des agents chimiques du moins dangereux au plus dangereux.

Pour ce qui est du danger, cette notion dépend du facteur temps car c'est une menace du moment présent. Le risque, lui, est une menace dans le futur.

L'effet des agents chimiques est aussi important que ses risques car il peut être immédiat ou insidieux. Si l'effet est insidieux, l'agent chimique est déclaré comme très dangereux.

Le présent manuel est divisé en 5 chapitres. Le premier chapitre traite le risque comme notion en donnant des définitions et en précisant les différents risques qui existent ainsi que les classes de ces derniers.

Le second chapitre traite l'aspect législatif et réglementaire en plus de quelques définitions y afférentes.

Le troisième chapitre traite le risque chimique des agents chimiques et ceux des préparations et mélanges.

Le quatrième chapitre est consacré à la réaction chimique dangereuse et aux risques de l'incendie et de l'explosion.

Le cinquième chapitre est réservé aux risques de l'intoxication et est suivi d'une annexe où sont présentés quelques tableaux et documents qui aident l'étudiant dans le calcul et la compréhension du risque.

Chapitre I : Notion du Risque

Généralités sur le danger et le risque.

Le danger

En tant qu'organisme vivant, l'homme, comme les végétaux et les animaux, est soumis aux dangers de la vie qui émanent de phénomènes et produits de la nature ou par les autres créatures vivantes, humaines ou animale. Cet état de fait a imposé l'élaboration de moyens de défense pour assurer la survie.

Ainsi, la notion de danger ne peut se dissocier de la notion "*acquisition de moyens de défense pour garantir la vie ou la survie*".

Le mot "danger" dérive du mot latin "*dominarium* " qui signifie domination et pouvoir. C'est ainsi que le danger est :

- Tout ce qui menace l'existence d'une personne.
- Tout ce qui peut porter atteinte au bien être d'un être vivant.
- Toute situation où il y a domination par l'extérieur. Le dominant peut être une personne, un évènement, un phénomène etc.

Les synonymes de danger sont : péril, risque, menace et insécurité.

Le risque

Le risque est synonyme de dangers. C'est un phénomène ou évènement susceptible de nuire ou de produire un danger. C'est une projection du danger dans le futur et c'est ce qui nuance sur la notion de probabilité de survenance ou non, d'évènements fâcheux.

On le défini aussi comme la combinaison d'aléas et d'enjeux.

La nuisance est un fait perceptible, objet, matière ou phénomène qui crée un danger ou provoque gênes et (ou) souffrance.

Le bruit, le stress, la pollution, les odeurs, l'inflation sont des nuisances.

La prévention c'est une attitude, ensemble de mesures à prendre pour éviter ou réduire un danger, un risque donné ou leurs réapparitions.

La prévention c'est aussi éviter ou réduire les perturbations négatives lors d'une situation donnée.

Les différents types de risque.

Dans la vie de tous les jours, les êtres se trouvent exposés à de nombreux risques divers et variés. Les plus importants sont :

Les risques naturels.

Les risques naturels sont liés à la composition et la structure de la Terre. La Terre est composée de divers minéraux et est structurée en couche dont le centre est chauffé à plus de 6000°C. C'est ainsi qu'existe le vulcanisme, les mouvements sismiques des plaques

tectoniques, les chutes de météorites et les phénomènes météorologiques comme les tempêtes, les inondations, les cyclones les incendies causés par la foudre etc.

A ces risques naturels s'ajoutent d'autres semi-naturels comme les épidémies, la sécheresse, les feux de forêts etc.

Les risques technologiques

Ces risques sont l'œuvre de l'homme lui-même à différentes époques de la vie au moment où il cherchait à améliorer son mode de vie et ses conditions sociales pour satisfaire un besoin. Les solutions trouvées ont donné naissance à des risques qui sont :

– Le risque nucléaire

C'est le plus important à cause de sa gravité et son ampleur et concerne les centrales nucléaires qui, en cas de dysfonctionnement, s'échauffent jusqu'à exploser pour disséminer dans la nature (air, mer et sol) des particules radioactives toxiques.

En cas de fonctionnement normale, ces centrales génèrent un autre risque ; celui des déchets radioactifs et la contamination des eaux de refroidissement qui sont rejetées en pleine nature.

A côté de ce risque s'ajoute celui de l'emploi des substances radioactives en médecine, en industrie et en métallurgie surtout lors de leurs éliminations qui n'est pas toujours contrôlée.

– Le risque dû aux barrages d'eau.

Le barrage est un ouvrage en béton construit sur un sol rocheux pour retenir une très grande quantité d'eau.

Le risque qu'il présente réside dans la rupture de l'ouvrage suite à un défaut de construction ou lors d'un tremblement de terre. L'effondrement de l'ouvrage provoque le déversement de toute la masse d'eau emprisonnée.

– Les risques de transport.

Le risque dû au transport (air, route et mer) a toujours existé malgré les règles strictes de circulation qui sont le plus souvent négligés.

Le risque de transport concerne les personnes et les marchandises.

A titre d'exemples, on cite les différents naufrages de pétroliers, les crashes d'avions ainsi que les accidents de la route qui font des milliers de victimes et beaucoup de dégâts à l'environnement.

– Les risques de la vie courante

Ces risques sont nombreux et variés et touchent toutes les couches et âges de la société. Ils sont classés entre le bénin et le grave et concernent les intoxications, les blessures, les chutes, les électrocutions etc.

– Les risques industriels.

Ce sont des risques causés par l'industrie et peuvent avoir une connotation technologique. Les conséquences peuvent être dramatiques s'il y a des victimes.

Les risques industriels et caractéristiques.

On les appelle aussi les risques professionnels. Ce sont des risques technologiques créés par l'activité industrielle de diverses natures (chimique, biologique, alimentaire, sidérurgique, génie civil et bâtiments etc).

A cette catégorie de risque sont exposés les travailleurs, l'outil de travail (usines, ateliers), les habitants se trouvant à proximité ainsi que l'environnement proche et lointain.

Les accidents de travail et les maladies professionnelles sont d'autres formes de manifestation de cette classe de risque.

Compte tenu de la diversité des activités en industrie, des processus mis en œuvre, des produits, des matériaux utilisés et produits et des équipements utilisés, on distingue :

1. Les risques Mécanique

Ces risques apparaissent chaque fois que des objets sont animés de mouvements (rotation et ou translation). Ainsi, ces objets ont une énergie mécanique qu'ils cèdent aux êtres ou à d'autres objets dès qu'il y a contacts.

L'énergie transmise sert soit à déformer soit à mettre en mouvement.

La gravité de l'effet causé par ces risques est proportionnelle à la différence de vitesse entre les deux corps antagonistes ; plus la différence de vitesse est importante, plus grave est le dommage.

Les accidents générés dépendent de la nature des objets en mouvement et leur vitesse. Ils se résument en :

- Ecrasements
- Coupures
- Fracture
- Contusions
- Traumatisme

2. Le risque de surdité.

Il est causé par le bruit que font les objets durs non déformables en mouvement au moment où ils se heurtent (pierres, métaux etc).

Lorsqu'ils se touchent, l'énergie des objets indéformables qui transmise se transforme, en partie, en énergie vibratoire qui fait vibrer l'air avec des fréquences et des amplitudes importantes.

L'air animé d'une énergie de vibration, devient bruits et endommage les organes auditifs jusqu'à causer la surdité.

La surdité est classifiée comme étant une maladie professionnelle.

Les équipements bruyants sont les machines-outils comme les fraiseuses, les moteurs à explosion, les réacteurs d'avions, les machines à bois, les appareils à son (sirène, alarmes, klaxons etc.)

Tableau 1 : Amplitude & qualité du son

Amplitude du son en db	Qualité du bruit
130	Avion à réaction au décollage à une distance de 25m
120	Coup de tonnerre à proximité
110	Train passant à proximité
100	Atelier de chaudronnerie en plein activité
90	Bruit de circulation intense
80	Rue animée, salle de réunion
70	Intérieur d'un train en marche
60	Conversation courante
50	Appartement normal
40	Extérieur calme, campagne
30	Appartement dans un quartier calme
20	Extérieur très silencieux
10	Studio d'enregistrement
0	Seuil d'audibilité

db : décibel, mesure de l'amplitude du son

3. Le risque vibratoire

Ce risque est dû aux vibrations transmises au corps par contact matériel de matériaux qui vibrent. Les différentes parties du squelette subissent les vibrations et se fragilisent, ce qui fait apparaître des pathologies au niveau des os et des articulations (hernie discale).

Les principales sources de vibrations sont les machines-outils, les marteaux piqueurs, les engins et véhicules lourds utilisés dans les chantiers ainsi que certains véhicules de transports.

4. Le risque électrique.

Ce risque est causé par le courant électrique qu'il soit continu ou alternatif. Il cause des brûlures et, à un degré plus grave, l'électrocution qui correspond à la fibrillation mortelle du muscle cardiaque.

Ce risque devient dangereux pour les courants électriques dont la tension est supérieure à 50V.

5. Le risque dû aux rayonnements ionisants.

Il est dû au rayonnement radioactifs qui provoquent des lésions cellulaires au niveau des organes et se termine par des tumeurs malignes.

Les tumeurs malignes sont des prolifération de cellules malignes.

6. Le risque des différents rayonnements électromagnétiques.

Les rayons électromagnétiques sont des rayons non ionisants ; ce sont les rayons UV, Visibles, IR, laser et radios etc.

Ces rayons provoquent des brûlures de différentes gravités.

7. Les risques biologiques.

C'est la conséquence de la présence de microorganisme pathogènes (virus, bactéries, champignons etc) dans le corps. Ils affectent les tissus vivants et causent plusieurs pathologies comme la rage, le choléra, le tétanos, la poliomyélite etc.

8. Le risque chimique

Ce risque est le résultat de la réaction chimique dangereuse. La réaction chimique est la conversion de réactifs en produits.

9. Les autres risques.

Ce sont des risques qui sont spécifiques à certaines activités. On en cite :

- Travaux sous pression.
- Travaux en atmosphère dépressurisée (otites, ostéonécroses).
- Travaux en milieux chauds.
- Travaux dans les chantiers de bâtiments de travaux publics.

La classification administrative des risques.

Une autre classification issue de textes législatifs classe les risques en 3 catégories ;

- Risques professionnels.
- Accidents de travail.
- Maladies professionnelles.

1. Risques professionnels.

Ces risques touchent principalement les travailleurs. A la suite de ça, la législation impose des conditions de préventions qui obligent les employeurs à doter les employés de mesures de protections dans les milieux professionnels pour les éradiquer ce risque.

2. Les accidents de travail.

Un accident de travail est une atteinte au corps humain créant lésions et troubles qui peuvent être temporaires ou définitifs.

Selon la loi Algérienne (loi N°83-13 du 2 juillet 1983) est considéré comme accident de travail tout accident ayant entraîné une lésion corporelle imputable à une cause soudaine, extérieure et survenu dans le cadre de la relation de travail.

Est également considéré comme accident de travail, l'accident survenu au cours :

-d'une mission à caractère exceptionnel ou permanent, accomplie hors de l'établissement conformément aux instructions de l'employeur.

-de l'exercice ou à l'occasion de l'exercice d'un mandat politique électoral, ou bien au titre d'une organisation de masse.

-de cours d'études suivis régulièrement en dehors des heures de travail.

-Pendant le trajet effectué par l'assuré pour se rendre à son travail ou pour en revenir, quel que soit le moyen de transport utilisé, à condition que le parcours n'ait pas été interrompu ou détourné, sauf en cas d'urgence, de nécessité, de cas fortuit ou de force majeure.

Les accidents de travail les plus fréquents peuvent être une électrocution suite à un contact avec une pièce conductrice sous tension électrique, un écrasement entre deux pièces métalliques, une chute de grande hauteur, glissade etc.

3. **Les maladies professionnelles.**

Ce sont des pathologies qui naissent après exposition à un risque professionnel.

Contrairement aux accidents de travail, les maladies professionnelles sont déclarées suites à de nombreuses expositions qui s'étendent sur des durées de temps très importantes (10, 20 ans et même plus).

Les maladies professionnelles et les accidents de travail sont pris en charge par la Caisse Nationale des Assurances sociales Algérienne pour les travailleurs algériens CNAS.

Toute lésion ou décès se produisant, soit au lieu ou au temps du travail, soit en un temps voisin du travail doit être considérée, sauf preuve contraire, comme résultant du travail (art 9 de la loi 86/13 du 02 juillet 1983 relative aux accidents du travail et maladies professionnelles)

Aspect juridique Algérien

- la loi n°88/07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine du travail et le décret n° 93/120 du 15 mai 1993 relatif à l'organisation de la médecine du travail mettant l'accent sur la prévention des risques professionnels.
- Loi n° 83-12 du 02 juillet 1983 relative à la retraite et définissant l'accident de travail (JO 5 Juillet 1983 p 1211).
- Loi n°83-13 du 2 juillet 1983 relative aux accidents de travail et aux maladies professionnelles (JO n°28 du 5 juillet 1983).
- Ordonnance n° 96-19 du 6 juillet 1996 modifiant et complétant la loi n°83-13 du 2 juillet relative aux accidents de travail et aux maladies professionnelles.
- Décret exécutif n° 97-424 du 11 novembre 1997 fixant les conditions d'application du titre V de la loi n° 83-13 du 2 juillet 1983 modifiée et complétée, relatif à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.
- Arrêté interministériel du 10 avril 1995 fixant la composition de la commission des maladies professionnelles.

Aléas et Catastrophes Naturelles

Les Aléas

C'est la possibilité de l'apparition d'un phénomène ou d'un événement résultant de facteurs ou de processus qui échappent au moins en partie à l'homme. C'est une tournure imprévisible que peut prendre un événement.

Les Catastrophes naturelles

Une catastrophe naturelle est un événement brutal d'origine naturelle, qui provoque des bouleversements importants pouvant engendrer dégâts matériels et pertes humains. Elles

sont causées par l'intensité anormale d'un agent naturel, lorsque les mesures habituelles à prendre pour éviter ces dommages n'ont pu empêcher leur survenance.

Types de catastrophes naturelles.

Les catastrophes sont, pour la plupart, d'origine climatique et sont :

1. Chutes de météorites :

Elles ont pour origine les météorites, objet solide de forme et de taille variables et importantes, d'origine extraterrestre. Ces objets se déplacent dans l'espace intergalactique et pénètrent dans l'atmosphère terrestre pour terminer la chute sur le sol en provoquant cratères et incendies.

2. Éruptions volcaniques.

Les volcans sont des phénomènes géologiques caractérisés par l'émission de laves et de fragments de roche solide expulsés dans l'air accompagnés de gaz volcaniques et de chaleur intense pouvant faire fondre le sol terrestre.

À la suite de l'éruption volcanique, le magma (roche liquide en surfusion) remonte en surface grâce aux fissures du sol

L'existence de volcan est la conséquence de la manifestation de l'énergie interne de la Terre, dont le noyau est à plus de 6000°C. cette énergie provoque une pression autogène dans la chambre magmatique, perce la croûte terrestre et fait remonter solide, liquide et gaz en surface.

3. Séismes.

Un séisme est un ensemble de secousses brèves et localisées du sol. Il résultant de la libération brusque d'énergie accumulée par le sol et exercées sur les roches, ce qui engendre le mouvement des plaques terrestre perceptible par la naissance d'ondes sismiques.

Un séisme est caractérisé par :

- Le foyer, position géographique où se produit le séisme.
- L'épicentre, point situé en surface à la verticale du foyer où l'intensité est la plus forte.
- La magnitude, énergie libérée par le séisme.
- L'intensité, mesures des effets et dommages du séisme en un lieu donné.

4. Tsunami.

C'est un séisme qui a lieu en mer.

Lors d'un tsunami, la mer remonte d'un seul coup et forme une grosse vague qui détruit et emporte tout sur son passage.

5. Typhons et cyclones

C'est un phénomène météorologique qui se définit comme une tempête imprévisible constituée de nuages qui tournent dans le sens des aiguilles d'une montre et peut atteindre une superficie de plusieurs centaines de kilomètres. Il est caractérisé par des vents très violents, des pluies torrentielles.

Le cyclone est l'autre nom du typhon. La différence réside dans le lieu géographique de survenance de ces derniers

6. Tempêtes de neige et blizzards.

Une tempête de neige est une agitation de l'atmosphère qui regroupe rafales de vents glaciales et des précipitations de neige à la surface de la terre

Elle se déroule quand les températures sont trop basses y sont inférieures à 0 °C.

Le blizzard est l'autre nom de la tempête de neige.

Chapitre II : Réglementation.

Qu'est ce qu'une loi ?

C'est une obligation, générale et permanente, qui émane d'une autorité souveraine (le pouvoir législatif) et qui s'impose à tous les individus d'une société. Son non-respect est sanctionné par la force publique.

Un état libre est composé de trois pouvoirs :

- ***le pouvoir législatif qui légifère.***
- ***le pouvoir exécutif pour exécuter la législation.***
- ***le pouvoir judiciaire qui contrôle l'application de la législation.***

La loi est le texte qui émane des parlementaires.

Ainsi, afin d'être applicable, toute loi doit être délibérée, rédigée et votée par les deux assemblées du parlement : l'Assemblée Nationale et le Sénat. Après quoi, la loi doit être promulguée par le Président de la République, puis publiée au *Journal Officiel* pour être applicable à tous.

La loi n'est abrogée que par une autre loi

Qu'est-ce qu'une ordonnance ?

Une ordonnance c'est mettre en ordre, ranger, disposer ou donner un ordre.

C'est un ensemble de règles et de conduites prescrites par l'autorité compétente ou une personne ayant le droit ou le pouvoir de le faire.

C'est un ensemble de mesures prises par le gouvernement dans un domaine qui relève normalement de la loi.

En matière constitutionnelle, une ordonnance est une mesure prise par le gouvernement dans des domaines juridiques relevant normalement de la loi et donc du Parlement (certains domaines étant néanmoins exclus comme ceux relevant des lois de finances et des lois de financement de la sécurité sociale). Les ordonnances entrent en vigueur dès leur publication au Journal officiel.

Qu'est-ce qu'un décret ?

Le décret est un acte, un arrêt, une décision du Pouvoir exécutif ayant pour but d'assurer le fonctionnement des services publics et l'exécution des lois. C'est un complément de la loi et est rendu par les chefs d'États ou de Gouvernement.

Un décret est un acte exécutoire émis par le pouvoir exécutif. C'est une décision qui ordonne ou règle une situation donnée.

C'est aussi une décision émise par une autorité souveraine (Président ou Premier ministre), mais pas par le parlement, seule autorité législative.

Un décret est un acte dont la portée peut être générale ou individuel pris par le président de la République ou le Premier ministre dans l'exercice de leurs fonctions respectives. En effet, la plupart des activités politiques et administratives de ces deux autorités se traduisent, sur le plan juridique, par des décrets. Ils constituent des actes administratifs unilatéraux.

Il peut être signé par le président ou le premier ministre et est publié dans le journal officiel.

Dans la hiérarchie des normes, les règles contenues dans un décret ont une valeur juridique supérieure à celles contenues dans un arrêté

Sur le plan de la forme, le décret comporte des visas, rappelant les textes sur le fondement desquels le décret est pris, et ensuite un dispositif divisé en plusieurs articles, précisant le contenu du décret et ses conséquences juridiques.

Qu'est ce qu'un arrêté ?

L'arrêté est un acte administratif émanant d'une autorité administrative telle que ministres (arrêté ministériel), walis, présidents d'APC (arrêté du Wali, municipal), chefs daïra etc. Il n'émane pas du président de la République ou du Premier Ministre.

Il peut être signé par différents ministres (arrêté interministériels), lorsque ceux-ci interviennent dans le champ de compétence de plusieurs départements ministériels. De même, il peut exister des arrêtés signés par plusieurs walis (arrêté inter wilayas) s'ils concernent différents wilayates.

L'arrêté, comme le décret, comporte à la fois des visas, rappelant les textes qui le fondent, et un dispositif précisant le contenu de l'acte et ses effets juridiques.

Dans la hiérarchie des normes, l'arrêté est inférieur au décret. Comme c'est le cas pour le décret, la portée de l'arrêté peut être variable. Il peut être réglementaire, lorsqu'il pose une règle générale (ex : arrêté municipal interdisant à toute personne circulant dans une rue d'y stationner), ou individuel (ex : nomination d'un fonctionnaire).

Il ne faut pas confondre arrêté et arrêt.

Un arrêt est une décision de justice et on parle alors d'arrêt du Conseil d'État ou arrêt d'une cour d'appel.

De la même façon, on ne doit pas dire un arrêt municipal, ou un arrêt ministériel, mais un arrêté municipal ou un arrêté ministériel.

Il est publié par affichage sous forme papier, si c'est une décision générale, ou bien notification à la personne concernée, si c'est une décision individuelle. Il peut aussi y avoir une version électronique à la disposition du public de manière permanente et gratuite.

Qu'est-ce qu'une circulaire ?

Une circulaire est un texte écrit contenant instructions ou recommandations qui émanent d'une autorité administrative (ministre, wali, recteur, PDG etc...) destiné à informer les membres d'un service, d'une entreprise ou d'une administration qu'ils soient concentrés dans un seul lieu ou déconcentrés sur plusieurs lieux.

La circulaire est une note d'organisation interne prise à l'occasion de la parution d'un texte (loi, décret...) afin de le présenter aux agents qui vont devoir l'appliquer. Elle se contente de l'expliquer et ne doit rien ajouter au texte.

Les circulaires peuvent être, par exemple, note de service ou une instruction.

Textes législatifs Algérien

- Arrêté interministériel du 10 avril 2004 fixant la composition, les missions et le fonctionnement du comité technique des matières et produits chimiques dangereux.
- Arrêté interministériel du 1er août 2004 fixant les conditions et modalités d'acquisition, sur le marché extérieur, des matières et produits chimiques dangereux.
- Décret exécutif n° 10-19 du 12 janvier 2010 modifiant et complétant le décret exécutif n° 03-451 du 1er décembre 2003 définissant les règles de sécurité applicables aux activités portant sur les matières et produits chimiques dangereux ainsi qu'aux récipients de gaz sous pression.
- Arrêté interministériel du 25 octobre 2010 fixant le canevas relatif à l'élaboration du plan interne d'intervention.
- Arrêté interministériel du 21 Chaâbane 1435 correspondant au 19 juin 2014 fixant les conditions et modalités d'acquisition sur le marché national des matières et produits chimiques dangereux par les personnes physiques ou morales dont les activités professionnelles ou personnelles nécessitent l'emploi de matières et/ou produits chimiques dangereux de manière ponctuelle, circonstancielle et/ou accessoire.
- Arrêté interministériel du 10 Ramadhan 1435 correspondant au 8 juillet 2014 fixant les conditions et modalités d'habilitation du personnel affecté aux tâches de stockage des matières et produits chimiques dangereux ainsi que les récipients de gaz sous pression.
- Arrêté interministériel du 13 Safar 1437 correspondant au 25 novembre 2015 fixant la liste et la classification des matières et produits chimiques dangereux.
- Arrêté Interministériel du 27 Joumada El Oula 1437 correspondant au 7 mars 2016 fixant les conditions et modalités d'acquisition, sur le marché national, des produits paramédicaux et des produits toxiques ou présentant un risque particulier et contenant des matières et produits chimiques dangereux.
- Décret exécutif n° 10-19 modifiant et complétant le décret exécutif n° 03-451 définissant les règles de sécurité applicables aux activités portant sur les matières et produits chimiques dangereux ainsi que les récipients de gaz sous pression.

Chapitre III : Risque Chimique

Le risque chimique

Qu'est-ce que le risque chimique ?

Le risque chimique est l'exposition aux agents chimiques dangereux pouvant occasionner des dommages pour la santé, la sécurité ou l'environnement. Ce risque est lié à l'utilisation ou à la présence de produits chimiques.

On parle d'exposition à un agent chimique quand il y a contact avec ce dernier par voie respiratoire, cutanée ou encore par ingestion.

Ce risque regroupe aussi ceux liés au stockage des produits, à leurs transports à leurs manipulations ainsi que l'élimination.

Le terme de produit chimique ou agent chimique désigne les substances chimiques pures ou un mélange de substances pures qu'elles soient solides, liquide ou gazeuses.

Certains objets en plastics sont inoffensifs et inertes en situation ordinaire. S'ils sont chauffés, lors d'incendies, ils se décomposent avec formation de nombreuses substances toxiques qui se dégagent dans l'atmosphère sous forme de vapeurs ou de fumées nocives.

Nos activités quotidiennes nous incitent à utiliser beaucoup de produits chimiques. Ceci fait que le risque chimique est quasi présent.

L'être humain, les animaux, les végétaux ainsi que l'environnement se trouvent en permanence en contact avec les produits chimiques et se trouvent donc exposés aux dangers d'origine chimique.

Les activités les plus concernées sont :

- Activité industrielle : les produits les plus utilisés sont les métaux, les acides et les bases, les dérivés métalliques, les solvants, les peintures etc. D'autres industries utilisent des produits plus complexes pour assurer quantité et qualité d'articles produits.

L'activité industrielle inclut le control de la qualité dans les laboratoires qui, eux aussi, consomment des produits chimiques à simples ou multiples fonctions.

- L'agriculture : ses agents de pollution sont les engrais et les pesticides qui sont utilisés en grandes quantité. En plus, l'agriculture produit des déchets nocifs comme le lisier et les produit de décomposition lors de la fabrication du compost.
- Les transports : toutes catégories confondues, cette activité génère des produits chimiques gazeux et solides sous forme de particules nocives et facilement transportables.
- La vie courante : l'utilisation de produits de ménage et d'entretien (savon, détergents, détartrant etc.) qui contiennent de plus en plus de produits chimiques dangereux comme les phosphates, les acides et les bases.

Les produits chimiques dangereux

Le règlement SGH

C'est le Système Général Harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques, connu sous l'acronyme SGH.

Il définit et classe les dangers et communique ces renseignements en matière de santé et de sécurité sur des étiquettes et des fiches de données de sécurité.

Ce système a été élaboré par les Nations Unies. Il a pour objet d'adopter des critères uniformes pour la classification des dangers et uniformise le contenu et le format des étiquettes et des fiches de données de sécurité utilisées partout dans le monde.

Ce système a été élaboré par une équipe d'experts en communication des dangers provenant de divers pays.

Le système SGH référence, avant l'année 2008, 15 catégories de danger.

Après l'année 2008 la liste a été rallongée à 27 classes de dangers qui sont :

- 16 classes de danger physique
- 10 classes de danger pour la santé
- 1 classe de danger pour l'environnement.

Les classes de danger

Les classes de danger définies par le système SGH sont :

Classes de danger physique

1. Explosibles
2. Gaz inflammables
3. Aérosols inflammables
4. Gaz comburants
5. Gaz sous pression
6. Liquides inflammables
7. Matières solides inflammables
8. Substances et mélanges auto réactifs
9. Liquides pyrophoriques
10. Matières solides pyrophoriques
11. Substances et mélanges auto-échauffants
12. Substances et mélanges qui, au contact de l'eau dégagent des gaz inflammables
13. Liquides comburants
14. Matières solides comburantes
15. Peroxydes organiques
16. Substances ou mélanges corrosifs pour les métaux.

Classes de danger pour la santé

1. Toxicité aiguë
2. Corrosion cutanée/irritation cutanée
3. Lésions oculaires graves/irritation oculaire
4. Sensibilisation respiratoire ou cutanée
5. Mutagénicité des cellules germinales.
6. Cancérogénicité

7. Toxicité pour la reproduction
8. Toxicité spécifique pour certains organes cibles - exposition unique
9. Toxicité spécifique pour certains organes cibles - exposition répétée
10. Danger par aspiration

Classes de danger pour l'environnement

1. Dangers pour le milieu aquatique

La législation Algérienne.

A l'instar des autres nations, notre pays a élaboré un classement des agents chimique en matière de dangereuse et de matière à risque.

Classification algérienne : Classes de dangers.

La législation Algérienne fixe 9 classes et 13 sous classes de produits chimiques dangereux (Arrêté interministériel du 13 Safar 1437 correspondant au 25 novembre 2015).

Ces classes sont :

1. Classe I : Matières explosives
2. Classe II : Gaz comprimés, liquéfiés ou dissous sous pression
 - Sous-classe II.1 : Gaz inflammables (pouvant être toxiques ou non toxiques).
 - Sous-classe II.2 : Gaz non inflammables et toxiques.
 - Sous-classe II 3 : Gaz toxiques (pouvant être inflammables et non inflammables).
3. Classe III : Matières liquides inflammables
 - Sous-classe III.1 : Groupe à point d'éclair faible : Point d'éclair inférieur à 18 °C (essai à creuset fermé).
 - Sous-classe III.2 : Groupe à point d'éclair moyen : Point d'éclair égal ou supérieur à 18 °C et inférieur à 23 °C (essai à creuset fermé).
 - Sous-classe III.3 : Groupe à point d'éclair élevé : Point d'éclair supérieur à 23 °C et inférieur à 61 °C (essai à creuset fermé).
4. Classe IV : Matières solides inflammables et autres matières inflammables
 - Sous-classe IV.1 : Matières solides inflammables.
 - Sous-classe IV.2 : Matières sujettes à combustion spontanée : Matières soit solides, soit liquides dont la propriété commune est d'être susceptibles de chauffer et de s'enflammer spontanément.
 - Sous-classe IV.3 : Matières qui au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables : Matières soit solides, soit liquides dont la propriété commune est de dégager des gaz inflammables au contact de l'eau.

5. Classe V : Matières comburantes (inorganiques et organiques).
 - Sous-classe V.1 : Matières comburantes (inorganiques) : Ces matières ne sont généralement pas nécessairement combustibles mais elles libèrent de l'oxygène.
 - Sous-classe V.2 : Peroxydes organiques. Ils brûlent rapidement, sont sensibles aux chocs et aux frottements, se comportent comme des matières comburantes et sont susceptibles de subir une décomposition de caractère explosif.
6. Classe VI : Matières toxiques et matières infectieuses
 - Sous-classe VI.1 : Matières toxiques : Matières qui ont des effets nocifs graves sur la santé de l'homme en cas d'absorption par voie buccale, d'inhalation ou de contact avec l'eau.
 - Sous-classe VI.2 : Matières infectieuses ne figurant pas sur l'annexe originale ci-jointe car soumises à une réglementation spécifique.
7. Classe VII : Matières radioactives
8. Classe VIII : Matières corrosives
9. Classe IX : Matières dangereuses diverses

Le règlement CLP

Le règlement CLP est l'acronyme de Classification, Labelling, Packaging.

Le règlement CLP est le texte réglementaire élaboré par le Parlement européen, permettant de faire appliquer les recommandations du SGH (Système Global Harmonisé de classification et d'étiquetage) au sein de l'Union européenne. Il définit les obligations concernant la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et des mélanges.

Les produits chimiques dangereux.

Les classes de produits chimiques dangereux sont :

- a. Les produits explosifs.
- b. Les produits comburants.
- c. Les produits extrêmement inflammables
- d. Les produits facilement inflammables.
- e. Les produits inflammables.
- f. Les produits très toxiques.
- g. Les produits toxiques.
- h. Les produits nocifs.
- i. Les produits corrosifs.
- j. Les produits irritants.
- k. Les produits sensibilisants.
- l. Les produits cancérigènes.
- m. Les produits mutagènes.
- n. Les produits toxiques pour la reproduction.
- o. Les produits dangereux pour l'environnement

Les classes de produits chimiques dangereux dans la législation Algérienne sont (Arrêté interministériel du 3 Moharram 1430 correspondant au 31 décembre 2008 modifiant l'arrêté interministériel du 28 Chaabane 1418 correspondant au 28 décembre 1997 fixant la liste des produits de consommation présentant un caractère de toxicité ou un risque particulier ainsi que les listes des substances chimiques dont l'utilisation est interdite ou réglementée pour la fabrication desdits produits.) :

1. agents de blanchiment sous forme de liquide ou poudre contenant du chlore, à l'exclusion de l'eau de Javel.

2. agents nettoyants et/ou désinfectants, notamment les nettoyants pour les surfaces émaillées, les nettoyants pour les sols, les nettoyants pour les vitres, les fours et les toilettes, les shampoings pour moquettes et les produits de lavage (produits pour la lessive et pour la vaisselle).

3. solvants de nettoyage (produits détachants etc..).

4. encaustiques : préparations de cire et d'essence de térébenthine ou de white spirit pour faire briller les meubles et les parquets (les encaustiques contiennent notamment des cires naturelles ou synthétiques, des solvants tels que les hydrocarbures pétroliers, l'essence de térébenthine, les alcools, les glycols, les acétates et les colorants).

5. produits pesticides ≠ usage domestique notamment les herbicides, les insecticides, les raticides, les fongicides et les antimites.

6. produits contenant de l'alcool méthylique.

7. produits caustiques : notamment les acides, les bases minérales (soude, potasse, ammoniac, ammoniaque.), les bases organiques, les oxydants (hypochlorites, peroxydes, permanganates, perborates...), les aldéhydes (formaldéhyde, acétaldéhyde...), les époxydes et les phénols.

8. antirouilles pour linge (notamment l'acide fluorhydrique et l'acide oxalique).

9. produits aérosols (autres que les produits cosmétiques et d'hygiène corporelle).

10. produits destinés à l'éducation et à la récréation des enfants tels que les jeux chimiques ou contenant des produits chimiques accessibles, les peintures pour enfants et les pâtes à modeler.

11. revêtements protecteurs notamment les peintures, les vernis, les xyloprotecteurs, les cirages et les imperméabilisants.

La liste des produits chimiques dangereux est téléchargeable depuis ce lien : <http://www.energy.gov.dz/francais/uploads/2016/dpp/liste%20PCD%2025%20NOV%202015.pdf>

Nature du risque chimique

On distingue deux types de risques chimiques ; le risque d'intoxication et le risque d'incendie explosion.

Le risque d'intoxication

Ce risque est spécifique aux organismes vivants, végétaux, animaux et à l'homme qui est particulièrement sensible aux substances chimiques.

Les produits chimiques qui atteignent les organismes vivants, pénètrent à l'intérieur où ils subissent certaines transformations et se suffixent préférentiellement sur les organes en perturbant leur fonctionnement normal. Il en résulte un dysfonctionnement de l'organisme avec, parfois, détérioration voire destruction de tissus cellulaire ; c'est le début de l'intoxication et l'apparition de pathologies diverses, de brûlure, de blessures et de maladies plus ou graves.

Suivant la nature et les caractéristiques de la substance ingérée, les perturbations et les conséquences diffèrent

Un produit très agressif a tendance à avoir un effet autour du point de contact ou très proches de ce dernier. Par contre des substances toxiques mais non directement agressives sont capables de pénétrer en profondeur, y subir des transformations appelées métabolisme et agresser l'organe sur lequel elles se fixent.

L'acide sulfurique projeté sur la peau détruit la partie de l'épiderme atteinte et cause des brûlures chimiques de différentes gravités en fonction de la concentration de ce dernier. Le trichloroéthylène, par exemple, est un solvant organique qui pénètre dans l'organisme à travers les voies respiratoires ou les voies cutanée et se fixe sur le foie où il est métabolisé en acide et agresse cet organe. L'acide fluorhydrique, un autre exemple, agit en attaquant la peau ensuite les os.

Les intoxications par les produits chimiques peuvent être classées en :

- Intoxication accidentelle.
- Intoxication chronique.

Intoxication accidentelle.

Ces intoxications font suite à un accident ou incident soudain et imprévu qui s'accompagne, le plus souvent, d'une libération massive de produits chimiques nocifs ou toxiques dans son environnement immédiat ou élargie. L'exemple est celui des accidents industriels majeurs.

Les produits chimiques émis lors d'accidents se retrouvent :

- Dans l'atmosphère sous forme de gaz, de vapeur, de gouttelettes liquides (brouillard), sous forme d'aérosols, de poussière fine de fumée. Ces polluants atmosphériques restent en suspension dans l'air et pénètre dans les organismes vivants à travers des voies respiratoires et par la peau.
- Dans les milieux aquatiques, rivières, lacs, étangs, mers et océans. Les produits polluants agissent sur les organismes vivants (faune et flore) en désappauvrissant l'eau de l'oxygène.
- Dans le sol, qui sera contaminé, car les polluants sont absorbés par les racines des plantes et par les insectes qui se retrouvent au sol

- Sous l'influence des pluies qui déplacent les polluants jusqu'à la nappe phréatique par lessivage des sols pollués.
- Les substances dangereuses émises accidentellement ont lieu principalement :
- A la suite d'erreur ou de dysfonctionnement ou de situation non adaptée au cours d'opération de production ou d'entretien.
- A la suite de fuites, de débordement ou de toute forme d'expulsion de produits de l'enceinte qui les contient. Ces produits peuvent être liquide, gaz (vapeur) ou solide.
- A la suite d'incendies ou d'explosion qui sont accompagnés de dégagement de substances nocives et toxiques et de températures qui peuvent être très élevées.

Les intoxications chroniques

Ces intoxications sont causées par l'absorption de faibles quantités de substance dangereuses pendant de longues périodes. Elles se traduisent par des pathologies ou de diverses maladies de différente gravité soit rapidement soit plusieurs années après exposition.

Ces substances ne sont peu agressives mais déclenchent dans l'organisme des processus pathologiques graves ; cas de l'amiante, de la silice, du benzène et de sels de métaux lourds (plomb, mercure etc).

Ces intoxications ont pour origine l'évaporation de substance lors de processus industriels normaux tels que : distillation, extraction, cristallisation, nettoyage, dégraissage, traitement de surface (peinture, galvanisation) etc.

Il existe plusieurs catégories d'intoxication chronique :

- Pathologies professionnelles ; elles touchent les travailleurs (industrie et agriculture) exposés aux agents chimiques à forte dose pendant de longues périodes. Ces pathologies sont déclarées comme maladies professionnelles.
- Les pathologies de la vie courante. Elles sont causées par l'usage de détergents, de peintures et de solvants.
- Environnement pollué suite à l'intoxication de la faune et de la flore qui, avec le temps, devient malade et disparaît.

Chapitre IV : La réaction dangereuse, Risque d'Explosion Incendie

Le risque d'incendie-explosion est un ensemble de processus physico-chimique ayant pour origine le mélange de substance susceptible de s'enflammer ou d'exposer. Ces processus sont complexes et ont pour origine les réactions chimiques dangereuses.

L'appellation "réaction chimique dangereuse" est attribuée aux réactions qui présentent des risques d'accident et de sinistres et sont caractérisés par des vitesses de réactions très élevées, s'accompagnent de dégagement de chaleur important et sont incontrôlables.

Le point éclair.

Le point éclair est la température minimale pour laquelle un liquide inflammable émet suffisamment de vapeurs qui, mélangée avec l'air, s'enflamment instantanément en présence d'une flamme ou d'une étincelle.

Il est déterminé expérimentalement pour chaque substance inflammable soit en coupelle ouverte ou en coupelle fermée.

Une formule empirique permet d'apprécier le point éclair en l'absence de données expérimentales. Elle a été établie à la base sur de l'acide acétique et vérifiée sur plus de 100 composés organiques avec une erreur maximale de $\pm 10\%$.

$$T_{PE_x} = -57,6 + 0,64 \cdot T_{Eb_x}$$

Le point d'auto-inflammation

Le point d'auto-inflammation d'un mélange gazeux de combustible et de comburant est la température minimale à laquelle le mélange s'enflamme spontanément. La combustion est amorcée et peut continuer d'elle-même en l'absence de source d'ignition.

Le point d'auto-inflammation permet de connaître la température à partir de laquelle un incendie (une combustion) s'amorce d'elle-même et sans apport de flammes.

Limites d'inflammabilité et d'explosivité.

Les mélanges gazeux formés de combustibles et de l'air sont dangereux et sont à l'origine d'un grand nombre d'incendies et d'explosion. De nombreuses études ont été menées sur ces mélanges et ont démontrées que les inflammations et les explosions ne peuvent se produire que dans des zones de concentration définies.

Chaque substance est caractérisée par un domaine (intervalle) d'inflammabilité ou d'explosivités. Il est déterminé expérimentalement et est délimité par une limite inférieure (LI) et une limite supérieure (LS).

Ainsi, pour ce qui est du domaine de l'inflammabilité, on définit la limite inférieure d'inflammabilité (LII) et la limite supérieure d'inflammabilité (LSI). Pour le domaine d'explosivité, on définit les limites inférieures et supérieures d'explosivité (LIE et LES).

Pour chaque substance ces domaines sont déterminés expérimentalement sur la courbe de l'énergie de combustion en fonction de la concentration du combustible dans l'air. Cette courbe est gaussienne et est représentée dans la Figure 1

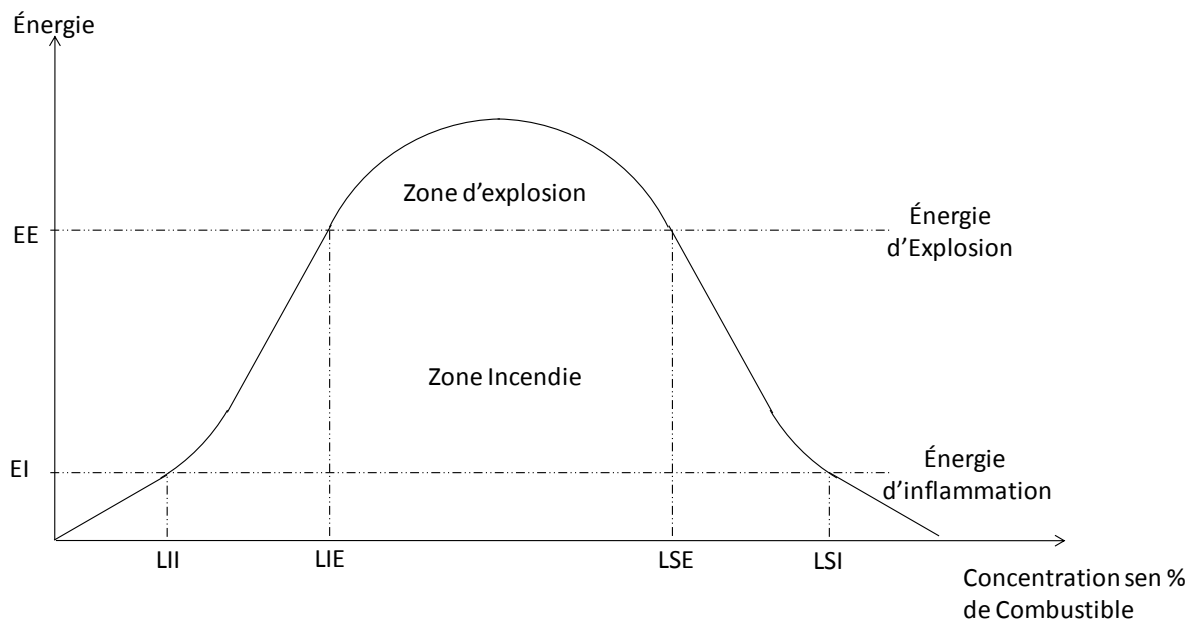


Figure 1 : Courbe énergie de combustion en fonction de la concentration du combustible gazeux

- LII : limite inférieure d'incendie.
- LIE : limite inférieure d'explosivité.
- LES : limite supérieure d'explosivité.
- LSI : limite supérieure d'incendie

La Figure 1 montre que la zone d'explosivité d'une substance est plus étroite que la zone d'inflammation et y est située.

Limite d'inflammabilité

La limite d'inflammabilité est un intervalle délimitant la quantité d'une substance susceptible de constituer avec l'air un mélange inflammable. Il est situé entre deux limites ; la limite inférieure et la limite supérieur d'inflammabilité.

Si le taux de la substance mélangée avec l'air est situé entre les limites LII et LSI, le mélange est susceptible de s'enflammer. Par contre, si le taux est en dessous de la LII ou au-dessus de la LSI, le mélange est dit trop pauvre ou trop riche et ne pourra donner lieu à une inflammation.

Limite inférieure et supérieure d'inflammabilité

La limite inférieure d'inflammabilité, LII, est la concentration minimale de gaz combustible dans l'air pour qu'une flamme se propage dans tout le mélange.

La limite d'inflammabilité supérieure, LSI, est la concentration maximale de gaz combustible dans l'air en mesure de provoquer une flamme qui se propage dans tout le mélange

Les limites LII et LSI sont exprimées en pourcentage en volume de combustible dans le mélange combustible/air (comburant).

On peut estimer les valeurs de LII et LSI par les équations suivantes :

$$LII = aC_s$$

$$LSI = bC_s$$

- a et b sont des constantes caractéristiques de chaque substance.
- C_s : concentration stœchiométrique volumique dans l'air pour une combustion complète

Le Tableau 2 présente les constantes a et b.

Tableau 2 : Constante caractéristiques a et b des substances inflammable (sécurité des procédés chimique
André Laurent éd. Lavoisier 2011)

Composés	a	b
Hydrocarbures saturés linéaires	0,555	3,1
Cycloalcanes	0,567	3,34
Alcènes	0,475	3,41
Hydrocarbures aromatiques	0,531	3,06
Alcools, Glycols	0,476	3,12
Éthers-oxydes	0,537	7,03
Époxydes	0,537	10,19
Esters	0,552	2,88
Composés $C_xH_yO_z$	0,537	3,09
Dérivés mono chlorés	0,609	2,61
Dérivés dichlorés	0,716	2,61
Amines	0,692	3,58
Produits contenant du soufre	0,577	3,95

Les limites LII et LSI varient avec la température et la pression.

Pression de vapeur saturante

La pression de vapeur saturante d'un liquide à une température donnée constitue un indicateur de la volatilité de la substance. Cette pression est fonction de la température ; elle croît si la température augmente et décroît si la température baisse.

L'équation d'Antoine donne l'expression de la pression de vapeur saturante en fonction de la température.

$$\log P = A - \frac{B}{T + C}$$

- A, B et C sont des facteurs de l'équation.
- T : la température en degré Celsius ou en Kelvin selon les facteurs A, B et C.
- log P : logarithme base 10 de la pression saturante.

Le Tableau 3 regroupe les paramètres de l'équation d'Antoine pour quelques substances.

Tableau 3 : Paramètres de l'équation d'Antoine $T^{\circ}\text{C}$, P en kPa, $\log_{10}P$

Constituants	a	b	c
n-Pentane	5,9903	1071,1870	232,7660
n-Hexane	6,0110	1176,1020	224,8990
n-Heptane	6,0270	1267,5920	216,7960
n-Octane	6,0439	1351,9380	209,1200
Cyclohexane	6,0057	1223,2730	225,0890
Benzène	6,0191	1204,6370	220,0690
Toluène	6,0844	1347,6200	219,7870
Éthylbenzène	7,0785	1421,6530	212,6760
o-Xylène	6,1270	1476,7530	213,9110
m- Xylène	6,1323	1460,8050	214,8950
p- Xylène	6,1136	1452,2150	215,1580
Méthanol	7,2066	1582,6980	239,7650
Éthanol	7,2422	1595,8110	226,4480
Acétone	6,2502	1214,2080	230,0020
Eau	7,0625	1650,2700	226,3460

La réaction Chimique.

Une réaction chimique est un processus thermodynamique de transformation de la matière au cours de laquelle des espèces, appelés réactifs, sont consommées pour former d'autres espèces, appelées produits.

Durant ce processus il y a rupture et formation de liaisons entre les atomes.

En fonction de la nature des réactifs, de la vitesse de déroulement de la réaction et de la nature des produits obtenus on distingue trois grandes classes de réactions :

- Réaction de combinaison.
- Réaction de décomposition
- Réaction de réarrangement.

En fonction de la nature des réactions, il en apparaît deux classes :

- Les réactions simples, dont la transformation est totale.
- Les réactions complexes qui se déroulent en plusieurs phases avec des réactions intermédiaires.

Dans chaque classe existe des types de réactions dépendant de la nature des réactifs consommés et des produits formés. Ainsi :

- Si les réactifs sont de nature organique, les réactions peuvent être :
 - Réactions d'additions.
 - Réactions d'éliminations.
 - Réactions de substitutions.
 - Réactions de polymérisations.
- Si les réactifs sont de nature minérale, les réactions peuvent être :
 - Réactions d'oxydoréductions.
 - Réactions acides bases.
 - Réactions de combinaison.

Réaction chimique dangereuse.

Une réaction chimique est dite dangereuse si :

- Elle fait réagir des agents chimiques incompatibles.
- Elle produit des agents chimiques incompatibles.
- Elle présente des risques pour les hommes et l'environnement

Qu'est ce que les agents chimiques incompatibles ?

On appelle agents chimiques incompatibles, les agents chimiques purs ou composés, susceptibles de réagir brutalement lorsqu'ils entrent en contact les uns avec les autres en dégageant de la chaleur et des vapeurs toxiques.

On distingue trois types de réactions dangereuses :

- Les réactions avec dégagement de chaleur excessif.
- Les réactions avec dégagement de substances toxiques.
- Les réactions avec dégagement simultané de chaleur et produits toxiques

Ces réactions sont caractérisées par des risques qui les rendent imprévisibles, incontrôlables et dangereuses. Ces risques sont :

- Le Risque d'incendie.
- Le Risque d'explosion.
- Le Risque d'intoxication

En industrie, les principales réactions chimiques dangereuses sont :

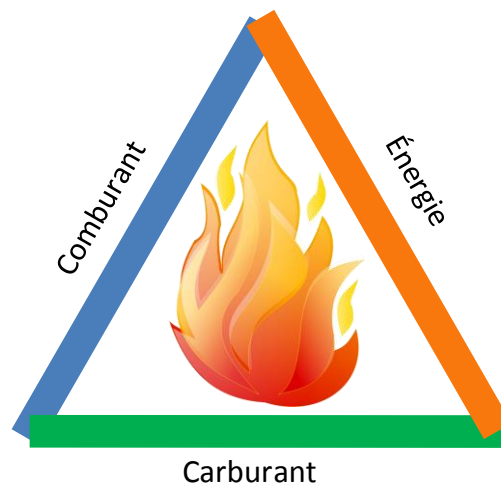
- Les réactions de combustion.
- Les réactions d'oxydo-réduction.
- Les synthèses organiques (nitration, chloration, bromation etc.).
- Les réactions de polymérisations et de polycondensations.
- Les réactions de décomposition de substances instables.
- Les réactions de décomposition thermiques (pyrolyse).

Le risque incendie.

Le risque d'incendie est la conséquence des réactions de combustions rapides qui dégagent beaucoup d'énergie calorifiques. L'échauffement produit, décompose les réactifs et les produits avec formation de gaz et de vapeurs qui s'enflamment.

Le triangle du feu

Pour qu'il y ait combustion il faut la présence simultanée d'un carburant, d'un comburant et de l'énergie pour amorcer le feu. ; C'est le triangle du feu.

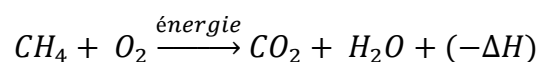


Un carburant ou combustible (substance inflammable) est un réactif qui génère de l'énergie, dans une réaction chimique.

Un comburant est un réactif qui provoque ou favorise la combustion.

L'énergie, ou source d'ignition, est l'élément qui fournit la chaleur nécessaire pour enflammer une atmosphère.

Au sens chimique, une combustion est une réaction d'oxydo-réduction où le comburant est l'oxydant fort et le carburant est le réducteur fort.



Le Tableau 4 regroupe les degrés d'oxydation des éléments de la combustion du méthane dans l'oxygène

Tableau 4 : degrés d'oxydation des agents chimiques de la réaction de combustion du méthane

Nature des agents chimiques	Éléments chimiques	Degré d'oxydation
Réactifs	Carbone dans CH ₄	-4
	Oxygène dans O ₂	0
Produits	Carbone dans CO ₂	+4
	Oxygène dans H ₂ O et CO ₂	-2

Le degré d'oxydation du carbone croit de -4 à +4, ce qui fait de lui un réducteur. Celui de l'oxygène est passé de 0 à -2, ce qui fait de lui un oxydant. L'ensemble de ces deux réactifs font que cette réaction soit une réaction d'oxydo-réduction.

C'est ainsi que les réactions de combustion sont de réaction d'oxydo-réduction entre un réducteur fort (le carburant) et un oxydant fort (comburant).

A la suite de cette conclusion il apparaît évident d'envisager l'existence des feux de métaux qui peuvent être des carburants et qu'en dehors de l'air ou de l'oxygène il existe d'autre comburant comme le soufre par exemple.

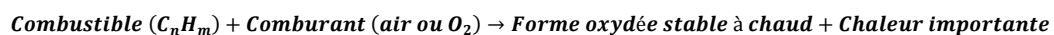
Les réactions d'oxydo-réduction sont appelées combustion si elles dégagent une grande quantité de chaleur qui est à l'origine des incendies.

Si le carburant est un composé organique et s'il contient beaucoup de carbone et d'hydrogène dans sa molécule, la quantité de chaleur dégagée sera importante.

Plus le combustible est riche en carbone et en hydrogène, plus il faut d'oxygène pour la combustion.

Les substances carburantes sont principalement les hydrocarbures et toutes les substances organiques (alcools, aldéhydes et cétones, les substances organiques azotées, les substances halogénées, les substances soufrées etc).

Selon le cas, si la stœchiométrie de la réaction est respectée la nature des produits sera différente de celles des réactions se déroulant avec un défaut d'oxygène. Le schéma général des réactions de combustions avec l'oxygène est :



Quelques valeurs de chaleurs de combustion de produits utilisés en industrie sont représentées au Tableau 5

Le risque d'explosion.

Les explosions sont des réactions chimiques très rapides qui dégagent de très fortes chaleurs, beaucoup de substances gazeuses et sont incontrôlables.

Pour obtenir des réactions explosives, les réactifs doivent être en contact intime sous forme de gaz, de solide (poussière ou aérosol) en présence de comburant

En fonction de la vitesse de la réaction on distingue :

- Les déflagrations.

Les détonations

Tableau 5 : chaleur de combustion et valeurs limites de quelques composés utilisés en industrie.

Combustibles	Chaleur de combustion Kca	Limite d'Inflammabilité (%)		Substances Formées
		Limite inférieure	Limite supérieure	
Acétaldéhyde	279,00	3,97	57,00	Habituelles
Acétone	427,00	2,55	12,80	Habituelles
Acétylène	312,00	2,50	80,00	Habituelles
Benzène	782,00	1,40	7,10	HAP
Cyclohexane	938,00	1,26	7,75	HAP
Décane	1610,00	0,77	5,35	Habituelles
Alcool Éthylique	327,00	3,28	18,95	Habituelles
Oxyde d'Éthylène	302,00	3,00	74,20	Habituelles
n-Hexane	990,00	1,18	7,40	HAP
Méthane	211,00	5,00	15,00	Habituelles
Méthylamine	256,00	4,95	20,75	N ₂ , NO ₂
Alcool Méthylique	171,00	6,72	36,50	Habituelles
Toluène	934,00	1,27	6,75	Habituelles, HAP
Trinitro glycérine	368,00	-		Habituelles, N ₂ , NO ₂ , HAP
Xylène	1090,00	1,00	6,00	Habituelles HAP

HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique

Les déflagrations.

Ce sont des explosions de faible ampleur avec dégagement gazeux important. La vitesse de réaction n'est pas suffisante pour donner naissance à une onde de choc destructive car l'énergie développée est beaucoup plus faible par rapport aux détonations.

Les déflagrations sont des combustions très vives et sont obtenues essentiellement :

-soit avec des mélanges d'explosifs contenant à la fois des fonctions oxydantes, des fonctions réductrices (nitrocellulose) et des retardataires.

-soit avec des mélanges d'oxydants et de réducteurs moins réactifs

Les détonations.

Ce sont des explosions beaucoup plus puissantes dues à des réactions extrêmement rapides, obtenues avec des mélanges instables ou des mélanges contenant des molécules ayant, à la fois, des fonctions oxydantes et des fonctions réductrices. Les vitesses de réaction sont très élevées.

Les détonations sont caractérisées par l'émission d'une onde de choc très destructive.

L'onde de choc est une progression de surpression de l'air qui se propage dans toutes les directions suivant une onde caractérisée par des surpressions suivies de dépressions de la

pression de l'air. C'est une succession de crêtes correspondant à des maxima suivis de minima de pression constituant des vagues.

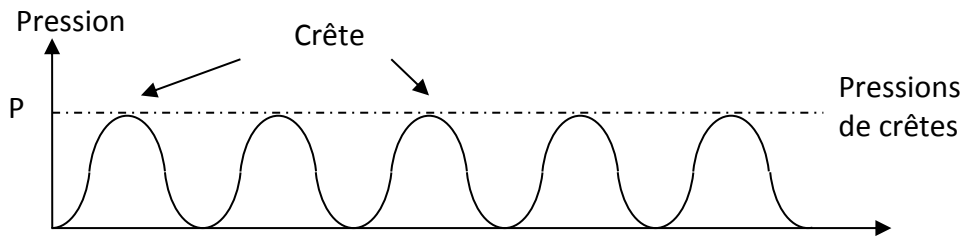


Figure 2 : Représentation de l'onde de choc

L'onde de choc suit une progression de surpression de l'air en un mouvement sinusoïdal qui se propage suivant des surfaces sphériques ayant pour centre la source de la détonation.

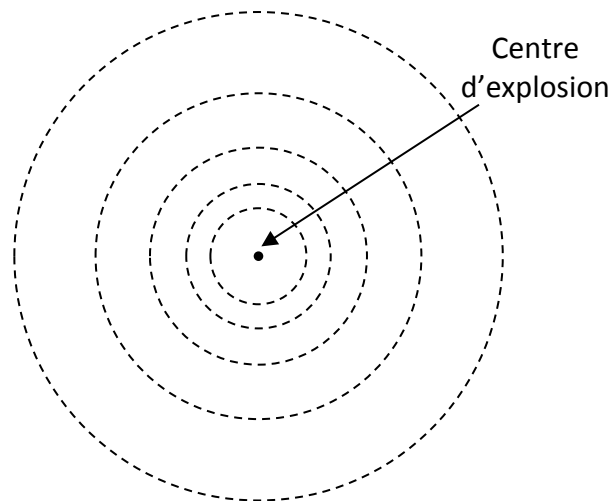


Figure 3: Progression de l'onde de choc autour du centre de détonation

Le long de la vague la vitesse de propagation n'est pas constante et varie avec l'amplitude de la pression, ce qui accroît le pouvoir compressif de l'onde de choc et son effet destructeur.

Lorsque l'onde de choc rencontre un obstacle matériel, ce dernier est soumis à des surpressions et des dépression successives qui le fragilisent, le déforment et le brisent.

L'hexagone des explosions.

Pour qu'il y ait explosion, six conditions doivent être présentes ; ce sont les trois conditions du triangle du feu en plus de trois autres. Ces six conditions définissent l'hexagone de l'explosion et sont :

1. Un combustible.
2. Un comburant.

3. L'énergie d'amorçage.
4. Un mélange des réactifs homogène avec le comburant. Il est assuré par l'état de division des réactifs.
5. La composition du mélange qui doit être entre LIE et LES.
6. Existence d'un confinement.

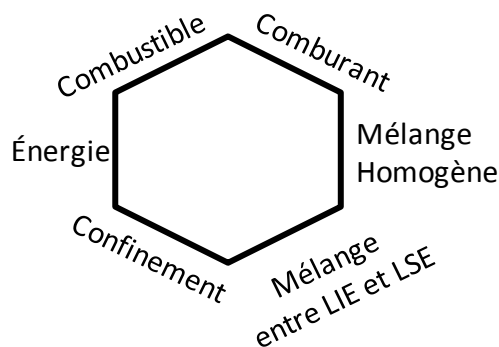


Figure 4 : Hexagone de l'explosion

L'aptitude des substances à s'entre-réagir, leur état de division qui assure un mélange homogène et un contact étroit entre les molécules font que ces réactions ont des vitesses très élevées, rendues encore plus grande par l'élévation de la température et de la pression à cause des gaz qui se dégagent et se dilatent suite au chauffage élevé. Autrement dit, ce sont les produits de la combustion (CO_2 et H_2O) qui en se libérant forment un volume gazeux considérable.

Si le combustible est formé d'un nombre important en carbone et en hydrogène, les gaz produit sont plus importants et l'explosion n'est que plus intense.

Produits industriels à risque d'explosion.

Chaque substance possède des caractéristiques spécifiques d'explosivité. Quelques-unes peuvent être communes qui sont :

- Plus le nombre de carbone et d'hydrogène augmente, plus la production de CO_2 et de H_2O augmente ce qui fait augmenter le volume des gaz produits.
- Plus la taille des particules solides et liquide est faible (poussières, aérosols) plus le mélange est homogène avec le comburant.
- Plus la substance est riche en hydrogène, plus elle est combustible.
- Présence simultanée dans la molécule de groupe oxydant et de groupe réducteur augmente l'instabilité et l'explosivité.

Les réactif et produits industriels susceptible de présenter un risque d'explosion sont :

- **Les hydrocarbures**, naturel ou synthétiques, gazeux, liquides ou solides car ils sont combustibles, dégagent beaucoup de chaleur et de gaz.
- **Les dérivés d'hydrocarbures.**
 - Les dérivés oxygénés : les alcools, les éthers, les cétones et les aldéhydes

- Les dérivés azotés : amines, nitrates et nitrites.
 - Les dérivés halogénés : composés fluorés, chlorés et bromés.
- **Les produits minéraux**, tel que l'hydrogène, les métaux alcalins, les halogènes qui sont oxydants, le soufre et le phosphore qui brûlent à l'air, les carbures (CaC_2), les acétylures ($[\text{C}\equiv\text{C}]^{2-}\text{M}^{2+}$), les hydrures (H^-M^+), les phosphures ($\text{P}^{3-}\text{3M}^+$), les nitrures ($\text{N}^{3-}\text{3M}^+$)
 - **Les poussières combustibles**, à cause de la granulométrie très faible qui les rend en suspension dans l'air comme les poussières en agro-alimentaire (sucre, blé, farines), les poussières des végétaux (papier, bois) et les poussières de métaux (fer, aluminium, magnésium).
 - **Les peroxydes** (ROOR') qui sont des produits très oxydant comme les peroxydes organiques et minéraux (H_2O_2 , P_2O_5 , ClO_3^-)

Tableau 6 : Substances susceptible de former un mélange explosif avec l'air.

Substances	Limite d'Explosivité %		Chaleur de combustion	Type d'explosion
	LIE	LES		
Méthane	5,0	15,0	210	Détonation
Propane	2,1	9,5	331	Détonation
Butane	1,8	8,4	380	Détonation
Hexane	1,1	7,5	990	Détonation
Octane	1,0	7,0	1302	Déflagration
Éthylène	2,7	36,0	331	Détonation
Acétylène	2,5	82,0	312	Détonation
Benzène	1,2	7,8	782	Détonation
Toluène	1,2	7,1	934	Déflagration
Xylène	1,0	7,0	1090	Déflagration
Styrène	1,1	6,1	1047	Déflagration
Acétone	3,0	13,0	426	Détonation
Alcool Éthylique	3,0	19,0	327	Déflagration
Ammoniac	16,0	25,0	160	Déflagration
Hydrogène Sulfuré	4,3	46,0		Déflagration

Tableau 7: Inflammabilités, explosivités, points éclair et point auto-inflammation de quelques réactifs industriels

Produits	Limites d'Inflammabilité%		Limite d'Explosivité %		Point Éclair °C	Point d'Auto-Inflammation °C
	LII	LSI	LIE	LES		
Méthane	5,00	15,00	5,00	15,00	-188,00	580,00
Éthylène	2,75	28,60	2,70	36,00		520,00
Acétylène	2,50	80,00	2,50	82,00		300,00
Benzène	1,40	7,10	1,20	7,80	-11,00	538 à 582
Toluène	1,27	6,75	1,20	7,10	4,00	535,00
Alcool Éthylique	3,28	18,95	3,00	19,00	13,00	363 à 425
Acétone	2,55	12,80	3,00	13,00	-18,00	538,00
Acétaldéhyde	3,97	57,00	4,00	60,00	-38,00	165,00
Éther Éthylique	1,85	36,50	1,90	36,00	-45,00	160 à 180
Hydrogène	4,00	74,20	4,10	74,80		570,00
Ammoniac	15,50	27,00	16,00	25,00		651,00
Hydrogène Sulfuré	4,30	45,50	4,30	46,00		260,00
Acide Cyanhydrique	5,60	40,00	5,60	40,00	-17,80	538,00
Monoxyde de Carbone	12,50	74,20	12,50	74,00		609,00
Sulfure de Carbone	1,25	50,00	1,00	50,00	-30,00	100,00
Mono Chloro Méthane	8,25	18,70	7,10	17,50	-20,00	625,00

Le BLEVE

C'est un acronyme de Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion.

Le BLEVE est la conséquence des réservoirs contenant un liquide pressurisé porté à une température supérieure à sa température d'ébullition sous pression atmosphérique.

Il est défini comme une vaporisation explosive consécutive à la rupture d'un réservoir fermé contenant un liquide porté à une température supérieure à sa température d'ébullition à la pression atmosphérique. Le liquide inflammable est surchauffé par apport d'énergie externe au réservoir ; un incendie par exemple

Le BLEVE peut survenir avec tout liquide, lorsqu'il est surchauffé et contraint dans une enceinte fermée.

On distingue deux types de BLEVE ; le BLEVE froid et le BLEVE chaud.

BLEVE froid.

Il se produit à une température inférieure à la température de surchauffe du liquide. L'explosion produit une déflagration avec production de boule de feu.

BLEVE chaud.

Il se produit à une température supérieure à la température de surchauffe du liquide. L'explosion plus détonante avec production et élévation de la boule de feu. Plus on se rapproche du point critique du fluide, et plus la violence de l'explosion sera importante, le fluide se comportant "de plus en plus" comme un gaz.

Trois conditions sont nécessaires pour qu'un BLEVE apparaisse

1. La pressurisation dans un réservoir fermé.
2. La rupture brusque de l'enveloppe du réservoir.
3. La surchauffe du liquide.

La température de surchauffe

En l'absence de données expérimentales, il est possible de calculer la température de surchauffe des liquides par l'expression suivante :

$$T_{SL} = T_{cri} * \left[\frac{0.11P}{P_{cri}} + 0.89 \right]$$

- T_{SL} : Température de surchauffe du liquide.
- T_{cri} : Température critique du liquide.
- P_{cri} : Pression critique du liquide.

Les résultats obtenus avec cette équation présentent un écart acceptable avec les valeurs expérimentales. Le Tableau 8 en donne quelques exemples.

Les effets du BLEVE

Les effets du BLEVE sont comme ceux d'une explosion de gaz ou de vapeur. Ils se traduisent par une onde de pression, par des émissions de missiles et une boule de feu si le liquide est inflammable.

Les conséquences de la boule de feu en champ proche seraient plus importantes que celles dues aux missiles et à l'effet dû au souffle.

Tableau 8 : Température de surchauffe de quelques composés

Substances	T_{cri} °C	$T_{SL\ exp}$ °C	$T_{SL\ cal}$ °C
Éthane	32,3	-4,0	0,2
Propylène	92,0	52,4	53,7
Propane	96,8	53,0	57,9
Isobutane	134,0	88,0	91,3
Butène 1	146,0	97,8	102,0
Butène 2	146,6	106,5	102,5
Butane	152,0	105,0	107,4
Butadiène 1,3	152,0	104,1	107,4
Chlorure de vinyle	156,0	101,0	110,9
Chlorure d'éthyle	187,2	126,0	138,8
Pentène 1	188,0	144,0	139,6
Pentane	196,6	147,8	147,3
Hexane	234,2	184,0	180,9
Acétone	235,0	168,0	181,7
Heptane	267,0	214,0	210,3
Cyclohexane	281,0	219,6	222,8
Benzène	288,5	225,3	229,5
Eau	374,0	280,0	306,0

Diamètre de la boule de feu

Le diamètre de la boule de feu est estimé par des formules empiriques qui résultent de l'expérience.

Dans ces formules il apparaît que le diamètre de la boule de feu ne dépend pas de la nature de l'hydrocarbure mais de la dimension initiale du nuage de vapeur. Il est exprimé en fonction de la masse initiale (kg) de l'hydrocarbure liquide contenu dans le réservoir par :

$$D_B = 6.48 * m^{0.325}$$

- D_B : diamètre, en mètre, de la boule de feu.
- m : masse initiale de l'hydrocarbure liquide en kilogramme.

Hauteur d'élévation de la boule de feu

Elle représente la hauteur du bas de la boule de feu par rapport au niveau du sol et est estimée en fonction du diamètre de la boule de feu comme égale à :

$$h = 0.25 * D_B$$

- h : hauteur en mètre, de la boule de feu.

Durée de combustion

Elle est exprimée en secondes et représente la durée effective de combustion de la boule de feu. Elle est exprimée par une expression empirique en fonction de la masse initiale de l'hydrocarbure.

$$t = 0.85 * m^{0.26}$$

- t : durée en secondes de la combustion de la boule de feu.
- m : masse initiale de l'hydrocarbure liquide en kilogramme.

Durée d'élévation de la boule de feu

Pendant la combustion, la boule de feu, qui est sphérique, commence à s'élever dans les airs pendant une durée qui reste proportionnelle à la quantité de liquide présent dans le réservoir. Elle est estimée en seconde par la relation empirique suivante :

$$t_{l_0} = 1.1m^{0.167}$$

Exemple

Le BLEVE d'un camion-citerne contenant 23470 kg de propylène donne les résultats suivants :

- Nombre de morts : 21
- Diamètre de la boule de feu : 179 m.
- Durée de combustion : 12 s.
- Durée d'élévation : 5 s
- Hauteur d'élévation du bas de la boule : 45 à 90 m

Chapitre V : Le Risque d'Intoxication

Généralité

Tout produit chimique qui pénètre dans l'organisme humain possède, à des degrés divers, la faculté de perturber le fonctionnement normal d'un ou des organes et, ainsi, modifier négativement le fonctionnement de l'organisme. C'est la toxicité

Ce dysfonctionnement de l'organisme est dit intoxication.

La toxicité existe sous trois formes :

1. **Intoxication aiguë.**

Elle résulte de l'absorption, du contact ou de l'inhalation de substances nocives en une seule fois à dose élevée et les manifestations sont de différentes gravités jusqu'à causer la mort.

2. **Intoxication subaiguë.**

Elle résulte de l'absorption répétée de doses de toxique moyennement importantes, réparties sur une période allant de quelques jours à quelques semaines.

3. **Intoxication chronique.**

C'est l'exposition répétée par contact ou inhalation de très faibles doses de substances chimiques possédant des propriétés cumulatives.

Classification des substances dangereuses

Le système SGH classe les substances et préparations dangereuses en :

1. **Très toxiques T⁺**: ces substances entraînent la mort ou des risques aigus ou chroniques si elles sont inhalées, ingérées ou par absorption cutanée



2. **Très toxiques T**: ces substances entraînent la mort ou des risques aigus ou chroniques si elles sont inhalées, ingérées ou par absorption cutanée. Ces substances sont légèrement moins toxiques que les précédentes.
3. **Nocives Xn** : ces substances peuvent entraîner la mort ou des risques aigus ou chroniques si elles sont inhalées, ingérées ou par absorption cutanée. Ces substances sont encore moins dangereuses que les précédentes.



4. **Corrosives C**: ces substances, au contact avec les tissus vivants, peuvent les détruire.



5. **Irritantes Xi** : ces substances provoquent des réactions inflammatoires si elles sont en contact avec les muqueuses ou la peau.



6. **Sensibilisantes Xn ou Xi** : ces substances donnent des réactions hypersensibilité.

7. **Cancérogènes Carc** : ce sont des substances qui provoquent le cancer ou augmentent la fréquence d'apparition de tumeurs.



États physiques des agents toxiques

Un Agent toxique peut être sous un ou plusieurs états physiques ; il peut être solide, liquide ou gaz.

État Solide : l'agent toxique se présente sous forme pulvérulente (poudre) et peut être diffusé en aérosol sous forme de particules fines en suspension dans un gaz ou dans l'air.

État Liquide : Certains agents toxiques sont liquides à température ambiante, comme c'est le cas du mercure. Ces agents, même si leur température d'ébullition soit très supérieure à 100° C, ils peuvent émettre des vapeurs toxiques.

État Gazeux : Ces agents ont une température d'ébullition négative (le chlore, l'ammoniac ou l'hydrogène arsénié). Ils seront totalement à l'état gazeux après explosion ou diffusion dans l'atmosphère.

L'état physique d'un agent chimique est fonction de deux paramètres, des paramètres intrinsèques et extrinsèques.

Les Paramètres Intrinsèques : ensemble de paramètres physicochimiques qui sont propre à l'agent lui-même, comme la température de fusion/ébullition sous pression atmosphérique.

Paramètres Extrinsèques : ensemble de paramètre imposé à l'agent chimique et agissant sur lui comme la température de l'ambiance, la pression extérieure ou le taux d'hygrométrie imposé

L'état physique de l'agent chimique conditionne les voies de pénétration dans un organisme vivant

Voies de pénétration du toxique dans l'organisme

Organisme vivant

Un organisme vivant ou un être vivant est un ensemble d'organe sujet à des variations en fonction du temps et pouvant accomplir des fonctions et des tâches précise. Il est doté de vie c'est-à-dire qu'il naît croît et meurt.

Durant ce processus l'être vivant doit se nourrir, se reproduire et se développer en s'adaptant à l'environnement.

Sont désignés sous le terme d'être vivant :

- Les êtres humains.
- Les végétaux.
- Les animaux.

Processus d'intoxication.

Il se fait par phase successive et est fonction de la voie de pénétration à l'intérieur de l'organisme.

Pour ce qui est des phases, elles sont :

- Arrivée du produit en contact avec l'organisme.
- Pénétration dans l'organisme.
- Transport par le sang.
- Fixation sur les organes.
- Action sur les organes et leur fonctionnement.

Voies de pénétration

Les substances dangereuses et les agents toxiques entrent en contact avec l'organisme humain par l'un des cinq sens qui sont :

- L'ouïe.
- L'odorat.
- Le goût.
- Le toucher.

- La vue.

À chaque sens, correspond un organe.

C'est ainsi que

Les gaz et les vapeurs

Ils se diluent dans l'air et arrivent au niveau du corps à l'état plus ou moins concentré. Ils pénètrent dans l'organisme par inhalation, ingestion ou par la peau.

Les liquides

Ils peuvent pénétrer dans l'organisme de deux façons différentes :

- Par inhalation sous forme de gaz par dilution dans l'air inhalé car ils ont une pression de vapeur à température ambiante.
- Par contact direct du liquide, soit cutané lors de manipulation directe des produits avec les doigts, les mains et le cuir chevelu, soit buccal lors d'ingestion orale accidentelle.
- Sous forme d'aérosol, formé de fines petites gouttelettes liquides en suspension stable dans l'air, formant un brouillard, à la suite d'une pulvérisation. L'aérosol se comporte comme les gaz et les vapeurs ;

les solides

Ces derniers arrivent au niveau du corps, comme les liquides, par contact direct soit cutané, soit buccal. Les rares solides qui émettent des vapeurs sont ramenés au premier cas. Les solides à l'état très divisé (poussières fines) forment avec l'air des aérosols stables qui, véhiculés par l'air, arrivent au niveau des voies respiratoires, buccale et cutanée.

D'une façon plus concrète :

- Les gaz, les vapeurs et les aérosols (brouillards, poussières, fumées) pénètrent dans le corps préférentiellement par la voie respiratoire.
- Les liquides et les solides sont absorbés essentiellement par la voie cutanée et par la voie orale (accidentellement).

Les agents toxiques sont expulsés de leurs contenants à la suite d'explosions qui les projettent dans l'environnement sous forme de vapeurs ou d'aérosols toxiques ; les substances dangereuses à l'état très divisé sont émises avec une certaine vitesse et sont répandues largement dans l'environnement.

Préférentiellement, les agents toxiques pénètrent dans l'organisme selon trois les trois voies suivantes :

Les voies respiratoires

Les agents toxiques sous forme de vapeurs, de gaz, de liquides, de brouillards ou de fumées ainsi que les agents solides sous forme de poussières et fumées, dilués dans l'air respiré pénètrent dans l'organisme par le nez ou la bouche, traversent les voies respiratoires supérieures (fosses nasales, pharynx, larynx), puis arrivent dans les poumons, au niveau des alvéoles pulmonaires où ils sont en contact avec les capillaires sanguins.

Au niveau des capillaires sanguin se fait l'échange de l'oxygène et son passage dans le sang.

Une bonne partie des polluants est rejetée à l'extérieur par expiration tandis que l'autre partie arrive aux alvéoles pulmonaires pour y subir un passage vers le sang.

Au niveau des voies respiratoires supérieures (nez et narines) les particules, les vésicules liquides et les particules solides grossières (diamètre > 0,1 µm) sont arrêtées. Seules les particules et vésicules de petites dimensions (inférieures à 0,1 µm) peuvent atteindre les capillaires sanguins.

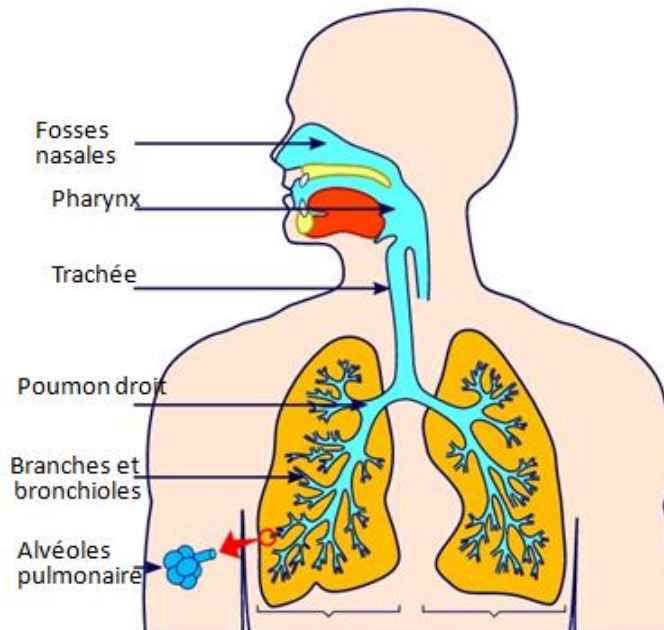


Figure 5 : Voies respiratoires chez l'homme

Voie cutanée

La peau respire par les pores de l'épiderme dont elle est constituée. Ces pores permettent le passage des gaz, des liquides et même des aérosols qui peuvent atteindre les capillaires sanguins et passer dans le sang. Ceci implique que la peau n'est pas étanche

L'absorption des produits toxiques par la voie cutanée peut, dans certains cas, être très importante. De nombreux produits liquides, pâteux voire solides peu volatils pénètrent préférentiellement dans l'organisme à travers la peau : nombreuses résines, solvants lourds (hydrocarbures, cétones). De tels produits n'émettent pratiquement pas de vapeurs, ce qui rend leur détection difficile car les prélèvements atmosphériques ne permettent pas de les déceler.

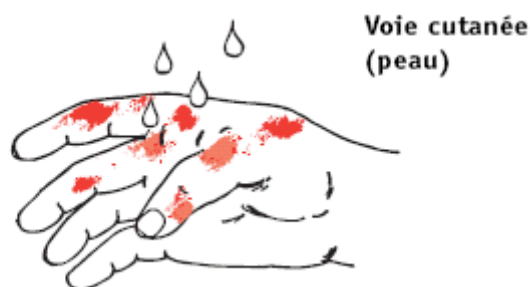


Figure 6 : Voie cutanée

Voie orale ou digestive

C'est une voie de pénétration plutôt accidentelle, relativement peu fréquente, mais dont les conséquences peuvent être graves car les quantités absorbées sont souvent très importantes.

Les produits ingérés, liquides ou solides, en plus de leur action au niveau des muqueuses de la bouche, du pharynx et de l'œsophage, se retrouvent dans l'estomac avant de passer dans le sang, au niveau des parois abdominales et intestinales.

Les gaz, les vapeurs et les aérosols peuvent également pénétrer par voie buccale et atteindre le système digestif.

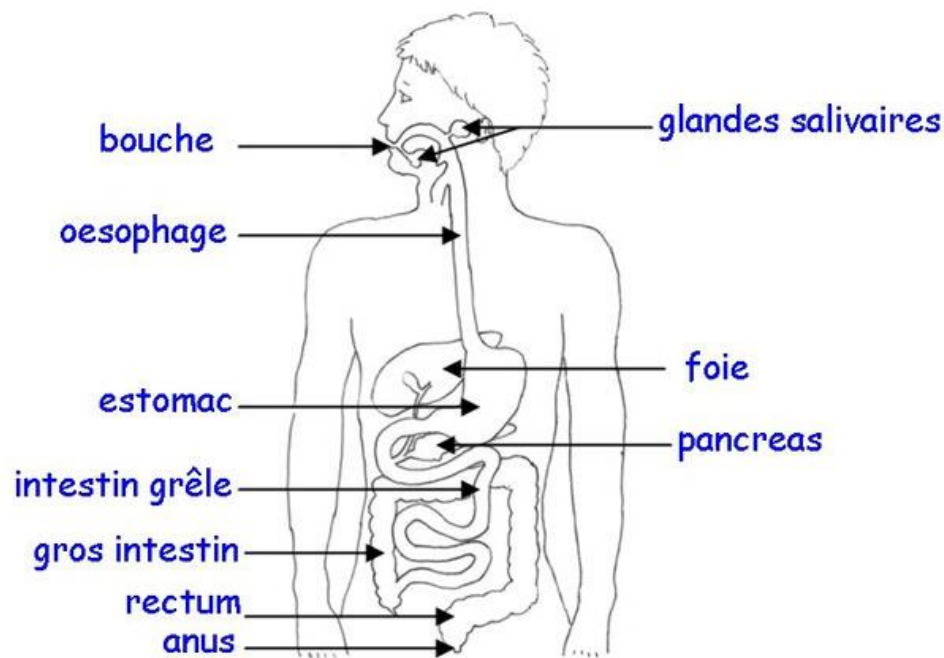


Figure 7 : Appareil digestif de l'homme

Les différents types d'intoxications.

L'intoxication est la conséquence de la toxicité par un agent toxique. Elle est fonction de la dose du toxique et existe sous plusieurs formes dont :

- Accidentelles
- Chroniques
- Engendrées par la pollution de l'environnement.

1. Intoxication Accidentelles.

Elle s'explique par la présence massive de produits concentrés très réactifs qui attaquent les cellules vivantes au point de contact, en les détruisant ou en les dénaturant. Ces substances détruisent les cellules des tissus, soit entrent en réaction avec les protéines des cellules pour provoquer une destruction rapide.

Ces intoxications sont qualifiées d'accidentelles pour la soudaineté des faits et l'absence de volonté.

Les principaux produits à l'origine de tels accidents sont les acides et les bases ainsi que certains gaz comme le chlore et l'ammoniac.

Les principales pathologies en milieu professionnel sont :

- Les atteintes pulmonaires comme l'asthme, œdèmes etc.
- Atteintes sanguines comme les leucémies, troubles hémorragiques etc.
- Atteintes cutanées comme les exémas, les dermatoses etc.

- Atteintes neurologiques comme les encéphalopathies ou le trouble de l'équilibre.
 - Atteinte du tube digestif comme les hépatites etc.
 - Atteintes osseuses.
 - Atteintes cardiaques
2. Intoxication Chroniques.

L'intoxication chronique est la conséquence de l'absorption régulière de petites quantités de produits nocifs ou toxiques qui se fixent sur les différents organes et perturbent leur fonctionnement.

Elle s'explique soit par l'action directe du produit toxique sur l'organe, soit par l'action des métabolites formés, soit encore par les deux processus à la fois.

Cette intoxication peut se traduire par plusieurs pathologies car une même substance peut se fixer directement ou par l'intermédiaire de ces métabolites sur un ou plusieurs organes

3. Intoxications engendrées par la pollution de l'environnement

La pollution de l'environnement est un mélange complexe en constante évolution de divers éléments chimiques, biologiques et physiques pouvant être toxiques pour l'homme émanant de plusieurs sources d'origine naturelle et liées aux activités humaines.

Expression de la toxicité.

La toxicité peut être exprimée de plusieurs façons et selon l'état du toxique qu'il soit liquide ou gaz.

- Pour les gaz

A. La concentration Toxique ou Ct

- **Ct_{L100} (Ct létal 100%)** : C'est la concentration toxique qui entraîne la mort de 100% des sujets exposés
- **Ct_{L50} (Ct létal 50%)** : C'est la concentration toxique létale qui entraîne la mort de 50% des sujets exposés
- **Ct_{L50} (Ct létal 50%)** : C'est la concentration toxique létale qui entraîne la mort de 50% des sujets exposés
- **Ct_{I50} (Ct incapacitant 50%)** : C'est la concentration toxique qui entraîne un effet incapacitant de 50% des sujets exposés au toxique.

B. Valeurs d'Exposition

C'est la Concentrations limites dans l'atmosphère à ne pas dépasser pour le personnel exposé aux inhalations en milieu professionnel et susceptibles d'entraîner une toxicité chronique.

La valeur d'exposition existe sous deux formes :

1. **Valeur Limite d'Exposition (VLE):** Concentration à ne pas dépasser pendant **15 minutes** d'exposition en milieu professionnel.

La VLE sert à apprécier le risque de toxicité aiguë

2. **Valeur Moyenne Exposition (VME):** Concentration supportable 8 heures par jour, 5 jours sur 7, pendant toute la vie professionnelle, sans entraîner d'effets nocifs chez la majorité des personnes exposées.

– Les liquides

La toxicité pour les agents liquides dépend de la dose absorbée par la peau ou le tractus digestif. On l'exprime généralement, en mg/kg de poids ou en mg si l'on estime la masse corporelle moyenne d'un homme adulte à 70 kilogrammes. C'est la dose létal ou DL

DL₅₀ : Dose létale 50%: dose qui entraîne la mort de 50% des sujets intoxiqués

DI₅₀ : Dose incapacitante 50%: dose qui entraîne l'incapacité de 50% des sujets intoxiqués

Les facteurs qui conditionnent l'absorption.

L'absorption d'un toxique est conditionnée par un certain nombre de facteurs qui sont :

- La masse molaire du produit,
- La solubilité dans l'eau et les lipides
- La durée de l'exposition
- La quantité de toxique déposée par unité de surface cutanée
- La température de la peau et la température extérieure
- L'existence ou non d'un courant d'air au contact de la peau
- L'humidité et la transpiration qui augmentent la perméabilité cutanée.

Les différentes expressions de la toxicité.

On exprime la toxicité de différentes manières dont les plus courantes sont :

- **DJA** : Dose Journalière Admissible (pour les résidus de pesticides)
- **DJT** : Dose Journalière Tolérable
- **DHT** : Dose Hebdomadaire Tolérable (1500 µg/semaine pour le plomb)
- **DHTP** : Dose hebdomadaire tolérable provisoire (souvent appliquée aux métaux lourds)
- **DLA** : Dose Limite Annuelle (pour les radionucléides)
- **DMM** : Dose Minimale Mortelle (mg /kg).
- **ToLM** : Tolérance Limite Médiane
- **DHT** : Dose Hebdomadaire Tolérable (mg/semaine)

- **TLV** :Concentration Limite dans l'air et l'ambiance de travail (ppm ou mg/m³).

Annexes

Caractéristiques de quelques substances et réactifs industriels

Substances	Formule chimique	Point d'éclair en °C	Température d'auto-inflammation en °C	Limites d'inflammabilité en volume % dans mélange avec air		Température d'ébullition sous pression atmosphérique (°C)	Densité de vapeur/air	Densité de liquide/eau	Solubilité dans l'eau O = oui N = Non	Indice d'évaporation (oxyde de diéthyle = 1)
				Inf	Sup.					
Acétanilide	CH ₃ CONHC ₆ H ₅	169	530	-		306	4,6	1,2	-	-
Acétate de benzyle	CH ₃ COOCH ₂ C ₆ H ₅	90	460	-		214	-	11	faible	-
Acétate de n-butyle	CH ₃ COOC ₄ H ₉	22	420	17	76	127	4,0	0,9	faible	14
Acétate de cyclohexyle	CH ₃ COOC ₆ H ₁₁	57	330	-		177	4,9	1,0	N	-
Acétate de 2-éthoxyéthyle	CH ₃ COOCH ₂ CH ₂ OC ₂ H ₅	47	380	17		156	4,6	1,0	O	60
Acétate d'éthyle	CH ₃ COOC ₂ H ₅	-4	425	2,0	11,5	77	3	0,9	faible	3
Acétate d'isobuyle	CH ₃ COOCH ₂ CH(CH ₃) ₂	17	420	1,3	10,5	118	4	0,9	N	7,7
Acétate d'isopentyle	CH ₃ COO(CH ₂) ₂ CH(CH ₃) ₂	25	360	1 à 100 °C	7,5	143	4,5			
Acétate d'isopropyle	CH ₃ COOCH(CH ₃) ₂	2	460	1,8 8		90	3,5	activer ¹ 0,9	faible	4
ACETATE DE METHYLE	CH ₃ COOCH ₃	-10	454	3,1	16	60	2,8	0,9	O	2
ACETATE D'OCTYFE	CH ₃ COOCH ₂ CH(C ₂ H ₅) ₂	71	268	0,7	8	199	5,9	0,9	N	
ACETATE DE N-PENTYLE	CH ₃ COOC ₅ H ₁₁	16	360	1,1	7,5	149	4,5	0,9	FAIBLE	13
ACETATE DE N-PROPYLE	CH ₃ COOC ₃ H ₇	13	450	1,7 A 100 °C	8	102	3,5	0,9	FAIBLE	6
ACETATE DE VINYLE	CH ₃ COOCH=CH ₂	-8	402	26	13,4	72	3	0,9	FAIBLE	3
ACETONE	CH ₃ COCH ₃	-20	465	26	13	56	2	0,8	O	2
ACETONITRILE	CH ₃ CN	2	520	3	16	82	U	0,8	O	-
ACETYLENE	C ₂ H ₂	GAZ	300	25	81	-83	0,9	-	N	-
ACIDE ACETIQUE	CH ₃ COOH	39	463	40	20	118	2,1	1	O	24
ACIDE ACRYLIQUE	CH ₂ CHCOOH	49C.O.	438	2A		141	2,5	1,1	O	-
ACIDE ADIPIQUE	HOOC(CH ₂) ₄ COOH	196	420	-	-	265	5	14	N	-
ACIDE BENZOIQUE	C ₆ H ₅ COOH	121	570	-	-	250	4,2	1,3	FAIBLE	-
ACIDE BUTYRIQUE	CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH	72	443	2	10	164	3	1	O	.
ACIDE CROTONIQUE	CH ₃ CH=CHCOOH	87 C.O.	396	-	-	188	3	1	O	-
Acide formique	HCOOH	46,5	480	14,3	34	100	1,6	-		O
Acide hexanoïque	CH ₃ (CH ₂) ₅ COOH	101	380	-	-	204	-	0,9	N	
Acide 2-hydroxybenzoïque	HOC ₆ H ₄ COOH	157	540	1,1 à 200 °C	-	sublim. > 76	4,8	1,5	N	
Acide propionique	CH ₃ CH ₂ COOH	52	465	29	12,1	147	2,5	1	O	
Acide salicylique										
*Acide 2-hydroxybenzoïque										
Acide stéarique	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	196	395	-	-	385	-	0,8	N	
Acide tartrique	(CHOHCOOH) ₂	210 C.O.	425	-		-	5,2	1,7	-	
Acroléine	CH ₂ CHCHO	-26	220	28	31	52	19	0,8	O	
Acrylate d'éthyle	CH ₂ CHCOOC ₂ H ₅	9	372	14	14	99	3,5	0,9	faible	
Acrylate de méthyle	CH ₂ CHCOOCH ₃	-3	468	28	25	80	3	1	très faible	

Limites d'inflammabilité et d'explosivité de quelques substances et réactifs industriels

Produits	Limites d'Inflammabilité%		Limite d'Explosivité %		Point Éclair °C	Point d'Auto-Inflammation °C
	LII	LSI	LIE	LES		
Méthane	5,00	15,00	5,00	15,00	-188,00	580,00
Éthylène	2,75	28,60	2,70	36,00		520,00
Acétylène	2,50	80,00	2,50	82,00		300,00
Benzène	1,40	7,10	1,20	7,80	-11,00	538 à 582
Toluène	1,27	6,75	1,20	7,10	4,00	535,00
Alcool Éthylique	3,28	18,95	3,00	19,00	13,00	363 à 425
Acétone	2,55	12,80	3,00	13,00	-18,00	538,00
Acétaldéhyde	3,97	57,00	4,00	60,00	-38,00	165,00
Éther Éthylique	1,85	36,50	1,90	36,00	-45,00	160 à 180
Hydrogène	4,00	74,20	4,10	74,80		570,00
Ammoniac	15,50	27,00	16,00	25,00		651,00
Hydrogène Sulfuré	4,30	45,50	4,30	46,00		260,00
Acide Cyanhydrique	5,60	40,00	5,60	40,00	-17,80	538,00
Monoxyde de Carbone	12,50	74,20	12,50	74,00		609,00
Sulfure de Carbone	1,25	50,00	1,00	50,00	-30,00	100,00
Mono Chloro Méthane	8,25	18,70	7,10	17,50	-20,00	625,00

Points d'éclair de liquides inflammables courants en coupelle fermée

Liquide	Point d'éclair P _E (°C)	Liquide	Point d'éclair P _E
Oxyde de diéthyle (éther diéthylique)	-45	Toluène	4
n-Pentane	-40	Méthanol	11
n-Hexane	-22	Éthanol	12
Acétone	-20	1-Propanol	15
Cyclohexane	-20	Acétate de n-butyle	22
Benzène	- 11	1-Butanol	29
Acétate d'éthyle	- 4	Ortho Xylène	32
		Méta Xylène	27
		Para Xylène	27

Données expérimentales de quelques substances

Produits	Température d'ébullition (°C)	Point éclair (°C)	Température d'auto-inflammabilité (°C)	LII (%)	LSI (%)
Gaz b combustible					
Acétylène	-160	gaz	5	5	15
Ammoniac	-103	gaz	490	2,7	36
Éthylène	-83	gaz	300	2,5	81
Hydrogène	-33	gaz	650	1,6	25
Méthane	-250	gaz	400	4	75
Oxide de de carbone	-190	gaz	605	12,5	74
Hydrocarbures liquides					
Benzène	80	-11	560	1,4	7,1
Cyclohexane	82	20	260	3	8
Kérosène	150 à 300	38	225	0,7	5
Styrène	145	32	490	1,1	6,1
Toluène	130	4	480	1,2	7,1
Xylènes	140	27 à 32	500	1	7
Alcools					
Éthanol	78	12	420	4,3	19
Isopropanol	83	11	395	2	12
Furfural	170	75	490	1,8	16,3
Méthanol	64	11	460	7,3	36
Butanol	117	29	343	1,4	11,2
Solvants divers					
Acétone	57	-17	535	2,6	12,8
Acétate d'éthyle	77	-4	425	2,5	9

Données expérimentales de quelques substances

Produits	Température d'ébullition (°C)	Point éclair (°C)	Température d'auto-inflammabilité (°C)	LII (%)	LSI
Éther (éthylque)	115	-45	160	1,9	36
Éthylène-glycol	197	111	400	3,2	-
Cyclohexanone	155	43	420	1,1	-
Méthyle éthyle Cétone	80	-9	404	1,8	10
Nitrobenzène	210	87	480	1,8	-
Formaldéhyde	19	gaz	430	7	73
Éthanolamine	171	85	-	-	-
Phénol	181	79	715	-	-
Sulfure de carbone	46	-30	90	1,3	50

Années 1980

- Le 27 mars 1980, en mer du Nord, le basculement de la plate-forme Alexander Kielland cause la mort de 123 personnes.
- Le 20 novembre 1980, à Delcambre (Louisiane, États-Unis), en raison d'une erreur lors d'un forage pétrolier, le lac Peigneur, initialement composé d'eau douce, s'est entièrement vidé dans une mine de sel, avant de se transformer en lac salé.
- Le 15 février 1982, au large de Terre-Neuve (Canada), la plate-forme pétrolière mobile Ocean Ranger est heurtée par une vague scélérate et coule. Les 84 membres de l'équipage meurent noyés.
- Le 18 octobre 1982, à Metz (Moselle, France), une explosion de poussière survient dans un des silos à malt du port. Le bilan se porte à douze morts et trois blessés dont un grave, soit l'un des plus lourds pour un accident de ce type en France.
- Le 7 janvier 1983, à Newark (New Jersey, États-Unis), une explosion de l'entrepôt pétrolier Texaco (en) est ressentie jusqu'à plus de 200 km de distance de l'épicentre, mais ne fait qu'un seul mort et une vingtaine de blessé.
- Le 27 mai 1983, près de Benton (Tennessee, États-Unis), l'explosion d'un atelier illégal de feux d'artifice (en) dans une ferme tue 11 personnes et en blesse une autre gravement. Elle provoque des dégâts dans un rayon de plusieurs kilomètres.
- Le 5 août 1983, au large du Cap, le pétrolier Castillo de Bellver brûle avec à son bord 100 000 tonnes de pétrole.
- Le 24 février 1984, à Cubatão (Brésil), la rupture d'un oléoduc provoque un incendie qui fait 508 morts¹⁶.
- Le 23 juillet 1984, à Romeoville (Illinois, États-Unis), l'explosion de la raffinerie Union Oil (en) tue 19 personnes.
- Le 19 novembre 1984, à San Juan Ixhuatepec (État de Mexico, Mexique), le terminal PEMEX de gaz de pétrole liquéfié (GPL) est détruit par une série d'explosions (en) de type BLEVE (vaporisation explosive d'un liquide porté à ébullition), consécutives à la rupture d'une conduite de GPL. Le bilan officiel de la catastrophe fait état de 500 morts, près de 7 000 blessés et 1 200 disparus.
- Le 23 novembre 1984, à Uherské Hradiště (Tchécoslovaquie, aujourd'hui en République tchèque), une partie de l'usine MESIT s'effondre tuant 18 ouvriers et en blessant 43. L'accident est tenu secret par le régime communiste, cependant la nouvelle traverse le rideau de fer et parvient jusqu'aux média occidentaux.
- Le 3 décembre 1984, à Bhopal (Inde), la fuite de 40 tonnes de gaz toxiques de l'usine de pesticides d'Union Carbide fait plus de 8 000 morts dans les trois premiers jours et plus de 20 000 en près de vingt ans. Cet événement est regardé comme l'une des pires catastrophes industrielles de l'histoire : elle cause encore (2016) des problèmes sanitaires sévères à la population humaine et animale locale.

- Le 19 juillet 1985, près de Tesero (Italie), l'effondrement du barrage du Val de Stava concerne la rupture de deux barrages successifs, utilisés pour la sédimentation des boues de la mine voisine de Prestavel. Il entraîne l'une des pires catastrophes en Italie, avec 268 morts, 63 bâtiments détruits et la démolition de huit ponts.
- Le 28 janvier 1986, dans le ciel de Cap Canaveral (Floride, États-Unis), la désintégration au décollage de la navette spatiale Challenger cause la mort des 7 astronautes à son bord.
- Le 26 avril 1986, à proximité de Prypiat, en Ukraine, alors en URSS, consécutif à un essai de sécurité non maîtrisé, l'explosion du réacteur nucléaire de Tchernobyl débouche sur un incendie puis la fusion du cœur radioactif. On estime, selon les sources, le nombre de morts entre 50 et plusieurs dizaines voire centaines de milliers, avec les années. C'est l'accident nucléaire le plus grave de l'histoire, notamment en raison de ses importantes conséquences sanitaires, mais aussi économiques et environnementales. Les retombées radioactives ont été détectées jusqu'au Canada. La zone d'exclusion autour de Prypiat et à cheval sur la Russie, la Biélorussie et l'Ukraine, reste contaminée et essentiellement inhabitée. Prypiat a été évacuée tardivement, et est depuis devenue une ville-fantôme.
- Le 1er novembre 1986, à MuttENZ, près de Bâle (Suisse), un incendie dans une usine Sandoz, provoque le déversement tonnes de produits toxiques dans le Rhin, touchant gravement les écosystèmes et interdisant la pêche pendant six mois.
- En 1987, à Nantes (France), l'explosion d'un dépôt d'engrais provoque un nuage toxique répandu sur l'agglomération nantaise.
- Le 10 avril 1988, à Rawalpindi (Punjab, Pakistan, l'explosion de l'Ojhri Camp (en), un centre de stockage d'explosifs de l'armée pakistanaise tue 93 personnes et en blesse un millier d'autres.
- Le 4 mai 1988, à Henderson (Nevada, États-Unis), la catastrophe industrielle de l'usine PEPCON, l'explosion suivie de l'incendie d'un entrepôt de carburants pour la propulsion spatiale, cause 2 mort et 372 blessés.
- Le 5 mai 1988, à Norco (Louisiane, États-Unis), l'explosion de la raffinerie Shell (en) fait 7 morts et 42 blessés graves et entraîne l'évacuation de 2 800 résidents. Le coût estimé pour Norco se monte à 706 millions de dollars US.
- Le 28 juin 1988, à Auburn (Indiana, États-Unis), dans l'atelier de revêtements Bastian Plating Company, une erreur de mélange de produits chimiques tue 4 personnes dans le pire accident en milieu confiné de l'histoire américaine. Une cinquième victime meurt 48 heures plus tard.
- Le 6 juillet 1988, en mer du Nord, une fuite de gaz suivie d'une explosion sur la plate-forme pétrolière Piper-Alpha fait 167 morts. Il y a 62 survivants. Le coût pour les assureurs se monte à 3,4 milliards de dollars US. Cet événement est considéré comme le pire de l'histoire de l'industrie offshore du point de vue de son coût en vies humaine et de son impact sur cette industrie.
- Le 24 mars 1989, sur la côte sud de l'Alaska (États-Unis), à la suite du naufrage du pétrolier Exxon Valdez, plus de 40 000 tonnes de pétrole brut se répandent sur 1 700 km de côtes. Cette marée noire est considérée comme l'une des plus dévastatrices atteintes de l'homme à l'environnement de l'histoire^{20,21}. L'effet de cette marée noire continue de se faire sentir 20 ans après.

- Le 4 juin 1989, près d'Oufa (Russie), un nuage de gaz naturel échappé d'une canalisation explose au passage de deux trains lors de la Catastrophe ferroviaire d'Oufa, tuant 575 personnes et en blessant plus de 800 par effet thermobarique.
- Le 23 octobre 1989, à Pasadena (Texas, États-Unis), l'explosion d'une usine chimique (en) et l'incendie consécutif tuent 23 personnes et en blesse gravement 314. L'explosion créa une secousse de magnitude 3,5 sur l'échelle de Richter.

Années 1990

- Le 3 mai 1991, à Córdoba (Mexique), l'explosion de l'usine de pesticides Anaversa se produit au milieu d'une ville de plus de 300 000 habitants. 38 000 litres de pesticides sont répandus dans l'atmosphère.
- Le 24 mars 1992, à Dakar au Sénégal, l'explosion d'une citerne d'ammoniac de la société Sonacos entraîne 129 décès et plus de mille blessés, consécutifs à l'explosion puis à l'exposition au nuage toxique.
- Le 9 novembre 1992, à 5 h 20 du matin, une brèche provenant de « la vaporisation d'un mélange d'essence totale et de gaz libéré » crée un nuage gazeux d'hydrocarbure qui s'enflamme dans l'unité de transformation des distillats en carburant (craqueur 3) à la Raffinerie de Provence de Total, à la Mède. L'explosion qui s'ensuit est perçue jusqu'à Marseille. Sur les huit membres de l'équipe présent depuis 4 heures du matin, six meurent sur le coup à l'intérieur ou à proximité de la salle de contrôle.
- Le 3 décembre 1992 : le naufrage du pétrolier Aegean Sea (en) en baie de La Corogne (Espagne). Le navire perd la totalité de ses 80 000 tonnes de pétrole brut.
- Le 5 janvier 1993 : naufrage du Braer, un pétrolier, aux îles Shetland. La totalité de son chargement de 84 500 tonnes de pétrole se déverse dans la mer.
- Le 28 juin 1994, dans la nuit du 28 au 29 juin 1994, en gare de Lausanne, 3 wagons-citerne d'un train de marchandises déraillent. Ils transportent du chlorure de thionyle et de l'épichlorhydrine. Les pompiers doivent intervenir pour éviter une très grave pollution et tout risque d'explosion liées à leur contenu.
- Le 15 février 1996, lors du naufrage du Sea Empress, un pétrolier, au Pays de Galles, la moitié du contenu de ses cuves, soit 13 000 tonnes de pétrole brut, se répand.
- Le 2 janvier 1997, lors du naufrage du pétrolier russe Nakhodka, au large de l'île japonaise de Honshū, 19 000 tonnes de pétrole se répandent dans la mer.
- Le 25 avril 1998, la rupture d'une digue d'un bassin de stockage de déchets miniers de la compagnie minière canado-suédoise Boliden à Aznalcóllar (Espagne) cause la fuite de 7 millions de tonnes d'effluents miniers acides à forte teneur en métaux lourds. Ils polluent 80 km de cours d'eau. On compte 30 tonnes de poissons morts, et 11 % des oiseaux du Parc national de Doñana auraient été contaminés. La contamination affecte également plus de 10 000 ha de pâturages, de marécages et de cultures.

- Le 12 décembre 1999, le naufrage de l'Erika, un pétrolier, au large des côtes françaises résulte en 12 000 tonnes de pétrole lourd répandues.
- Le 30 janvier 2000, 100 000 m³ d'eau contenant du cyanure sont déversés par accident dans un affluent roumain de la Tisza, anéantissant toute vie aquatique dans le cours hongrois de la rivière.
- Le 13 mai 2000, l'explosion de l'usine de stockage de feux d'artifices à Enschede, aux Pays-Bas causa 23 morts, 947 blessés et des dégâts matériels considérables.

Années 2000

- Le 15 mars 2001, une série d'explosions survient sur la plateforme géante P-36 de la compagnie brésilienne Petrobras, faisant 11 morts. La plateforme coule finalement le 20 mars.
- Le 21 septembre 2001, l'explosion de l'usine chimique AZF de Toulouse (France) fait 30 morts et plus de 2 500 blessés, et cause également des destructions importantes dans tout le sud-ouest de la ville.
- Le 22 octobre 2002, l'explosion à la cokerie d'Ougrée (Belgique) de l'entreprise Cockerill-Sambre (Arcelor) fait 3 morts et une trentaine de blessés.
- Le 14 novembre 2002, lors du naufrage du pétrolier Prestige, au large des côtes espagnoles, 77 000 tonnes de pétrole lourd sont répandues.
- Le 1er février 2003, la navette spatiale Columbia se désintègre lors de sa rentrée dans l'atmosphère, provoquant la mort des 7 astronautes à son bord.
- Le 27 juillet 2003, lors du naufrage du pétrolier Tasman Spirit, au large de Karachi (Pakistan), 40 000 tonnes de pétrole brut se déversent dans la mer.
- Le 30 juillet 2004, l'explosion d'un important gazoduc à Ghislenghien (Belgique), fait 24 morts et 132 blessés.
- Le 9 août 2004, à Fukui, à 320 km au nord-ouest de Tōkyō (Japon), un accident dans la centrale nucléaire de Mihama provoque la mort de 5 personnes et fait 7 blessés. L'accident n'est pas considéré comme un accident nucléaire. [4] [archive] [5] [archive].
- Le 28 novembre 2004, un coup de grisou à Chengjiashan, dans la province du Shaanxi (Chine) fait 166 victimes dans une mine de charbon.
- Le 6 février 2005, un incendie se produit dans l'usine de produits phytosanitaires) Chimac Agriphar22,23, un site Seveso à Seraing (Belgique).
- Le 27 juin 2005, un autre incendie se produit sur un site Seveso à Béziers (France) dans une usine de pesticides de SMB Formulation. 1 700 tonnes de produits toxiques partent en fumée, le nuage passe sur Narbonne, Carcassonne, Castres, Toulouse, etc. Le 1er juillet, des résidus brûlaient encore, le feu ne fut éteint que le 7 juillet. Plusieurs milliers de personnes sont confinées dans le cadre du PPI24, 25.

- Le 10 novembre 2005, un accident se produit à Zeven (Allemagne), dans une usine de biogaz, faisant 4 morts.
- Le 13 novembre 2005, à la suite d'une explosion dans l'usine pétrochimique de Jilin (Chine), 100 tonnes de benzène, un produit hautement toxique, sont déversées dans la rivière Songhua.
- Le 11 décembre 2005, la catastrophe de Buncefield (Angleterre), un incendie dans un terminal pétrolier est un des plus graves incendies survenus en Europe. Il dura deux jours, et 43 personnes furent blessées.
- Le 28 mai 2006, un forage de la compagnie pétrolière indonésienne PT Lapindo Brantas à 14 km au sud de la ville de Sidoarjo, dans la province de Java orientale, atteint la profondeur de 2 834 m. De l'eau, de la vapeur et de petites quantités de gaz entrent alors en éruption, provoquant le volcan de boue de Sidoarjo.
- Le 18 janvier 2008, durant un transfert du pétrolier Minerva Helen au terminal de Copenhague (Danemark), 200 t d'hydrocarbures sont déversées accidentellement²⁶.
- Le 25 octobre 2008, une explosion dans une usine de poudre de Kazan (Russie) fait 4 morts et 5 blessés. Un tiers du bâtiment a été détruit.
- Le 29 janvier 2009, un camion explose dans la raffinerie des Flandres près de Dunkerque (France), causant 1 mort et 5 blessés²⁷.
- Le 15 juillet 2009, une explosion sur la plate-forme pétrochimique de Carling, en Moselle (France), fait 2 morts et 6 blessés.
- Le 23 novembre 2009 deux explosions successives dans une usine pétrochimique classée Seveso à Andrézieux-Bouthéon dans la Loire (France) font 4 blessés dont 2 graves.

Années 2010




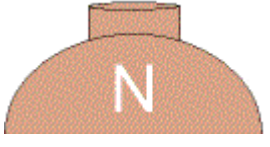
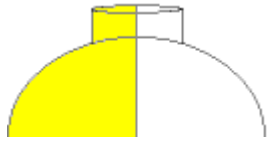













- Le 28 mars 2010, à la suite d'une inondation, 153 ouvriers se retrouvent piégés dans la mine de charbon²⁸ de Wangjialing, dans la province du Shanxi (Chine)²⁹. Au moins 3 000 sauveteurs participent aux secours en pompant environ 2 000 m³ d'eau par heure³⁰.
- Le 20 avril 2010, la plateforme pétrolière Deepwater Horizon coule dans le golfe du Mexique, au large de la Louisiane, provoquant l'une des marées noires les plus graves depuis la catastrophe de l'Exxon Valdez. Onze travailleurs y perdent la vie.
- Le 4 octobre 2010, l'Accident de l'usine d'aluminium d'Ajka (Hongrie) concerne la rupture d'un réservoir d'environ 1,1 million de m³. À la suite, des centaines de milliers de mètres cubes de boues rouges toxiques sont répandus sur plus de 40 km², et atteignent le Danube le 7 octobre³¹.
- Le 11 mars 2011, la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (Japon) fait l'objet du deuxième plus grave accident nucléaire de l'Histoire à la suite du séisme du 11 mars 2011 de magnitude 9 qui a dévasté le nord de l'archipel nippon.
- Le 4 mars 2012, l'explosion d'un des principaux dépôts d'armes de Brazzaville (République du Congo), à Mpila, cause la mort de 282 personnes et des blessures à plus de 2 300 autres. Elle détruit également des milliers d'habitations³².










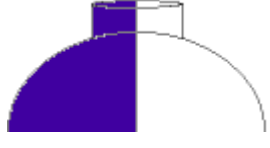





- Le 25 août 2012, un incendie à la raffinerie d'Amuay au Venezuela provoque la mort de 48 personnes. L'incendie fait suite à une explosion causée par une fuite de gaz³³.
- Le 17 avril 2013, l'explosion de la West Fertilizer Company, causée par du nitrate d'ammonium dans une usine de fabrication d'engrais à West (Texas), aux États-Unis cause la mort de 14 personnes et en blesse plus de 200 autres³⁴.
- Le 24 avril 2013, l'effondrement d'un immeuble à Dacca, la capitale du Bangladesh³⁵, parfois appelé « catastrophe de Dacca » par les médias, a provoqué au moins 1 000 morts³⁶.
- Le 6 juillet 2013, à Lac-Mégantic, au Québec, le déraillement d'un train transportant une importante cargaison de pétrole brut, répartie sur 72 wagons-citerne, provoque la mort de 47 personnes³⁷.
- Le 22 novembre 2013, l'explosion d'un oléoduc dans le port de Qingdao en Chine tue 47 personnes, principalement des ouvriers qui tentaient de colmater une fuite³⁸.
- Le 13 mai 2014, l'accident minier de Soma, une explosion dans une mine du district de Soma, dans la province de Manisa, en Turquie, entraîne la mort de plus de 300 mineurs³⁹.
- Le 4 août 2014, en Colombie-Britannique, au Canada, la catastrophe du Mont Polley concerne le drainage minier acide d'une mine d'or et de cuivre déversé à la suite de la rupture d'un barrage.
- Le 5 août 2015, aux États-Unis se produit le déversement d'eaux résiduelles industrielles de la mine Gold King. Un sous-traitant de l'Environmental Protection Agency, agence de protection de l'environnement nationale, déverse 11 millions de litres d'eau de drainage minier acide (contenant de l'arsenic, des métaux lourds dont du plomb et du cadmium), provenant d'une ancienne mine d'or, dans la rivière Animas, au Colorado. La pollution s'étend sur 160 kilomètres et touche l'État du Nouveau-Mexique et la Nation navajo⁴⁰.
- Le 12 août 2015, à Tianjin en République populaire de Chine, l'explosion d'un entrepôt contenant plus de 2 400 tonnes de produits toxiques fait 173 morts⁴¹ et des dégâts considérables.
- Le 5 novembre 2015, à Mariana, dans l'État du Minas Gerais, au Brésil, deux barrages minier s'effondrent l'un après l'autre⁴³, libérant soixante mille mètres cubes de boue contenant un mélange de produits dont des métaux lourds (plomb, mercure...) dans le Rio Doce. La pollution asphyxie des millions de poissons et prive d'eau potable plus de 500 000 riverains.
- Le 20 décembre 2016, à Tultepec au Mexique, le marché aux feux d'artifices subit une série d'explosions dévastatrices. Trente-six personnes sont tuées et 70 blessées.

Listes d'accidents majeurs en en Algérie

- Tremblement de terre d'El Asnam en 1980.
- Inondations d'Alger Bab El Oued en 2001.
- Séisme de Boumerdès en 2003.
- Explosion en 2003 à Arzew, d'un four au niveau de l'unité d'Amoniac 2 de l'entreprise Alzofert (ASMIDAL à l'époque), bilan 2 morts en plus des dégâts matériels importants (l'Eco, 2013).
- Explosion dans la raffinerie de gaz, à Skikda en 2004, bilan : 27 morts et 74 blessés parmi les travailleurs avec des dommages enregistrés dans un rayon de 4 km ;
- Explosion dans un site pétrolier à Gassi Atouil en 2006, qui a causé la disparation de 5 ouvriers.
- 2006 Algérie Explosion dans un site pétrolier à Hassi Atouil
- 2008 Algérie Des explosions dans la zone pétrochimique d'Arzew
- Incendie dans l'unité FERTIAL (ex-complexe engrais phosphatés du groupe ASMIDAL) le 28/01/2007 à Annaba, qui provoque la destruction totale de l'atelier, du compresseur et de la turbine d'accouplement.
- Inondations de Ghardaia en 2008.
- Incendie en 2010, dans un dépôt des produits alimentaires à la zone Rhumel à Constantine.
- Incendie dans l'usine de chaussure en 2015, zone industriel Palma à Constantine.
- Inondation du complexe sidérurgique d'El-Hadjar à Annaba en janvier 2019.

Code des couleurs des bouteilles de gaz

Type de gaz		Couleurs			
		Ancien		Nouveau (2)	
Oxygène	O ₂		Blanc		RAL 9010 Blanc
Acétylène	C ₂ H ₂		Rouge		RAL 3009 Marron
Argon	Ar		Jaune/Blanc		RAL 6001 Vert foncé
Azote	N ₂		Noir		RAL 9005 Noir
Dioxyde de carbone	CO ₂		Gris		RAL 7037 Gris
Hydrogène	H ₂		Rouge/Vert		RAL 3000 Rouge
Hélium	He		Brun		RAL 8008 Brun
Air			Noir/Blanc		RAL 6018 Vert vif
Air synthétique			Noir		RAL 6018 Vert vif

			Gris		
			Noir/Blanc		
Formiergas Inflammable	N ₂ / H ₂ (H ₂ =5%)		Noir Rouge		RAL 3000 Rouge
			Plusieurs		
Protoxyde d'azote	N ₂ O		Bleu		RAL 5010 Bleu
Méthane	CH ₄		Orange/Bleu		RAL 3000 Rouge
Ammoniac	NH ₃		Bleu/Blanc		RAL 1018 Jaune
Chlore	Cl ₂		Vert		RAL 1018 Jaune
Chlorure d'hydrogène	HCl		Gris		RAL 1018 Jaune
			Vert		

Bibliographie

1. Sécurité des Procédés chimiques. Edition Lavoisier. Auteur : André Laurent. Mars 2011.
2. Traité du risque chimique. Edition Lavoisier. Auteur : Nichan Margossian. 2010.
3. Aide mémoire Risque Chimiques. Edition Dunod. 3^{ème} édition. Auteur : Nichan Margossian. 2011.
4. 150 fiches pratiques de sécurité des produits chimiques au laboratoire. Edition Dunod. Auteur : Marie-Hélène Aubert. 2010.
5. Principes de chimie. Edition de Boeck. Auteur : Atkins Jones. 2007