



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

معهد الصيانة و الأمن الصناعي  
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Polycopié du cours

# ***LES RISQUES CHIMIQUES***

***3<sup>ème</sup> Année LMD***  
***Licence Académique***

*Dr. BOUHADIBA Brahim*

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2021-2022**

## **Avant-propos**

*Ce cours polycopié destiné comme support pédagogique sur la sécurité industrielle préventive est le résultat d'une expérience d'enseignement durant plusieurs années à l'Institut de Maintenance Sécurité Industrielle, Université Ahmed Ben Mohamed Oran 2.*

*Il profite également d'une expérience de 30 ans acquise à travers l'encadrement dans le même institut.*

*Ce cours polycopié traite en effet, les risques chimiques qui comporte six chapitres dont l'étude de toutes sortes de risques chimiques (étude de la matière, produits chimiques dangereux, étiquetages des substances, phrases risques et conseils de prudences, préparations dangereuses, et toxicologie) suivant le programme pédagogique UEF 10.*

*Ce cours polycopié comporte les risques chimiques conformément au programme défini par arrêté ministériel du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.*

*Il est destiné aussi bien aux enseignants qu'aux étudiants en Sécurité Industrielle & Environnement.*

*Je serais très reconnaissant aux lecteurs me signalant les éventuelles erreurs ou incompréhensions.*

*Dr. BOUHADIBA Brahim*

## Table de Matière

<i>Chapitre I</i>			
	<i>Étude de la matière</i>		02
	<i>Objectifs de la sécurité</i>		02
	<i>Divers aspects de la sécurité</i>		03
	<i>Quelques notions sur la matière- les produits chimiques</i>		03
	<i>Symboles chimiques des éléments - les plus répandus.</i>		05
	<i>Classification périodique des éléments</i>		05
	<i>Tableau périodique des éléments</i>		06
	<i>Tableau des éléments / symboles</i>		06
	<i>Différents états physiques de la matière</i>		07
	<i>Caractéristiques des différents états</i>		09
	<i>États physiques du corps pur</i>		10
	<i>Schématisation états physiques de la matière</i>		11
	<i>Partie I : gaz</i>		12
	<i>Partie II : l'état solide</i>		16
	<i>Partie III : l'état liquide</i>		18
<i>Chapitre II</i>			
	<i>Les produits chimiques</i>		23
	<i>Nature des produits chimiques</i>		23
	<i>Principales informations « sur les produit chimique »</i>		25
	<i>Caractéristiques des produits chimiques</i>		26
	<i>Densité des solides et liquides</i>		26
	<i>Densité des gaz</i>		26
	<i>Viscosité des liquides</i>		26
	<i>Température d'ébullition :</i>		26
	<i>Pression de vapeur ou tension de vapeur</i>		26
	<i>Taux d'évaporation :</i>		28
	<i>Point inflammation :</i>		28
	<i>Température d'auto-inflammation</i>		28
	<i>Température d'auto-ignition</i>		28
	<i>Point d'éclair :</i>		29
	<i>Température d'auto-ignition :</i>		30
	<i>Limites d'inflammabilité</i>		30
	<i>Limites d'explosivité</i>		31
	<i>Valeur moyenne d'exposition (VME)</i>		35
	<i>Valeur limite d'exposition</i>		35
<i>Chapitre III</i>			
	<i>Produits chimiques dangereux</i>		37
	<i>Notions / généralités</i>		37
	<i>Principaux produits chimiques industriels dangereux</i>		37
	<i>Substances dangereuses</i>		38
	<i>Préparations dangereuses (champ d'application)</i>		38
	<i>Critères généraux de classification et d'étiquetage</i>		38

<i>Classification sur la base des propriétés physico-chimiques.</i>	38
<i>Classification sur la base des propriétés toxicologiques</i>	43
<i>Classification sur la base des effets spécifiques sur la sante</i>	45
<i>Risques lies a la toxicité des produits</i>	46
<i>Caractères généraux de la toxicité</i>	46
<i>Classification sur la base des effets sur l'environnement</i>	51
<i>Symbole signalétique du danger pour la sante</i>	52
<i>Différentes sources d'exposition</i>	52
<i>Mise a disposition du toxique dans l'organisme</i>	53
<i>Modes d'actions et effets du toxique sur l'organisme</i>	53
<i>Exemples de facteurs pouvant influencer la toxicité</i>	53
<i>Autres symboles</i>	53
<i>L'inflammation des vapeurs en présence d'une flamme, d'une étincelle</i>	54
<i>Autres risques</i>	54
<i>Séparation des produits</i>	56
<i>Tableau des incompatibles</i>	56
<i>Produits chimiques incompatibles</i>	57
<i>Signification des symboles de danger</i>	57
<i>Prévention du risque chimique</i>	63
<i>Choix des symboles de danger</i>	64
<i>Les risques</i>	64
<i>Processus d'apparition d'un dommage</i>	64
<i>L'incendie</i>	65
<i>Processus d'apparition d'un dommage (autres exemples)</i>	65
<b>Chapitre IV</b> -----	
<i>Étiquetage des substances et préparation dangereuses</i>	71
<i>Contenu de l'étiquette</i>	71
<i>Comment lire l'étiquette d'un produit dangereux ?</i>	72
<i>Le contenu de l'étiquette</i>	72
<i>L'exemple de l'étiquette</i>	73
<i>Danger d'explosion</i>	74
<i>Danger de gaz :</i>	75
<i>Différentes classes des substances dangereuses</i>	82
<i>Risque des produits dangereux étiquettes de danger</i>	82
<i>Classe 1 : explosifs</i>	83
<i>Classe 2 : GAZ</i>	83
<i>Classe 3 : LIQUIDES INFLAMMABLES</i>	84
<i>Classe 4 : solides inflammables</i>	84
<i>Classe 5 : matières comburantes et peroxydes organiques</i>	85
<i>Classe 6 : matières toxiques et matières infectieuses</i>	85
<i>Classe 7 : matières radioactives</i>	86
<i>Classe 8 : matières corrosives</i>	86
<i>Classe 9 : produits, matières ou organismes divers</i>	87
<i>Application dans l'atelier métal-verre</i>	87
<i>Application dans l'atelier électrotechnique</i>	88
<i>Application dans l'atelier maintenance industrielle</i>	89
<i>Application dans l'atelier menuiserie</i>	90
<i>Conclusion</i>	93

<i>Chapitre V</i>	-----	
	<i>Phrases risques &amp; conseils de prudences</i>	95
	<i>Identification des substances et préparations</i>	95
	Phrases « risques »	95
	Conseils de prudence	95
	Liste de certains produits employés au laboratoire de chimie avec les phrases de risque et les conseils de prudence.	96
	Produits explosifs	97
	Produits comburants	97
	Produits corrosifs	98
	Produits irritants	99
	Produits très toxiques et toxiques	100
	Produits inflammables	102
	Produits nocifs	103
	Extrait des critères de classification et étiquetage des substances sur la base de leur toxicité aiguë	105
	Irritation oculaire	106
	Irritation respiratoire	106
<i>Chapitre VI</i>	-----	
	Généralités 5 notions de risques/dangers	109
	Qu'est-ce que le risque industriel ?	109
	Comment se manifeste-t'il ?	110
	Ampleur d'un risque ?	110
	Évaluation du risque ?	110
	Qu'est-ce qu'un danger ?	111
	Qu'appelle-t-on situation dangereuse ?	111
	Qu'appelle-t-on risque ?	111
	Formes de risque ?	111
	Enjeux préconises ?	111
	Risques chimiques	111
	Introduction	111
	Caractéristiques du risque chimique	112
	Danger des produits chimiques pour la sante	113
	Mécanismes d'action	115
	Effets des réactions intempestives	115
	Intervention en cas d'accident dû aux produits inflammables	116
	Classification des risques chimiques	116
	Modes d'intoxication	117
	Connaissance de la toxicité	117
	Les formes de risque chimique	118
	Brulure chimique	118
	Intoxication	118
	Asphyxie	119
	Gaz inertes	119
	Réactions chimiques dangereuses avec les produits combustibles	120
	Nature des feux et modes d'extincteurs	120
	Procédés d'extinction	121
	Lutte contre l'incendie	122

Explosion	122
Réactions chimiques dangereuses avec les produits combustibles	123
Autres risques	124
Principaux paramètres agissant sur le risque chimique	125
Références Bibliographique	126
Annexe 1	127
Annexe 2	131

## **INTRODUCTION**

Ce cours a pour objet les principes de gestion des risques chimiques pouvant être appliqués dans les différents domaines de l'environnement, de la santé et de la sécurité au travail ou encore de la sécurité des aliments et des produits au sens large.

L'objectif principal est de permettre à l'étudiant de se constituer une bonne culture générale sur les principaux risques de dangers auxquels sont confrontés les travailleurs et comment ils ou elles doivent les prendre en compte dans leur gestion. Il est nécessaire à l'étudiant(e) durant sa formation, d'être capable d'identifier, de mesurer, et de mettre en place les actions de réduction de ces risques.

Afin d'accomplir au mieux cette étude, le présent polycopié est structuré en quatre (6) chapitres :

- ❖ Chapitre I : Étude de la matière
- ❖ Chapitres II : Les produits chimiques
- ❖ Chapitres III : Produits chimiques dangereux
- ❖ Chapitres IV : Étiquetage des substances et préparation dangereuses
- ❖ Chapitre V : Phrases risques & conseils de prudences
- ❖ Chapitres VI : Risques chimiques.

*NB ! Étudiant, vous avez également la responsabilité de protéger votre santé et assurer votre sécurité, ainsi que celles de vos collègues. Vous devez connaître les risques et les dangers associés à vos activités de recherche, d'étude ou d'enseignement, ainsi que de suivre les règles, les protocoles et les procédures qui en découlent.*

*(Guide de sécurité spécifique d'enseignement et de recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières)*

***ETUDE DE LA MATIERE***

## Chapitre I : ETUDE DE LA MATIERE

### INTRODUCTION

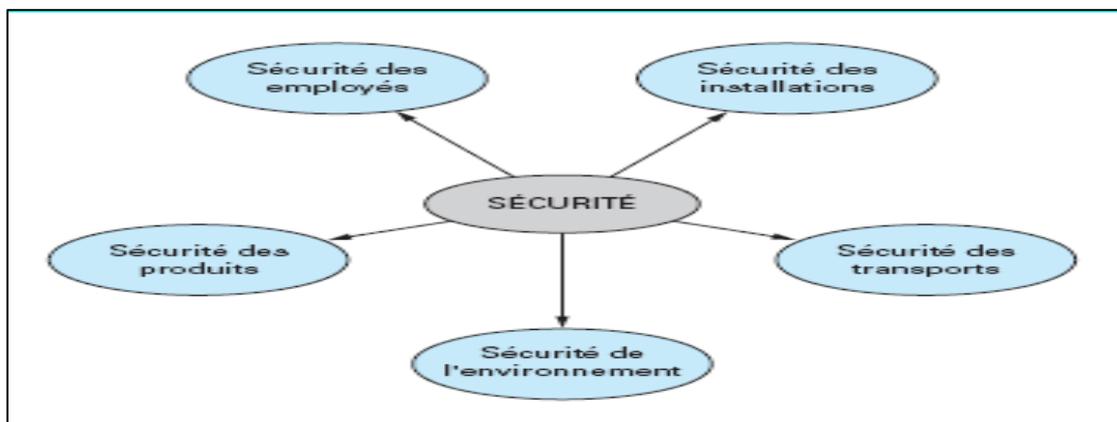
L'industrie chimique ou pétrochimique met en œuvre une multitude de substances et de préparations chimiques plus ou moins dangereuses pour la santé, l'entreprise et l'environnement qu'elle présente sous un caractère.

Dans cette intervention nous avons jugé utile de présenter les risques liés aux produits chimiques dangereux afin de mieux nous informer, de saisir et de maîtriser les dangers causés par l'existence, le stockage, le transport, etc.... de ces produits dans l'industrie chimique ou pétrochimique.

### I. OBJECTIFS DE LA SECURITE

Les objectifs de cet enseignement sont les suivants :

- Mettre en œuvre une méthode d'analyse des risques liés " à priori " à une manipulation ou à une activité ;
- Inventaire correct des produits utilisés (produits chimiques et biologiques).
- Description des différentes catégories de risques encourus : risques chimiques, risques électriques, risques liés à l'utilisation de machines et d'appareils, risques biologiques.
- Mettre en œuvre une méthode d'analyse " à posteriori " des risques :
  - Analyser les incidents survenus dans les manipulations.
  - Répertorier les textes réglementaires, les normes, les recommandations, les bonnes pratiques de Laboratoire, les règlements intérieurs qui s'appliquent à une manipulation.
- Prévoir les mesures de sécurité conformes au diagnostic réalisé pour la manipulation envisagée.
- Prendre les mesures de sauvegarde adaptées en cas de dysfonctionnement et de danger ; par : arrêt immédiat des appareils et des installations, neutralisation ou évacuation des produits.
- Savoir se protéger de l'accident et transmettre l'alerte aux services de sauvetage- secours et de soins adaptés.
- Savoir intervenir en cas de brûlure par flamme ou de projections de produits corrosifs (Laver immédiatement d'une grande quantité d'eau. Si le corps est touché à plusieurs endroits, utiliser la douche d'urgence.
- Si les yeux sont affectés, les laver pendant au moins 15 minutes en tenant les paupières ouvertes par la suite Voir un médecin aussitôt).
- Estimer les conséquences possibles sur l'environnement



Tab I.1. Objectifs de la sécurité

## II. DIVERS ASPECTS DE LA SÉCURITÉ

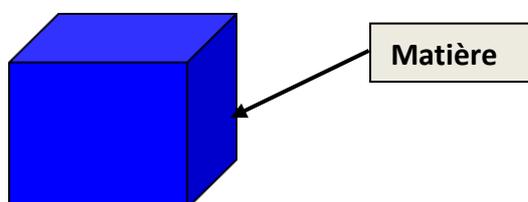
La sécurité n'est pas innée. Elle dépend de chacun et se prépare au quotidien. Certaines normes et obligations sont imposées par des réglementations strictes sur les lieux de travail mais ces règles ne sont pas permanentes

## III. QUELQUES NOTIONS SUR LA MATIÈRE- LES PRODUITS CHIMIQUES

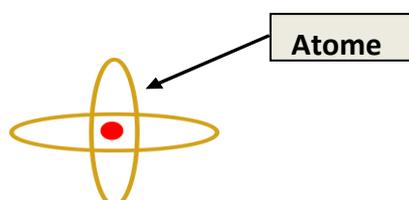
### III. 1 GENERALITES ET DEFINITION

#### III.1.A – LA MATIÈRE

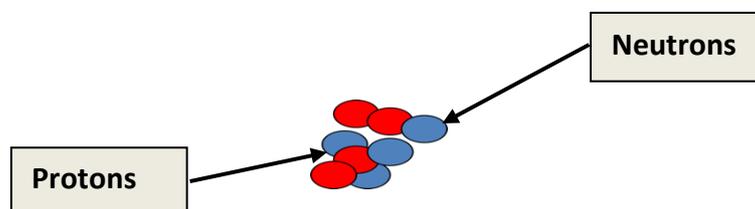
→ Tout ce qui nous entoure est constitué de matière



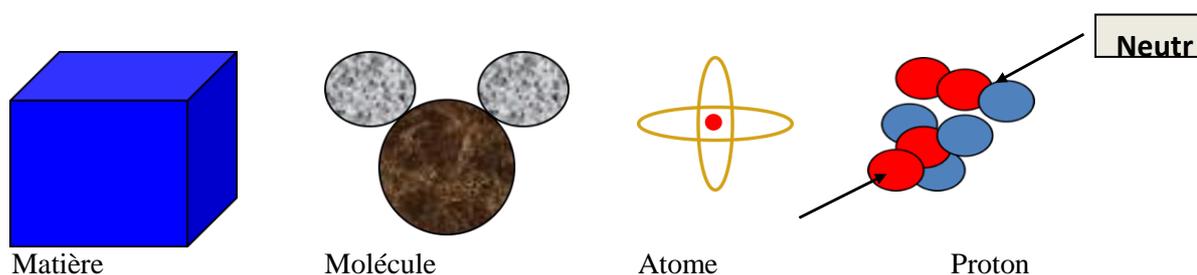
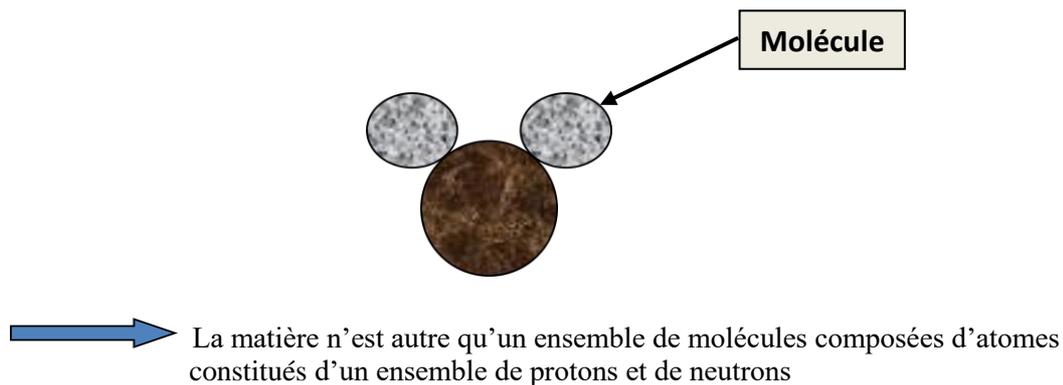
→ Quand la matière n'est plus divisible, on arrive alors à un élément constituant la matière : l'atome



L'atome est formé lui-même par l'assemblage d'un certain nombre de neutrons et de protons.



→ Un ensemble d'atomes "associés" appelé molécule.



#### IV. SYMBOLES CHIMIQUES DES ELEMENTS - LES PLUS REPANDUS.

ELEMENTS	Symbole	ELEMENTS	Symbole
Aluminium	<b>Al</b>	Magnesium	<b>Mg</b>
Argent	<b>Ag</b>	Mercure (hydrargyrum)	<b>Hg</b>
Argon	<b>Ar ou A</b>	Nickel	<b>Ni</b>
Azote (nitrogène)	<b>N</b>	Or (aurum)	<b>Au</b>
Baryum	<b>Ba</b>	Oxygène	<b>O</b>
Brome	<b>Br</b>	Phosphore	<b>P</b>
Calcium	<b>Ca</b>	Platine	<b>Pt</b>
Carbone	<b>C</b>	Plomb	<b>Pb</b>
Chlore	<b>Cl</b>	Potassium (kalium)	<b>K</b>
Cuivre	<b>Cu</b>	Silicium	<b>Si</b>
Étain (stannum)	<b>Sn</b>	Sodium (natrium)	<b>Na</b>
Fer	<b>Fe</b>	Soufre	<b>S</b>
Fluor	<b>F</b>	Tungstène (wolfram)	<b>W</b>
Hélium	<b>He</b>	Zinc	<b>Zn</b>
Hydrogène	<b>H</b>		

Tab I.2 symboles chimiques des éléments

### V. CLASSIFICATION PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Hydrogène H							Hélium He
Lithium Li	Béryllium Be	Bore B	Carbone C	Azote N	Oxygène O	Fluor F	Néon Ne
Sodium Na	Magnésium Mg	Aluminium Al	Silicium Si	Phosphore P	Soufre S	Chlore Cl	Argon A
Potassium K	Calcium Ca		Germanium Ge	Arsenic As		Brome Br	Krypton Kr
						Iode I	Xénon Xe

Tab I.2 Classification périodique des éléments

### VI. TABLEAU PERIODIQUE DES ELEMENTS

Grp	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV	V	VI	VII	0
Pd	A	A	A	A	A	A	A		B	B	B	B	B	B	B	
1	H 01															
2	Li	Be											B	C	N	O
3	Na	Mg											Al	Si	P	S
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Mo	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	W	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	Ir	Sb		Te
6	Cs	Ba	La 57	Hf	Ta	Pr	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb		Po
7	Fr	Ra	Ac 89													
			Ce 58	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu 71
			Tl 90	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Mn		Tr 103

Tab I.3 Tableau périodique des éléments

## VII. TABLEAU DES ELEMENTS / SYMBOLES

**The Periodic Table of the Elements**

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

Lanthanides	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
Actinides	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Tab I.4 Tableau des éléments/symbole. [1]

- Éléments naturels (de 1 à 92)
- Éléments artificiels (de 93 à 103)
- y compris les éléments 43 et 61

Numéro Atomique	→	<b>3</b>		<b>6,939</b>	←	Masse Atomique (2)
Point d'ébullition ( C )	→	<b>1330</b>		<b>1</b>	←	Degrés d'Oxydation
Point de Fusion ( C )	→	<b>108,5</b>		<b>Li</b>	←	Symbole(3)
Masse Volumique (g/cm <sup>3</sup> )	→	<b>0,53</b>		<b>1s<sup>2</sup> 2s<sup>1</sup></b>	←	Structure Électronique
				<b>Lithium</b>	←	Nom

- 1- Les valeurs données pour les éléments gazeux correspondent à la densité du liquide au point d'ébullition.
- 2- Basé sur le C : les parenthèses ( ) indiquent l'isotope le plus stable ou le plus répandu.
- 3- si couleur Noir : solide ; si couleur rouge : gaz ; si couleur grise : liquide ; si couleur éclairée : préparé par synthèse.

Numéro Atomique	20	40,08	Masse Atomique (2)
Point d'ébullition ( °C )	1440	2	Degrés d'Oxydation
Point de Fusion ( °C )	838	Ca	Symbole(3)
Masse Volumique (g/cm <sup>3</sup> )(1)	1,55	(Ar)4s <sup>2</sup>	Nom
Structure Électronique	Calcium		

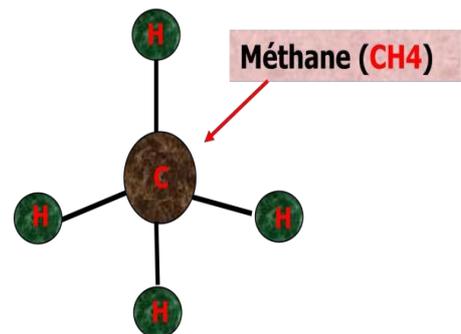
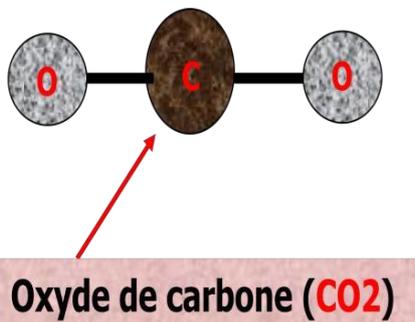
## VIII. DIFFERENTS ETATS PHYSIQUES DE LA MATIERE

➤ La matière se présente sous trois formes : solides, liquides et gaz.



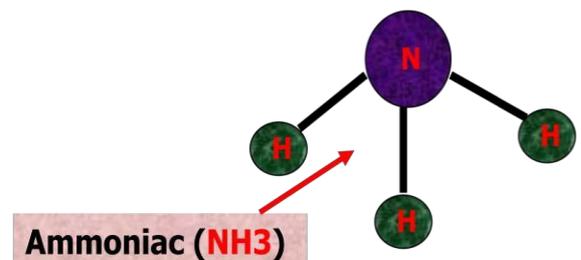
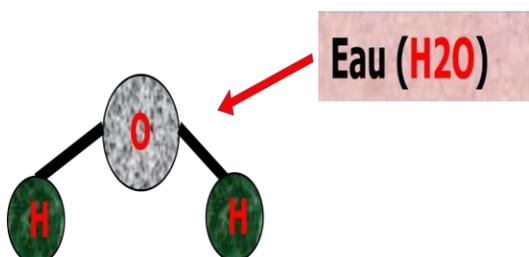
Gaz : Ensemble de molécules dont la liaison intermoléculaire est faible

- Produit qui, à 50°C, possède une pression de vapeur >3atm ou est complètement gazeux à 20 °C sous une pression P= 1 atm
- Exemples : Oxyde de carbone, oxygène, Hydrogène, Méthane...



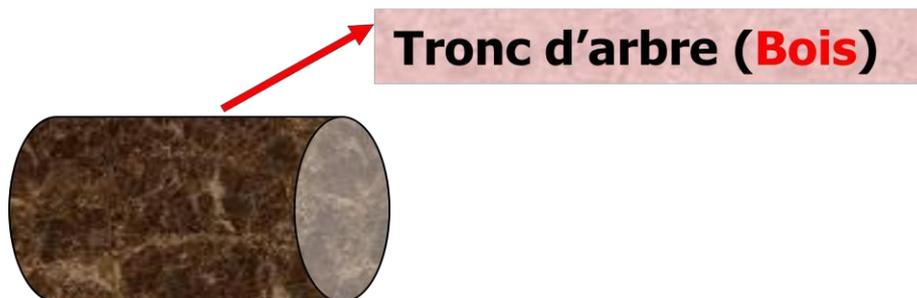
Liquide : Ensemble de molécules dont la liaison intermoléculaire est plus moins forte

- Produit possédant un point de fusion ≤ 20 °C sous la pression P = 1 atm
- Exemples : Eau, Ammoniac, Huile,



➡ Solide : Ensemble de molécules dont la liaison intermoléculaire est forte.

- Toutes les autres matières
- Exemples : Bois, Glace, Verre...



- La matière est la substance (allant de la plus petite poussière à la gigantesque étoile) qui compose tout corps ayant une réalité tangible.
- Quand la matière passe d'un état à un autre on dit tout simplement qu'il y a changement d'état.
- L'état sous lequel se trouve la matière dépend de 2 paramètres : la température et la pression.

### ➡ CLASSIFICATION DES ATOMES

Si l'on ne considère que les électrons gravitant autour du noyau, on peut classer les éléments par nombre croissant d'électrons de 1 (hydrogène) à 103 (Lawrencium).

❖ Sur la base des propriétés chimiques des corps simples, Mendeleïev en 1869 a placé ces 103 éléments dans un tableau connu sous le nom de classification périodique des éléments.

## IX. CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS ETATS

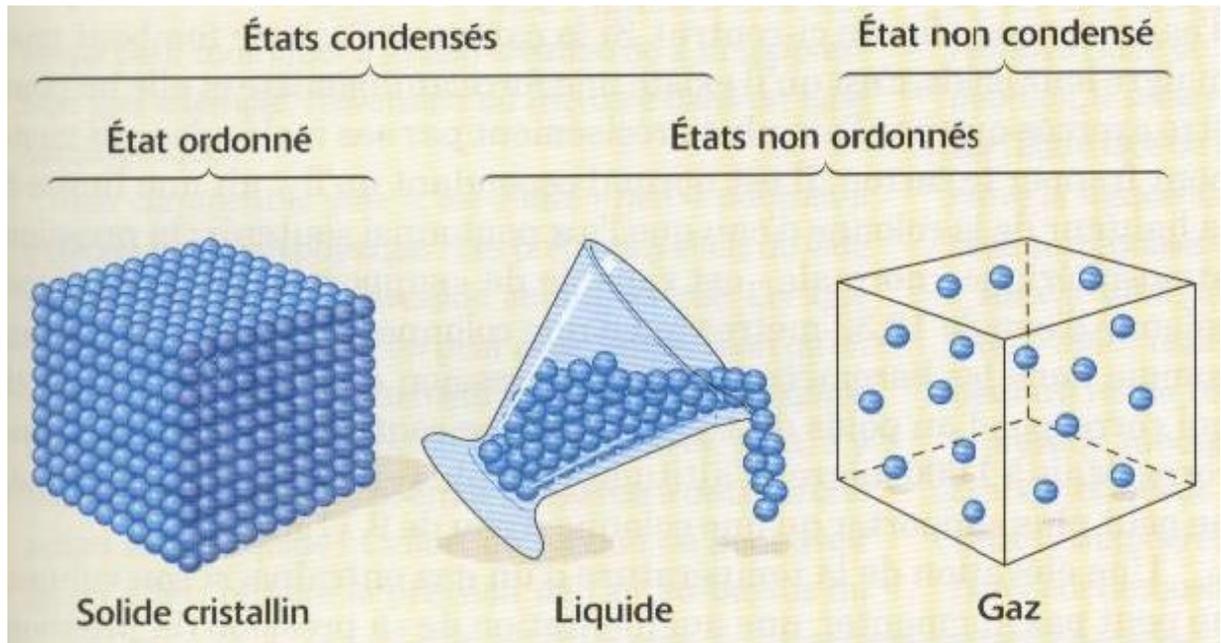
État Solide	État Liquide	État Gazeux
Forme déterminée	<b>Forme indéterminée :</b> - Un liquide prend la forme du récipient qui le contient : il n'a pas de forme propre. - dans le récipient qui le contient, un liquide s'étale. - la surface libre d'un liquide au repos est plane et horizontale. Lorsque deux vases communiquent, les surfaces libres du liquide qu'ils contiennent sont dans un même plan horizontal.	<b>Forme indéterminée :</b>

Volume déterminé	<b>Volume déterminé :</b> lors de transvasements dans différents récipients, son volume ne varie pas.	<b>Volume indéterminé :</b> Un gaz occupe tout l'espace disponible : n'a pas de volume propre.
Incompressible	Incompressible	<b>Compressible :</b> si on remplit une seringue d'air, dont on bouche le petit tube de sortie, on pourra enfoncer le piston ; si on relâche la pression, le piston reprend sa place.

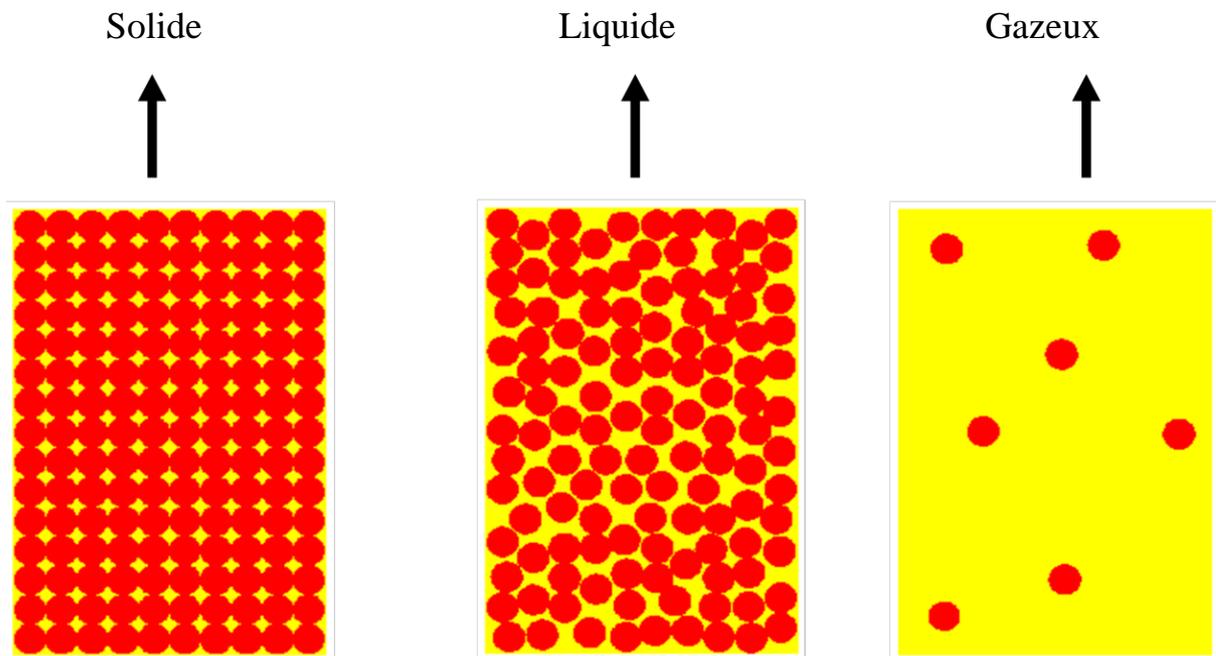
Tab I.5 Caractéristiques des différents états

### X. ETATS PHYSIQUES DU CORPS PUR

Etat monophasique	Etat biphasique	Etat triphasique
<b>SOLIDE</b>	<b>Solide + Liquide</b> <b>Fusion</b> $\rightleftharpoons$ <b>Solidification</b>	
OU	OU	
<b>LIQUIDE</b>	<b>Liquide + Gaz</b> <b>Vaporisation</b> $\rightleftharpoons$ <b>Condensation</b>	
OU	OU	
<b>GAZ</b>	<b>Gaz + Solide</b> <b>Condensation Solide</b> $\rightleftharpoons$ <b>Sublimation</b>	
Les molécules serrées les unes contre les autres, se déplacent peu : Elles Vibrent seulement.	Les molécules moins Serrées roulent les unes sur les autres et s'étalent parfaitement. On dit que les liquides sont fluides.	Les molécules ne sont pas serrées du tout, elles se repoussent après s'être cognées et s'écartent : Elles occupent tout le volume offert (le gaz se disperse de lui-même).



## XI. SCHEMATISATION ÉTATS PHYSIQUES DE LA MATIÈRE



Exemple : Ainsi, à la pression atmosphérique normale, l'eau :

- ✓ Est solide (glace) en dessous de  $0^{\circ}\text{C}$ ,
- ✓ Est liquide entre  $0^{\circ}\text{C}$  et  $100^{\circ}\text{C}$ ,
- ✓ Et est de la vapeur d'eau au-dessus de  $100^{\circ}\text{C}$ .

- A 0°C l'eau change d'état et passe de l'état solide à l'état liquide.
- A 100°C l'eau change à nouveau d'état et passe de l'état liquide à l'état gazeux

Le corps pur peut présenter sous plusieurs états physiques :

1. Une seule phase : solide ou liquide ou gaz (état monophasique).
2. Deux phases en équilibre : ex: solide - liquide (état diphasique).
3. Trois phases en équilibre : solide - liquide - gaz (état triphasique)

La liquéfaction est le passage de l'état gazeux à l'état liquide.

La condensation est une liquéfaction sous forme de gouttelettes.

Exemple : l'eau qui chauffe dans une casserole, la buée sur les vitres.

La vaporisation est un phénomène général du passage de l'état liquide à l'état gazeux.

La vaporisation se fait soit par : évaporation et ébullition

L'évaporation, c'est-à-dire à la température ambiante quelle qu'elle soit (dans le cas de l'eau, même lorsqu'il gèle) car c'est un phénomène de surface où le liquide s'évapore au contact de l'air.

L'ébullition, est un phénomène qui se réalise en profondeur. Tout le liquide est chauffé et des bulles se forment à l'intérieur du liquide. Chaque substance a une température d'ébullition qui lui est propre.

Exemples : T° ébullition de l'eau pure est de 100°C, celle de l'alcool de 78°C, à pression atmosphérique standard.

La fusion est le passage de l'état solide vers l'état liquide.

Exemple : Laisser fondre un glaçon.

La solidification est le passage de l'état liquide à solide.

Exemple : l'eau qui se transforme en glaçon dans le congélateur

La sublimation est le passage de l'état solide à gazeux et inversement.

La glace peut s'évaporer de la même façon que l'eau.

## **XII. PARTIE I : GAZ**

### **❖ ÉTYMOLOGIE**

Le mot gaz vient du grec *kaos* par le chimiste flamand Jan Baptist van Helmont. Jan Baptist van Helmont est un chimiste, physiologiste et médecin belge né à Bruxelles le 12.01.1580 et mort dans Vilvorde le 30.12. 1644.

Exemple : Le CO<sub>2</sub> sous forme liquide, il est utilisé comme agent d'extinction dans les extincteurs dits « au dioxyde de carbone », on parle parfois de neige carbonique parce que le CO<sub>2</sub> liquide se solidifie immédiatement à la sortie de l'extincteur en produisant une poudre blanche.

Le dioxyde de carbone sous forme solide ou glace carbonique appelée aussi Carboglace ou glace sèche est issue du CO<sub>2</sub> liquide sous forme de neige carbonique qui est ensuite compactée pour devenir glace carbonique. [2]

## LISTE DES PAYS DU MONDE PAR ÉMISSIONS DE DIOXYDE DE CARBONE (DIVISION STATISTIQUE DES NATIONS UNIES)

Pays	Quantités (Tonne)	Pays	Quantités (Tonne)
États unis	5 844 042	<b>Algérie</b>	92 097
Chine	3 513 103	Libye	50 418
France	378 267	Maroc	43 903
Égypte	143 679		

Tab I.6 Liste pays du monde par émission CO<sub>2</sub>. [3]

### ➤ DANS LE DOMAINE DE LA CHIMIE

On parle de gaz halogènes, gaz rares, et gaz naturel.

 **Gaz Halogènes** : Exemples : fluor, chlore, brome, iode. Halogène vient du grec *halo* qui veut dire sel, et *gène* qui veut dire créateur.

#### I- Usages pratiques :

- Éclairage** : En réagissant avec le tungstène, le brome ou l'iode limite le dépôt de tungstène sur les parois de verre plus froides. Puis l'halogénure de tungstène se décompose sur les points les plus chauds du filament ce qui le régénère et allonge la durée de vie des lampes à halogène.
- Photographie** : Les cristaux de chlorures, bromure et/ou iodure d'argent absorbent la lumière à diverses couleurs et deviennent capables de réagir avec les révélateurs pour former les grains de l'image.
- Hygiène** : Le chlore, le brome, l'iode et leurs dérivées comme l'eau de Javel et la teinture d'iode) servent comme désinfectants et comme blanchisseur (pour le papier et les tissus).
- Alimentaire** : Sel de table (NaCl). Les sels d'iode (iodures) sont nécessaires à la santé humaine (glande thyroïde).
- Pharmaceutique** : Le bromure de potassium était utilisé comme somnifère.
- Solvants** : exemple : Chloroforme.

 **Gaz rares** : Les gaz nobles, aussi appelés gaz inertes : Exemple : Hélium, Néon. Ils possèdent une couche électronique externe (couche de valence) complète. Cette couche saturée en électrons est très stable et donc l'atome ne cède ni n'accepte d'autres électrons. Les liaisons chimiques sont donc quasi-impossibles pour les gaz nobles, ce qui fait que contrairement à la plupart des autres gaz, ils sont monoatomiques. La liaison chimique est le phénomène physique qui lie les atomes entre eux en échangeant ou partageant un ou plusieurs électrons ou par des forces électrostatiques.

 **Gaz naturels** : Le gaz naturel est un combustible fossile, il s'agit d'un mélange d'hydrocarbures (Un hydrocarbure est un composé organique contenant exclusivement des

atomes de carbone (C) et d'hydrogène (H). Ils possèdent en conséquence une formule brute de type :  $C_nH_m$  (où  $n$  et  $m$  sont deux entiers naturels) trouvé naturellement sous forme gazeuse. C'est la deuxième source d'énergie la plus utilisée dans le monde après le pétrole et son usage se développe rapidement. Le gaz est toujours composé principalement de méthane

## ➤ DANS LE DOMAINE PHYSIQUE

1. **Gaz parfaits** : On appelle gaz parfait tout gaz vérifiant simultanément :  
Loi de Boyle-Mariotte et loi d'Avogadro.

✚ **Loi de Boyle-Mariotte** \* À température constante, le produit de la pression  $p$  par le volume  $V$ :  $pV$  est considéré comme constant lorsque la pression est faible. En d'autres termes, maintenir la température constante pendant une augmentation de pression d'un gaz exige une diminution de volume. Et inversement, la réduction de la pression du gaz passe par une augmentation de volume.

✚ **Loi d'Avogadro** \* : Tous les gaz ont le même volume molaire dans les mêmes conditions de pression et de température. On retombe sur l'équation d'état du gaz parfait :  $PV = nRT$

2. **Gaz réels** : En effet aux basses pressions tous les gaz tendent à avoir un comportement de gaz parfait. Pour les pressions plus élevées, on parle de gaz réel.

## ❖ EN RELATION AVEC LES PHENOMENES ATMOSPHERIQUES



L'effet de serre est un processus naturel de réchauffement de l'atmosphère. Il est dû aux gaz à effet de serre (GES) contenus dans l'atmosphère, à savoir principalement la vapeur d'eau (qui contribue le plus à l'effet de serre), le dioxyde de carbone  $CO_2$  et le méthane  $CH_4$ .

### Les principaux gaz à effet de serre (GES) non-artificiels sont :

La vapeur d'eau ( $H_2O$ ), le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ), le méthane ( $CH_4$ ), le protoxyde d'azote ( $N_2O$ ), et l'ozone ( $O_3$ ).

**Les gaz à effet de serre industriels incluent des gaz fluorés comme :**

Les chlorofluorocarbures (CFC) comme le fréon, le perfluorométhane (CF<sub>4</sub>), l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>).

L'ozone est un composé chimique comportant 3 atomes d'oxygène (O<sub>3</sub>). À température ambiante, c'est un gaz bleu pâle. Il se liquéfie à -111,9 °C sous forme d'un liquide bleu foncé particulièrement instable et se solidifie à -192,5 °C.

✚ **La couche d'ozone (ou ozonosphère)** désigne la partie de la stratosphère contenant une quantité relativement importante d'ozone. On distingue :

Le "bon ozone" présent dans la couche stratosphérique, bon car il nous protège des rayons UV (ultraviolet) ;

Le "mauvais ozone" présent dès la couche basse de l'atmosphère (troposphère : du sol jusqu'à environ 20 km d'altitude), mauvais car c'est celui que nous respirons et qui présente selon sa concentration une certaine toxicité.

En l'absence de cette couche d'ozone, la vie n'aurait été possible que dans les océans,

✚ **L'atmosphère est divisée en 5 couches** : leurs limites ont été fixées selon les discontinuités dans les variations de la température, en fonction de l'altitude. De bas en haut :

✚ **La troposphère** : la température décroît avec l'altitude (de la surface du globe à 8-15 km d'altitude). Elle contient 80 à 90% de la masse totale de l'air et la quasi-totalité de la vapeur d'eau. C'est la couche où se produisent : les phénomènes météorologiques (nuages, pluies)

**Les mouvements atmosphériques (vents).**

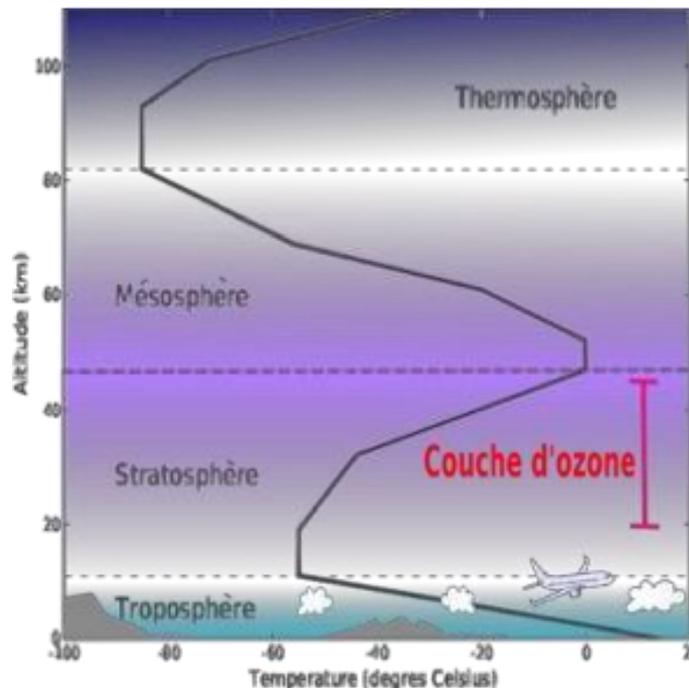


Fig. I.1 les mouvements atmosphériques (vents)

- ✚ **La stratosphère** : La température croît avec l'altitude jusqu'à 0 °C (de 8-15 km d'altitude à 50 km d'altitude) ; elle abrite une bonne partie de la couche d'ozone.
- ✚ **La mésosphère** : La température décroît avec l'altitude (de 50 km d'altitude à 80 km d'altitude) jusqu'à -80 °C ;
- ✚ **La thermosphère** : la température croît avec l'altitude (de 80 km d'altitude à 350-800 km d'altitude) ;
- ✚ **L'exosphère** (de 350-800 km d'altitude à 50 000 km d'altitude).

### ❖ GAZ ET BIOLOGIE

La respiration désigne l'action des poumons, qui en médecine et biologie se nomme ventilation pulmonaire. C'est l'échange par diffusion de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et dioxygène (O<sub>2</sub>) entre un organisme et son environnement.

Elle alimente les cellules en dioxygène et expulse du corps le dioxyde de carbone issu de la respiration cellulaire.

Lorsque l'organisme atteint un certain volume, cet échange nécessite des surfaces spécialisées. Ces surfaces peuvent se trouver au niveau de la peau (respiration cutanée), au niveau des branchies (respiration branchiale), des poumons (respirations pulmonaires) ou à l'extrémité des trachées (respiration trachéolaire). Les échanges respiratoires se font en milieu aérien ou en milieu aquatique.

### ❖ GAZ NEUROTOXIQUE

Un élément chimique ou d'origine biologique est dit neurotoxique s'il s'agit d'une toxine affectant le système nerveux des organismes qui entrent en contact avec lui.

Un neurotoxique agit habituellement en perturbant ou en paralysant l'influx nerveux, en agissant notamment sur les émetteurs ou les récepteurs synaptiques. Le résultat est, en quelques minutes, voire en quelques secondes, des troubles de la vue et des autres sens, une perte du contrôle moteur (paralysie générale), éventuellement suivie d'une paralysie du muscle cardiaque et des muscles de la respiration, puis de la mort.

## XIII. PARTIE II : L'ÉTAT SOLIDE

L'état solide est un des états de la matière caractérisé par l'absence de liberté entre les molécules ou les ions donc les molécules sont très proches les unes des autres et liées entre elles par des liaisons covalentes (une liaison covalente est une liaison chimique dans laquelle chacun des atomes liés met en commun un ou plusieurs doublets d'électrons de ses couches externes), par des liaisons ioniques (càd le lien causé par le transfert d'un ou de plusieurs électrons de valence de la couche électronique externe entre un atome (donneur) et un autre atome (receveur) et par des liaisons métalliques (La liaison métallique est un type de liaison chimique qui permet la cohésion des atomes d'un métal).

### ❖ CRITERES MACROSCOPIQUES

Le solide a une forme propre qu'on peut saisir avec les doigts, Quel que soit le récipient dans lequel on place le solide, celui-ci garde tjs la même forme.

Le solide a un volume propre :

Exemple 1 : Le sable est un solide en poudre, ses grains s'écoulent comme un liquide mais chaque grain possède une forme propre.

Exemple 2 : Expérience des cristaux de sucre

Certains solides sont faits de cristaux parfois visibles à l'œil nu. À l'aide du dos d'une petite cuillère, broyons un peu de sucre cristallisé dans un mortier. Observons la poudre très fine que nous avons obtenue, d'abord à la loupe et ensuite au microscope. La poudre apparaît constituée de minuscules cristaux dont les formes sont les mêmes que celles des cristaux visibles à l'œil nu.

Les solides ont une faible dilatation : Un solide est lourd et il est difficile à comprimer car les particules sont serrées donc incompressible.

**Propriétés mécaniques** : la dureté, la résistance aux chocs (Un objet solide transmet les forces et ne se déforme pas facilement.

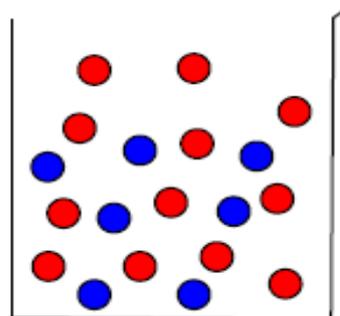
### Comment donner une forme à un solide ?

On peut mouler l'objet comme ce présentoir à sucette en plâtre peint, ou ce presse- citron. On peut chauffer l'objet pour le ramollir, et le travailler comme cette boule de verre.



### ❖ DISSOLUTION D'UN SOLIDE

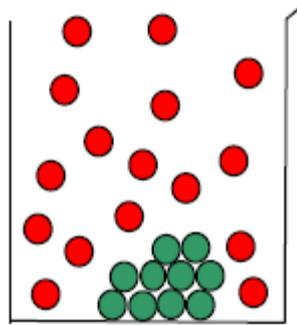
Le sel est soluble dans l'eau : Les particules de sel sont dispersées parmi celles de l'eau.



● : particules d'eau

● : particules de sel

Le sable est insoluble dans l'eau : Les particules de sable sont regroupées, il est donc visible.



● : particules d'eau  
● : particules de sable

#### ❖ VOLUME DES SOLIDES

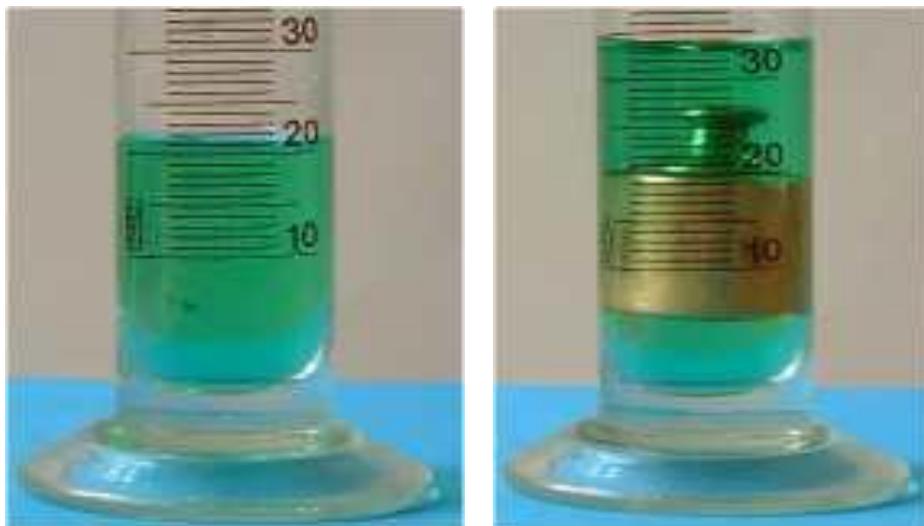


Fig. I.2 Volumes des solides

Volume du liquide au départ 21 ml.

Volume lu avec le solide 33 ml

Volume du solide =  $33 - 21 = 12 \text{ ml} = 12 \text{ cm}^3$

## XIV. PARTIE III : L'ÉTAT LIQUIDE

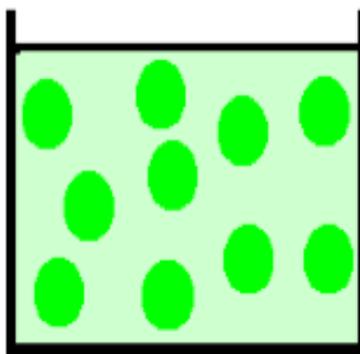
**Définition :**

C'est un état dans lequel les molécules sont faiblement liées. Les distances séparant les molécules demeurent faibles : le liquide peut s'écouler.

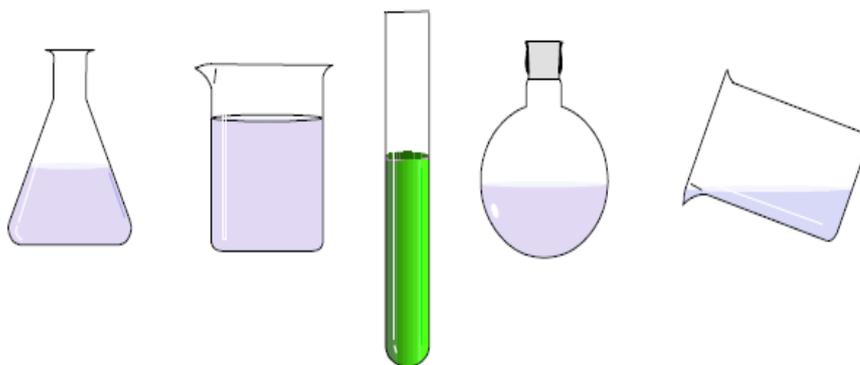
A température constante, le volume reste constant mais la forme change selon le contenant.

Un liquide est dense et quasiment incompressible car les particules sont très proches.

- Les particules bougent en roulant les unes sur les autres donc le liquide remplit tous les recoins du récipient.



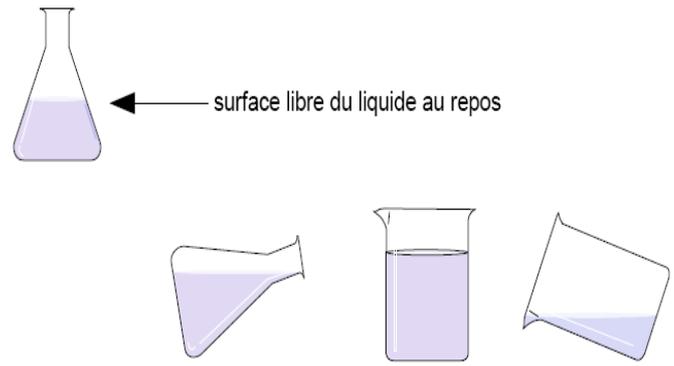
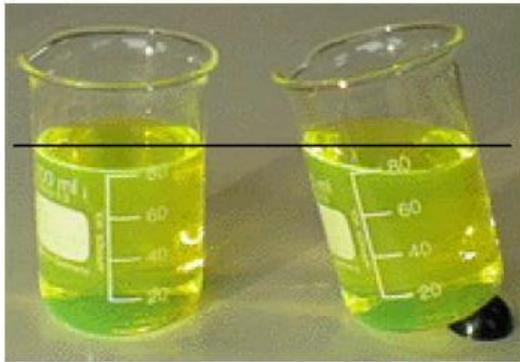
Un liquide n'a pas de forme propre (on ne peut pas le saisir avec les doigts) et prend la forme du récipient qui le contient sous l'effet de gravité.



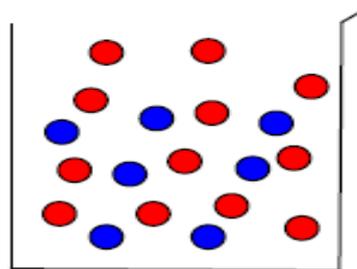
- Le liquide est compact (On ne peut pas faire varier son volume : ni le comprimer, ni le détendre) et fluide (le liquide peut couler).

- La matière à l'état liquide a un volume propre qui ne change qu'avec la température, et en général peu.

- La surface libre d'un liquide au repos est plane et horizontale. Le liquide prend la forme du fond du récipient qui le contient.

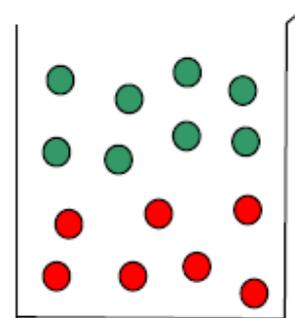


▪ **MISCIBILITE DES DEUX LIQUIDES**



● : 1<sup>er</sup> liquide  
● : 2<sup>ème</sup> liquide

Si deux liquides sont miscibles :  
Particules dispersées



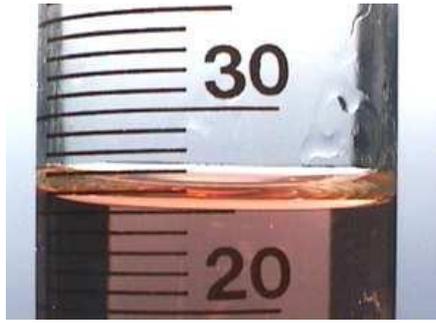
Deux liquides non miscibles

▪ **VOLUME DES LIQUIDES**



Fig.I.3 Volume des solides

On place les yeux justes en face du niveau de l'eau, cela évite de faire une erreur.  
La mesure se fait sur le trait en face de la partie inférieure du ménisque.



Éprouvette graduée tous les ml.  
(25ml)



Pipette graduée tous les 0,1 ml  
Pipette dont le zéro est en bas  
indiquant le liquide restant. 7,3 ml



Pipette graduée tous les 0,1 ml  
Pipette dont le zéro est en  
haut indiquant le liquide écoulé  
depuis ce niveau : 2,2 ml

## ▪ PROPRIETES DES LIQUIDES

### 1 viscosité :

Une caractéristique des liquides est leur viscosité (la résistance d'un liquide à l'écoulement), qui mesure l'attachement des molécules les unes aux autres et donc la résistance à un corps qui traverserait le liquide. Plus la viscosité est grande, plus le liquide est difficile à traverser.

Exemples : Liquides très visqueux comme le miel, peu visqueux comme l'essence et assez visqueux comme le glycérol, acide phosphorique.

### 2 Tension superficielle :

Les liquides possèdent aussi une tension superficielle, qui caractérise entre autres leur tendance à former des ménisques sur leurs bords, ainsi que les différents effets de la capillarité.

Exemple : Expérience L'eau, l'huile, l'alcool (Cette expérience illustre les propriétés de l'état liquide):

- a. Prenons trois liquides : de l'eau, de l'huile et de l'alcool, ainsi que trois tubes à essai. Versons dans le premier tube à essai quelques centimètres cubes d'eau, d'huile dans le second et d'alcool dans le troisième.
- b. Renversons l'eau dans un verre à pied. Observons son écoulement : il est rapide ; seule une goutte reste accrochée au tube.
- c. Renversons maintenant l'huile : elle est visqueuse, s'écoule lentement et ne se mélange pas à l'eau. Ces deux liquides ont des viscosités différentes, ils ne sont pas miscibles.
- d. Renversons enfin l'alcool : il s'écoule très vite, il se mélange bien à l'eau, il arrive même à se dissoudre dans l'huile.

RISQUES CHIMIQUES II

## Chapitre II LES PRODUITS CHIMIQUES

### I. Nature des Produits chimiques

Les Produits chimiques sont présents partout



Dans tous les secteurs d'activités



Sous différentes formes



Les Produits chimiques sont :  
Utiles et indispensables, car ils sont actifs ; mais  
parce qu'ils sont actifs, certains peuvent être  
dangereux pour la santé.

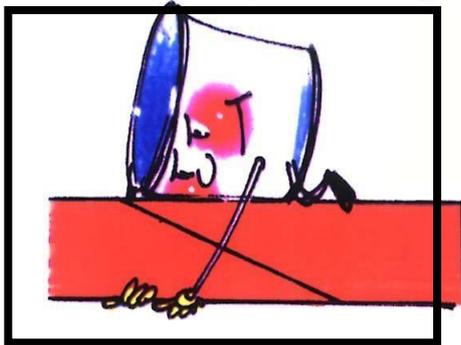
Les produits chimiques se présentent sous trois états : **solides, liquides et gaz**.  
Ils se répartissent en substances et en préparations :

**1- Substances** : Éléments chimiques qui se présentent à l'état naturel, obtenues par un processus de fabrication contenant éventuellement des additifs ou des impuretés.

**2- Préparations** : Mélanges composés de deux ou plusieurs substances.

**3- Agents chimiques** : Agent tel qu'il se présente à l'état naturel, c'est un produit utilisé et peut être libéré notamment sous forme de déchet. C'est un agent qui présente un risque pour la sécurité et la santé des travailleurs en raison de ses propriétés chimiques, physico-chimiques, ou toxicologiques, y compris ceux pour lesquels il existe une valeur limite d'exposition professionnelle

Les Produits sont Indispensables, ils sont utilisés dans toutes les industries



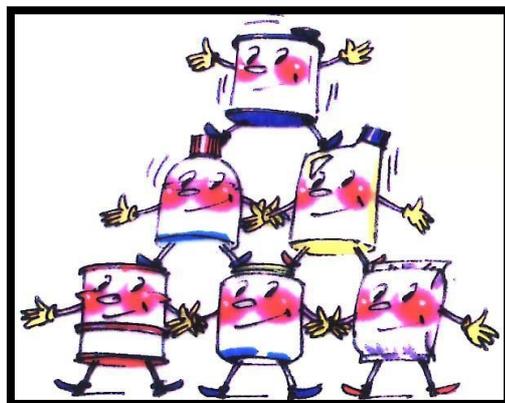
Électronique-Bâtiment-Textile-Mécanique-  
Sidérurgie- Chimie- Automobile- Papier- Bois-  
Agriculture- Alimentation- Transport ....



Alcools- Éther- Acide chlorhydrique -Eau  
de Javel- Ammoniaque- Acétone -

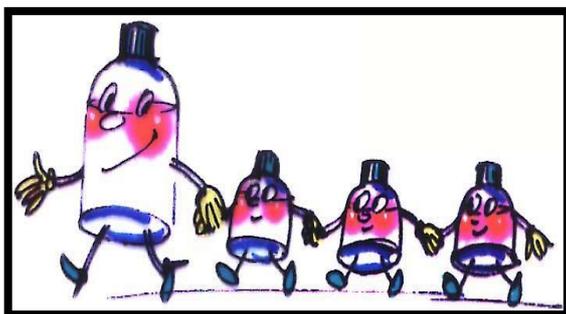


Essence - White spirite - Peintures - Colles  
- Nettoyants Dégraissants - Produits de  
traitement des bois - Huiles - Graisses -  
Produits de décofrage - Produits de  
traitement de surface des métaux-



Livraison- Magasin- Stockage-  
Poste de travail- Laboratoire-  
Atelier d'entretien- Circuit d'élimination des  
déchets- Station d'épuration- Cuves de  
rétention-

Dans l'entreprise, ils sont partout



On les rencontre, lors des opérations de :  
 Dépôtage - Pesée - Fractionnement - Transfert -  
 Utilisation Vidange - Conditionnement -  
 Nettoyage - Démontage

## II. PRINCIPALES INFORMATIONS « sur les Produit chimique » [4]

*(Ce qu'il faut connaître sur un produit chimique)*

Les étapes à suivre :

### **Étape N°1 : Connaître et identifier un produit** (Identification et Caractérisation)

- 1- Dénomination usuelle ;
- 2- Numéros d'identification CAS et EINECS ;
- 3- Formule Chimique ;
- 4- Teneurs des impuretés.

### **Étape N°2 : Connaître le principe d'obtention d'un produit**

Le produit peut exister :

- 1- A l'état Naturel ;
- 2- Résulter d'un processus chimique

Moyens physiques :

Réactions chimiques : Extraire ou Synthétiser le Produit

### **Étape N°3 : Connaissances des paramètres physico-chimiques**

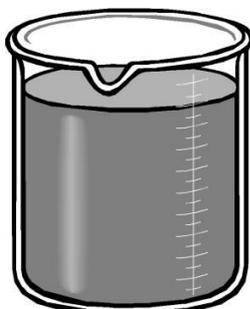
Les paramètres physico-chimiques à connaître sont principalement : 1-

- 1- Limites inférieure et supérieure d'inflammation
- 2-Température d'auto inflammation 3-
- Indice d'évaporation
- 4- Pression de Vapeur 5-
- Point d'ébullition
- 6-Explosibilité
- 7-Point éclair
- 8-Viscosité dynamique
- 9-Masse molaire
- 10-Densité
- 11-.....

### III. CARACTERISTIQUES DES PRODUITS CHIMIQUES

#### 1. Densité des solides et liquides

Elle s'exprime pour les solides et liquides en  $\text{kg/m}^3$



1 litre d'eau = 1kg

$$\text{Densité} = \frac{\text{masse volumique d'un corps}}{\text{masse volumique de l'eau}}$$

#### 2. Densité des gaz

Elle s'exprime en g/l      1 litre d'air = 1,293 kg

$$\text{Densité} = \frac{\text{masse volumique d'un corps}}{\text{masse volumique de l'air}}$$

En règle générale les vapeurs d'hydrocarbures sont plus lourdes que l'air.

#### 3. Viscosité des liquides :

C'est la caractéristique des liquides est leur viscosité (la résistance d'un liquide à l'écoulement), qui mesure l'attachement des molécules les unes aux autres et donc la résistance à un corps qui traverserait le liquide. Plus la viscosité est grande, plus le liquide est difficile à traverser.

**Exemples :** Liquides très visqueux comme le miel, peu visqueux comme l'essence et assez visqueux comme le glycérol, acide phosphorique.

#### 4. Température d'ébullition :

C'est la température à laquelle un liquide passe à l'état gazeux: C'est la température à partir de laquelle un liquide entre en ébullition, phénomène qui se produit lorsque:

TENSION DE VAPEUR= PRESSION ATMOSPHERIQUE

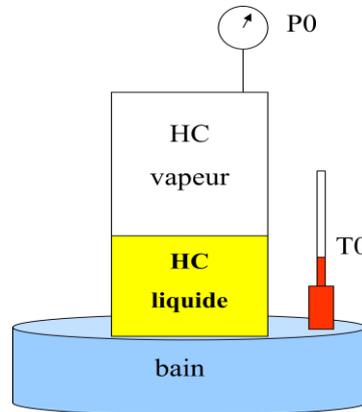
**Exemples :** Méthane – 162°, Propane – 44°, Ammoniaque – 33, Butane 0°, Pentane 36°

#### 5. Pression de vapeur ou tension de vapeur :

C'est la pression à laquelle un liquide et sa vapeur sont en équilibre à une température donnée. Un liquide dont la pression de vapeur est élevée s'évapore plus rapidement.

✓ C'est la faculté d'émettre des vapeurs diffère selon les liquides inflammables ;

- ✓ Le Méthane, éthane, propane, butane... sont gazeux à la température ambiante et à la pression atmosphérique ;
- ✓ Gasoil, fuel... n'émettent pas de vapeurs dans les conditions ci-dessus ;
- ✓ Pour une température donnée  $T_0$ , il s'établit entre la phase liquide et la phase gaz une pression d'équilibre  $P_0$  appelée pression ou tension de vapeur ;
- ✓ Pour une température  $T_1 > T_0$ , il s'établit une nouvelle pression d'équilibre  $P_1 > P_0$ .



Si la température diminue, la pression de vapeur diminue.

Entre ces deux catégories, il existe un grand nombre d'hydrocarbures liquides (essence, kérosène) qui émettent plus ou moins de vapeurs ;

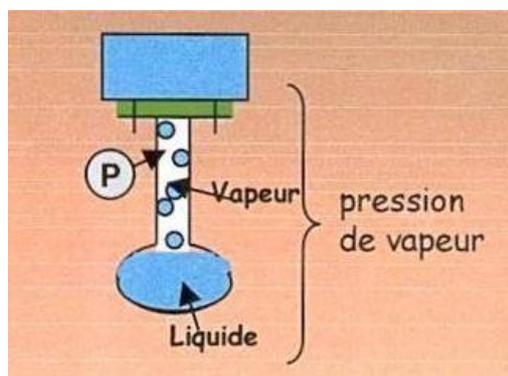
Souvenons-nous : Pression atmosphérique et température influent sur la création de vapeur. Les gaz (GPL/GNL) sont classés en fonction de leur tension de vapeur ;

La Vapeur est la phase gazeuse d'un corps se trouvant à l'état solide ou liquide à la température et à la pression dites ordinaires ( $0^\circ\text{C}$  et  $760\text{ mm Hg}$ )

La tension de vapeur ou pression de vapeur

Si, dans un récipient initialement vide, on met une certaine quantité de liquide, une partie de celui-ci passe à l'état de vapeur ; lorsque l'équilibre est atteint, la pression que l'on mesure dans la fraction de vapeur est appelée pression ou tension de vapeur. [5]

Remarque : Plus la tension de vapeur est importante, plus le liquide s'évapore facilement, plus il est volatil et plus il peut diffuser dans le milieu ambiant respiratoire.



## 6. Taux d'évaporation :

Il caractérise la facilité d'évaporation d'un produit par rapport à l'éther éthylique :

Volatilité = Durée d'évaporation du Produit/Durée d'évaporation de l'Éther

Le Taux d'évaporation : [Indice d'évaporation (volatilité)] : Il caractérise la facilité d'évaporation d'un produit par rapport à l'éther éthylique :

Volatilité = Durée d'évaporation du Produit/Durée d'évaporation de l'Éther

C'est la vitesse relative d'un produit par rapport à celle de l'éther.

Ces deux notions permettent d'apprécier le *risque d'inflammabilité* car on connaît les quantités de vapeurs émises

Le *risque toxicologique* d'un produit car on connaît la vitesse d'émission de ces vapeurs

Un liquide dont la pression de vapeur est élevée s'évapore plus rapidement.

## 7. Point inflammation :

Il est supérieur au point éclair de quelques degrés (environ 2 à 3°C).

C'est la température à laquelle le liquide émet suffisamment de vapeurs pour former avec l'air un mélange inflammable, qui une fois allumé entretient sa combustion. Il est aussi appelé point de flamme.

## 8. Température d'Auto-inflammation :

C'est la température minimale pour laquelle un mélange de vapeurs (combustible + air), à une pression donnée, s'enflamme spontanément au contact d'une surface chaude. En l'absence de source d'allumage, un mélange gazeux, compris dans les limites d'inflammabilité, peut s'enflammer spontanément s'il est porté à une certaine température. La température d'auto inflammation aussi appelé température d'auto ignition ou d'auto combustion.

**Quelques exemples** de point d'auto inflammation :

Essence auto + 371°, acétone + 540°, gasoil + 330°, huile de graissage lourde + 400°.

Le point éclair, point d'inflammation et point d'auto inflammation sont caractéristiques pour chaque produit :

- ✓ Plus un produit est lourd, plus son point éclair est élevé.
- ✓ A l'inverse son point d'auto inflammation peut-être bas.
  - Les carburants : PE < 0°C – PAI > 350°C
  - Les résidus : PE > 100°C – PAI env. 230°C

## 9. Température d'auto-ignition :

C'est une température la plus basse à laquelle s'effectue la combustion spontanée d'un produit

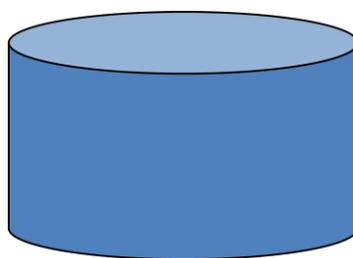
- Elle s'amorce d'elle-même en l'absence de toute flamme ou étincelle
- Plus la température d'auto ignition se rapproche de la température ambiante plus le risque d'incendie est grand.

## 10. Point d'éclair :

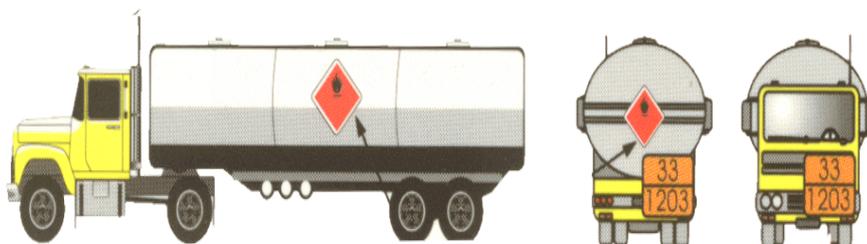
C'est la température la plus basse à laquelle un liquide ou un solide dégage de la vapeur ayant une concentration tel que lorsque cette vapeur se mélange avec l'air près de la surface du liquide ou du solide, il se forme un mélange inflammable. Par conséquent, plus le point d'éclair est bas, plus le produit est inflammable.

Le point éclair correspond à la température minimale à partir de laquelle, dans des conditions d'essai spécifiées, un liquide dégage une quantité suffisante de gaz inflammable pour s'embraser au contact d'une source d'allumage.

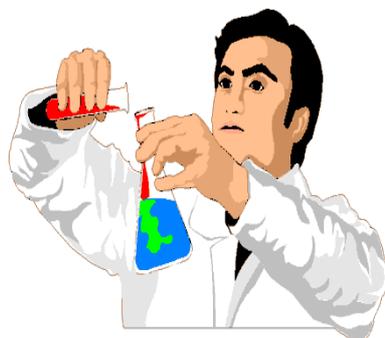
- ✚ A cette température, la combustion ne s'entretient pas faute de vapeurs ;
- ✚ Quelques points éclair : essence auto  $-43^{\circ}$ , acétone  $-18^{\circ}$ , alcool à  $90^{\circ} + 15^{\circ}$ , gasoil  $+55^{\circ}$ , huile de graissage lourde  $+221^{\circ}$  ;
- ✚ Cette notion de point éclair est retenue par la réglementation concernant les hydrocarbures en matière de :



Stockage



Transport



Manipulation

## ❖ Quelques exemples

- Point éclair  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  et point d'ébullition  $< 35^{\circ}\text{C}$  : produit extrêmement inflammable.
- Point éclair  $\leq 21^{\circ}\text{C}$  : produit facilement inflammable
- Point éclair  $\leq 55^{\circ}\text{C}$  : produit inflammable

## 11. Température d'auto-ignition :

C'est la température la plus basse à laquelle s'effectue la combustion spontanée d'un produit Elle s'amorce d'elle-même en l'absence de toute flamme ou étincelle

- Plus la température d'auto ignition se rapproche de la température Ambiante plus le risque d'incendie est grand.

## 12. Limites d'inflammabilité :

## 12-1 Limite Inferieure d'inflammabilité (LII) :

C'est la concentration minimale de gaz dans l'air au-dessous de laquelle une flamme ne peut se propager qu'en présence d'une source d'allumage (manque de combustible)

## 12-2 Limite Supérieure d'inflammabilité (LIS) :

C'est la concentration maximale de gaz dans l'air au-dessus de laquelle une flamme ne peut se propager qu'en présence d'une source d'allumage (manque de comburant).

- Au-delà des critères précités, la combustion des vapeurs ne peut s'effectuer que si elle est comprise entre deux valeurs appelées :
  - Limite Inférieure d'Inflammabilité,
  - Limite Supérieure d'Inflammabilité.
- Elles sont caractéristiques à chaque produit et s'expriment en pourcentage.
- Elles varient en fonction de la température, du taux d'oxygène et de la pression.

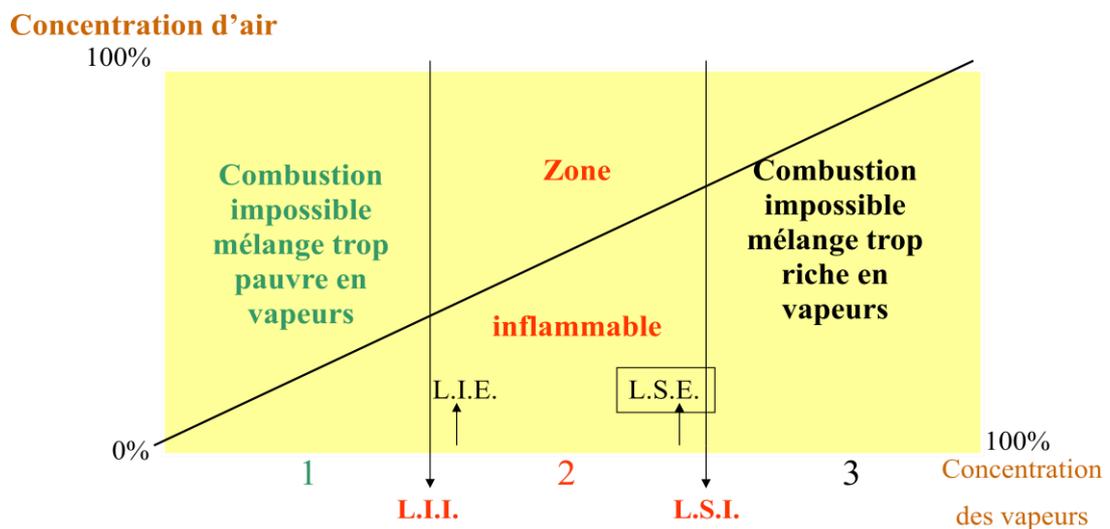


Fig.II.1 Limites d'inflammabilités

## 13. Limites d'explosivité :

La limite d'explosivité est une zone de concentration située entre deux valeurs (limite inférieure et supérieure) de concentration en gaz ou vapeurs mélangée à l'air, en dessous et au delà desquelles une flamme n'est plus en mesure de se propager par elle-même.

Les limites sont indiquées en % en volume.

- Limite Inférieure d'Explosivité : LIE
- Limite Supérieure d'Explosivité : LES

## 13-1 Limite inférieure d'explosivité (LIE)

C'est la limite inférieure d'explosivité(LIE) d'un gaz, de vapeurs ou de poussières dans l'air est la concentration minimale dans le mélange au-dessus de laquelle celui-ci peut exploser

## 13-2 Limite Supérieure d'explosivité (LES) :

C'est la concentration maximale du gaz, vapeurs ou de poussières inflammables dans l'air au- dessous de laquelle il peut exploser

\* Remarque :

Ces limites s'expriment en % en volume à 20°C et dépendent de la température.

La violence de l'explosion dépend de la concentration des vapeurs et surtout du degré de confinement.

Il existe deux types d'explosions :

- L'explosion homogène : lorsque l'explosion prend naissance en tous du mélange. Mélange combustible + comburant en concentration homogène et à température d'auto-inflammation.
- L'explosion hétérogène : explosion avec progression de flamme. Elle ne peut avoir lieu qu'entre la LII et la LSI

Quelques chiffres :

Produits	Formules	L.I.E. %	L.S.E. %	Densité
Acétone	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	2.6	12.8	2
Benzène	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1.2	8	2.8
Butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1.9	8.5	2
Essence 73		1.6	6	>3
Gas oil		0.6	13.5	>1
Méthane	CH <sub>4</sub>	5	15	0.5
Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2.2	9.5	1.5
Toluene	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	1.2	7.1	3.1

Tab.II.1 LIE &amp; LES en pourcentage

**Remarque :**

Ces limites s'expriment en % en volume à 20°C et dépendent de la température.

La violence de l'explosion dépend de la concentration des vapeurs et surtout du degré de confinement.

- ✓ C'est la concentration minimale et maximale (en volume) en gaz ou vapeurs combustibles en mélange dans l'air permettant l'inflammation ou l'explosion du mélange.
- ✓ La concentration minimale de carburant (dans l'air) nécessaire pour qu'une flamme se propage à travers le mélange est la Limite Inférieure d'Inflammabilité.

Quand la concentration croît encore jusqu'à ce qu'il n'y ait plus suffisamment d'oxygène pour entretenir la combustion : on atteint ainsi la Limite Supérieure d'Inflammabilité.

- ✓ Une explosion est la résultante d'une réaction physico-chimique (décomposition, combustion) dont la vitesse extrêmement élevée s'accompagne d'une libération très importante d'énergie en un temps très court se traduisant par une brusque montée de la pression.
- ✓ La déflagration qui est caractérisée par une vitesse de déplacement du point de flamme inférieure à la vitesse du son ainsi qu'une pression engendrée.
- ✓ La détonation est caractérisée par une combustion ou une décomposition instantanée, c'est à dire par une vitesse de propagation du phénomène supérieur à celle du son et par une pression de l'ordre de 30 bar dans les mélanges gazeux et supérieure à 1000 bar pour les explosifs condensés liquides et solides.

## 13-3 Domaine d'explosivité :

Substance	LIE	LSE	Substance	LIE	LSE
Hydrogène	4.1%	74.8%	Acétylène	2.5%	82%
Sulfure d'hydrogène	4.3%	46%	Benzène	1.2%	7.8%
Kérosène	0.6%	4.9%	Butane	1.8%	8.4%
Méthane	5.0%	15%	Éthanol	3%	19%
Octane	1%	7%	Éthyl benzène	1.0%	7.1%
Pentane	1.5%	7.8%	Éthylène	2.7%	36%
Propane	2.1%	9.5%	Diéthyléther	1.9%	36%
Propylène	2.0%	11.1%	Acétone	3%	13%
Styrène	1.1%	6.1%	Diesel	1.4%	7.6%
Toluène	1.2%	7.1%	Gaz naturel	5%	15%
Xylène	1.0%	7.0%	Héxane	1.1%	7.5%

Tab.II.2 Domaine d'explosivité

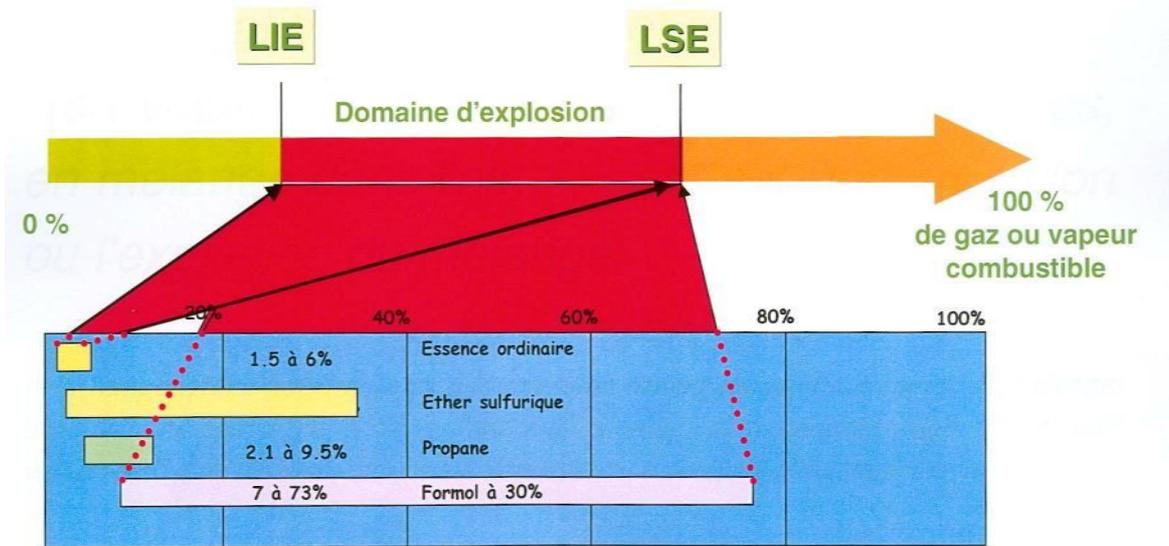
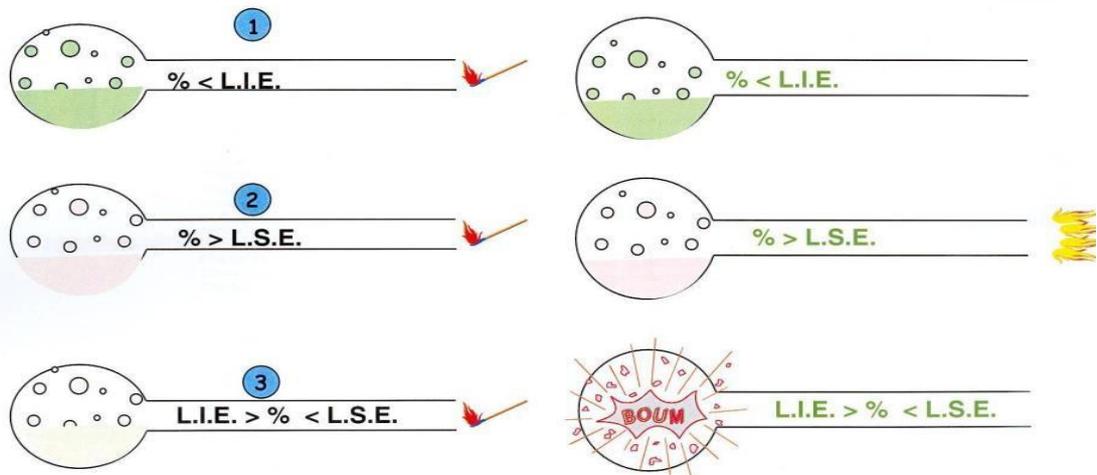


Fig. II.2 Limites d'inflammabilité ou d'explosivité

### Quels sont les risques ?



### Interprétation

Après avoir mis dans un tube, différentes proportions de méthane et d'air (par exemple) on détermine que seuls les mélanges comprenant au minimum 5 % de méthane et au maximum 15 % de méthane (le complément étant de l'air) sont susceptibles de propager la flamme.

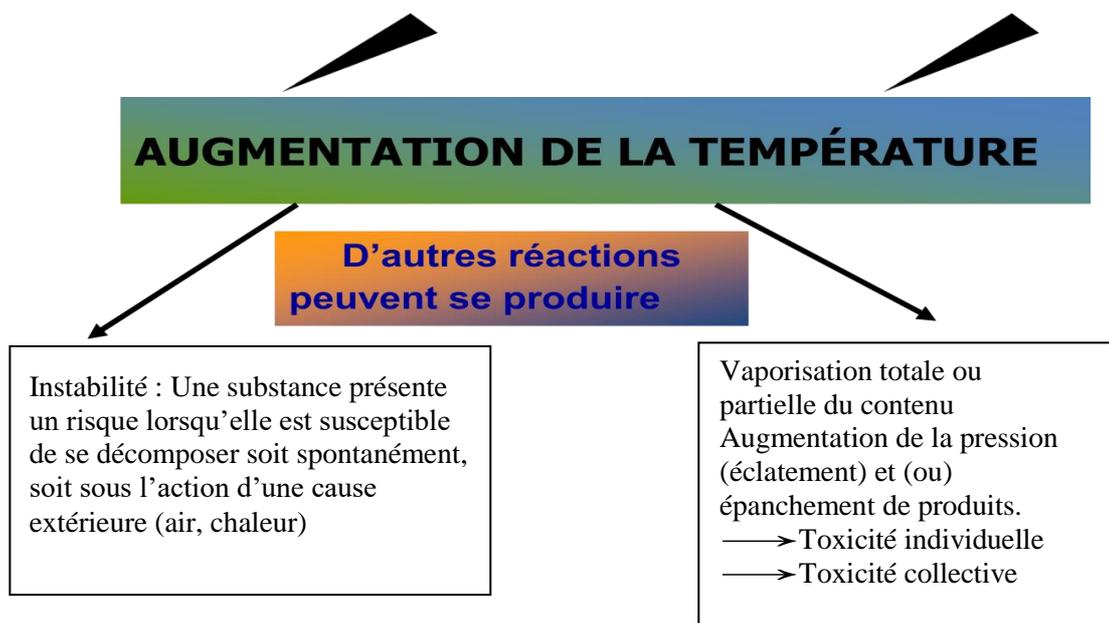
5 % correspond à la Limite inférieure d'inflammabilité LII du méthane dans l'air ou la Limite inférieure d'explosivité LSE

15 % correspond à la Limite supérieure d'inflammabilité (LSE) ou limite supérieure d'explosivité (LSE) du méthane dans l'air

L'intervalle d'explosivité est caractérisé par la limite inférieure d'explosivité (LIE) et la limite supérieure d'explosivité (LSE).

Sous la LIE le mélange est trop pauvre en combustible pour amorcer une réaction.

Au-dessus de la LSE c'est le comburant qui manque



- Explosion thermique ou emballement d'une réaction
- Les réactions chimiques se font soit :
  - Avec dégagement de chaleur → EXOTHERMIQUE
  - Avec absorption de chaleur → ENDOTHERMIQUE
- Les produits sont donc stables dans des conditions bien particulières d'où des problèmes éventuels quand on sort des conditions

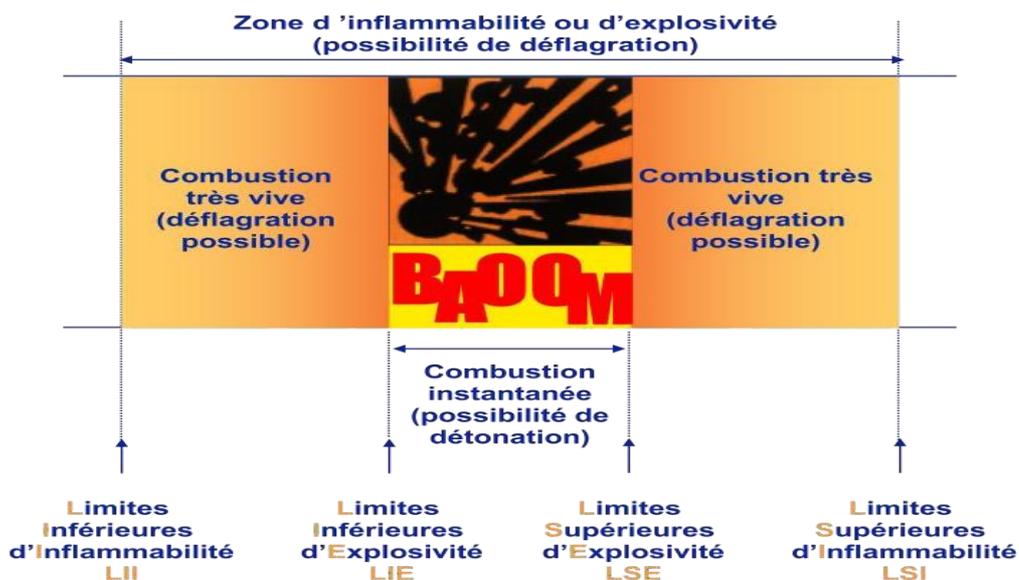


Fig. II.3 Zone d'inflammabilité ou d'explosivité

## 14. Valeur Moyenne d'Exposition (VME)

C'est la valeur de concentration d'un produit dans l'atmosphère que peut respirer une personne pendant une durée de 8 heures (journée de travail), sans risque d'altération de sa santé même si des modifications physiologiques réversibles sont parfois tolérées.

Ou c'est la limite d'exposition d'une personne pour une exposition régulière de 8h par jour et de 40h par semaine.

Elles ont pour objectif d'éviter les effets à long terme sur l'organisme.

Les unités de mesures ;

Ces valeurs limites sont exprimées soient :

A/ en mg par m<sup>3</sup>.

B/ en ppm (partie par million, c'est-à-dire en ml par m<sup>3</sup>).

Comment passer d'une unité à l'autre ?

$$C(\text{ppm}) = C(\text{mg.m}^{-3}) \times V_m / M \text{ (Masse molaire)}$$

Le volume molaire, à 25°C sous 1013 hPa, est égale à 24,45L.

**Exemple :** Monoxyde de carbone : CO (VME= 50 ppm)

Calcul en mg.m<sup>-3</sup>:

M(CO)= 28 g.mol<sup>-1</sup> et V<sub>m</sub>=24,45 L.mol<sup>-1</sup>

Donc C= (50 x 28) = 57,26 mg.m<sup>-3</sup>

## 15. Valeur Limite d'Exposition :

C'est la valeur à ne jamais dépasser afin de ne pas exposer les salariés à des risques d'altération de la santé. Le prélèvement servant à la mesure de concentration doit être d'une durée inférieure à 15 mn

Ou c'est la concentration maximale à laquelle une personne peut être exposée au plus pendant 15 mn sans altérations physiologiques.

Elles ont pour objectif d'éviter les effets immédiats sur l'organisme.

Les corps les plus dangereux sont ceux qui ont les VLE les plus faibles avec des pressions saturantes élevées. Exemple le benzène.

**PRODUITS CHIMIQUES  
DANGEREUX**

## CHAPITRE III : PRODUITS CHIMIQUES DANGEREUX

### I. NOTIONS / GENERALITES

#### A. INTRODUCTION

Pour définir la notion de produits dangereux, il apparaît utile de bien préciser la signification de deux mots essentiels : le *danger* et le *risque*.

- **Le danger** est une propriété intrinsèque du produit, pouvant compromettre l'existence, l'intégrité physique ou la santé des personnes, la préservation de l'environnement ou menaçant la sécurité des installations.
- **Le risque** est la probabilité de voir ce danger causer un dommage lorsqu'il y a exposition à ce danger.

#### - **EXEMPLE : Cas de l'utilisation d'un insecticide**

Un insecticide est un produit chimique créé pour tuer les insectes.

- A. La source de danger est l'insecticide
- B. La cible : les insectes
- C. L'effet négatif est la mort des insectes

Le **danger** est donc la **mort** des insectes lorsque l'insecticide est utilisé, c'est-à-dire si on expose les insectes à l'insecticide.

Le **risque** pour les insectes est donc qu'ils soient **exposés** à l'insecticide. Si cette exposition n'a pas lieu, le risque est (quasiment\* nul) mais le danger demeure car l'insecticide conserve ses propriétés néfastes sur les insectes ; Elles ne sont simplement pas utilisées. [6]

Cet exemple montre bien la différence qui existe entre danger et risque pour un produit toxique. Donc *un produit chimique dangereux* : Il peut être une substance ou préparation connue pour avoir une action aigue ou chronique sur la santé, que ce soit par voie respiratoire, digestive ou cutanée.

#### B. PRINCIPAUX PRODUITS CHIMIQUES INDUSTRIELS DANGEREUX

*B-1 Les solvants* : Tous liquides, ayant la propriété de dissoudre des solides, des liquides et des gaz.

*B-2 Acides et bases* : Les acides tels que chlorhydrique, nitrique, etc.... Les bases comme la soude, le potasse, etc....La dangerosité de ces produits augmente avec leur concentration

*B-3 Produits organiques* : On peut les grouper en familles chimiques : les amines, les peroxydes, les iso cyanates, les époxydes / (bisphénol, les éthers de glycol (propyl-glycol).

*B-4 Substances minérales* : (métaux, métalloïdes et dérivés)

Parmi les métaux les plus courants, il faut citer le plomb, le Cadmium, le Béryllium, le mercure, ainsi que la plupart de leurs dérivés.

Parmi les métalloïdes, les halogènes (fluore, chlore, brome, iode), le phosphore et leurs dérivés sont également dangereux.

## C. SUBSTANCES DANGEREUSES

Les substances sont considérées comme "*dangereuses*" au sens de la présente section : les substances et préparations correspondant aux catégories suivantes :

Les substances <i>dangereuses</i>	
Explosives	Corrosives
Combustibles	Matières auto réactives
Inflammables (Facilement, Extrêmement)	Matières auto chauffantes
Toxiques, Très toxiques, Nocives	Matières pyrophoriques
Dangereuses pour l'environnement	Peroxydes

Tab.III.1 les substances dangereuses

## D. PRÉPARATIONS DANGEREUSES (Champ d'application)

Le champ d'application des préparations est réparti comme suit :

- ✓ Les médicaments à usage humain ou vétérinaire (selon le code de la santé publique)
- ✓ Les cosmétiques (selon le code de la santé publique)
- ✓ Les mélange de substances, sous forme de déchets (selon le code de l'environnement)
- ✓ Les denrées alimentaires
- ✓ Les aliments pour animaux
- ✓ Les préparations contenant des substances radioactives
- ✓ Les dispositifs médicaux invasifs.
- ✓

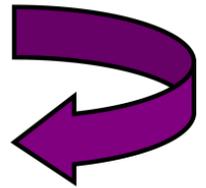
## II. CRITERES GENERAUX DE CLASSIFICATION ET D'ETIQUETAGE

### A. CLASSIFICATION SUR LA BASE DES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES.

#### 1. Substances et préparations *Explosibles* « E ».



**2. Substances et préparations *Comburentes* « O ».-**



**3. Substances et préparations *Extrêmement Inflammables* « F+ ».-**



**3. Substances et préparations *Extrêmement Inflammables* « F+ ».-**



**4. Substances et préparations *Facilement Inflammables* « F ».-**



**A-1 RELATIONS ENTRE LES RISQUES**

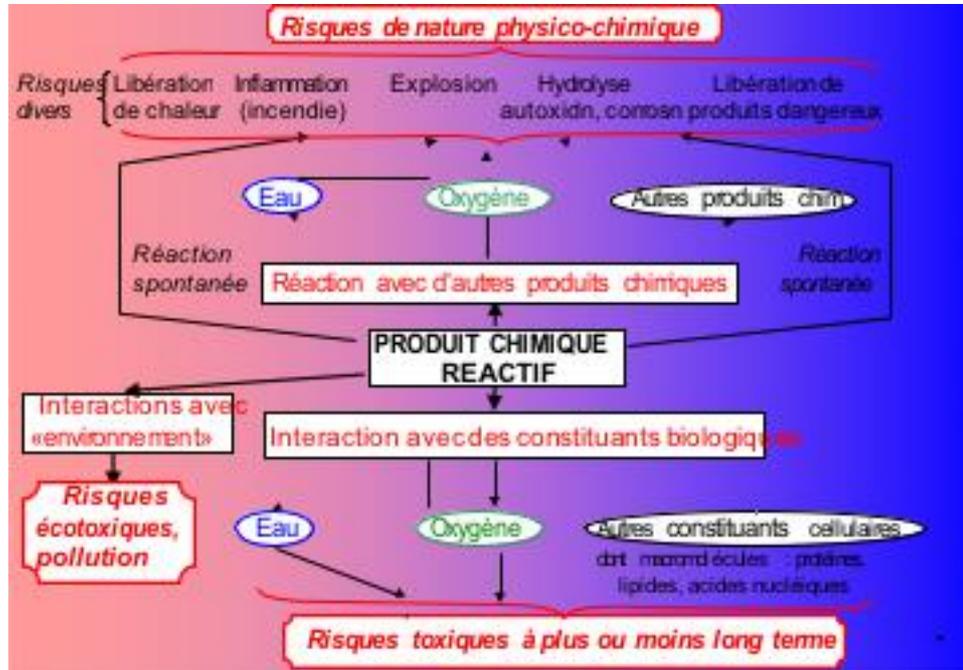


Fig.III.1 Risques de nature physico-chimique

**A-2 RISQUES LIES AUX PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES.**

DEFINITIONS

- **Réactivité du produit** : plus ou moins brutale en présence d'un *autre produit* (gaz, liquide, solide) (cf. pictogrammes) :
- **Phénomènes physiques** : Explosion, inflammation, chaleur, surpression, *et/ou* formation de *produits* pouvant être dangereux.



- Caractéristiques physiques conditionnant la *diffusion* des produits :
  - ✓ **Tension** (= pression) de *vapeur* : +  $T_{\text{ébull.}}$  est basse  $\rightarrow$  +  $p_{\text{vap}}$  est forte
  - ✓ **Volatilité** = vitesse d'évaporation du produit/vitesse évaporation de l'éther diéthylique  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5$
  - ✓ **Densité des vapeurs** (+ ou - lourdes que l'air).
- ⚠ Attention au stockage en réfrigération ; stoker en armoire spéciale.

- Limites Inférieure et supérieure d’explosivité : exprimées en % (LIE et LSI)
- Limites Inférieure et Supérieure d’inflammabilité : Dans l’air (LII et LSI) à 20°C, exprimées en %
  
- Température d’auto-inflammation (ou auto-ignition) : sans source d’ignition à P= 1atm
- Point d’éclair : T°C minimale au-dessus de laquelle la quantité de vapeur /air est suffisante pour l’inflammation (liquides) avec ignition.  
 1atm = 1013 mbar = 760 mmHg = 101,3 KPa
  
- Quelques caractéristiques de produits courants :

Produit	LIE (% volume)	LES (% volume)	T° auto-inflammation °C	Point éclair °C
Acétone (L)	2,5	13	535	-17
Acétylène(G)	2,5	81	300	-
Benzène (L)	1,4	8	560	-11
Alcool éthylique (L)	3,3	19	420	+12
Hydrogène(G)	4,0	75	400	-
Éther éthylique (L)	1,9	36	160	45

Tab.III.2 Caractéristique de quelques produits courants

NB : LIE etc. peut varier avec T, P, et gaz inerte.

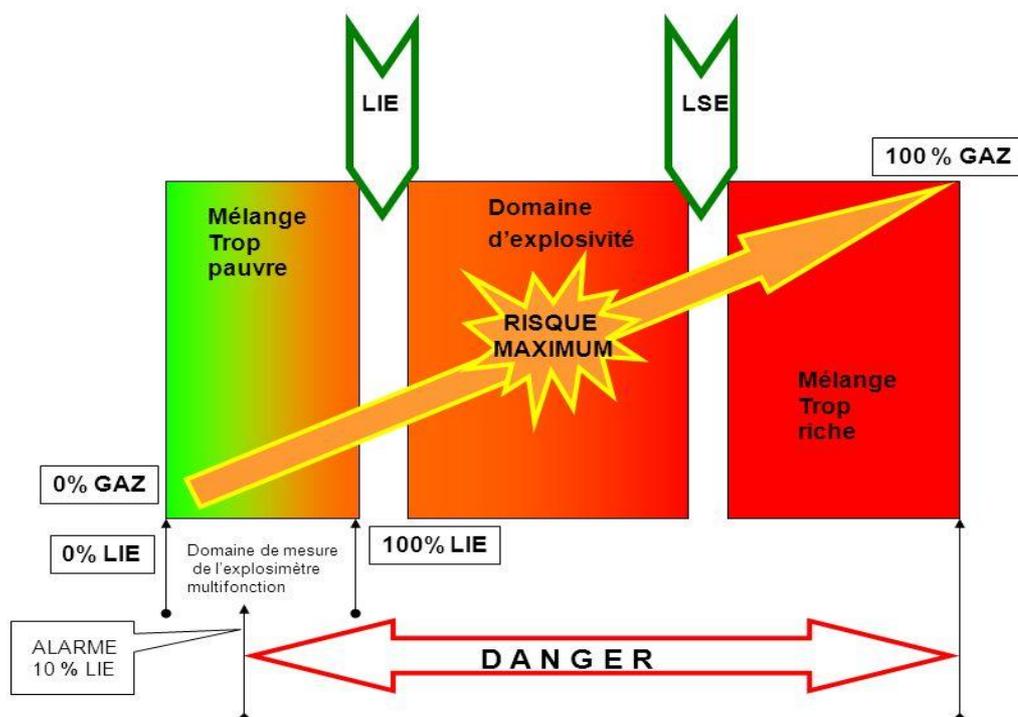


Fig. III.2 Paramètres liés à l’inflammabilité. [7]

- Caractéristiques chimiques pouvant conduire à :
  - Déflagration (ou détonation) ou inflammation : « explosophore »
  - Projection de matières dangereuses
  - Émission de gaz toxiques
  - Dérivés de l'eau oxygénée : peroxydes, époxydes...
- C-O-OH Me+2-O-O2- R-O-O-R' hydro-péroxyde peroxyde métallique peroxydes organiques
- Exemples de groupes explosophore :
  - Dérivés de l'acide perchlorique :  $\text{HClO}_4$  (Cl+VII)  $\text{Men}(\text{ClO}_4)_p$   $\text{FClO}_3$   $\text{R-ClO}_4$   
perchlorates métalliques perchloxydes perchlorates d'alkyle d'amine ,etc.
  - Dérivés nitrés :  $\text{R-NO}$   $\text{R-NO}_2$   $\text{R-O-NO}$  etc.
  - Dérivés diazoïques :  $\text{CH}_2\text{N}_2$   $\text{R-N}+\equiv\text{N-X}$   $\text{C-N}\equiv\text{N-C}$   $\text{N-Me}$
  - Dérivés de l'acide azothydrique  $\text{HN}_3$  : azotures  $\text{R-N}_3$ ,  $\text{Me-N}_3$
  - Dérivés acétyléniques, acétylures métalliques, poly acétyléniques
- Produits polymérisables : polymérisation spontanée (acétate de vinyle, acroléine, acrylate et méthacrylate de méthyle, buta-1,3-diène, etc.)
- Des réactions *chimiques* dangereuses *peuvent* être déclenchées :
  - Échauffement, frottement, choc (ex. perchlorates)
  - Mise en contact avec l'eau (ex. métaux alcalins) ou l'oxygène de l'air (ex. réducteurs)
  - mélange avec un autre produit incompatible
- Contrôler les réactions oxydantes + réducteur, acide +base, hydrolyse
- Exemples de Phases de Risque (étiquetage)
  - R14 = hydrolyse violente :  $\text{SOCl}_2$  ou  $\text{SO}_2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_2\uparrow + \text{HCl}$
  - R29 = dégage des gaz toxiques
  - R15 = dégage des gaz très inflammables
- Exemples : d'hydrures alcalin :  $\text{NaH} \rightarrow \text{H}_2\uparrow$
- Exemples : Oxydants par pouvoir oxydant  $\downarrow$   
 $\text{F}_2 > \text{O}_3 > \text{H}_2\text{O}_2 > \text{ClO}_4^- > \text{MnO}_4^- > \text{HNO}_3 > \text{Cl}_2 > \text{CrO}_3, \text{Gr207-} > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{O}_2 > \text{IO}_3^- > \text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2 > \text{S} > \text{Sn}^{4+}$  etc. (non limitatif)
- Exemples : Réducteurs par pouvoir réducteur :  $\downarrow$   
 $\text{H}_2 > \text{N}_2\text{H}_4 > \text{LiAlH}_4 > \text{hydrures} > \text{HC}\dots$
- Exemples : **Hydrolyse**  $\rightarrow$  libère (souvent)  $\text{H}_2$  ; *Dangerosité*  $\downarrow$   
 $\text{Cs, Rb, K} > \text{Na} > \text{Li} > \text{Ca} > \text{NaH}$  etc.,  $\text{CaH}_2, \text{CaC}_2, \text{KNH}_2$ , organométalliques  $\text{RMeX}$  d'alcalins, de Mg, Al, Zn, Cd, halogénures,  $\text{P}_2\text{O}_5, \text{CaO}, \text{Na}_2\text{O}_2$ , etc

### A-3 RISQUES LIES AUX PROPRIETES PHYSICO-CIMIQUES : « INDICES CHETAH »

- ✓ Évaluer l'instabilité thermique : Notamment avec  $CI \rightarrow$  décomposition exothermique violente possible si  $CI$  est haut ; diagnostic rapide du risque d'emballement thermique.

- ✓ Enthalpie maximale de décomposition en produits simples :  $DHD = PEM$  : potentiel d'énergie maximale :

$PEM > 700 \text{ kcal/kg } (> 2\,926 \text{ kJ/kg}) = \text{indice C1 haut,}$   
 $300 PEM < 700 \text{ kcal/kg } (1\,254\text{-}2\,926 \text{ kJ/kg}) = \text{moyen,}$   
 $PEM < 300 \text{ kcal/kg } (< 1\,254 \text{ kJ/kg}) = \text{bas ;}$

- ✓ Différence entre l'enthalpie maximale de combustion et l'enthalpie maximale de décomposition  $DHC - DHD$

Si  $DHC - DHD < 3 DHD$  et 1er indice haut = indice C2 haut

Si  $3 DHD < DHC - DHD < 5 DHD$  C2 = moyen

Bas dans toutes les autres conditions

- ✓ C1 et C2 calculés avec la méthode de contribution des groupes de Benson (détecte groupes explosophores et fonctions oxydantes et réductrices) :  $DrH$  et  $DfH$  (gaz idéaux).

#### Cas particulier : Les fluides cryogéniques

- ✚ Risque d'*incendie* (hydrogène, méthane, acétylène, etc.)
- ✚ Risque d'*explosion* surtout pour les oxydants (oxygène, air liquide) (en présence de réducteurs).

- Solvants réfrigérés avec carboglace : addition prudente de  $CO_2$  liq.
- Avec Ar liq et  $N_2$  liq, absorption progressive de  $O_2$  (réchauffement) → bleu foncé : explosion possible pour  $> 8\%$
- $O_2$  liquide explosif en présence de matières diverses (y compris papier, matières poreuses)
- Risque de *lésions corporelles* : brûlures
- Risque d'*intoxication (asphyxie)* avec azote, Ar, etc. ou  $CO_2$  si local confiné (anoxie) :  
Nécessaire à la vie :  $\geq 17\%$  d'oxygène
- Risque d'atteinte sanguine (acidose) avec excès de  $CO_2$

## B. CLASSIFICATION SUR LA BASE DES PROPRIETES TOXICOLOGIQUES. [8]

### 1. Substances et préparations *Très Toxiques* « T+ ». \_



3. Substances et préparations **Nocives «Xn»**.

2. Substances et préparations **Toxiques «T»**.



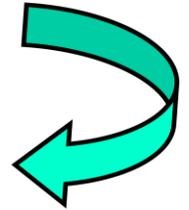
4. Substances et préparations **Corrosives «C»**.



5. Substances et préparations **Irritantes «Xi»**.



6. Substances et préparations **Sensibilisantes «Xn ».**



C. CLASSIFICATION SUR LA BASE DES EFFETS SPECIFIQUES SUR LA SANTE

1. Substances **Cancérogènes**

Pour catégorie 1,2



Pour catégorie 3



2. Substances **Mutagènes**

Pour catégorie 1,2



Pour catégorie 3



3. Substances **Toxiques P/ la Reproduction**

Pour catégorie 1,2



Pour catégorie 3



## D. RISQUES LIÉS À LA TOXICITÉ DES PRODUITS

## D1- DEFINITIONS :

- Le **Xénobiotique** : C'est une substance étrangère à l'organisme
- La **Toxicité** : C'est la capacité d'un Xénobiotique à produire des :
  - Effets nocifs sur un organisme vivant
  - La toxico-chimie : Interaction chimie – toxicologie :

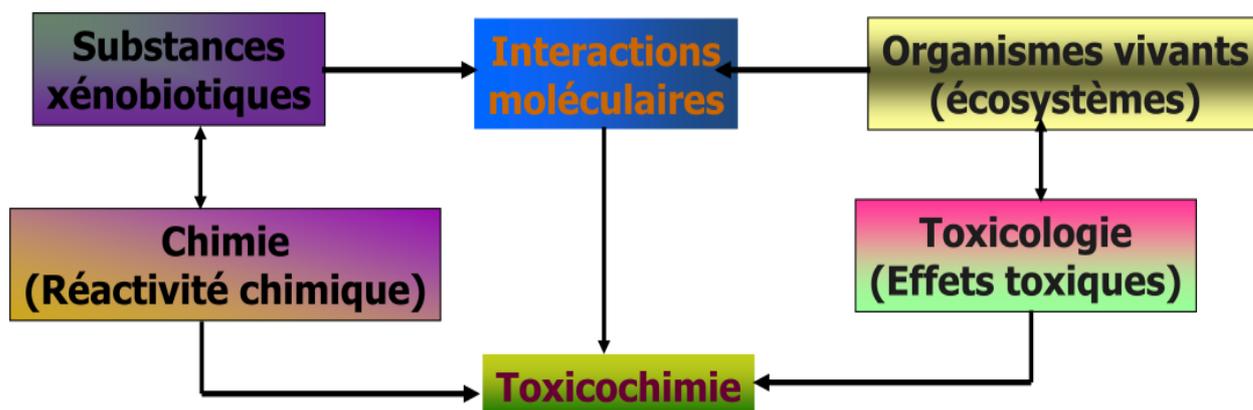


Fig.III.3 risque lié à la toxicité

## D2- CARACTERES GENERAUX DE LA TOXICITE :

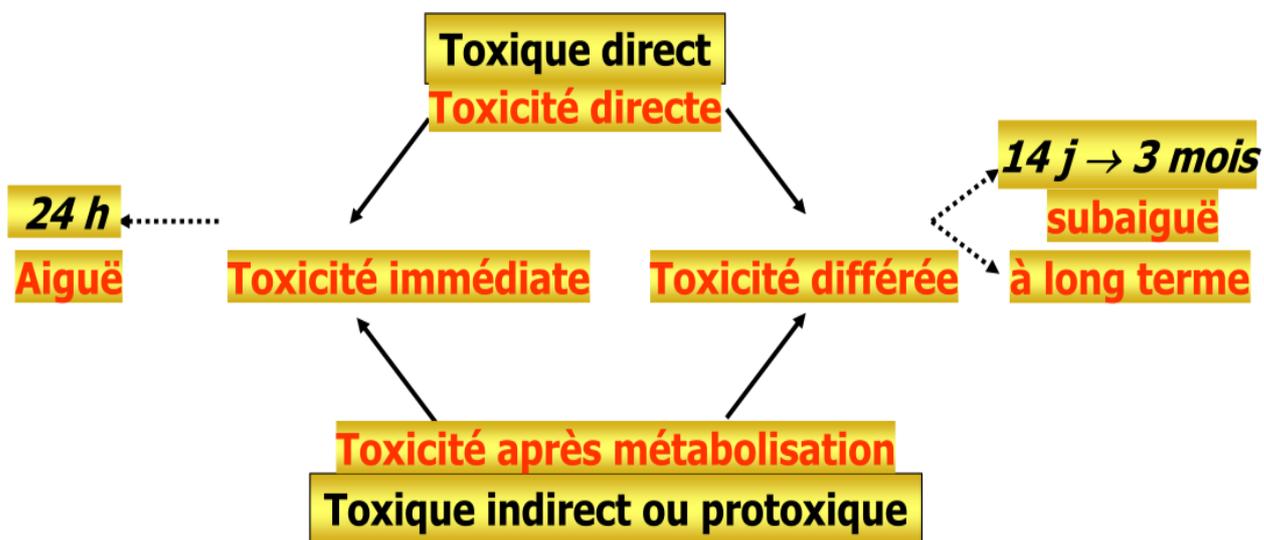
**Les facteurs de toxicité d'un xénobiotique :**

- Propriétés *physico-chimiques* du xénobiotique : Acidité/basicité, oxydant / réducteur, déshydratant, alkylant (électrophile), ...
- *Voies de pénétration, dose* introduite dans l'organisme, éventuel caractère *cumulatif*, et *type d'organe* cible atteint
- *Métabolisme* personnel et *état de santé* du sujet (synergies possibles avec d'autres produits et avec stress, médicaments, tabac, alcool...).

**Définition**

- Toxicité *aiguë* : effet rapide après une *dose unique* de produit
- Toxicité *subaiguë* : exposition *répétée* pour une *durée* donnée. *Identification des organes cibles* et leurs *lésions*.
- Toxicité à *long terme* : exposition *répétée* de *faibles doses*. *Détection des lésions induites* à long terme (cancers).

✚ Types de toxiques et de toxicités



- ✓ VLE = Valeur Limite d'Exposition (pour 15 mn) dans les
- ✓ VME = Valeur Moyenne d'Exposition
- ✓ IDHL : Immédiate Dangereux pour la vie humaine FDS
- ✓ Dose Létale ou Effective :
- ✓ DL50 = mort chez 50% des patients (animaux)
- ✓ DE50 = apparition du trouble chez 50% des patients (animaux)

▪ Exemples de données toxicologiques (à 25°C et 1Atm)

$$[\text{ppm}] = [\text{mg}/\text{m}^3] \times V(l)/M(g) ; V = 24,45 \text{ l à } 25^\circ \text{ et } 1\text{atm} ; 1 \text{ ppm} = 1 \text{ ml/l ou } 1 \text{ cm}^3 / \text{m}^3$$

Produit	CL50 mg/l (ppm)	VLE ppm	VME ppm	IDLH ppm
Acétaldéhyde	15,6 (8714)	-	100	10.000
Acrylonitrile	12,66 (7550)	60	40	4000
Ammoniac	2,94 (4228)	50	25	500
CS2	0,079 (25)	25	10	500
Acide cyanhydrique	0,534 (484)	10	2	60

Tab.III.3 données de toxicologiques

- Destinée d'un xénobiotique dans l'organisme

➤ **Destinée d'un xénobiotique dans l'organisme**

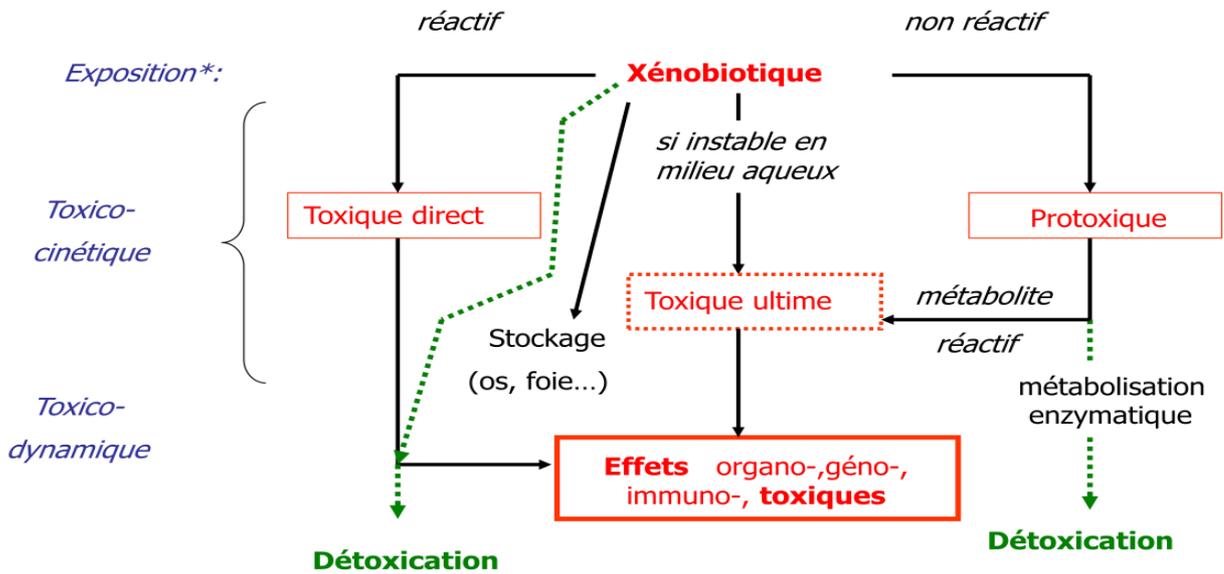


Fig. III.4 Destinée d'un xénobiotique dans l'organisme

- **En résumé :** Processus toxique à long terme variable selon les *cibles* biologiques :
  - Nécrose cellulaire
  - Effets immuno-toxiques ou géno-toxiques conduisant au vieillissement puis à la mort cellulaire.

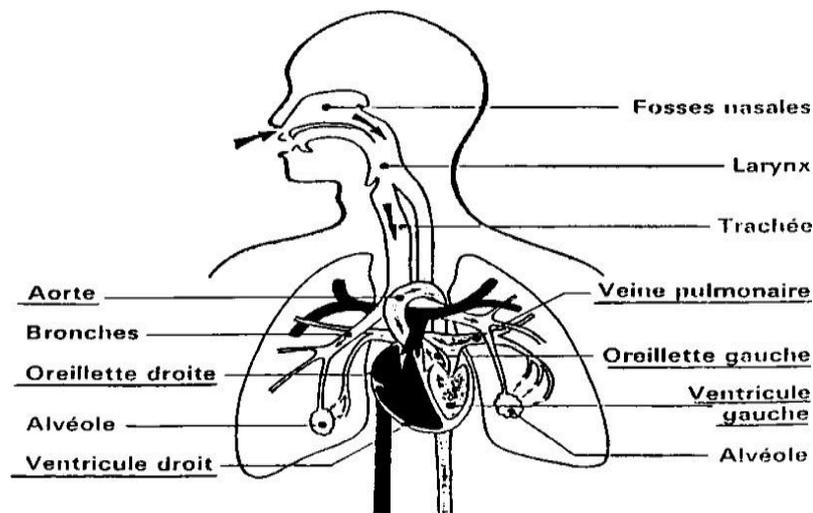


Fig.III.4 voies de pénétrations

### ▪ Voies de pénétration

- ❖ **Pulmonaire** : La plus fréquente en milieu professionnel. La toxicité fonction des propriétés physico-chimiques du produit et de l'état ventilatoire du sujet.

Aggravée par :

- + Tabagie, alcoolémie
- + Pathologie pulmonaire (ex. asthme)

### ❖ Risque relatif tabac/amiante

- + Non-fumeurs, non exposés à l'amiante :1
- + Exposés à l'amiante :5
- + Fumeurs non exposés à l'amiante :11
- + Fumeurs exposés à l'amiante :53

### ▪ Synergie tabac/alcool :

- + Témoin < 10 cigarettes + ½ l/j alcool (40 g)
- + X 5 : 20 cigarettes + ½ l/j alcool
- + X 44 : 20 cigarettes + 1 l/j alcool

- *Orale* : non-respect des règles élémentaires : manger, boire, fumer ; + accidents de pipetage, onychophagie.

- *Oculaire* : conséquences potentielles très graves → LUNETTES !

Réactions locales (dépôt cornéen, cataracte, cécité

- Effet général (systémique) possible sur l'organisme.

*Bases* > Acides, solvants, etc

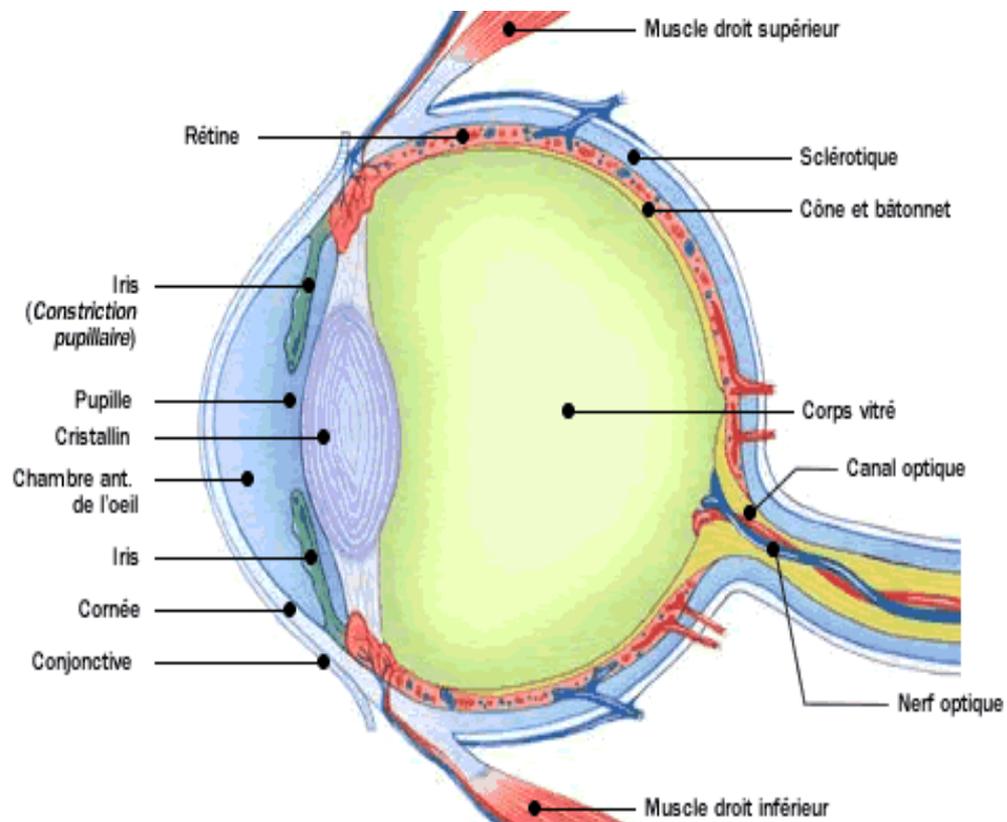


Fig.III.5 Globe oculaire

- **Caractères des produits toxiques**

- **Organo-toxiques :**

*Organes cibles* : foie, rein, poumons, système nerveux central et périphérique, système hématopoïétique

- **Géno-toxiques :**

- ✓ Mutagènes ; environ 80% sont aussi :
    - ✓ Cancérogènes
    - ✓ Classification CIRC : Étiquetage : R45="peut causer le cancer"
  - Gr. 1 : *Cancérogène* pour l'homme
    - Gr. 2A : *Probablement cancérogène* pour l'homme
    - Gr. 2B : *Cancérogène possible* pour l'homme
    - Gr. 3 : Ne peut être classé (pouvant être cancérogène éventuel)
    - Gr. 4 : *Probablement non cancérogène* pour l'homme : aspartame

- **Production des différentes cellules du sang (moelle osseuse, ganglions lymphatiques et rate)**

- **Immuno-toxiques : \*allergisants**

Le contact avec la peau ou les muqueuses, ou introduction dans l'organisme → réaction anormale du système immunitaire

- Réactions immédiates : urticaire, rhinite, asthme
  - Réactions retardées : eczéma

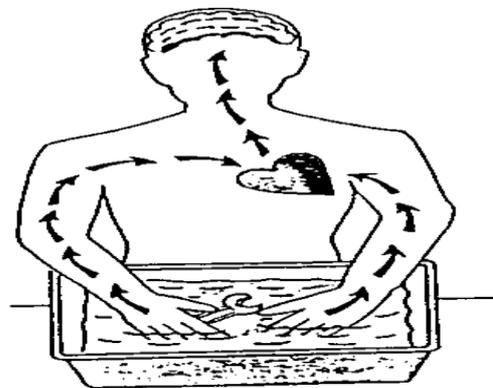
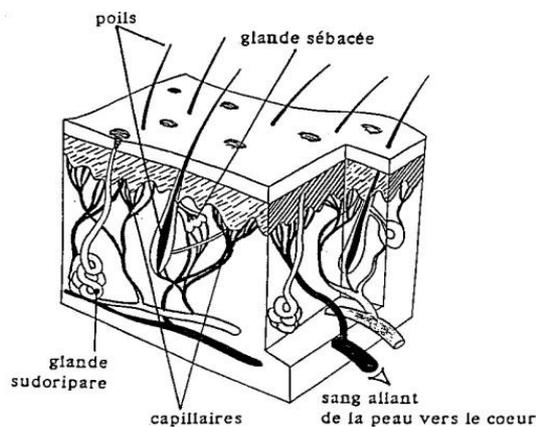
*Les irritants* : facilitent l'apparition de réactions allergiques : Cr, Ni, etc., aldéhydes, époxydes (résines époxy), phénols et quinones, amines (paraphénylènediamine), le latex (gants !)

*Les Tératogènes* : agissent sur le développement de l'embryon à des stades précis → malformations (ex. acrylonitrile, mercure).

Embryo- ou foeto-toxiques.

Altération de la fécondité des hommes ou de la fertilité des femmes (Ex. : Pb et Hg)

Transcutanée : souvent sous-estimée. Risque local et parfois systémique

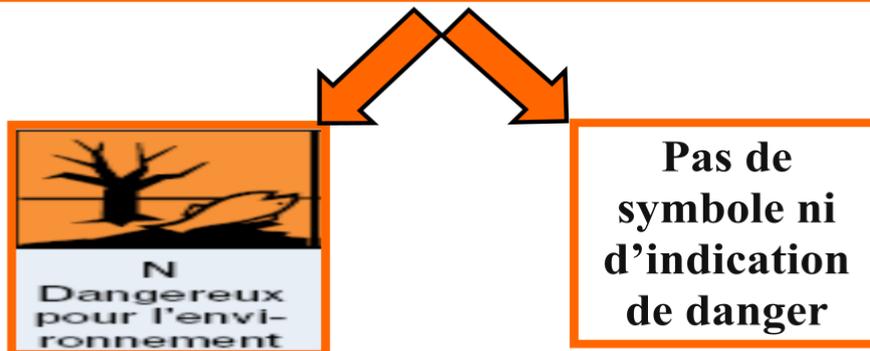


L'absorption dépend de l'affinité du produit pour les lipides et de l'intégrité du revêtement cutané.  
Les principaux produits dangereux : les solvants, les amines : Attention le port des gants est obligatoire.

- Toxicité des produits, surtout à *long terme* : *informations* partielles
  - \* 120.000 composés chimiques testés pour leur toxicité potentielle,
  - \* > 4000 : reconnus cancérogènes en *expérimentation animale*
  - \* Environ 400 produits (ou procédés) : Cancérogènes chez *l'homme* dont 58 confirmés par des enquêtes épidémiologiques du CIRC.
    - ex. de procédés : fonderies, gazéification du charbon, production de l'aluminium, mines, fabrication de meubles, des chaussures, des textiles...
  - \* 237 Fiches toxicologiques de l'INRS
- L'industrie chimique est très souvent perçue comme une activité à risques qui résultent de la nature combustible, explosive ou toxique des produits mis en œuvre ou fabriqués dans les usines.  
La plupart des substances utilisées dans les usines chimiques sont toxiques à des degrés divers en provoquant l'altération des fonctions cellulaires ainsi les cellules endommagées ne peuvent pas accomplir leurs fonctions spécifiques dans l'organisme humain.

## E. CLASSIFICATION SUR LA BASE DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

### 1. Substances dangereuses pour l'Environnement Aquatique



### 2. Substances dangereuses pour l'Environnement Non Aquatique



## F. SYMBOLE SIGNALITIQUE DU DANGER POUR LA SANTE. [9]



1. Xn- NOCIF : Xylène
2. T- TOXIQUE : Benzène, Méthanol
3. T+- TRES TOXIQUE : Cyanure d'hydrogène
4. C- CORROSIF : HCl, NaOH
5. Xi- IRRITANT : NH<sub>4</sub>OH (5-10%)

**POUR LES SUBSTANCES NOCIVES, TOXIQUES ET TRÈS TOXIQUES**

**Xn - Nocif****T - Toxique****T+ - Très toxique**

Ils agissent petit à petit, ou brutalement comme du poison. Ils peuvent provoquer :  
Nausées, vomissement, maux de tête, vertiges, gêne respiratoire....  
Et dans les cas graves, perte de connaissance, parfois la mort.

## F1 DIFFERENTES SOURCES D'EXPOSITION

Les différentes sources d'exposition sont :

1. Environnement : air, eau, plantes
2. Produits domestiques et industriels
3. Alimentation
4. Médicaments

## F2 MISE A DISPOSITION DU TOXIQUE DANS L'ORGANISME

1. Absorption du toxique : orale, cutanée, pulmonaire
2. Distribution dans l'organisme
3. Métabolisation : les réactions de dégradation
4. Élimination

## F3 MODES D' ACTIONS ET EFFETS DU TOXIQUE SUR L'ORGANISME

1. Organes ciblés et sites d'action
2. Modes d'action et effets des toxiques

## F4 EXEMPLES DE FACTEURS POUVANT INFLUENCER LA TOXICITE

6. Individu et son environnement
7. Voie d'absorption - Alimentation
8. Autres toxiques – Métabolisation

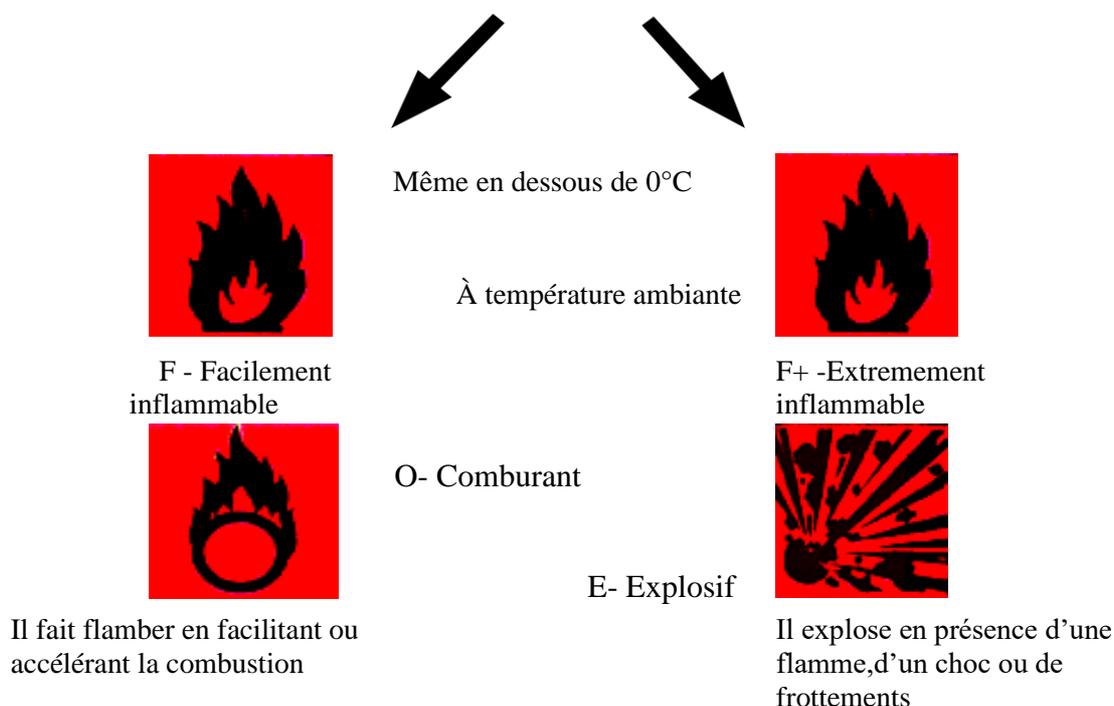
## F5 AUTRES SYMBOLES



6. **F - FACILEMENT INFLAMMABLE** : Acétone, Éthanol
6. **F+- EXTREMEMENT INFLAMMABLE** : Acétylène, H<sub>2</sub>
7. **O- COMBURANT** : HNO<sub>3</sub> (70% et plus)
8. **E- EXPLOSIF** : TNT
9. **N- DANGEREUX** pour l'Environnement : Lindane

## G. L'INFLAMMATION DES VAPEURS EN PRESENCE D'UNE FLAMME, D'UNE ETINCELLE

Les vapeurs s'enflamment en présence d'une flamme, d'une étincelle, etc...

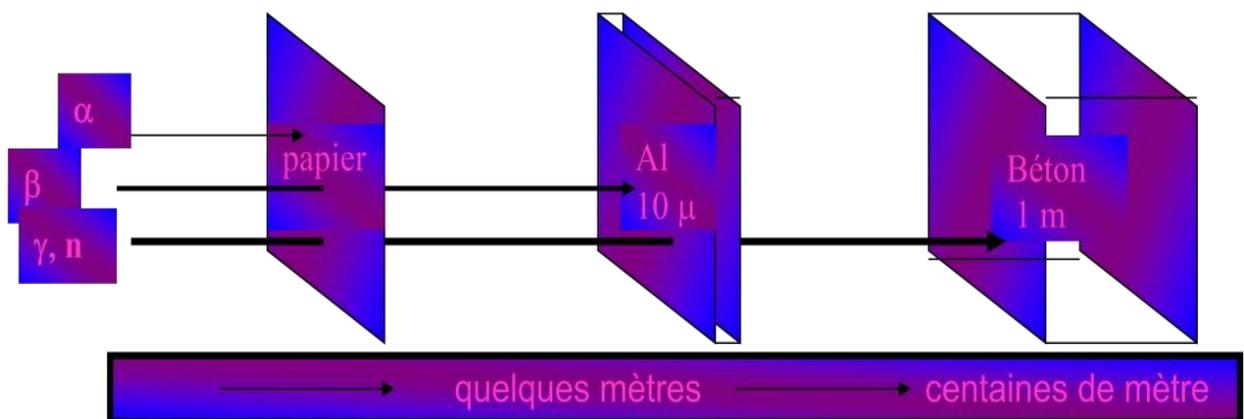


## H. AUTRES RISQUES

- ❖ Fluides cryogéniques : inflammation (H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, etc.), explosion (oxydants : O<sub>2</sub>, air, si réducteurs), brûlures (mais peu d'intoxications), asphyxie (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>)
- ❖ Rayonnements (interactions directe ou indirecte)
- ❖ Non ionisants : énergie trop faible pour ioniser les molécules biologiques (ex. H<sub>2</sub>O), fixée à 13,6 eV ( $1 < 9 \cdot 10^{-8} \text{ m} = \text{UV}$ )
- ❖ Action photochimique des UV sur peau et yeux
- ❖ Champs magnétiques, radiofréquences et hyperfréquences (10 kHz-300 MHz) : médical, domestique (micro-ondes :  $\lambda = 12,2 \text{ cm}$ , 2450 MHz)
- ❖ Ultrasons, sono-chimie : 18-20 kHz (sons audibles : 20-18000 Hz) ; Ionisants : rayonnements a (= 4He<sup>2+</sup>), b (e<sup>-</sup>), g, 0n1 ; Irradiation naturelle (2,4) + médical (1,1) + autres (volcans >> rejets industriels) = 3,5-4,2 mSv 1 (moyenne/an en France)

Exposition mondiale moyenne (ONU-OMS) :			
Rayons cosmiques	300 mSv/an	15,8 %	(300-1000 suivant altitude)
Cosmonuclides	15	} 15,3 %	(92 mg dans 1 kg de K)
Corps humain : 40K	300		
Minerais et roches	87Rb	6	
	- 238U, 226Ra	} 114	68,5 %
	- 222Rn et fils		
	- 232Th		
	<u>326</u>		
	≈ 2000 mSv/an		

1Sievert = mesure du dégât biologique sur tissus vivants ; 1 Sv = 100 rem = unité d'équivalent de dose absorbée ; rem = radiation équivalent man ; 1 gray = 100 rad = mesure de l'énergie reçue par la matière par u. de masse

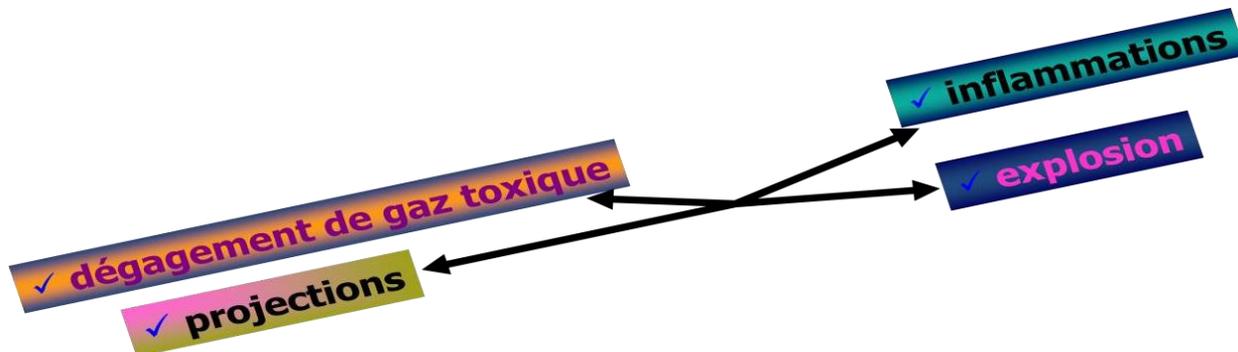


- ✓ Dose biologique fn du type de source, de l'énergie (rayonnement) et de la nature de l'exposition
- ✓ Dose biologique (rem) = dose absorbée (rad) x EBR (ou facteur de qualité) EBR = Efficacité Biologique Relative, fn. de l'organe atteint.

- ✚ Doses (rem)
- ✚ Fortes, instantanées : 600-1000 Forte proba de décès (≤ 1mois)
- ✚ 200-600 Effets moins prononcés, décès 50%
- ✚ < 200 Grosses chances de survie
- ✚ Bl < 50 Aucun effet (court terme)
- ✚ Doses chroniques : aucun dommage significatif avec quelques rem/an
- ✚ Normes : ≤ 5 rem/an pour professionnels, ≤ 0,5 rem/an pour autres

### I. SEPARATION DES PRODUITS

Les produits incompatibles doivent être séparés car en cas d'incendie, les emballages des différents produits peuvent se mélanger et provoquer des réactions dangereuses :



L'étiquetage et la nature des produits déterminent quelques spécificités de stockage.

### J. TABLEAU DES INCOMPATIBLES

				
	+	-	-	+
	-	+	-	<b>0</b>
	-	-	+	+
	+	<b>0</b>	+	+

(-) Ne doivent pas être stockés ensemble,

(0) Ne doivent être stockés ensemble que si certaines conditions sont appliquées,

(+) Peuvent être stockés ensemble.

Tab.III.4 incompatibilités produits chimiques

## K. PRODUITS CHIMIQUES INCOMPATIBLES

Cette liste contient des produits chimiques, qui peuvent entrer en réactions violentes entre eux, en raison de leurs caractéristiques chimiques. Ils doivent être stockés séparément et ne doivent en aucun cas entrer en contact entre eux. En raison de la multitude des substances dangereuses, cette liste contient seulement les exemples les plus importants.

Substance	Incompatible avec
Acétylène	Chlore, brome, fluor, cuivre, argent, mercure
Acide acétique	Chrome(VI)-oxyde, acide nitrique, alcools, éthylène glycol, acide perchlorique, peroxydes, permanganates
Acide nitrique (concentré)	Acide acétique, aniline, chrome(VI)-oxyde, acide prussique, acide sulfhydrique, liquides et gaz inflammables
Acide oxalique	Argent, mercure
Acide perchlorique	Anhydride acétique, bismuth et ses alliages, alcools, papier, bois
Acide sulfurique	Potassium chlorate, potassium perchlorate, potassium permanganate
Acide sulfhydrique	Acide nitrique fumant
Alkyles d'aluminium	Eau
Ammoniac (gaz de laboratoire ou solutions)	Mercure (par exemple dans des manomètres), chlore, calcium hypochlorite, iode, brome, fluorure d'hydrogène

Tab.III.5 Consigne de sécurité des incompatibilités produits chimiques

## L. SIGNIFICATION DES SYMBOLES DE DANGER

- ❖ Toutes substances qui peuvent causer une explosion à une température donnée, par contact avec d'autres produits, ou encore sous l'effet de chocs ou de frottements.
- ❖ Les substances qui s'enflamment en présence d'une source d'inflammation (flamme, étincelle,) ou de chaleur.
- ❖ Les substances (riches en oxygène) qui favorisent ou accélèrent fortement la combustion de substances combustibles.
- ❖ Les substances et préparations dont l'utilisation représente ou peut représenter un danger immédiat ou à terme pour l'environnement (air, eau, sol, faune, flore).
- ❖ Les termes choisis relatifs aux risques sont au nombre de 7 :
  - Explosifs(E), Comburants(O), Corrosifs(C), Irritants(Xi), Toxique(T),
  - Facilement inflammables(F) et Nocifs(Xn).
- ❖ Ces symboles correspondent aux dangers présentés par des substances et préparations.
- ❖ Deux autres termes peuvent s'ajouter à cette liste pour marquer la forte intensité du risque : Extrêmement inflammable (F+) et très Toxique (T+).

### ➤ EXEMPLE : NITROGLYCÉRINE, E : Explosif :

Ce sont des liquides ou des solides capables d'exploser dans certaines conditions définies sous l'action d'un choc, d'un frottement, d'une flamme ou de la chaleur, réchauffement, étincelle de nature à causer des dommages aux personnes et à l'environnement.



Ça explose

E : Explosif

L'explosion est une combustion extrêmement rapide; elle dépend des caractéristiques du produit, de la température (source de chaleur), du contact avec d'autres produits (réaction), des chocs, des frottements,

 Précautions :

- ✓ Éviter les chocs, la friction, le sur-échauffement
- ✓ Éviter la formation d'étincelles, le feu et l'action de la chaleur
- ✓ Se protéger contre les rayons solaires
- ✓ Ne jamais placer à proximité de sources de chaleur, lampes, radiateur, etc.
- ✓ Interdiction formelle de fumer.

➤ EXEMPLE : CHLORATES, ACIDE NITRIQUE (70% ET PLUS), PEROXYDES



Ça fait bruler

O : Comburant : Oxydants

Produit pouvant favoriser ou activer la combustion d'une substance combustible. Il peut provoquer un incendie en cas de contact avec des matériaux d'emballage (papier, carton, bois). Ces produits contiennent beaucoup d'oxygène et peuvent par leur présence favoriser ou amplifier l'inflammabilité d'autres produits.

▪ Classement :

- Peroxydes organiques possédant des propriétés inflammables
- Substances et préparations, qui au contact de matières combustibles, peuvent enflammer celles-ci ou provoquer un danger d'explosion, lorsqu'elles sont mélangées à des matières combustibles.

▪ Précautions :

- Éviter tout contact avec des matières combustibles ;
- Danger d'inflammation ;
- Les feux qui se déclarent peuvent s'étendre et la lutte contre le feu peut être rendue plus difficile.

- EXEMPLE (T) : METHANOL, BENZENE, PHENOL (T+) : CYANURE D'HYDROGENE



Ça tue !

T : Toxique

T+ : Très Toxique

Produits dangereux en cas de pénétration dans l'organisme par le nez, la bouche ou à travers la peau ou Produits qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en très petites quantités, entraînent la mort ou des effets aigus ou chroniques.

- Classement :
  - D'après les résultats d'essais de toxicité aiguë par voie orale, par contact avec la peau ou par inhalation.
  - S'il y a des lésions sévères, éventuellement irréversibles, par absorption unique ou prolongée
- Précautions :
  - Éviter tout contact avec le corps humain, car les lésions graves ou même le danger de mort ne sont pas exclus.
  - Mention particulière d'une action cancérogène ou d'un risque d'altération génétique héréditaire ou sur le fœtus pour des substances isolées.

- EXEMPLE : ETHYLENE-GLYCOL, XYLENE, TRIOXYDE D'ARSENIC



Ça empoisonne !

Xn- Nocif

Produits qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en petites quantités, entraînent la mort ou des effets aigus ou chroniques.

- Classement :
  - D'après les résultats d'essais de toxicité aiguë par voie orale, par contact avec la peau ou par inhalation.
  - En cas de lésions possibles, éventuellement irréversibles, par absorption unique ou prolongée.
- Précautions :
  - Bonne hygiène : se laver les mains, ne jamais ni fumer pendant l'utilisation.
  - Éviter tout contact avec le corps humain, y compris l'inhalation des vapeurs.

Des lésions sont possibles en cas d'utilisation erronée.

- Pour quelques substances isolées, action cancérigène ou risque d'altération génétique héréditaire ou lésions sur le fœtus ne sont pas à exclure entièrement.

- EXEMPLE (FACILEMENT F+) : ACETONE, ETHANOL.
- EXEMPLE (INFLAMMABLE F) : White-spirit.



Ça flambe !

F+- Facilement inflammable

- Inflammable (F) :

Tout produit solide, liquide ou gaz qui peut s'enflammer à l'air et continu à brûler ou tout produit pouvant s'enflammer à une température plus élevée (21°C-55°C). L'étiquette mentionne seulement l'indication « inflammable ».

Produit pouvant s'enflammer à une température plus élevée (21°C-55°C). L'étiquette mentionne seulement l'indication inflammable.

- Facilement inflammable (F+)

- Produit pouvant s'enflammer facilement en présence d'une source d'inflammation à température ambiante (inf. à 21°C)

- Substance s'enflammant spontanément.

- Produit chimique s'enflammant à l'air.

- Substance sensible à l'humidité, produit formant des gaz inflammables au contact de l'eau.

- Liquide ayant un point éclair inférieur à 21°C.

- Substances solides qui sont facilement enflammées en cas de contact de courte durée avec une source d'ignition.

- Précautions :

- Tenir éloigné des flammes, des étincelles et des sources de chaleur.

- Ne pas fumer.

- Stocker les produits dans un endroit bien aéré.

- Ne pas porter de vêtements en nylon et garder un extincteur à portée

de la main pendant l'utilisation de produits inflammables.

- EXEMPLE (EXTREMEMENT F+) : HYDROGENE, ACETYLENE, ETHER DI-ETHYLENIQUE



Ça flambe !

## F+ Extrêmement inflammable

- Extrêmement inflammable (F+)

- Tout produit pouvant s'enflammer très facilement en présence d'une source d'inflammation même au-dessous de 0°C. Son point d'ébullition est inférieur à 35°C.

- Liquides à point éclair inférieur à 0°C et à point d'ébullition ou la température d'ébullition de 35°C max.

- Gaz, mélanges de gaz (y compris liquéfiés) ayant une zone d'inflammabilité avec l'air à la pression normale.

- Classement :

- Liquides avec un point éclair inférieur à 21°C, mais qui ne sont pas extrêmement inflammables.

- Liquide dont le point d'éclair est inférieur à 0°C et dont le point d'ébullition est de 35°C au maximum.

- Gaz, aussi sous forme liquéfiée, avec un domaine d'inflammabilité à pression normale.

- Substances et préparations qui, en contact avec l'eau ou l'air humide, forment des gaz facilement inflammables.

- Précautions :

- Tenir éloigné des flammes, des étincelles et des sources de chaleur.

- Ne pas fumer.

- Stocker les produits dans un endroit bien aéré.

- Ne pas porter de vêtements en nylon et garder un extincteur à portée de la main pendant l'utilisation de produits inflammables.

➤ EXEMPLE : HCl (25% ET PLUS) ( 2% ET PLUS)



Ça ronge !

C : Corrosif

Produits pouvant exercer une action destructrice sur les tissus vivants (peau, yeux, muqueuses).

- Précautions :

- Éviter le contact avec les yeux, la peau et les vêtements, par des mesures de précaution appropriées

- Ne pas inhaler les vapeurs.

- Conserver les produits dans l'emballage d'origine (récipients bien fermés, bouchons de sécurité).

➤ EXEMPLE :  $\text{NH}_4\text{OH}$  (5-10%) ET (10-25%)

Ça pique !

XI- Irritant

Tout produit pouvant provoquer une irritation de la peau et des voies respiratoires, une inflammation des yeux en cas de contact ou d'inhalation.

Produits non corrosifs qui en cas de contact ou d'inhalation peuvent provoquer une irritation, des démangeaisons, des rougeurs, des inflammations de la peau et des voies respiratoires.

## ▪ Précautions :

- Veiller au rangement ;
- Ne jamais déposer sur des tablettes de fenêtre (risque de chute).
- Protéger les yeux, la peau... contre les éclaboussures ;
- Être très prudent en versant le produit ou en le saupoudrant, toujours utiliser des gants et des lunettes de protection.
- L'hygiène est primordiale : après usage.
- Bien se laver le visage, les mains.
- Éviter le contact avec les yeux et la peau
- Ne pas inhaler les vapeurs.

## ➤ EXEMPLE : LINDANE (insecticides)



Ça pollue !

N-Dangereux pour l'environnement

Ce sont des liquides ou des solides capables de causer des dommages à la faune ou à la flore ;  
Ce sont des liquides ou des solides à effet immédiat ou différé :

- Très toxiques pour les organismes aquatiques ;
- Toxiques pour la faune ;
- Provoquer la pollution des eaux naturelles.

## ▪ Précautions :

- Éviter le rejet dans les canalisations, les sols ou l'environnement.
- Éliminer le produit ou ses restes comme un déchet dangereux.
- Éviter la contamination du milieu ambiant, par un stockage approprié.

- Tenir compte de la réglementation d'élimination.

➤ EXEMPLE DE RISQUE BIOLOGIQUE (B)



Risque Cancérogène

Risque biologique (B)

Ces substances sont susceptibles d'induire des mutations génétiques ou d'être un agent pathogène.

- **Mutagènes** : Pouvant, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, produire des défauts génétiques héréditaires.
- **Toxiques pour la reproduction** : Pouvant, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, produire ou augmenter la fréquence d'effets nocifs non héréditaires dans la progéniture, ou porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductives

- Précautions :

- Éviter tout contact avec la peau
- Utiliser des moyens de protection : gants, salopette.
- Locaux soumis à règlement particulier accès réglementé.

- Risques Cancérogène :

Ces substances sont susceptibles de provoquer à moyen et long terme des tumeurs cancéreuses par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée.

## M. PREVENTION DU RISQUE CHIMIQUE



## N- CHOIX DES SYMBOLES DE DANGER

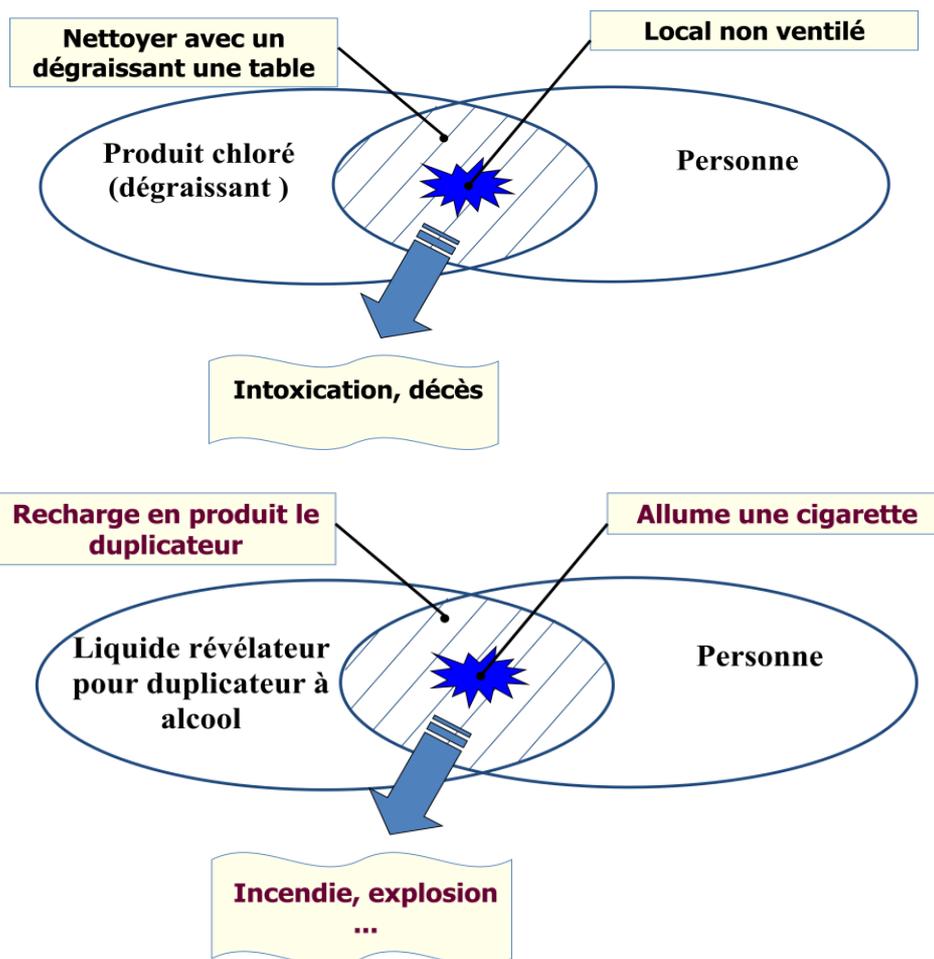
1. Apposer le symbole « E » rend facultatif les symboles « F », « F+ » et « O » ;
2. Apposer le symbole « T+ » ou « T » rend facultatif les symboles « Xn », « Xi » et « C »
3. Apposer le symbole « C » rend facultatif les symboles « Xn » et « Xi » ;
4. L'attribution du symbole « Xn » rend facultatif le symbole « Xi ».

## O- LES RISQUES

- 1- Dommages physiques : -/ Explosion, -/ Inflammation, -/ Corrosivité...
- 2- Dommages biologiques :

- Toxicité « aiguë–long terme–chronique »
- Pouvoir irritant, sensibilisant Cancérogénicité
- Mutagénicité
- Effet sur la reproduction

## P- PROCESSUS D'APPARITION D'UN DOMMAGE



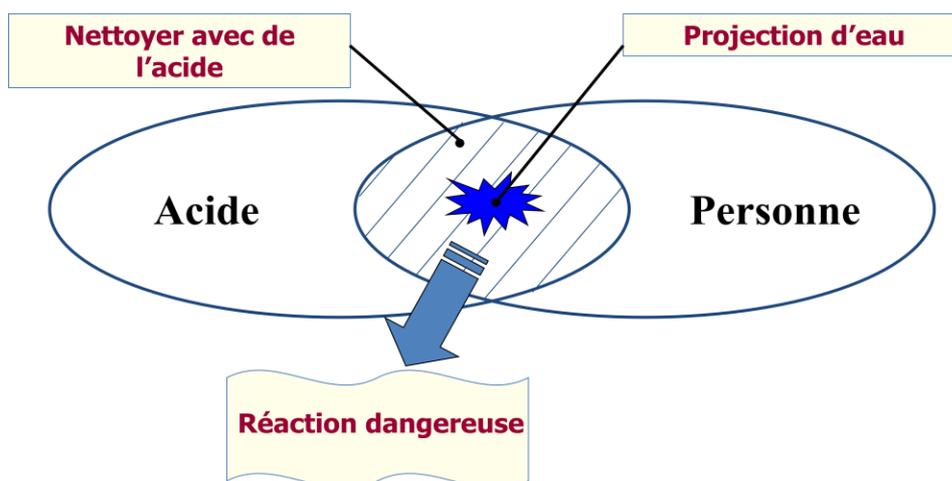
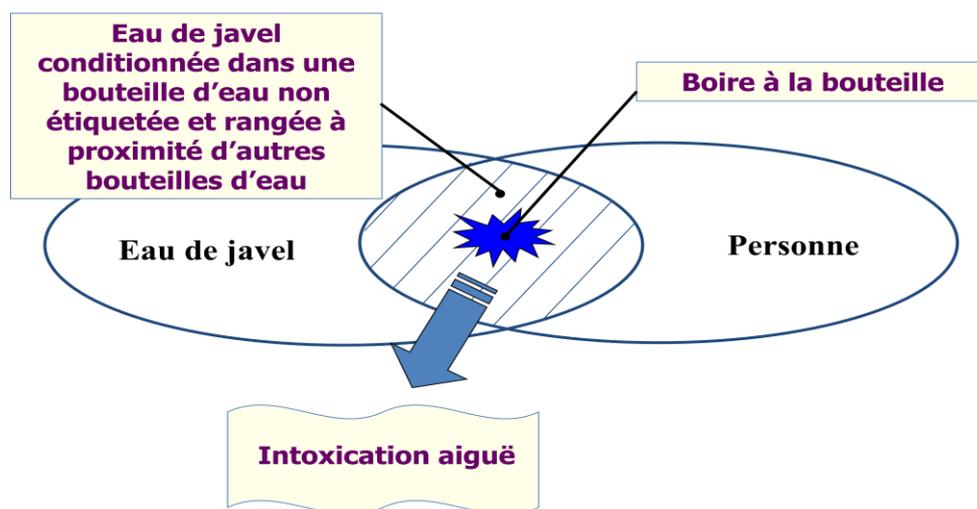
Q- L'INCENDIE

La réaction de combustion à l'origine de l'incendie nécessite la présence simultanée de trois éléments



Fig.III.6 Triangle du feu

R- PROCESSUS D'APPARITION D'UN DOMMAGE  
(AUTRES EXEMPLES)



**Pas de flamme**

- Possibilité d'inflammation du produit au voisinage de la flamme.
- Précaution : Utiliser sous hotte aspirante.
- Les normes prévoient une vitesse d'écoulement de l'air en façade de 0,5 m/s.



**Pas d'eau**

- Réaction violente en présence d'eau.
- Précaution : Conserver à l'abri de l'air et de l'eau



**Travail sous aspiration**

- Captage des vapeurs toxiques à leur point d'émission.
- Précaution : Utiliser sous hotte aspirante



**Stockage sous clé**

- Certains produits soumis à la réglementation particulière des substances vénéneuses doivent être stockés dans des armoires fermées à clé.
- Faire l'objet d'une comptabilité stricte.

▪ Précaution :

- Fermer les armoires à clé ;
- Veiller aux consignes particulières de sécurité
- Ne pas oublier de retirer la clé de l'armoire



**Matières  
dangereusement réactives**

- Matières dangereusement réactives : Matières instables et susceptibles de réactions chimiques vigoureuses
- Exemple : Acétylène, Nitroglycérine).



- Niveau de risque : Chaque produit est identifié par une couleur correspondante à différents niveaux de risques.

	A proscrire dans les salles de T.P.		Toxicité moyenne, à manipuler avec attention
	Très dangereux. A manipuler avec une extrême précaution		Toxicité faible ou nulle

- Les flacons rouges et bleus sont installés dans les laboratoires que les flacons individuels (noirs).



Solvants



Solutions aqueuses



Stockage individuel (à étiqueter)

Certains produits cumulent différents types de risques :

- Acide acétique pur : inflammable et corrosif.
- Disulfure de carbone : très inflammable, explosif et très toxique.
- Méthanol : inflammable et toxique
- Acide bromhydrique : corrosif et très toxique

	Produits	Symboles		
	<u>ACETATE D'ETHYLE</u>			
	<u>ACETONE</u>			
	<u>ACETONITRILE</u>	 	 	
	<u>ACETYLENE</u>		 	
	<u>ACIDE CHLORHYDRIQUE</u>		 	



RISQUES CHIMIQUES  
ETIQUETAGE

## Chapitre IV : ETIQUETAGE DES SUBSTANCES ET PREPARATION DANGEREUSES

### I. CONTENU DE L'ÉTIQUETTE

L'étiquette des substances et préparations dangereuses :

1. Les noms, adresse complète et numéro de téléphone de la personne responsable de la mise sur le marché
2. Le(s) symbole(s) et indication(s) de danger
3. Les phrases indiquant les risques particuliers (phrases R) ;
4. Les phrases indiquant les conseils de prudence (phrases S) ;

Tous les contenants (emballages) sont dotés d'une étiquette donnant l'identification du contenu ainsi que les précautions à prendre.

Cet étiquetage est conforme aux règles utilisées pour les produits et préparations dangereuses, à savoir les pictogrammes accompagnés des phrases en R et S.

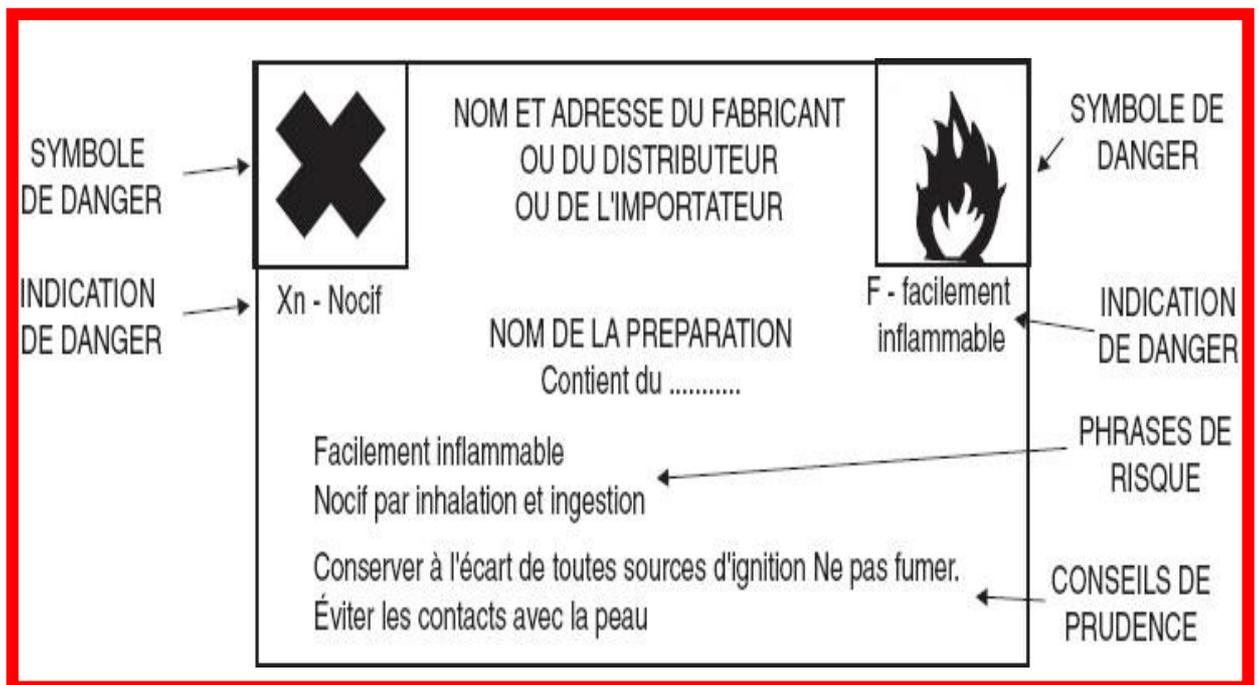


Fig.IV.1 L'étiquette des substances

Comment lire l'étiquette d'un produit dangereux ?

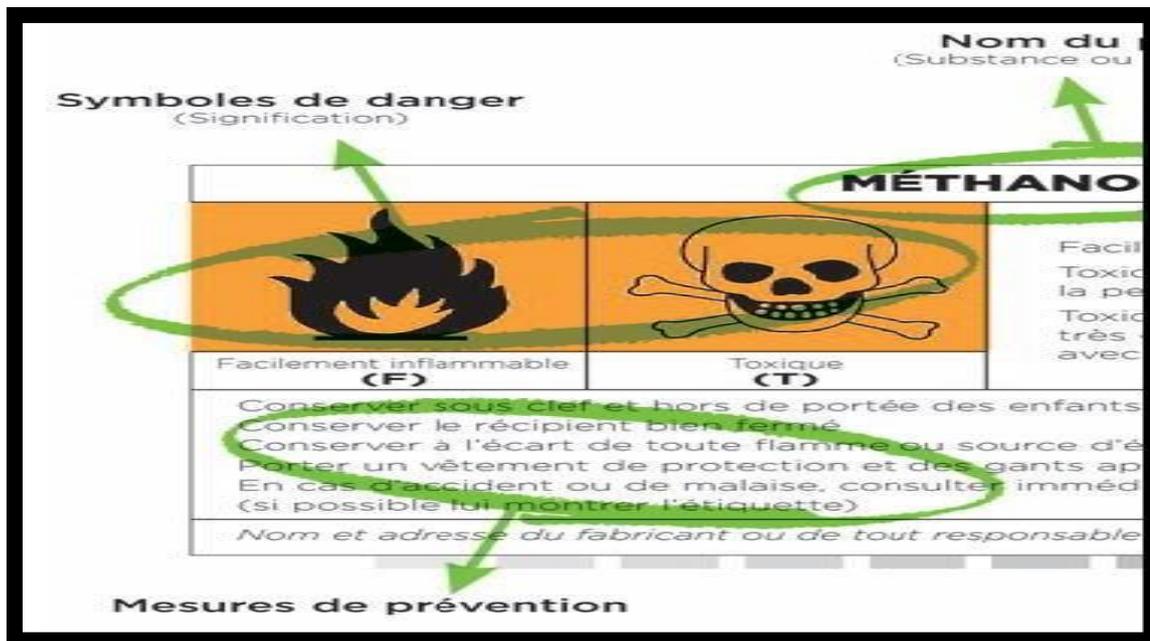


Fig.IV.2 lire l'étiquette d'un produit dangereux

Le contenu de l'étiquette

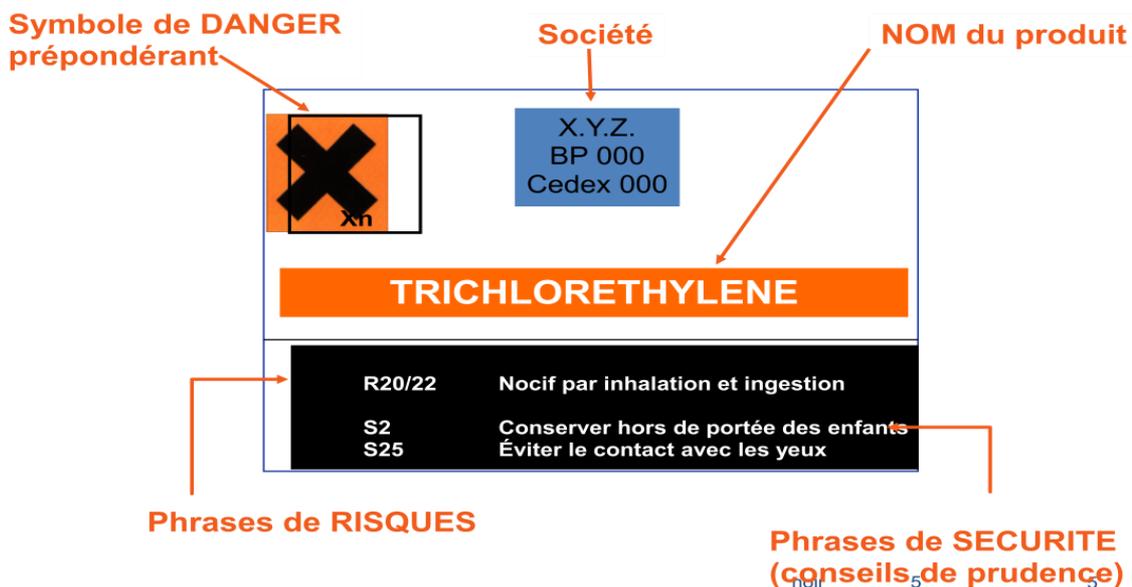


Fig.IV.3 le contenu de l'étiquette

### ✚ L'exemple de l'étiquette

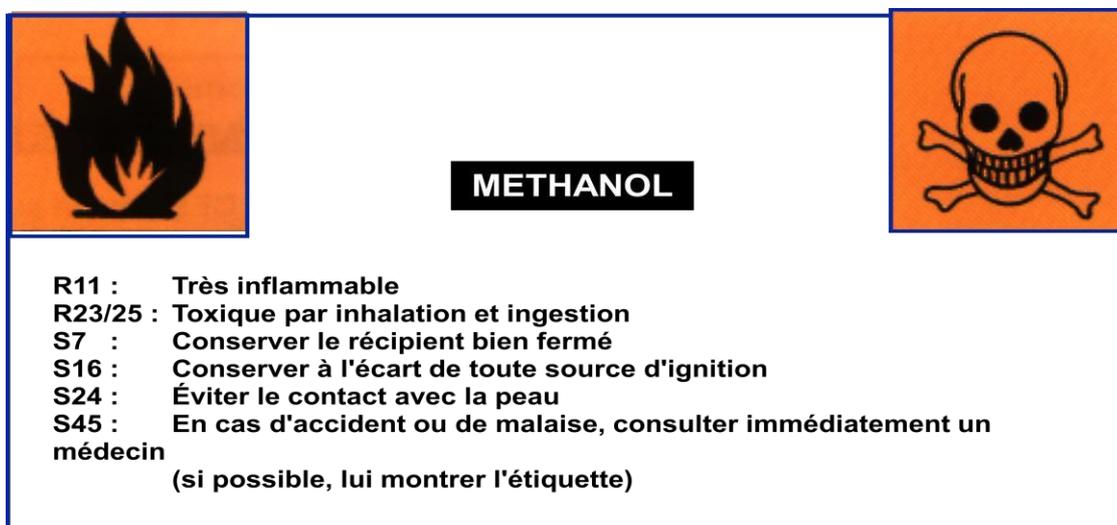


Fig.IV.4 L'exemple de l'étiquette

- 1) Nom de la substance ou de la préparation ainsi que son éventuelle concentration
- 2) Description des risques : Les phrases R et S sont des phrases standard fixées par la législation européenne. Un produit reçoit généralement une combinaison de phrases R et S. Les phrases R (risque) décrivent la nature des dangers pouvant apparaître lors de l'utilisation du produit. [10]

Exemple :

- R 35 Provoque de graves brûlures
- R 37 Irritant pour les voies respiratoires

- 3) Mesures de prévention : les phrases S (sécurité) indiquent les recommandations de sécurité qu'il faut suivre pour contrer ces risques.

Exemple :

- S 24 Éviter le contact avec de l'eau.
- S 38 En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié.

- 4) Symboles de danger : Un certain nombre de produits dangereux sont classés en catégories de danger. Celles-ci indiquent le (s) risque (s) que le produit concerné comporte.

Il s'agit par exemple de risque d'inflammation, d'explosion, d'intoxication ou de pollution de l'environnement. Chaque catégorie est désignée par un symbole de danger de couleur noire sur fond orange.

Attention !

Un symbole de danger vous avertit de l'existence d'un risque déterminé. L'absence d'étiquette ne signifie absolument pas que le produit est sans danger. Cela signifie seulement que le produit n'a pas été classé dans la catégorie officielle "dangereux" !

- ❖ L'étiquette doit avoir des dimensions minimales en fonction de l'importance du volume de l'emballage :

Dimension de l'emballage	Dimension de l'étiquette
Volume inférieur ou égal à 3 L	52 x 74 mm
Volume supérieur à 3L et inférieur ou égal à 50 L	74 x 105 mm
Volume supérieur à 50 l et inférieur ou égal à 500l	105 x 148 mm
Volume supérieur à 500 l	148 x 210 mm

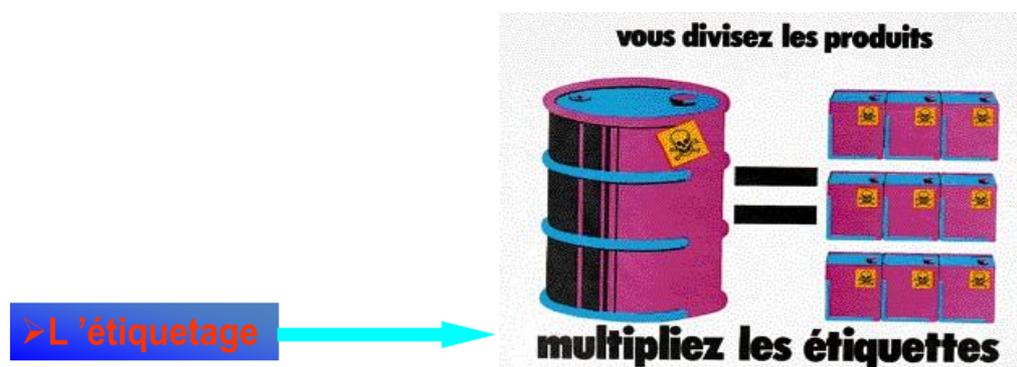
Tab.IV.1 dimension de l'étiquètes &amp; emballages

❖ Elle doit comporter en caractères très apparents et indélébiles :

1. Le nom de la substance (en utilisant une nomenclature internationale reconnue)
2. Le nom et l'adresse du fabricant, du distributeur ou de l'importateur
3. Le ou les symboles et les indicateurs de dangers
4. Les phrases types indiquant les risques particuliers résultant des dangers de la substances (phrases R) ; les phrases types indiquant les conseils de prudence concernant l'emploi de la substance (phrases S)

➤ En général, sont concernés par cette règle, non seulement les flacons mais aussi les récipients de reconditionnement

➤ En particulier ; sur les conteneurs ou les fûts, on peut trouver l'étiquetage employé pour le transport routier des matières dangereuses.



❖ Étiquette « DANGER »

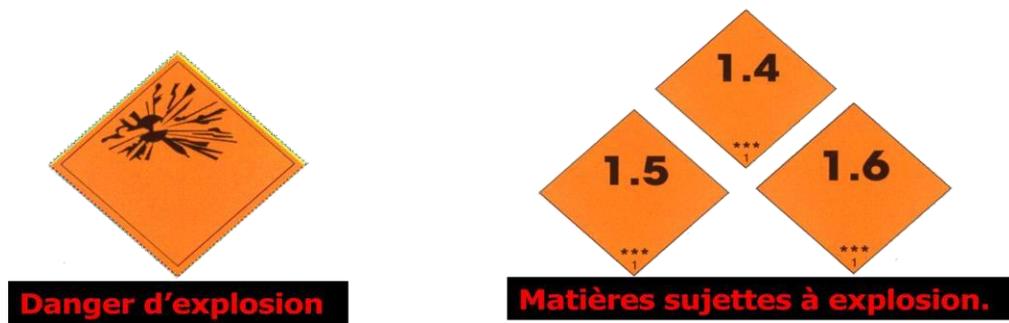
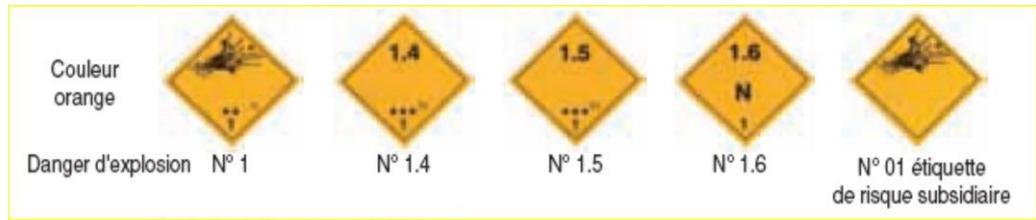
L'étiquette de danger souligne le risque des produits.

❖ Les différents types d'étiquettes « danger » utilisées :



 DANGER D'EXPLOSION :

1



➤ Elles sont affectées à l'une des 6 divisions suivantes :

Division	Caractéristiques
1.1	Danger d'explosion en masse
1.2	Danger de projection
1.3	Danger d'incendie ou de projection
1.4	Pas de danger significatif
1.5	Matières peu explosibles ne présentant pas un danger d'explosion en masse
1.6	Matières très peu explosibles ne présentant pas de danger d'explosion en masse

Tab.IV.2 caractéristiques

 DANGER DE GAZ :

2





➤ Définition : Gaz sous pression

Gaz contenu dans un récipient sous une pression d'au moins 280 kPa à 20°C ou sous forme de liquide réfrigéré.

Elle couvre 4 types de gaz ou mélanges de gaz (prend en compte les risques liés à la pression ou au refroidissement intense brutal qui peuvent avoir des effets néfastes sur les personnes et l'environnement, voire même causer la mort des personnes).

➤ Définition : Gaz comburants

Gaz qui peuvent, en cédant de l'oxygène, causer ou contribuer à la combustion d'autres matières plus que ne le ferait l'oxygène seul.

Gaz	Critères
Comprimé	Complètement gazeux à -50°C
Liquéfié	Partiellement liquide à T > -50°C
Liquéfié par réfrigération	Partiellement liquide à cause de sa faible température
Dissous	Dissous dans un solvant liquide

Tab.IV.3 Critères



## ➤ Définition : Gaz inflammables

Gaz ayant un domaine d'inflammabilité avec l'air à 20°C sous la pression atmosphérique normale (101,3 kPa)

Catégorie 1 : Gaz extrêmement inflammables	Catégorie 2 : Gaz inflammables
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inflammables en mélange à 13% au moins avec l'air.</li> <li>- Ayant un domaine d'inflammabilité avec l'air d'au moins 12%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gaz autres que ceux de la catégorie 1 (mais ayant un domaine d'inflammabilité en mélange avec l'air à 20°C et sous la pression 101,3 KPa)</li> </ul>

Tab.IV.4 Catégories

## ➤ Gaz inflammables

DEFINITIONS	RISQUES SPÉCIFIQUES	PRÉVENTIONS	EXEMPLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tout gaz comprimé qui, à pression normale forme avec l'air un mélange inflammable dans l'une des conditions suivantes :</li> <li>- Concentration inférieure ou égale à 13% en volume.</li> <li>- Gamme de concentration d'au moins 12% en volume.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incendie</li> <li>- Explosion</li> <li>- Réaction avec d'autres produits</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entreposage adéquat</li> <li>- Ventilation</li> <li>- Mise à la terre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acétylène</li> <li>- Méthane</li> <li>- Propane</li> <li>- Triméthylamine</li> <li>- Hydrogène</li> </ul>

## ➤ Aérosols inflammables

DEFINITIONS	RISQUES SPÉCIFIQUES	PRÉVENTIONS	EXEMPLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tout produit, matière ou substance contenue dans une bonbonne aérosol qui cause une projection ou un retour de flamme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incendie</li> <li>- Explosion</li> <li>- Réaction avec d'autres produits</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entreposage adéquat</li> <li>- Ventilation</li> <li>- Mise à la terre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peintures</li> <li>Produits nettoyants</li> <li>L'agent propulsant est souvent un gaz inflammable (ex: propane, éther méthylique)</li> </ul>

➤ Définition : Liquides inflammables  
Liquide avec un point d'éclair ne dépassant pas 90°C Classée en fonction de :

- Leur point d'éclair
- Leur température d'ébullition normale

Catégorie	Critères
1	Point d'éclair est <23°C et température d'ébullition ≤ 35°C
2	Point d'éclair est <23°C et température d'ébullition >35°C
3 *	Point d'éclair est ≥ 23°C et ≤ 60°C
4 **	Point d'éclair est ≥ 60°C et ≤ 93°C **

NB : Diesel, fuel léger de chauffage, gasoil qui ont des points d'éclair ≥55°C et ≤75°C (variable selon la charge et la saison) sont classés en catégorie 3 ou 4; \*\*) pas de symbole

➤ Définition : Matières solides inflammables

- Elles sont facilement combustibles (peuvent être facilement enflammés par un contact bref avec une source de chaleur et les flammes se propagent rapidement).
- Elles peuvent causer ou contribuer à une inflammation par friction ou frottement : (*classées en catégories 1 ou 2*)

Catégorie	Critères
1	Poudre de métaux : durée de combustion ≤ 5 min Autres matières : <input type="checkbox"/> Zone humidifiée n'arrête pas la propagation de la flamme <input type="checkbox"/> Durée de combustion <45 sec <input type="checkbox"/> Vitesse de combustion ≥ 2,2mm/s
2	Poudre de métaux : durée de combustion > 5 min et ≤ 10min Autres matières : <input type="checkbox"/> Zone humidifiée arrête la propagation de la flamme en moins 4 min ; <input type="checkbox"/> Durée de combustion < 45s <input type="checkbox"/> Vitesse de combustion ≥ 2,2mm/s.

4



Ceux sont des matières qui au contact de l'eau, émettent des gaz inflammables

- ❖ La classification se fait sur la base des résultats des épreuves et de critères relatifs au dégagement gazeux et à la vitesse d'évolution :

Débits volumique	Catégories
10 L/min	Catégorie 1
20 L/h + < 10 L/min	Catégorie 2
1 L/h + < 20 l/h	Catégorie 3
< 1L/h	Non classé

5



- Définition : Liquides comburants

Ceux des matières qui causent ou contribuent à la combustion d'autres matières (généralement en cédant de l'oxygène, mais aussi du fluor, et du penta fluorure d'iode)

- ❖ Trois catégories définies par le temps d'inflammation ou de montée en température, comparés à des mélanges étalons :

Catégories	X% en solutions
Catégorie 1	50% acide perchlorique et cellulose
Catégorie 2	40% de solution aqueuse de chlorate de sodium et cellulose
Catégorie 3	Solution aqueuse à 65% d'acide nitrique et cellulose

- Définition : Solides comburants

Ceux sont des matières qui causent ou contribuent à la combustion d'autres matières.

Elles sont définies par le temps moyen de combustion par rapport à des mélanges connus : (en proportion 1/4 ou 1/1)

Catégorie	Proportions
Catégorie 1	Inférieur à celui d'un mélange 3/2 de bromate de potassium et cellulose
Catégorie 2	Égal ou inférieur à celui d'un mélange 2/3 de bromate de potassium et cellulose
Catégorie 3	Inférieur à celui d'un mélange 3/7 de bromate de potassium et cellulose

➤ Définition : Matières auto réactives

Ceux sont des matières susceptibles de subir une décomposition exothermique même en l'absence d'oxygène (air).

Les matières explosibles, peroxydes organiques et matières comburantes en sont exclues (car, peuvent avoir des propriétés similaires, mais de tels dangers sont inclus dans les épreuves qui leur sont spécifiques)

Sont exclues de cette catégorie les substances qui :

- Ont une température de décomposition auto-accélérée supérieure à 75°C (pour un emballage de 50Kg)
- Ont une chaleur de décomposition inférieure à 300J/g

➤ Définition : Liquides et solides pyrophoriques

Ceux sont des matières qui au contact de l'air s'enflamment en moins de 5 mn.

Note :

Les solides sont testés à l'air direct, posés sur un support ;  
Les liquides sont testés sur une charge support inerte.

➤ Définition : Matières auto échauffantes

Ceux sont des liquides ou solides contenant la liaison covalente –O-O-

- Thermiquement instables
- Pouvant subir une décomposition exothermique spontanée

De telles matières peuvent :

- Être susceptibles de décomposition explosive
- Brûler rapidement
- Réagir à un impact ou à une friction
- Réagir dangereusement si mélangées à d'autres matières

➤ Définition : Matières corrosives pour les métaux

Ceux sont des matières qui, par réaction chimique endommagent ou détruisent les métaux : (vitesse de corrosion > 6.25 mm/an à 55°C)

Les mesures de protection :

- Problème de compatibilité des matériaux entre conteneur/citerne et le produit
- Protection nécessaire des installations et des équipements en cas de fuite.

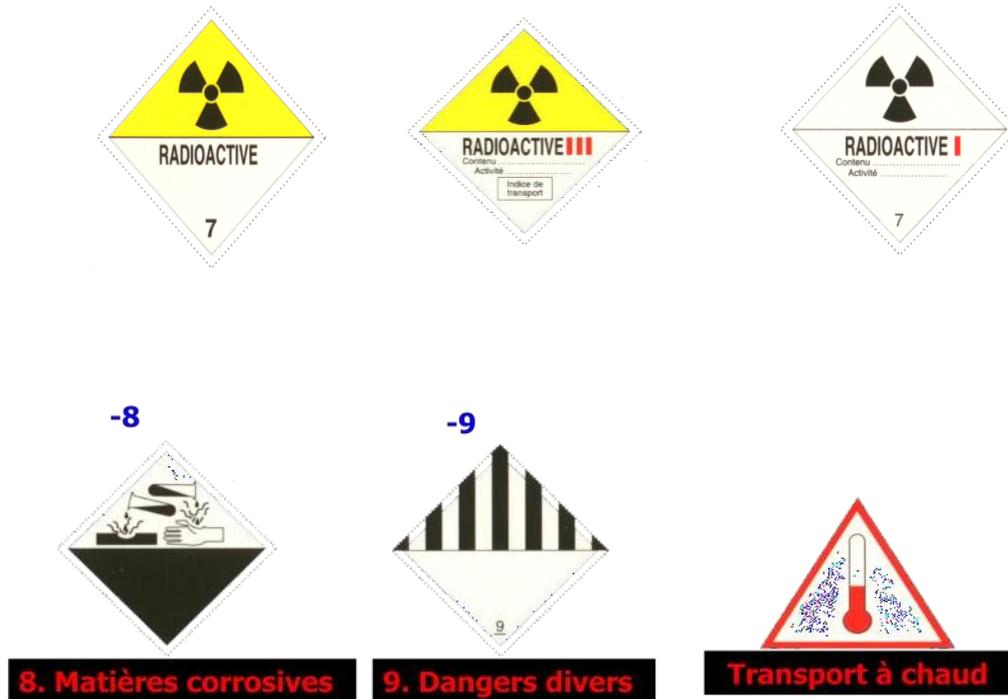


Fig.IV.5 Matières Toxiques/Infectieuses

- ❖ Les termes « toxique » et « polluant », qui sont souvent employés pour désigner la même chose
  - ❖ Dans le cadre de l'élimination des déchets, il apparaît important d'introduire une distinction entre Les deux termes.
  - ❖ La distinction entre ces termes repose sur les notions de danger et de risque.
- Une substance chimique très dangereuse (herbicide par exemple), maintenue confinée dans son emballage ou utilisée en de très faibles quantités, n'est pas un polluant.
  - A l'inverse, un polluant n'est pas toujours un produit très toxique (exemple : les nitrates).
- ✚ La possibilité pour une substance chimique de se disperser dans l'environnement en grande quantité la classe automatiquement comme un polluant,
  - ✚ Cette substance chimique présente un risque potentiel pour l'environnement J.L Rivière (Rivière, 1998) .



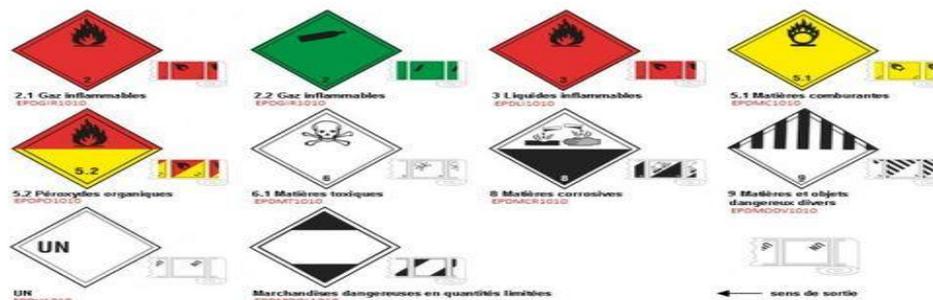
Fig.IV.6 Matières Radioactives



 DIFFERENTES CLASSES DES SUBSTANCES DANGEREUSES

- Classe 1 - Explosifs
- Classe 2 - Gaz
- Classe 3 - Liquides inflammables
- Classe 4 - Solides inflammables, matières sujettes à l'inflammation spontanée et matières qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables
- Classe 5 - Matières comburantes et peroxydes organiques
- Classe 6 - Matières toxiques et matières infectieuses
- Classe 7 - Matières radioactives
- Classe 8 - Matières corrosives
- Classe 9 - Matières ou produits divers

 RISQUE DES PRODUITS DANGEREUX  
ETIQUETTES DE DANGER



 Classe 1 : Explosifs

	<p>Matières ou objets présentant un danger d'explosion en masse (exemple : TNT).</p>	<p>1.2</p> 	<p>Matières ou objets présentant un danger de projection, mais non d'explosion en masse (exemple : obus militaire).</p>
	<p>Matières ou objets présentant un danger d'incendie ainsi qu'un danger minime d'explosion par effet de souffle ou de</p>		<p>Matières ou objets ne présentant pas de risque notable, les effets d'explosion se limitant à l'emballage et n'entraînant pas de projection appréciable ou de fragmentation</p>
	<p>Matières ou objets peu sensibles, mais présentant un risque d'explosion en masse semblable à celui de la division</p>		<p>Objets extrêmement peu sensibles, ne présentant pas de risque d'explosion en masse (exemple : objets contenant des matières détonantes peu sensibles, objets</p>

 Classe 2 : GAZ

**CLASSE 2 - Gaz**

	<p>2.1 - Gaz inflammables. Utilisés comme combustibles (par exemple : le propane).</p>
	<p>2.2 - Gaz ininflammables, non toxiques. Utilisés couramment pour réfrigérer les aliments (par exemple : l'azote).</p>
	<p>2.3 -Gaz toxiques. Utilisés couramment comme agent de blanchiment de la pâte de bois (par exemple : le dioxyde de soufre).</p>
	<p>2.2 (5.1) -Oxygène et gaz comburants.</p>

 Classe 3 : LIQUIDES INFLAMMABLES

## CLASSE 3 - Liquides inflammables



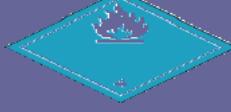
Liquides dont le point d'éclair est égal ou inférieur à 60.5°C.

*Utilisés couramment comme carburant (par exemple: l'essence, l'éthanol, le mazout (diesel)).*

 CLASSE 4 : SOLIDES INFLAMMABLES

**CLASSE 4 - Solides inflammables; matières sujettes à l'inflammation spontanée; matières qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables (matières hydroséactives)**





4.1 - Les solides qui, dans les conditions normales de transport, sont; soit facilement inflammables, soit susceptibles de causer ou de favoriser un incendie sous l'effet du frottement ou de la chaleur qui subsiste après leur fabrication ou leur traitement, soit des matières auto réactives qui sont susceptibles de subir une réaction fortement exo thermique, soit des explosifs flegmatisés susceptibles de détoner s'ils ne sont pas assez dilués afin d'éliminer leurs propriétés explosives.  
*Utilisés couramment dans la fabrication des laques (par exemple : la nitrocellulose).*

4.2 - Substance qui peut s'enflammer spontanément dans les conditions normales de transport ou, lorsqu'elle est en contact avec l'air, peut provoquer un échauffement spontané jusqu'au point d'inflammation.  
*Utilisée couramment dans les combustibles pyrophoriques (par exemple : le zinc-diéthyle).*

4.3 - Substance qui, en contact avec l'eau, émet des quantités dangereuses de gaz inflammable ou devient spontanément inflammable au contact avec l'eau ou la vapeur d'eau.  
*Utilisée couramment dans la fabrication des échangeurs de chaleur.*

✚ CLASSE 5 : MATIERES COMBURANTES ET PEROXYDES ORGANIQUES

**CLASSE 5 - Matières comburantes et peroxydes organiques**



5.1

5.1 - Substance qui provoque la combustion d'autres matières ou y contribue en formant de l'oxygène ou d'autres substances comburantes, que la substance elle-même soit combustible ou non.  
*Utilisée couramment dans la fabrication des engrais (par exemple : le nitrate d'ammonium).*

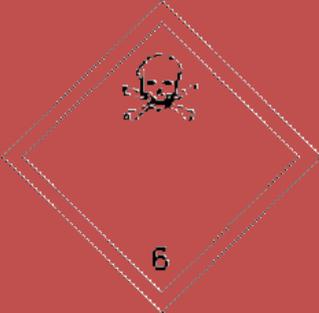


5.2

5.2 - Composé organique qui renferme la structure bivalente «-O-O-» qui est un fort agent comburant et qui peut se décomposer explosivement, qui peut être sensible à la chaleur, aux chocs ou à la friction qui peut réagir dangereusement avec d'autres marchandises dangereuses ou qui peut causer des dommages aux yeux. *Utilisé couramment dans les pâtes pour réparation de carrosserie (par exemple : le peroxyde de dibenzoyl).*

✚ CLASSE 6 : MATIERES TOXIQUES ET MATIERES INFECTUEUSES

**CLASSE 6 - Matières toxiques et matières infectieuses**



6

6.1 - Solide ou liquide qui est toxique par inhalation, par ingestion cutanée ou par ingestion.  
*Utilisés couramment comme germicide ou désinfectant (par exemple : le phénol).*



6

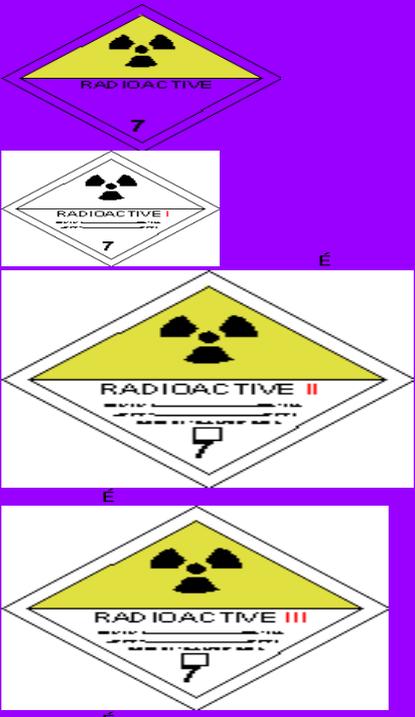


6

6.2 - Micro-organismes qui sont infectieux ou que l'on soupçonne d'être infectieux pour les humains ou les animaux.  
*Utilisés couramment dans la recherche sur les maladies (par exemple : la rage).*

✚ CLASSE 7 : MATIERES RADIOACTIVES

**CLASSE 7 - M atières**



É

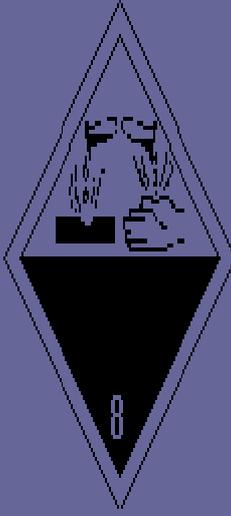
Matières radioactives telles que définies dans la Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires dont l'activité est supérieure à 70 kBq/ kg.

Utilisées couramment dans la fabrication des barres de combustible nucléaire (par exemple : les matières de faible activité spécifique -concentré uranifaire).

Trois catégories indiquent l'intensité du rayonnement à la surface lors du transport en

✚ CLASSE 8 : MATIERES CORROSIVES

**CLASSE 8 - Matières corrosives**



Substance qui cause la destruction de la peau ou qui corrode l'acier ou l'aluminium non cuirassé.

Utilisée couramment dans la fabrication des accumulateurs et des détachants industriels (par exemple : l'acide sulfurique et l'hydroxyde de sodium).

 CLASSE 9 : PRODUITS, MATIERES OU ORGANISMES DIVERS

## CLASSE 9 - Produits, matières ou organismes divers



Une matière qui ne satisfait pas aux critères d'inclusion dans les classes 1 à 8. Celle-ci inclus des micro-organismes génétiquement modifiés, des polluants marins, des matières transportées à chaud et des matières dangereuses du point de vue de l'environnement.

*Utilisés couramment dans la fabrication des garnitures de freins (par exemple : l'amiante), dans la fabrication des piles sèches (par exemple : le chlorure d'ammonium).*

 APPLICATION DANS L'ATELIER METAL-VERRE

**Étiquette**



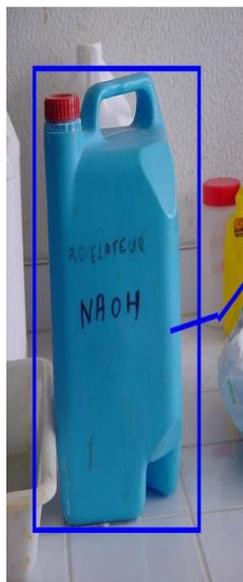


- Nocif par inhalation et contact avec la peau
- Porter un vêtement de protection et des gants appropriés
- Conserver hors de portée des enfants

APPLICATION DANS L'ATELIER ELECTROTECHNIQUE

Travail demandé à l'étudiant : Faire un circuit imprimé. Cet étudiant est en train de remplir le bac de révélateur

Étiquette



C - Corrosif

- Nocif par inhalation des vapeurs et contact avec la peau , les yeux et les vêtements
- Porter un vêtement de protection et des gants appropriés ainsi que des lunettes
- Conserver hors de portée des enfants

✚ APPLICATION DANS L'ATELIER MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Travail demandé à l'élève : Faire une analyse d'huile. Cet élève est en train de remplir la station de filtration.



**Étiquette**



F : facilement inflammable Xn : Nocif



**S26 - Conserver à l'écart de toutes flammes ou source d'étincelles Ne pas fumer**  
**S23.b – Ne pas respirez les vapeurs**  
**S33 – Éviter l'accumulation de charges électrostatiques**  
**S62 – En cas d'ingestion, ne pas faire vomir : consultez immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette**  
**S9 – Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé**  
**S24 – Éviter le contact avec la peau**  
**S36/37 – Porter un vêtement de protection approprié, porter des gants appropriés**

✚ APPLICATION DANS L'ATELIER MENUISERIE

Travail demandé à l'élève : Teinter une porte de cuisine, Préparation de la teinte.



**Étiquette**



F – Facilement inflammable

- Ne pas respirer les vapeurs
- Utiliser en zones bien ventilées
- Conserver hors de portée des enfants



### Substances et préparations **TRÈS TOXIQUES**

*"Substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, en très petites quantités, entraînent la mort ou nuisent à la santé de manière aiguë ou chronique"*

T+ - TRÈS TOXIQUE

- R26 Très toxique par inhalation
- R27 Très toxique par contact avec la peau
- R28 Très toxique en cas d'ingestion
- R26/27 Très toxique par inhalation et par contact avec la peau
- R26/28 Très toxique par inhalation et par ingestion
- R26/27/28 Très toxique par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
- R27/28 Très toxique par contact avec la peau et par ingestion
- R26/27 Très toxique par inhalation et par contact avec la peau
- R26/28 Très toxique par inhalation et par ingestion
- R26/27/28 Très toxique par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
- R27/28 Très toxique par contact avec la peau et par ingestion
- R39/26 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation
- R39/27 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau
- R39/28 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par ingestion
- R39/26/27 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par contact avec la peau
- R39/26/28 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par ingestion
- R39/27/28 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau et par ingestion
- R39/26/27/28 Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.



### Substances et préparations **TOXIQUES**

*"Substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, en petites quantités, entraînent la mort ou nuisent à la santé de manière aiguë ou chronique"*

T - TOXIQUE

- R23 Toxique par inhalation
- R24 Toxique par contact avec la peau
- R25 Toxique en cas d'ingestion
- R23/24 Toxique par inhalation et par contact avec la peau
- R23/25 Toxique par inhalation et par ingestion
- R23/24/25 Toxique par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
- R24/25 Toxique par contact avec la peau et par ingestion
- R23/24 Toxique par inhalation et par contact avec la peau
- R23/25 Toxique par inhalation et par ingestion
- R23/24/25 Toxique par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
- R24/25 Toxique par contact avec la peau et par ingestion
- R39/23 Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation
- R39/24 Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau
- R39/25 Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par ingestion
- R39/23/24 Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par contact avec la peau
- R39/23/25 Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par ingestion
- R39/24/25 Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau et par ingestion
- R48/23 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation
- R48/24 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par contact avec la peau
- R48/25 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par ingestion
- R48/23/24 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation et par contact avec la peau
- R48/23/25 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation et par ingestion
- R48/24/25 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par contact avec la peau et par ingestion
- R48/23/24/25 Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.

### Substances et préparations **CANCÉROGÈNES**

*"Substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent provoquer un cancer ou en augmenter la fréquence"*



T - TOXIQUE

- R45 Peut provoquer le cancer
- R49 Peut provoquer le cancer par inhalation

*Catégorie 1* : substances et préparations que l'on sait être cancérogènes pour l'homme  
*Catégorie 2* : substances et préparations devant être considérées comme cancérogènes pour l'homme.



Xn - NOCIF

- R40 Effet cancérogène suspecté : preuves insuffisantes

*Catégorie 3* : substances et préparations préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles, mais pour lesquelles les informations sont insuffisantes.

### Substances et préparations **MUTAGÈNES**

*"Substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence"*



T - TOXIQUE

- R46 Peut provoquer des altérations génétiques héréditaires

*Catégorie 1* : substances et préparations qu'on sait être mutagènes pour l'homme  
*Catégorie 2* : substances et préparations devant être assimilées à des mutagènes pour l'homme



Xn - NOCIF

- R68 Possibilité d'effets irréversibles

*Catégorie 3* : substances et préparations préoccupantes pour l'homme en raison d'effets mutagène possibles mais pour lesquelles les informations disponibles sont insuffisantes.

### Substances et préparations **TOXIQUES POUR LA REPRODUCTION**

*"Substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire ou augmenter la fréquence d'effets nocifs non héréditaires dans la progéniture ou porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductives"*



T - TOXIQUE

- R60 Peut altérer la fertilité
- R61 Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant

*Catégorie 1* : substances et préparations que l'on sait être toxiques pour la reproduction de l'homme  
*Catégorie 2* : substances et préparations devant être assimilées à des toxiques pour la reproduction pour l'homme.



Xn - NOCIF

- R62 Risque possible d'altération de la fertilité
- R63 Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant

*Catégorie 3* : substances et préparations préoccupantes en raison d'effets toxiques possibles pour la reproduction mais pour lesquelles les informations disponibles sont insuffisantes.

**SYMBOLE, PHRASE(S) DE RISQUE, SEUIL DE CONCENTRATION  
DETERMINANT LA CLASSIFICATION D'UNE PRÉPARATION (\*)**  
- SYMBOL, RISK PHRASE(S) AND CONCENTRATION THRESHOLD(S) DETERMINING THE CLASSIFICATION  
OF A PREPARATION (ACCORDING TO DIRECTIVE 1999/45/EEC OF 31 MAY 1999)

Classement	Symbole	Phrases de risque	Seuil (1)	Seuil (2)
Cancérogène catégorie 1	T (toxique)	R 45 ou R 49	≥ 0,1 %	≥ 0,1 %
Cancérogène catégorie 2	T (toxique)	R 45 ou R 49	≥ 0,1 %	≥ 0,1 %
Cancérogène catégorie 3	Xn (nocif)	R 40	≥ 1 %	≥ 1 %
Mutagène catégorie 1	T (toxique)	R 46	≥ 0,1 %	≥ 0,1 %
Mutagène catégorie 2	T (toxique)	R 46	≥ 0,1 %	≥ 0,1 %
Mutagène catégorie 3	Xn (nocif)	R 68	≥ 1 %	≥ 1 %
Toxique pour la reproduction catégorie 1	T (toxique)	R 60 et/ou R 61	≥ 0,5 %	≥ 0,2 %
Toxique pour la reproduction catégorie 2	T (toxique)	R 60 et/ou R 61	≥ 0,5 %	≥ 0,2 %
Toxique pour la reproduction catégorie 3	Xn (nocif)	R 62 et/ou R 63	≥ 5 %	≥ 1 %

(\*) Selon la directive 1999/45/CEE du 31 mai 1999.

(1) Préparations autres que gazeuses.  
(2) Préparations gazeuses.

R 40 : Effet cancérogène suspecté – preuves insuffisantes.  
R 45 : Peut causer le cancer.  
R 46 : Peut causer des altérations génétiques héréditaires.  
R 49 : Peut causer le cancer par inhalation.  
R 60 : Peut altérer la fertilité.  
R 61 : Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.  
R 62 : Risque possible d'altération de la fertilité.  
R 63 : Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.  
R 68 : Possibilité d'effets irréversibles.

#### ✚ CONCLUSION

La manipulation et la préparation des produits chimiques dangereux demandent beaucoup de précautions. Elles peuvent engendrer des dégâts humains et matériels à cause d'un mauvais geste établi ou par l'ignorance du risque occasionné.

Pour cela il faut attribuer à une large discipline stricte et formelle pour au moins minimiser et éliminer si possible les dangers causés pendant la manipulation des substances et préparations dangereuses.

**PHRASES R et S**

## CHAPITRE V : PHRASES RISQUES & CONSEILS DE PRUDENCES

### I. IDENTIFICATION DES SUBSTANCES ET PRÉPARATIONS

- Les symboles et indications de danger sont :
- Risques particuliers : Phrases R
- Conseils de prudence : Phrases S
- Déclaration des substances dangereuses présentes dans les préparations
- Dispositions relatives aux préparations présentant des dangers particuliers

### II. PHRASES « RISQUES »

Ces renseignements précisent, d'une façon plus détaillée les symboles, la nature du risque encouru dans l'utilisation de la substance considérée avec mention des voies de pénétration dans l'organisme ou du mode d'action du produit (R1-R68) dont 19 sont **composées**.

Symboles « Risques »	Désignations
<b>R10</b>	Inflammable
<b>R11</b>	Facilement inflammable
<b>R12</b>	Extrêmement inflammable
<b>R20</b>	Nocif par inhalation
<b>R23</b>	Toxique par inhalation
<b>R26</b>	Très toxique par inhalation
<b>R27</b>	Très toxique par contact avec la peau
<b>R28</b>	Très toxique en cas d'ingestion
<b>R20/21/22</b>	Nocif par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion
<b>R36/37/38</b>	Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau.
<b>R39/23/24/25</b>	Toxique : danger d'effets irréversible très graves par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion

Tab.V.1 phrases & risques

### III. CONSEILS DE PRUDENCE

Il s'agit d'une liste de recommandations permettant d'éviter des dangers pour la santé au cours des travaux mettant en œuvre des substances dangereuses et précisent la conduite à tenir en cas d'accident (S1-S64) dont 16 sont composées.

Symboles Conseils de Prudences	Designations
<b>S14</b>	Conserver à l'écart des..... (matières incompatibles à indiquer par le fabricant).
<b>S22</b>	Ne pas respirer les poussières.
<b>S24</b>	Éviter le contact avec la peau.
<b>S56</b>	Éliminer ce produit et son récipient dans un centre de collecte des déchets dangereux ou spéciaux.
Phrases S Combinées	
<b>S7/47</b>	Conserver le récipient bien fermé et à une température ne dépassant pas... °C (à préciser par le fabricant)
<b>S36/37</b>	Porter un vêtement de protection et des gants appropriés
<b>S36/37/39</b>	Porter un vêtement de protection approprié, des gants et un appareil de protection des yeux/du visage.
<b>S3/9/49</b>	Conserver uniquement dans le récipient d'origine, dans un endroit frais et bien ventilé.
<b>S1/2</b>	Conserver sous clef et hors de la portée des enfants
<b>S36/37/39</b>	Porter un vêtement de protection approprié, des gants et un appareil de protection des yeux/du visage

Tab.V.2. Symboles &amp; conseils de prudences

IV. LISTE DE CERTAINS PRODUITS EMPLOYÉS AU LABORATOIRE DE CHIMIE AVEC LES PHRASES DE RISQUE ET LES CONSEILS DE PRUDENCE.

Noms des Produits	Phrases R	Phrases S	Formules Chimiques
<b>ACIDE ASCORBIQUE (vitamine C)</b>	-	-	$C_6H_8O_6$
<b>ACIDE CHLORHYDRIQUE</b>	R34-37	S23-26-36-45	HCl
<b>ACIDE ETHANOIQUE (acétique)</b>	R36/38	S26	$CH_3COOH$
<b>ACIDE NITRIQUE</b>	R8-35	S23-26-36-45	$HNO_3$
<b>AMMONIAQUE</b>	R34-50	S26-36-37-39-45-61	$NH_3$
<b>CHLORURE DE CALCIUM</b>	R36	S22-24	$CaCl_2$
<b>ETHANOL</b>	R11	S7-16	$CH_3-CH_2OH$
<b>METHANE</b>	R12	S9-16-33	$CH_4$
<b>NITRATE D'ARGENT</b>	R34	S26-45	$AgNO_3$
<b>PHENOLPHTALEINE</b>	R11-22 (teinture)	S7-16 (teinture) S24/25 (poudre)	$C_{20}H_{14}O_4$

Tab.V.3. Certains produits employés au laboratoire

## V. PRODUITS EXPLOSIFS

Les produits considérés comme explosifs, sont des Matières pyrotechniques et Objets explosibles



Exemple : Nitroglycérine

- PHRASES R : R1, R2, R3, R5, R7, et R18

Symboles « Risques »	Designations
<b>R1</b>	Explosif à l'état sec.
<b>R2</b>	Risque d'explosion par choc, friction, feu ou autres sources d'ignition.
<b>R3</b>	Grand risque d'explosion par le choc, la friction, le feu ou d'autres sources d'ignition.
<b>R5</b>	Danger d'explosion sous l'action de la chaleur.
<b>R7</b>	Peut provoquer un incendie.
<b>R18</b>	Lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur/air inflammable/explosif.

Précaution : Éviter les chocs, étincelles, chaleur

- Consignes S : S1, S21, S33, et S34

Symboles « Conseils Prudences »	Désignations
<b>S1</b>	Conserver sous clef.
<b>S21</b>	Ne pas fumer pendant l'utilisation.
<b>S33</b>	Éviter l'accumulation de charges électrostatiques.
<b>S34</b>	Éviter le choc et le frottement

## VI. PRODUITS COMBURANTS

Les produits considérés comme comburants, sont :

- Peroxydes organiques
- Oxygène



Exemple : Chlorates, acide nitrique (70% et plus), peroxyde

- Phrases R : R7, R8, R9 et R17

Symboles « Risques »	Désignations
<b>R7</b>	Peut provoquer un incendie.
<b>R8</b>	Favorise l'inflammation des matières combustibles.
<b>R9</b>	Peut exploser en mélange avec des matières combustibles.
<b>R17</b>	Spontanément inflammable à l'air.

- Précautions : Éviter tout contact avec des matières combustibles, danger d'inflammation
- Consignes : S16, S17 et S18

Symboles « Conseils Prudences »	Désignations
<b>S16</b>	Conserver à l'écart de toute source d'ignition. Ne pas fumer.
<b>S17</b>	Tenir à l'écart des matières combustibles.
<b>S18</b>	Manipuler et ouvrir le récipient avec prudence.

## VII. PRODUITS CORROSIFS

Les produits considérés comme corrosifs :



Exemple : HCL (25% et plus) ; NaOH (2% et plus)

- Phrases R : R14, R35 et R41

Symboles « Risques »	Désignations
<b>R14</b>	Réagit violemment au contact de l'eau.
<b>R35</b>	Provoque de graves brûlures.
<b>R41</b>	Risque de lésions oculaires graves.

- Précautions :
  - Éviter le contact avec les yeux, la peau
  - Ne pas inhaler les vapeurs
  - Porter des équipements de protections individuelle adaptée.
- Consignes S: S23, S29, S35-39, S36-37 et S37-39

Symboles « Conseils Prudences »	Désignations
<b>S23</b>	Ne pas respirer les gaz, vapeurs, fumées, aérosols [termes(s) appropriés), à indiquer par le fabricant].
<b>S24</b>	Eviter le contact avec la peau.
<b>S25</b>	Eviter le contact avec les yeux.
<b>S26</b>	En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
<b>S27</b>	Enlever immédiatement tout vêtement souillé et éclaboussé.
<b>S28</b>	Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec...
<b>S29</b>	Ne pas jeter les résidus à l'égout.
<b>S35</b>	Ne pas se débarrasser de ce produit et de son récipient qu'en prenant toute précaution d'usage.
<b>S36</b>	Porter un vêtement de protection approprié.
<b>S37</b>	Porter des gants appropriés
<b>S38</b>	En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié
<b>S39</b>	Porter un appareil de protection des yeux / du visage

## VIII. PRODUITS IRRITANTS

Les produits considérés comme irritants



Exemple : NH<sub>4</sub>OH (5-10%) et HCL (10-25%)

- Phrases R : R36/37, R36/38 et R36/37/38

Symboles « Risques »	Désignations
<b>R36/37</b>	Irritant pour les yeux et les voies respiratoires.
<b>R36/38</b>	Irritant pour les yeux et la peau.
<b>R36/37/38</b>	Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau.

- Précautions :
  - Éviter le contact avec les yeux, la peau
  - Ne pas inhaler les vapeurs
  - Porter des équipements de protections individuelle adaptée.
- Consignes S: S23/S29, S35/39, S36-37 et S37-39

Symboles « Conseils Prudences »	Désignations
<b>S23</b>	Ne pas respirer les gaz, vapeurs, fumées, aérosols.
<b>S24</b>	Éviter le contact avec la peau.
<b>S25</b>	Éviter le contact avec les yeux.
<b>S26</b>	En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
<b>S27</b>	Enlever immédiatement tout vêtement souillé et éclaboussé.
<b>S28</b>	Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec l'eau.
<b>S29</b>	Ne pas jeter les résidus à l'égout.

## IX. PRODUITS TRES TOXIQUES ET TOXIQUES

Les produits considérés comme très toxiques et toxiques



Exemple :

T : Toxique (Méthanol, Benzène, Phénol, Acide sulfochromique)

T+ : Très toxique (Cyanure d'hydrogène, benzène)

- Phrases R : R23 à R29, R31, R32, R33, R39 à R51, R54 à R64  
R23-R24, R23-R25, R23-24-25, R26-27, R28-28, R26-27-28,  
R39-26-27-28, R48-23 à R51-53

Symboles « Risques »	Désignations
<b>R23</b>	Toxique par inhalation.
<b>R24</b>	Toxique par contact avec la peau.
<b>R25</b>	Toxique en cas d'ingestion.
<b>R26</b>	Très toxique par inhalation.
<b>R27</b>	Très toxique par contact avec la peau.
<b>R28</b>	Très toxique en cas d'ingestion.

<b>R29</b>	Au contact de l'eau, dégage des gaz toxiques.
<b>R31</b>	Au contact d'un acide, dégage un gaz toxique.
<b>R32</b>	Au contact d'un acide, dégage un gaz très toxique.
<b>R33</b>	Danger d'effets cumulatifs.
<b>R45</b>	Peut causer le cancer.
<b>R46</b>	Peut causer des altérations génétiques héréditaires.

<b>Symboles « Risques »</b>	<b>Désignations (suite)</b>
<b>R47</b>	Peut causer des malformations congénitales.
<b>R48</b>	Risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition Prolongée.
<b>R49</b>	Peut causer le cancer par inhalation.
<b>R50</b>	Très toxique pour les organismes aquatiques.
<b>R51</b>	Toxique pour les organismes aquatiques.
<b>R23/24&lt;25</b>	Toxique par inhalation et ingestion.
<b>R23/24/25</b>	Toxique par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.
<b>R24/25</b>	Toxique par contact avec la peau' et par ingestion.
<b>R26/27</b>	Très toxique par inhalation et par contact avec la peau.
<b>R26/28</b>	Très toxique par inhalation et ingestion.
<b>R26/27/28</b>	Très toxique par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.
<b>R27/28</b>	Très toxique par contact avec la peau et par ingestion.
<b>R39/23</b>	Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation.
<b>R39/24</b>	Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau.
<b>R39/25</b>	Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par ingestion.
<b>R39/23/24</b>	Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par ingestion.
<b>R39/24/25</b>	Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau et par ingestion.
<b>R39/23/24/25</b>	Toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.
<b>R39/26</b>	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation.
<b>R39/27</b>	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact avec la peau.
<b>R39/28</b>	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par ingestion.
<b>R39/26/27</b>	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par contact avec la peau.
<b>R39/26/28</b>	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation et par ingestion.
<b>R39/27/28</b>	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par contact

	avec la peau et par ingestion.
<b>R39/26/27/28</b>	Très toxique : danger d'effets irréversibles très graves par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.

- Précautions :
  - Éviter le contact avec le corps humain
  - Éviter que le toxique pénètre dans l'organisme
- Consignes S: S18, S23 à S29 et S35 à S39

Symboles « Conseils Prudences »	Désignations
<b>S18</b>	Manipuler et ouvrir le récipient avec prudence.
<b>S23</b>	Ne pas respirer les gaz, vapeurs, fumées, aérosols [termes(s) appropriés), à indiquer par le fabricant].
<b>S24</b>	Éviter le contact avec la peau.
<b>S25</b>	Éviter le contact avec les yeux.
<b>S26</b>	En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau
<b>S27</b>	Enlever immédiatement tout vêtement souillé et éclaboussé.
<b>S28</b>	Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec l'eau
<b>S29</b>	Ne pas jeter les résidus à l'égout.
<b>S35</b>	Ne pas se débarrasser de ce produit et de son récipient qu'en prenant toute précaution d'usage.
<b>S36</b>	Porter un vêtement de protection approprié.
<b>S37</b>	Porter des gants appropriés.
<b>S38</b>	En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié.
<b>S39</b>	Porter un appareil de protection des yeux/du visage.

## X. PRODUITS INFLAMMABLES

Les produits considérés comme inflammable ( $\text{pt d'éclair} \geq 55^{\circ}\text{C}$ ), facilement inflammable ( $0^{\circ}\text{C} < \text{Pé} < 21^{\circ}\text{C}$ ) et extrêmement inflammable ( $\text{P éclair} < 0^{\circ}\text{C}$ )



Exemple :

White-spirit, Acétone, éthanol, Hydrogène, acétylène éther diéthylénique

- Phrases R : R10 jusqu'à R18

Symboles « Risques »	Désignations
<b>R10</b>	Inflammable.
<b>R11</b>	Très inflammable.
<b>R12</b>	Extrêmement inflammable.
<b>R13</b>	Gaz liquéfié extrêmement inflammable.
<b>R14</b>	Réagit violemment au contact de l'eau.
<b>R15</b>	Au contact de l'eau dégage des gaz très inflammables.
<b>R16</b>	Peut exploser en mélange avec des substances comburantes.
<b>R17</b>	Spontanément inflammable à l'air.
<b>R18</b>	Lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur/air inflammable/explosif.

- Précautions :
  - Tenir éloigné des flammes, des étincelles et des sources de chaleur. Ne pas fumer
  - Stocker les produits dans un endroit bien aéré
  - Ne pas porter de vêtements en nylon et garder un extincteur à portée de main pendant l'utilisation de produits inflammables.
- Consignes S : S8, S9, S15, S16, S21, S3/7/9, S7/8

Symboles « Conseils Prudences »	Désignations
<b>S8</b>	Conserver le récipient à l'abri de l'humidité.
<b>S9</b>	Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé.
<b>S15</b>	Conserver à l'écart de la chaleur.
<b>S16</b>	Conserver à l'écart de toute source d'ignition. Ne pas fumer.
<b>S21</b>	Ne pas fumer pendant l'utilisation.
<b>S3/7/9</b>	Conserver le récipient bien fermé dans un endroit frais bien ventilé.
<b>S7/8</b>	Conserver le récipient bien fermé et à l'abri de l'humidité.

## XI. PRODUITS NOCIFES

Les produits considérés comme nocifs



Exemple :

Éthylène glycol, Xylène, Trioxyde d'arsenic

- Phrases R : R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R40/20, R40/21, R40/22, R40/20/21, R40/20/22, R40/21/22, R40/20/21/22.

Symboles « Risques »	Désignations
<b>R20/21</b>	Nocif par inhalation et par contact avec la peau.
<b>R20/22</b>	Nocif par inhalation et ingestion.
<b>R20/21/22</b>	Nocif par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.
<b>R21/22</b>	Nocif par contact avec la peau et ingestion.
<b>R40/20</b>	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par inhalation.
<b>R40/21</b>	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par contact avec la peau.

<b>R40/22</b>	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par ingestion.
<b>R40/20/21</b>	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par inhalation et par contact avec la peau.
<b>R40/20/22</b>	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par inhalation et par ingestion.
<b>R40/21/22</b>	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par contact avec la peau et par ingestion.
<b>R40/20/21/22</b>	Nocif : possibilité d'effets irréversibles par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion.

- Précautions :
  - Éviter tout contact avec le corps humain y compris l'inhalation des vapeurs
  - Travailler sous une hotte
  - Possibilité d'intoxication chronique
  - Porter les équipements de protection adaptée
- Consignes S : S18, S23 à S29, S36 à S39

Symboles « Conseils Prudences »	Désignations
<b>S18</b>	Manipuler et ouvrir le récipient avec prudence.
<b>S23</b>	Ne pas respirer les gaz, vapeurs, fumées, aérosols.
<b>S24</b>	Éviter le contact avec la peau.
<b>S25</b>	Éviter le contact avec les yeux.
<b>S26</b>	En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
<b>S27</b>	Enlever immédiatement tout vêtement souillé et éclaboussé.

<b>S28</b>	Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abandonnement avec l'eau.....
<b>S29</b>	Ne pas jeter les résidus à l'égout.
<b>S36</b>	Porter un vêtement de protection approprié.
<b>S37</b>	Porter des gants appropriés.
<b>S38</b>	En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié.
<b>S39</b>	Porter un appareil de protection des yeux/du visage.

Les substances sont classées comme dangereuses en raison de leurs effets sur la santé et/ou sur l'environnement, qu'elles soient présentes en tant qu'impuretés ou en tant qu'additifs, doivent être prises en considération lorsque leur concentration est égale ou supérieure à celle définie au tableau ci-après

CATÉGORIES DE DANGER DES SUBSTANCES	CONCENTRATION À PRENDRE EN CONSIDÉRATION POUR LES	
	préparations gazeuses vol/vol %	autres préparations poids/poids %
Très toxique	≥ 0,02	≥ 0,1
Toxique	≥ 0,02	≥ 0,1
Cancérogène : catégorie 1 ou 2	≥ 0,02	≥ 0,1
Mutagène : catégorie 1 ou 2	≥ 0,02	≥ 0,1
Toxique pour la reproduction : catégorie 1 ou 2	≥ 0,02	≥ 0,1
Nocif	≥ 0,2	≥ 1
Corrosif	≥ 0,02	≥ 1
Irritant	≥ 0,2	≥ 1
Sensibilisant	≥ 0,2	≥ 1
Cancérogène : catégorie 3	≥ 0,2	≥ 1
Mutagène : catégorie 3	≥ 0,2	≥ 1
Toxique pour la reproduction : catégorie 3	≥ 0,2	≥ 1
Dangereux pour l'environnement N		≥ 0,1
Dangereux pour l'environnement ozone	≥ 0,1	≥ 0,1
Dangereux pour l'environnement		≥ 1

Tab.V.4. Catégories de danger des substances

## XII. EXTRAIT DES CRITERES DE CLASSIFICATION ET ETIQUETAGE DES SUBSTANCES SUR LA BASE DE LEUR TOXICITE AIGUË

	Voie orale chez le rat	Voie cutanée chez le rat ou le lapin	Voie inhalatoire chez le rat
T+ Très toxique	DL <sub>50</sub> ≤ 25 mg/kg ou survie < 100 % à 5 mg/kg R 28	DL <sub>50</sub> ≤ 50 mg/kg R 27	CL <sub>50</sub> ≤ 0,25 mg/l/4h (aérosols, particules) CL <sub>50</sub> ≤ 0,5 mg/l/4h (gaz, vapeurs) R 26
T Toxique	25 mg/kg < DL <sub>50</sub> ≤ 200 mg/kg ou survie = 100% à 5 mg/kg mais toxicité manifeste R 25	50 mg/kg < DL <sub>50</sub> ≤ 400 mg/kg R 24	0,25 mg/l/4h < CL <sub>50</sub> ≤ 1 mg/l/4h (aérosols, particules) 0,5 mg/l/4h < CL <sub>50</sub> ≤ 2 mg/l/4h (gaz, vapeurs) R 23
Xn Nocif	200 mg/kg < DL <sub>50</sub> ≤ 2000 mg/kg ou survie = 100% à 50 mg/kg mais toxicité manifeste ou survie < 100% à 500 mg/kg R 22	400 mg/kg < DL <sub>50</sub> ≤ 2000 mg/kg R 21	1 mg/l/4h < CL <sub>50</sub> ≤ 5 mg/l/4h (aérosols, particules) 2 mg/l/4h < CL <sub>50</sub> ≤ 20 mg/l/4h (gaz, vapeurs) R 20

Symboles « Risques »	Désignations	Symboles « Risques »	Désignations
<b>R20</b>	Nocif par inhalation	<b>R21</b>	Nocif par contact avec la peau
<b>R22</b>	Nocif en cas d'ingestion	<b>R23</b>	Toxique par inhalation
<b>R24</b>	Toxique par contact avec la peau	<b>R25</b>	Toxique en cas d'ingestion
<b>R26</b>	Très toxique par inhalation	<b>R27</b>	Très toxique par contact avec la peau
<b>R28</b>	Très toxique en cas d'ingestion		

Les tests d'irritation sont généralement effectués sur le lapin, plus sensible que l'homme pour l'irritation cutanée. Il existe des tests in vitro qui permettent de prédire les effets corrosifs.

Selon la gravité et la durée des effets observés, les substances peuvent être classées et étiquetées comme corrosives (R 35 ou R 34) ou irritantes (R 38).

Les tests par exposition cutanée répétée peuvent mettre en évidence des effets tels que dessèchement, écailles ou fissures de la peau liés aux propriétés dégraissantes des substances (R 66).

Symboles « Risques »	Désignations
<b>R34</b>	Provoque des brûlures.
<b>R35</b>	Provoque de graves brûlures.
<b>R38</b>	Irritant pour la peau.
<b>R66</b>	L'exposition répétée peut provoquer un dessèchement ou gerçures de la peau

### XIII. IRRITATION OCULAIRE

Les tests d'irritation oculaire mesurent le résultat d'un contact direct de la substance avec l'œil ; la conjonctive et la cornée sont les premières touchées ; l'érosion cornéenne pouvant aller jusqu'à l'opacification. Des effets inflammatoires de l'iris sont quelquefois observés.

Les tests sont effectués sur la surface antérieure de l'œil du lapin. Selon la gravité des effets observés, les substances pourront être classées et étiquetées comme irritantes (R 36) ou sévèrement irritantes (R 41).

Symboles « Risques »	Désignations
<b>R36</b>	Irritant pour les yeux.
<b>R41</b>	Risque de lésions oculaires graves.

#### XIV. IRRITATION RESPIRATOIRE

L'irritation respiratoire résulte d'une action de la substance sur les voies respiratoires. Il n'existe pas de test spécifique pour mesurer cette action. Toutefois, elle peut être confirmée par des données histopathologiques, lors d'essais appropriés de toxicité générale par inhalation après exposition unique ou répétée.

Elle peut se traduire par une modification de la fréquence respiratoire mesurée grâce au test d'Alarie (détermination de la RD50 correspondant à la dose qui induit une baisse de 50% de la fréquence respiratoire).

Les substances pourront être classées et étiquetées comme irritantes (R 37).

R 37 : Irritant pour les voies respiratoires.

**Risques Chimiques**

## CHAPITRES VI : RISQUES CHIMIQUES

### I. GENERALITES 5 NOTIONS DE RISQUES/DANGERS

#### 1. QU'EST-CE QUE LE RISQUE INDUSTRIELS ?

Le risque industriel majeur est « un événement tel qu'une émission, un incendie, ou une explosion, de caractère majeur, en relation avec un développement incontrôlé d'une activité industrielle, entraînant un danger grave, immédiat ou différé pour l'homme, à l'intérieur ou à l'extérieur de l'établissement, et/ou pour l'environnement, et mettant en jeu une ou plusieurs substances dangereuses (Directive communautaire européenne du 24.06.1982, dite « Seveso »).

Le risque industriel majeur est un événement accidentel se produisant sur un site industriel et entraînant des conséquences graves pour le personnel, les riverains, les biens et l'environnement.

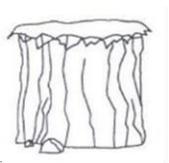
Cette définition fait appel à trois notions :

- ❖ **Danger** ;
  - ❖ **Risque** ;
  - ❖ Et la présence d'**enjeux** pouvant en être affectés (cibles).
- ❖ Le **risque** : C'est la manifestation du danger à la suite d'un événement accidentel ; il est caractérisé par : La gravité de ses effets et la probabilité pour qu'il survienne (son occurrence)
  - ❖ Le **danger** : Ce définit comme une situation qui a, en elle-même, un certain pouvoir à causer des dommages aux personnes et aux biens.

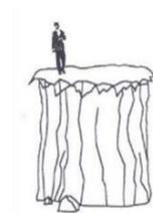
Dans l'industrie, le danger peut être lié :

- ✓ Aux **Produits** : Notamment s'ils sont toxiques, inflammables ou explosifs.
- ✓ Aux **Procédés** : Utilisation de températures ou pressions élevées par exemple.
- ✓ Aux **Équipements** (installations)

Exemple : « Une falaise de grande hauteur présente un danger, le risque pour une personne est d'en tomber »



**DANGER :**  
situation qui a en elle, un certain potentiel à causer des dommages aux personnes et aux biens.



**RISQUE :**  
évaluation d'un danger associant la probabilité d'occurrence d'un événement redouté et la gravité de ses conséquences.

- ❖ Les enjeux : il s'agit des personnes exposées aux effets, mais cela peut être l'environnement au sens large et les structures.

## 2. COMMENT SE MANIFESTE-T'IL ?

Il se peut se traduire par :

- Un incendie par inflammation d'un produit au contact d'une flamme, d'un point chaud ou d'un autre produit avec risque de brûlures et d'asphyxie.
- Une explosion par mélanges entre certains produits, libération brutale de gaz avec risque de traumatisme direct (projection d'éclats ou de débris).
- Une dispersion dans l'air, l'eau ou sur le sol de produits dangereux avec toxicité par inhalation, ingestion ou contact.
- Une explosion par mélanges entre certains produits, libération brutale de gaz avec risque de traumatisme direct (projection d'éclats ou de débris).
- Une dispersion dans l'air, l'eau ou sur le sol de produits dangereux avec toxicité par inhalation, ingestion ou contact.

Ces manifestations, associées ou non, peuvent provoquer un phénomène de catastrophe tels sont les exemples de danger :

- Présence de sources de flammes (soudure, étincelles électriques).
- Mélanges de produits incompatibles.
- Présence dans l'entreprise des produits explosifs, inflammables : identifiables à l'étiquetage (solvants) ou non étiquetés (bois).

## 3. AMPLEUR D'UN RISQUE ?

L'ampleur d'un risque dépend de :

- Nature du travail (travail avec les machines, des outils, des produits dangereux)
- Degré d'information et de conscientisation du travailleur sur le risque de son travail
- Ses connaissances et sa compétence professionnelle (formation)
- L'environnement de travail, éclairage, température

## 4. EVALUATION DU RISQUE ?

Cette évaluation ne sert à rien si elle n'est pas suivie d'actions, elle ne représente qu'une étape dans un processus. Elle n'est pas aussi une étape éphémère c.à.d. elle doit être continue et fait l'objet d'une mise à jour (modification de la production et agrandissement des locaux). Elle peut être aussi une démarche collective (les salariés sont mieux placés pour connaître la situation dangereuse).

La maîtrise de l'évaluation appartient à l'entreprise : les décisions finales et les mesures à prendre pour maîtriser vos risques vous appartiennent. Elle s'appuie sur des compétences pluridisciplinaires incluant le service de médecine de travail, ou à défaut les délégués du personnel, les fonctions de l'entreprise en charge de la sécurité et de l'hygiène industrielle, de la fabrication.

## 5. QU'EST-CE QU'UN DANGER ?

C'est la cause capable de provoquer un dommage (lésion ou atteinte à la santé).

## 6. QU'APPELLE-T-ON SITUATION DANGEREUSE ?

Une situation dangereuse est définie comme étant un salarié en présence d'un danger.

## 7. QU'APPELLE-T-ON RISQUE ?

Un risque est la combinaison de la gravité du dommage potentiel et de sa probabilité d'apparition. La **gravité du dommage** potentiel peut être :

- Faible : accident ou maladie sans arrêt de travail.
- Moyenne : accident ou maladie avec arrêt de travail.
- Grave : accident ou maladie avec incapacité permanente partielle.
- Très grave : Maladie mortelle.

Un risque est aussi la probabilité d'apparition d'un dommage c.-à-d. : fonction de la durée et/ou de la fréquence d'exposition des salariés, qui peut être : Très improbable, Improbable, Très probable et Probable.

## 8. FORMES DE RISQUE ?

Le risque peut se présenter sous deux formes différentes :

- **Risques naturels** : Inondations, incendies de forêt, risques sismiques, éruptions volcaniques, tornades, cyclones, tempêtes.
- **Risques technologiques** : Industriel, nucléaire, risque rupture de barrage et risque transport de matières dangereuses.

## 9. ENJEUX PRECONNISES ?

Les effets peuvent être immédiats ou différés :

- **Enjeux humains** : Effets de souffles, traumatismes liés aux projectiles lors d'une explosion, brûlures, troubles neurologiques, respiratoires, cardio-vasculaires, intoxication par inhalation, par indigestion ou par contact ;
- **Enjeux économiques** : Destructures mécaniques ou thermiques de bâtiments et de véhicules ; détérioration des systèmes de pompage en cas de pollution aquatique ;
- **Enjeux environnementaux** : Contamination de l'air, pollution du sol, pollution des nappes phréatiques, destruction de la flore et de la faune.

## II. RISQUES CHIMIQUES

## 1. INTRODUCTION

Tous les produits chimiques sont susceptibles de présenter des risques. Ces Risques sont multiples :

- ❖ La soude peut conduire à la cécité (amaurose)
- ❖ Les vapeurs de certains solvants attaquent le cerveau
- ❖ Certains produits sont cancérogènes

Identifier le danger



Comment ?

Le risque chimique vu de l'entreprise industrielle est défini comme étant :  
- les conséquences du risque chimique peuvent être :

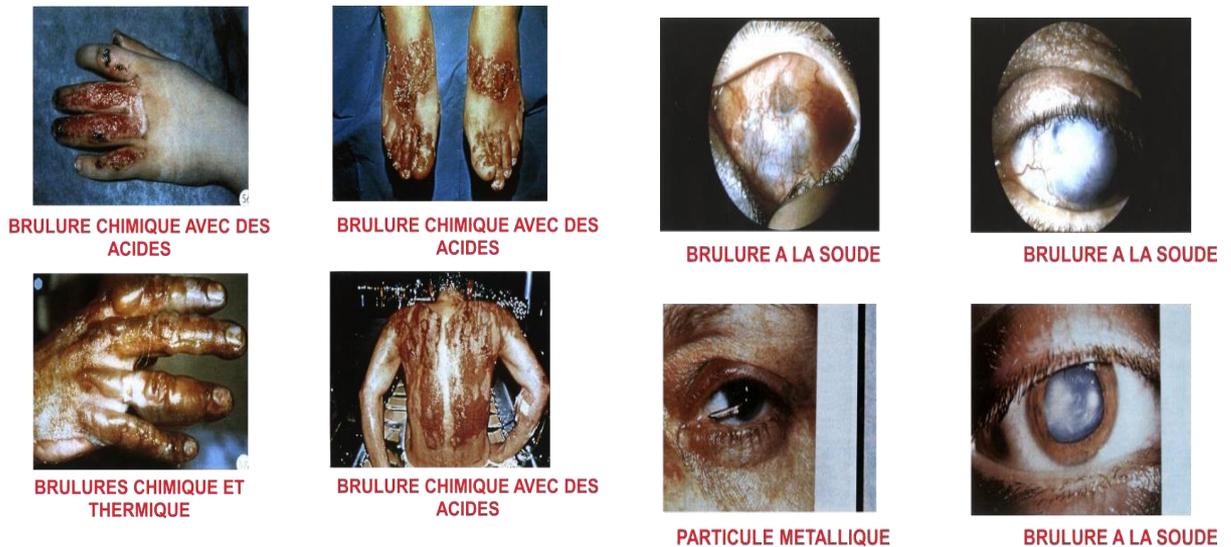


Fig. VI.1. Photos des risques chimiques

## 2. CARACTERISTIQUES DU RISQUE CHIMIQUE

Le risque chimique recouvre l'ensemble des risques liés à :

- 1) Emploi des produits chimiques dangereux
- 2) Détention
- 3) Manipulation

Autrement dit les produits qui possèdent des propriétés capables de provoquer des dommages aux personnes, aux biens de l'entreprise et à l'environnement.

### 3. DANGER DES PRODUITS CHIMIQUES POUR LA SANTE

Un produit chimique peut pénétrer dans le corps de la manière suivante :

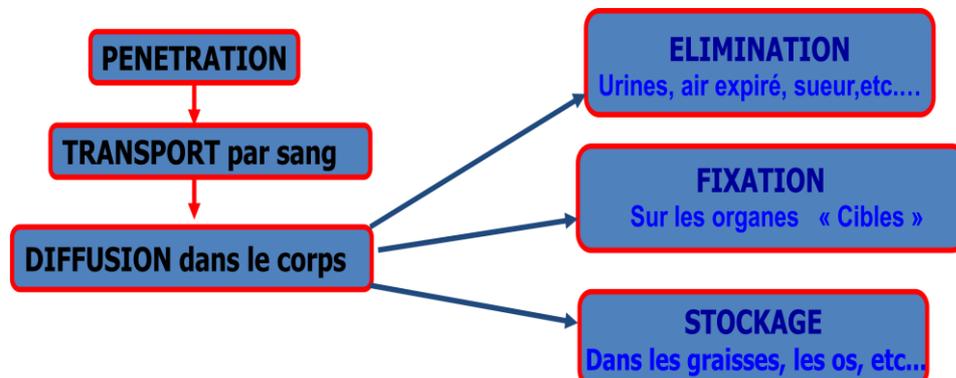
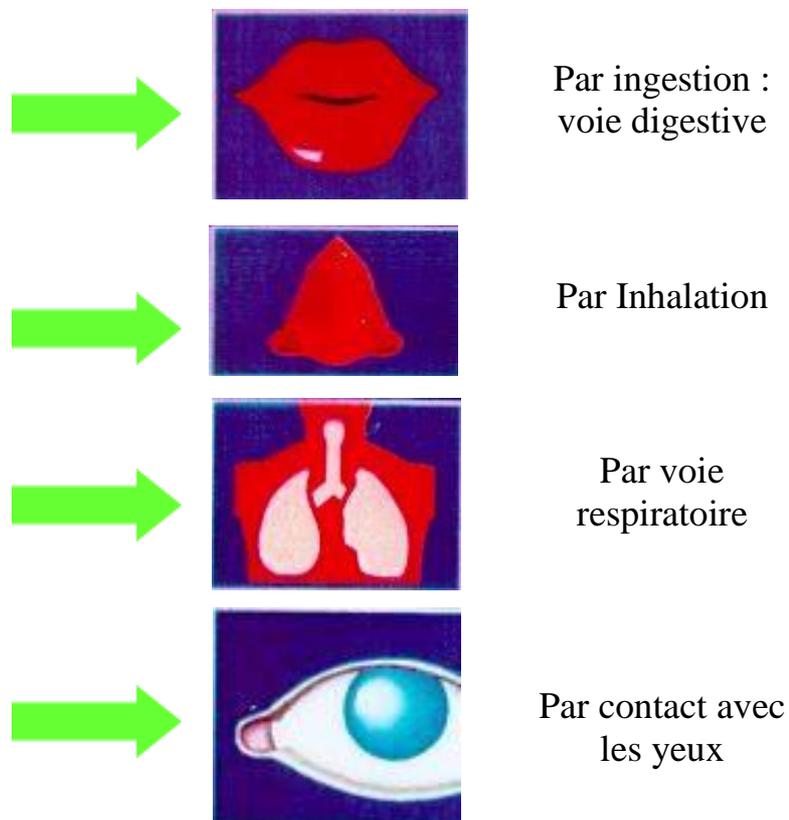


Fig. VI.2. Un produit chimique peut pénétrer dans le corps

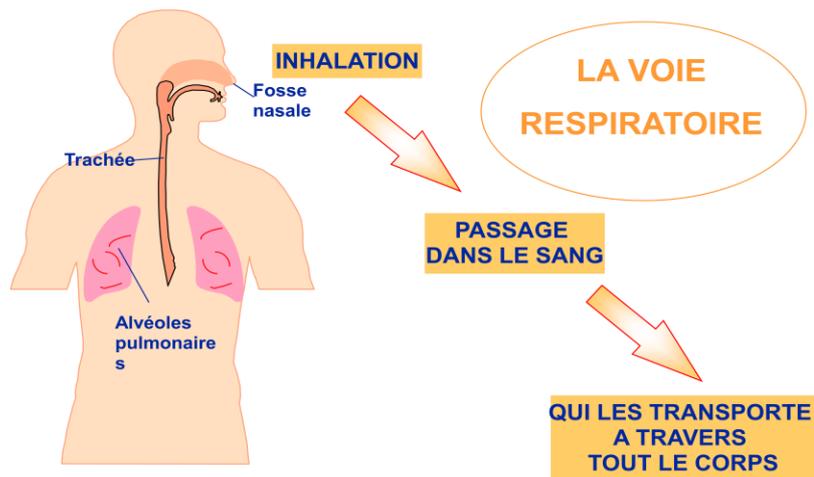
Les différentes voies de pénétration à l'organisme sont :

- a) Inhalation (Par voie respiration)
- b) Ingestion ou digestion (par voie buccale)
- c) Voie cutanée (par contact avec la peau)
- d) Voie oculaire (par contact avec les yeux)

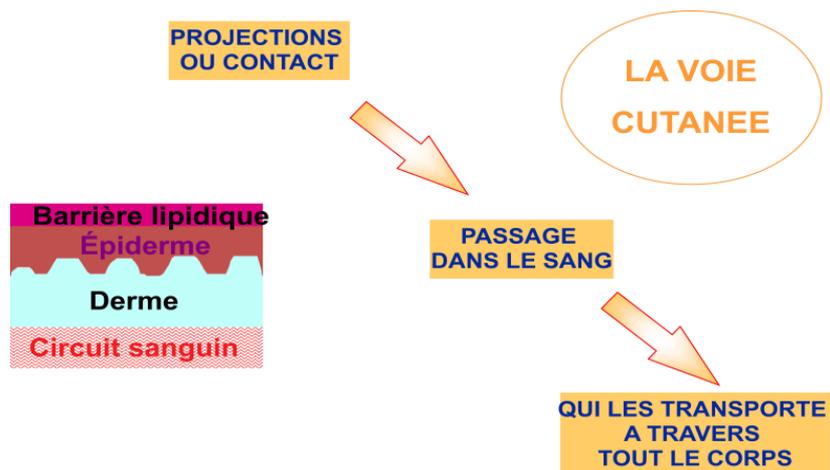




Les trois voies d'intoxication sont :  
Autrement dit la pénétration des produits dangereux représentée comme suit :



Et/ou :



#### 4. MECANISMES D'ACTION

Les maladies provoquées sont de nature très différente selon l'organe atteint et le mécanisme d'action du produit.

On distingue :

- ❖ Les *toxiques, nocifs, corrosifs et irritants*, qui peuvent perturber le fonctionnement de l'organe ou du tissu, ou même entraîner sa *destruction*,
- ❖ Les *allergisants* (ou sensibilisants), dont le simple contact peut déclencher des *réactions de défense excessive* de l'organisme (eczéma, asthme),
- ❖ Les *cancérogènes*, qui peuvent perturber le mécanisme de reproduction des cellules, ce qui conduit aux cancers

#### 5. EFFETS DES REACTIONS INTEMPESTIVES

Les effets des réactions intempestives sont de type :

##### 5.1 EFFETS PHYSIQUES (dus à Inflammabilité, Explosivité)

Les effets physiques sont de types :

- 1) Déformation, voire rupture des matériaux sensibles à la température (par exemple canalisation en PVC)
- 2) Dégradation des revêtements de protection de cuves de rétention.
- 3) Vaporisation plus ou moins brutale des liquides générant des aérosols et des projections.
- 4) Dilatation de gaz ou de liquides pouvant provoquer un éclatement du contenant
- 5) Pulvérisation et projection sous forme de jet.
- 6) Dégradation des revêtements de protection de cuves de rétention.

##### 5.2 EFFETS CHIMIQUES

Les effets chimiques sont de de type :

- 1) Corrosion des éléments métalliques (charpente, tuyauteries, etc...)
- 2) Dégradation des matériaux (cuve en PVC, etc.)
- 3) *Dégradation des* composants électriques ou électroniques (relais, cartes de régulation, etc.).

##### 5.3 EFFETS DIRECTS SUR LA SANTE (Action direct sur la santé)

Les effets directs sur la santé sont dus aux :

- 1) Gaz et vapeurs générés
- 2) Liquides ou solides projetés (Ex : Brulure).

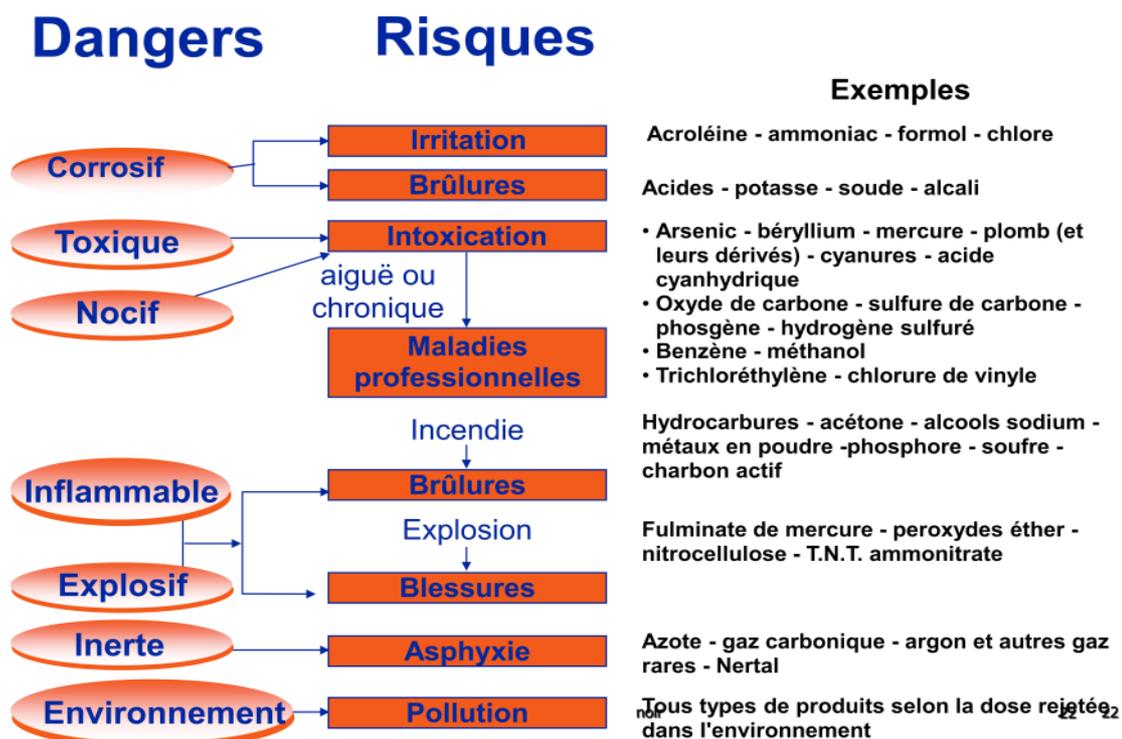


Fig. VI.3. Exemple dangers et risques

## 6. INTERVENTION EN CAS D'ACCIDENT DÛ AUX PRODUITS INFLAMMABLES

En cas d'accident corporel, il faut :

1. Protéger et se protéger
2. Alerter
3. Secourir

Donc AGIR de la manière :

P/VICTIMES : Refroidir les plaies à l'eau  
P/INTERVENANTS : garder son calme

Procédure à prendre

- ✚ Étouffer les flammes (couverture, ...) en se protégeant
- ✚ Refroidir les plaies à l'eau
- ✚ Appeler les secours

## 7. CLASSIFICATION DES RISQUES CHIMIQUES

On distingue deux grandes familles des risques :

1. Risque d'intoxication
2. Risque d'incendie / explosion + Risque de réactions chimiques dangereuses « toxique ou/et inflammables »

### ❖ Risques d'intoxication

Produit, pur ou en mélange, pénétrant dans l'organisme, est susceptible de perturber voire modifier le fonctionnement normal du corps.

Il existe deux types d'intoxication qui sont :

1. Intoxication accidentelle (Aigue)
2. Intoxication chronique

## 8. MODES D'INTOXICATION

Les modes d'intoxication sont de deux types :

1- Intoxication *chronique* ou à *long terme* due à :

- ❖ Exposition répétée sur une longue période
- ❖ Peut survenir sans symptômes flagrants

Dans les métiers de la chimie, ce mode d'intoxication est à la fois le moins visible et celui qui produit les effets les plus graves.

2- Intoxication **aigue**

## 9. CONNAISSANCE DE LA TOXICITE

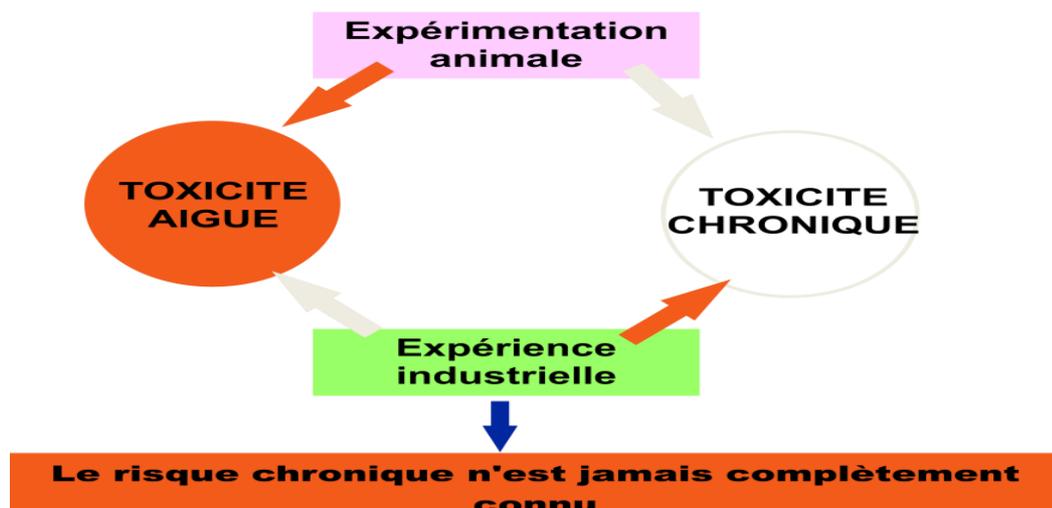


Fig. VI.4. Connaissance de la toxicité

## 10. LES FORMES DE RISQUE CHIMIQUE

### A. INCENDIE EXPLOSION



Des poussières, gaz, vapeurs, s'enflammer à l'air ou au cours d'une réaction brutale.

### B. BRULURE CHIMIQUE



Par contact avec un produit agressif ou corrosif

### C. INTOXICATION



En respirant des vapeurs toxiques par contact ou par absorption d'un produit dangereux.

## D. ASPHYXIE



Par privation d'oxygène

## 11. GAZ INERTES

Principalement l'azote : utilisé pour inerte certains réservoirs ou appareils ayant contenu des gaz inflammables ou explosifs. Mais aussi : l'argon, le gaz carbonique....

Ces gaz sont sans odeur : En cas d'inhalation, il peut y avoir perte de connaissance ou asphyxie, par manque d'oxygène, le seul gaz qui entretienne la vie.

Ne jamais pénétrer dans une enceinte confinée et non ventilée, sans contrôle préalable à l'oxygéno-mètre, par le service sécurité, sans organisation d'une surveillance extérieure, sans port du harnais.

En cas d'accident : Alerter les secours de l'usine,



% d'oxygène dans l'atmosphère	Symptômes et effets
21 %	• Concentration normale dans l'air respiré
21 à 16 %	• Légère augmentation du rythme respiratoire
16 à 10 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respiration accélérée</li> <li>• Bouleversements émotifs</li> <li>• Sensation de fatigue anormale</li> <li>• Incapacité de se mouvoir librement et d'appeler au secours</li> <li>• Perte de conscience possible</li> </ul>
moins de 10 %	• Perte de conscience. Mort

NB : Il est interdit de travailler dans un milieu sous oxygéné < 16%

❖ **Risque d'incendie / explosion** : Les réactions sont fortement exothermiques. Les grandes quantités de calories dégagées chauffent la matière ; plusieurs cas sont alors possibles.

➤ **Incendie** : Est une combustion qui se développe sans contrôle dans le temps et dans l'espace. Pour qu'il y ait un incendie il faut la présence de trois paramètres essentiels qui sont :

**1-Comburant**

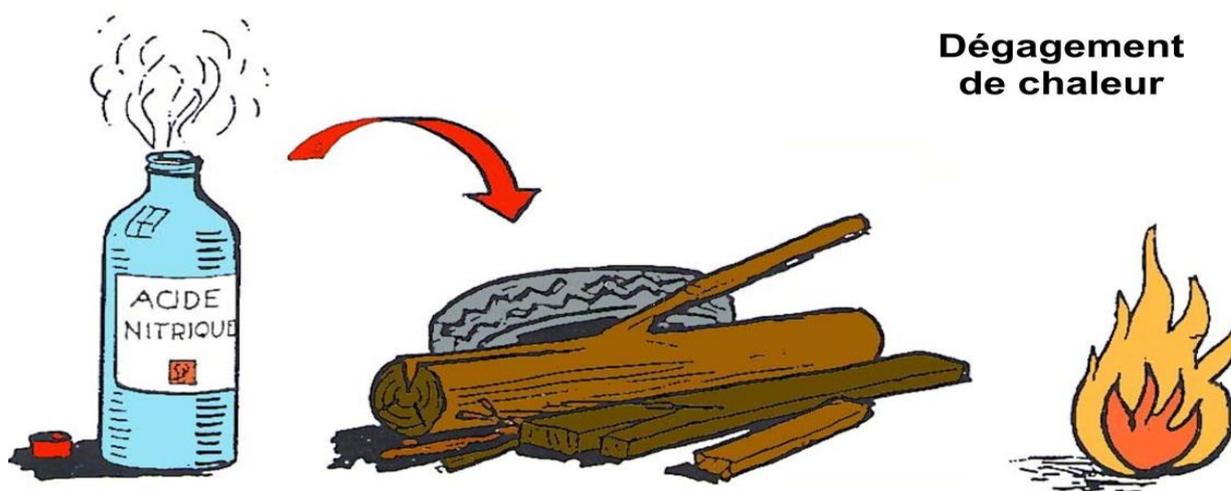
**2-Combustibles** (solvant, matière plastique)

**3-Sources d'énergie**

➤ **Explosion** : Combustion de vapeurs inflammables violente et très rapide libérant en un temps très court une quantité d'énergie élevée. L'explosion nécessite certaines conditions de concentration :

- 1) Pour les gaz et les vapeurs, la concentration dans l'air doit être comprise entre la LIE et la LSE.
- 2) La source d'énergie nécessaire peut être faible (par ex décharge d'électricité statique)

## 12. REACTIONS CHIMIQUES DANGEREUSES AVEC LES PRODUITS COMBUSTIBLES



## 13. NATURE DES FEUX ET MODES D'EXTINCTEURS

☐ **Classe A : feux secs** : combustion de solides hors métaux :  
**eau, poudre, mousse**

☐ **Classe B : feux gras** : hydrocarbures :  
**dioxyde de carbone, poudre, mousse.**

☐ **Classe C : feux de gaz** :  
**dioxyde de carbone, poudre**

☐ **Classe D : feux de métaux** :  
**sable sec.**

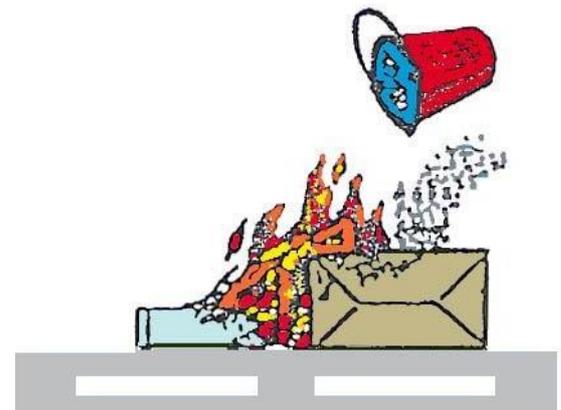
☐ **Classe E : feux électriques** :  
**dioxyde de carbone, poudre**

## 14. PROCÉDES D'EXTINCTION

- A. ETOUFFEMENT « Suppression du comburant » : on supprime l'air et donc l'oxygène nécessaire à la combustion.



- B. REFROIDISSEMENT « suppression de l'énergie d'activation » : l'eau est le meilleur agent de refroidissement.



- C. SUPPRESSION DU COMBUSTIBLE : Par exemple : fermeture d'une vanne ou d'un robinet.



## 15. LUTTE CONTRE L'INCENDIE



Fig. VI.5. Lutte contre l'incendie

C'est un danger majeur du fait :

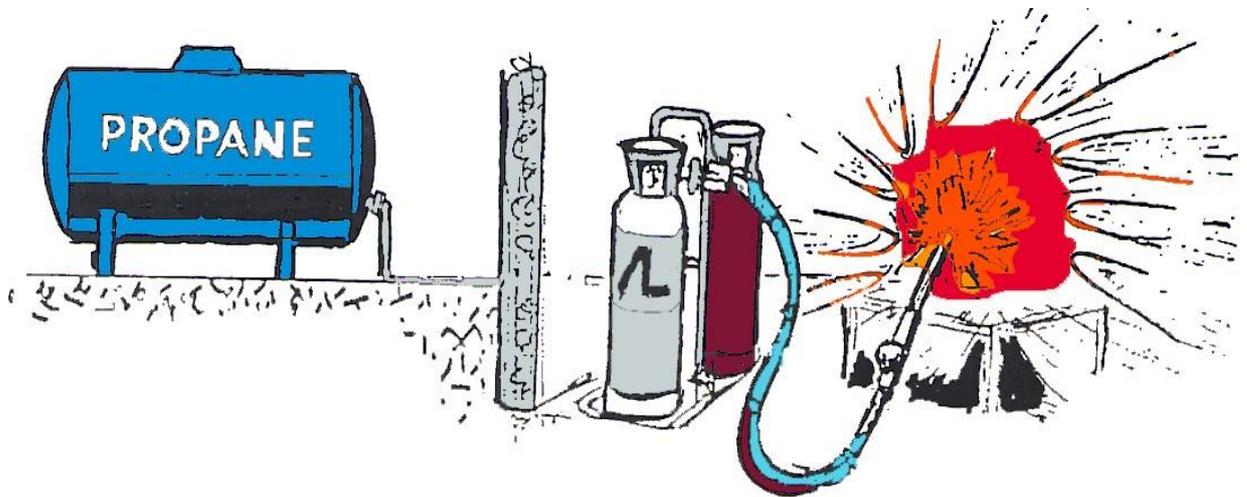
1. Des risques importants dus aux produits chimiques,
2. Des émissions de gaz dangereux provenant de la combustion de certains matériaux (exemple : le PVC),
3. Des difficultés rencontrées pour combattre le feu en présence de produits chimiques.

## EXPLOSION

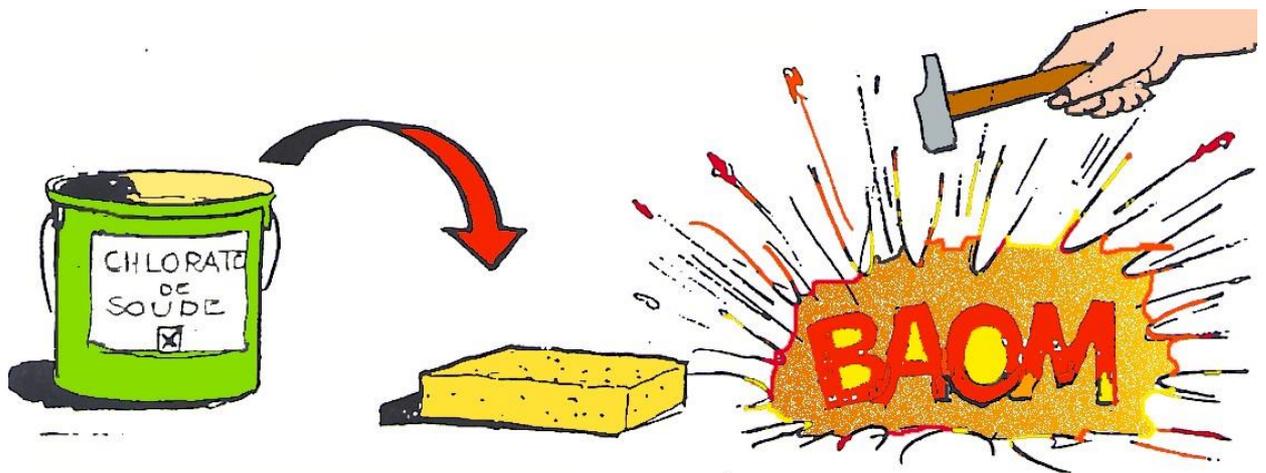
L'explosion est une Combustion de vapeurs inflammables violente et très rapide libérant en un temps très court une quantité d'énergie élevée. Elle nécessite certaines conditions de concentration.

Pour les gaz et les vapeurs, la concentration dans l'air doit être comprise entre la LIE et la LSE. La source d'énergie nécessaire peut être faible (par ex décharge d'électricité statique)

## 16. REACTIONS CHIMIQUES DANGEREUSES AVEC LES PRODUITS COMBUSTIBLES



COMBUSTIBLE GAZEUX + COMBURANT (Oxygène) + ETINCELLE → EXPLOSION



CHLORATE DE SOUDE + SOUFRE + CHOC → EXPLOSION

Les effets d'une explosion sont multiples :

- 1-**Projection violente** d'objets ou de produits ;
- 2-**Brûlure** due à la flamme produite ;
- 3-**Incendie** éventuellement généré par l'explosion.

Les risques dus aux réactions chimiques dangereuses : Le risque principal de ces réactions dangereuses est la formation et la libération :

1. Des substances toxiques (acides cyanhydrique, oxydes de chlore, vapeurs nitreuses)
2. Des substances inflammables (acétylène, hydrogène)
3. Des substances à la fois toxiques et inflammable (hydrogène sulfuré, ammoniac)

## 17. AUTRES RISQUES

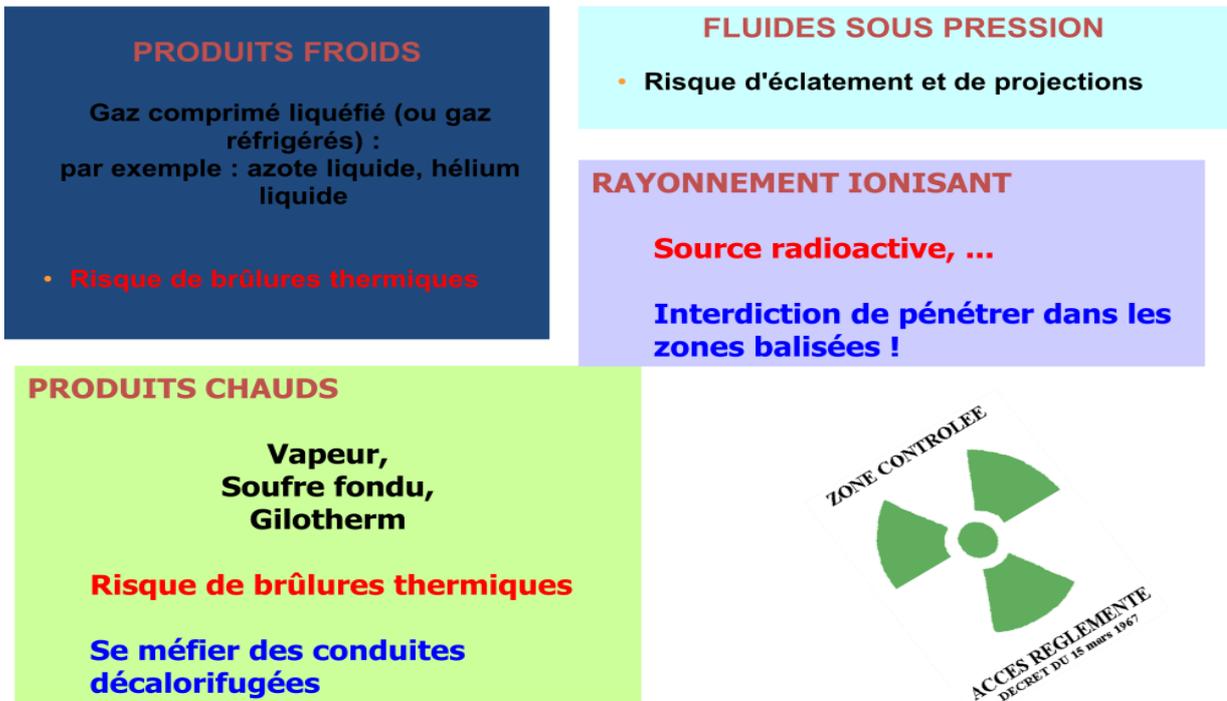


Fig. VI.6.les autres risques

## 18. PRINCIPAUX PARAMETRES AGISSANT SUR LE RISQUE CHIMIQUE

A. La nature chimique du produit mis en cause par :

- La structure moléculaire et la composition déterminent les propriétés des produits.
- Tous les produits chimiques n'ont pas les mêmes propriétés, donc ne présentent pas les mêmes risques

B. La nature chimique des produits est divisée suivant le risque approprié

1. Nature chimique et risque d'intoxication
2. Nature chimique et risque d'incendie - explosion
3. Nature chimique et réactions chimiques dangereuses

C. État physique : une substance, à l'état divisé, est un grand danger pour la santé

### Quantités absorbées

- 1) Le risque d'intoxication augmente avec les quantités de produits dangereux absorbés par le corps
- 2) Conduisant à des pathologies professionnelles
- 3) C'est le cas de nombreux solvants, d'amines, du formol

### D. TEMPERATURE

1. L'élévation de la température favorise le caractère dangereux du produit
2. Le chauffage favorise l'évaporation des substances
3. Les vapeurs émises pénètrent plus facilement dans l'organisme à travers les voies respiratoires
4. Les vapeurs émises forment avec l'air, des mélanges explosifs.

### E. AUTRES PARAMETRES

1. Une réduction de la pression peut favoriser la volatilisation
2. Ou la décomposition de certains mélanges, notamment les solutions de produit
3. La présence d'impuretés peut augmenter quelque fois l'importance du risque suivant des phénomènes de synergie encore mal connus.  
« Synergie : Association de plusieurs systèmes, organes ou actions pour l'obtention d'un Effet.

## Références bibliographiques

- [1] Image : <https://www.google.com/search>
- [2] Livre Chimie générale R.ouahass
- [3] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste\\_des\\_pays\\_par\\_%C3%A9missions\\_de\\_dioxyde\\_de\\_carbone](https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_pays_par_%C3%A9missions_de_dioxyde_de_carbone)
- [4] A. Laurent, Sécurité des procédés chimiques, 2eme Edition, 2011.
- [5] N. Morgossian, Risque chimique, aide-mémoire, 2eme Edition, 2006.
- [6] A. Laurent, Sécurité des procédés chimiques, 2eme Edition, 2011
- [7] Les cours de CNED Physique-Chimie Guy Le Parc, Philippe Briand
- [8] S. Gramont, La fonction sécurité, collection activité et sécurité, 3eme Edition, 2014.
- [9] INRS, ED, 753, pdf « Stockage et transfert des produits chimiques dangereux. PDF »
- [10] Marchette, Franc « Les règles de stockage des produits chimiques-Actualités » institut de La culture de sécurité industrielle 2002.

*Consulter les sites internet des comités internationaux :*

- [www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)
- [www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)
- [www.substitution-cmr.fr](http://www.substitution-cmr.fr)
- [www.travailler-mieux.gouv.fr](http://www.travailler-mieux.gouv.fr)
- [www.anses.fr](http://www.anses.fr)
- [ECHA, Agence européenne des produits chimiques](#)
- [Site du NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health \( site en anglais\)](#)  
European Databases
- [Site canadien CCOHS: rechercher des informations sur une substance chimique à partir de son nom ou son numéro CAS \(site en anglais\)](#)
- Rechercher une fiche de données de sécurité sur internet à partir du nom du fabricant
- [Base de données européennes](#)
- [Furetox: Site qui a pour objectif de faciliter l'usage des ressources toxicologiques: faire une recherche grâce au nom de la substance chimique ou son numéro CAS, accéder aux Valeurs Toxicologiques de Références pour des expositions chroniques](#)
- [ECHA : Agence européenne des produits chimiques, base de données](#)
- [GESTIS : base de données pour les substances dangereuses American Chemical Society \(ACS\)](#)

## Annexe 1

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 58  
8 Chaoual 1429 correspondant au 8 octobre 2008

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

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

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

Vu le décret présidentiel n° 07-173 du 18 Joumada El Oula 1428 correspondant au 4 juin 2007, modifié, portant nomination des membres du Gouvernement ;

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

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

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

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

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

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

Arrête :

Article 1er. - Le présent arrêté a pour objet de déterminer le contenu et les modalités d'établissement du plan d'hygiène et de sécurité en application des dispositions des articles 8 et 42 du décret exécutif n° 05-12 du 27 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 8 janvier 2005 relatif aux prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux secteurs du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique.

Art. 2. - Le plan d'hygiène et de sécurité vise à assurer aux travailleurs une meilleure prévention des risques professionnels liés aux activités du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique.

Art. 3. - Le plan d'hygiène et de sécurité est établi conformément au guide figurant à l'annexe jointe au présent arrêté.

Art. 4. - Le plan d'hygiène et de sécurité doit indiquer de manière détaillée :

- Les nom et adresse de l'entreprise et l'effectif prévisible du chantier ;
- Les nom et qualité du responsable chargé de la direction des travaux sur le chantier
- Les procédés de construction et d'exécution ainsi que les modes opératoires de réalisation des ouvrages retenus compte tenu de leur incidence sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs occupés sur le chantier ;
- Les installations de chantier, les équipements, matériels et dispositifs prévus pour la réalisation des travaux ;
- Les risques prévisibles liés aux modes opératoires précités, matériels, dispositifs et installations mis en œuvre, l'utilisation de substances ou préparations dangereuses, déplacements du personnel et à l'organisation du chantier ;
- Les mesures de protection collective et individuelle prévues pour parer aux risques prévisibles ainsi que les conditions de contrôle de l'application de ces mesures et l'entretien des moyens matériels y afférents.

Art. 5. - Le plan d'hygiène et de sécurité doit :

- Indiquer les consignes précises à observer pour assurer les premiers secours aux victimes d'accidents et aux malades.
- Préciser le nombre de travailleurs du chantier ayant reçu la formation nécessaire pour donner les premiers secours en cas d'urgence,
- Énumérer le matériel médical existant sur le chantier et indique les mesures prévues pour assurer l'évacuation rapide des travailleurs blessés ou malades vers la structure sanitaire la plus proche,
- Indiquer les mesures prévues pour assurer l'hygiène générale des locaux et de leurs dépendances affectées au personnel, conformément à la réglementation en vigueur.

Art. 6. - Les maîtres d'ouvrages entreprenant des travaux relevant des activités du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique doivent mentionner dans les documents d'appels d'offres remis aux entreprises, que les chantiers sur lesquels elles sont appelées à travailler sont soumis à l'établissement d'un plan d'hygiène et de sécurité conformément aux dispositions du présent arrêté.

Art. 7.- Les entreprises appelées à effectuer les travaux visés à l'article 6 ci-dessus pour une durée de six (6) mois et plus, avec une présence de vingt (20) travailleurs et plus, doivent avant toute intervention sur chantier, remettre au maître d'ouvrage un plan d'hygiène et de sécurité dans un délai n'excédant pas trente (30) jours à compter de la date de réception du contrat signé par le maître de l'ouvrage.

— Ce plan doit être soumis au préalable pour avis aux représentants des travailleurs et aux médecins du travail des entreprises concernées ainsi qu'à l'organisme de prévention des risques professionnels dans les activités du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique qui en vérifie la conformité aux dispositions législatives et réglementaires en vigueur.

Art. 8.- Le plan d'hygiène et de sécurité est établi par les entreprises sur la base d'un mémoire, élaboré par le maître d'ouvrage durant la phase de conception du projet et contenant l'ensemble des données susceptibles d'avoir une incidence sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs appelés à travailler sur le chantier.

Art. 9.- Le mémoire prévu à l'article 8 ci-dessus, doit énoncer notamment :

- Les renseignements généraux relatifs aux travaux à réaliser,
- Les mesures d'organisation générale du chantier,
- Les contraintes découlant de l'environnement du chantier,
- Les sujétions afférentes à l'utilisation des protections collectives, des appareils de levage, des accès provisoires et de l'installation électrique générale.

Art. 10.- Lorsque plusieurs entreprises sont appelées à intervenir sur un même site, le maître d'ouvrage est tenu de leur communiquer les noms et adresses des entreprises contractantes et de remettre à chacune d'elles les plans d'hygiène et de sécurité établis par lesdites entreprises.

Art. 11.- L'entreprise qui fait exécuter en tout ou en partie, par un ou plusieurs sous-traitants des travaux dans le cadre d'un contrat conclu avec un maître d'ouvrage, remet à ces derniers un exemplaire du plan d'hygiène et de sécurité établi par ladite entreprise.

Art. 12.- Les sous-traitants doivent élaborer leur plan d'hygiène et de sécurité sur la base des informations contenues dans le mémoire prévu à l'article 8 ci-dessus qui leur est communiqué par l'entreprise contractante.

- Les sous-traitants disposent d'un délai de trente (30) jours à compter de la date de notification du contrat par l'entreprise, pour remettre leur plan d'hygiène et de sécurité à celle-ci.

Art. 13.- Lorsque plusieurs sous-traitants d'une entreprise sont appelés à intervenir sur le même site, celle-ci est tenue de communiquer à chacun d'eux, dès la conclusion du contrat de sous-traitance, les noms et adresses des autres sous-traitants et de leur transmettre les plans d'hygiène et de sécurité établis par lesdits sous-traitants.

Art. 14.- L'entreprise est tenue d'adresser par tout moyen, et avant toute intervention sur le chantier, un exemplaire de son plan d'hygiène et de sécurité et éventuellement ceux de ses sous-traitants à l'inspection du travail, aux structures de la caisse nationale des assurances sociales et de l'organisme de prévention des risques professionnels dans les activités du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique, territorialement compétentes dans un délai de trente (30) jours.

Art. 15.- Un exemplaire du plan d'hygiène et de sécurité doit être obligatoirement tenu à jour et en permanence sur le chantier.

- L'entreprise doit s'assurer que les mesures de prévention contenues dans ce plan sont effectivement appliquées.

- Dans le cas où une mesure de prévention prévue dans le plan d'hygiène et de sécurité n'a pu être appliquée, l'entreprise doit indiquer sur ce plan les mesures mises en œuvre d'une efficacité au moins équivalente et informer le maître d'ouvrage et les institutions et organismes cités à l'article 14 ci-dessus de ces mesures.
- Art. 16.- Le plan d'hygiène et de sécurité, tenu sur le chantier, est consulté par les organes de sécurité, les délégués du personnel, le médecin du travail de l'entreprise concernée ainsi que par les institutions et organismes cités à l'article 14 ci-dessus.
- Art. 17.- Le plan d'hygiène et de sécurité doit être conservé par l'entreprise pendant une durée de cinq (5) années à compter de la date de fin de chantier.
- Art. 18.- Le présent arrêté sera publié au Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire.
- Fait à Alger, le 22 Rajab 1429 correspondant au 26 juillet 2008.

## Annexe 2

### La législation au travail

Art. L. 230-2 du code du travail : I. Le chef d'établissement prend les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs de l'établissement, y compris les travailleurs temporaires. Ces mesures comprennent des actions de prévention des risques professionnels, d'information et de formation ainsi que la mise en place d'une organisation et de moyens adaptés. Il veille à l'adaptation de ces mesures pour tenir compte du changement des circonstances et tendre à l'amélioration des situations existantes. Sans préjudice des autres dispositions du présent code, lorsque dans un même lieu de travail les travailleurs de plusieurs entreprises sont présents, les employeurs doivent coopérer à la mise en œuvre des dispositions relatives à la sécurité, à l'hygiène et à la santé.

II. Le chef d'établissement met en œuvre les mesures prévues au paragraphe I ci-dessus sur la base des principes généraux de prévention suivants :

- Éviter les risques ;
- Évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités ;
- Combattre les risques à la source ;
  - Adapter le travail à l'homme, en particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail ainsi que le choix des équipements de travail et des méthodes de travail et de production, en vue notamment de limiter le travail monotone et le travail cadencé et de réduire les effets de ceux-ci sur la santé ;
- Tenir compte de l'état d'évolution de la technique ;
  - Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux ;
    - Planifier la prévention en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants, notamment en ce qui concerne les risques liés au harcèlement moral,
    - Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle ;
    - Donner les instructions appropriées aux travailleurs.

III. Sans préjudice des autres dispositions du présent code, le chef d'établissement doit, compte tenu de la nature des activités de l'établissement :

- Évaluer les risques pour la sécurité et la santé des travailleurs, y compris dans le choix des procédés de fabrication, des équipements de travail, des substances ou préparations chimiques, dans l'aménagement ou le réaménagement des lieux de travail ou des installations et dans la définition des postes de travail ; à la suite de cette évaluation et en tant que de besoin, les actions de prévention ainsi que les méthodes de travail et de production mises en œuvre par l'employeur doivent garantir un meilleur niveau de protection de la sécurité et de la santé des travailleurs et être intégrées dans l'ensemble des activités de l'établissement et à tous les niveaux de l'encadrement ;

- Lorsqu'il confie des tâches à un travailleur, prendre en considération les capacités de l'intéressé à mettre en œuvre les précautions nécessaires pour la sécurité et la santé.

#### Sous-section 1 : Principes de classement des substances et des préparations dangereuses

L'article R. 231-51 :

Elle comporte un seul article, le R. 231-51 qui est fondamental car il divise les substances et les préparations dangereuses en 16 catégories. Cet article définit les termes substances et préparation dangereuses. « au sens de la présente section, on entend par substances, les éléments chimiques et leurs composés tels qu'ils se présentent à l'état naturel ou tels qu'ils sont obtenus par tout procédé de production contenant éventuellement tout additif nécessaire pour préserver la stabilité du produit et toute impureté résultant du procédé, à l'exclusion de tout solvant pouvant être séparé sans affecter la stabilité de la substance ni modifier sa composition.

On entend par préparation, les mélanges ou solutions composés de deux substances ou plus. Sont considérées comme dangereuses, au sens de la présente section, les substances et préparations correspondant aux catégories suivantes » :

a) Explosibles : substances et préparations solides, liquides, pâteuses ou gélatineuses qui, même sans intervention d'oxygène atmosphérique, peuvent présenter une réaction exothermique avec développement rapide de gaz et qui, dans des conditions d'essais déterminées, détonent, déflagrent rapidement ou, sous l'effet de la chaleur, explosent en cas de confinement partiel ;

b) Comburantes : substances et préparations qui, au contact d'autres substances, notamment inflammables, présentent une réaction fortement exothermique ;

c) Extrêmement inflammables : substances et préparations liquides dont le point d'éclair est extrêmement bas et le point d'ébullition bas, ainsi que substances et préparations gazeuses qui, à température et pression ambiantes, sont inflammables à l'air ;

d) Facilement inflammables : substances et préparations :

- qui peuvent s'échauffer au point de s'enflammer à l'air à température ambiante sans apport d'énergie ;

- à l'état solide, qui peuvent s'enflammer facilement par une brève action d'une source d'inflammation et continuer à brûler ou à se consumer après l'éloignement de cette source ;

- à l'état liquide, dont le point d'éclair est très bas ;

- ou qui, au contact de l'eau ou de l'air humide, produisent des gaz extrêmement inflammables en quantités dangereuses ;

- e) Inflammables : substances et préparations liquides, dont le point d'éclair est bas ;
- f) Très toxiques : substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en très petites quantités, entraînent la mort ou des risques aigus ou chroniques ;
- g) Toxiques : substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en petites quantités, entraînent la mort ou des risques aigus ou chroniques ;
- h) Nocives : substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent entraîner la mort ou des risques aigus ou chroniques ;
- i) Corrosives : substances et préparations qui, en contact avec des tissus vivants, peuvent exercer une action destructrice sur ces derniers ;
- j) Irritantes : substances et préparations non corrosives qui, par contact immédiat, prolongé ou répété avec la peau ou les muqueuses, peuvent provoquer une réaction inflammatoire ;
- k) Sensibilisantes : substances et préparations qui, par inhalation ou pénétration cutanée, peuvent donner lieu à une réaction d'hypersensibilité telle qu'une exposition ultérieure à la substance ou à la préparation produit des effets indésirables caractéristiques ;
- l) Cancérogènes : substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire le cancer ou en augmenter la fréquence ;
- m) Mutagènes : substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence ;
- n) Toxiques pour la reproduction : substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire ou augmenter la fréquence d'effets indésirables non héréditaires dans la progéniture ou porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductives ;
- o) Dangereuses pour l'environnement : substances et préparations qui, si elles entraient dans l'environnement, présenteraient ou pourraient présenter un risque immédiat ou différé pour une ou plusieurs de ses composantes.

Des arrêtés des ministres chargés du travail, de l'industrie, de l'environnement, de la santé, de la consommation et de l'agriculture fixent les modalités et les critères de classement des substances et des préparations dans les catégories mentionnées ci-dessus et déterminent le classement, le symbole d'identification et l'indication du danger de chacune de ces catégories ainsi que les phrases types mentionnant les risques particuliers et les conseils de prudence.

Sous-section 3 : Information sur les risques présentés par les produits chimiques

Article R231-53

(Décret no 79-230 du 20 mars 1979 Journal Officiel du 22 mars 1979 date d'entrée en vigueur le 1er octobre) (Décret no 86-570 du 14 mars 1986 art. 2 Journal Officiel du 18 mars 1986) (Décret

no 92-1261 du 3 décembre 1992 art. 2, art. 4 Journal Officiel du 5 décembre 1992 en vigueur le 1er janvier 1993)

Les fabricants, importateurs ou vendeurs portent à la connaissance des chefs d'établissement et travailleurs indépendants utilisateurs de substances ou préparations dangereuses les renseignements nécessaires à la prévention et à la sécurité par une fiche de données de sécurité concernant lesdits produits tels qu'ils sont mis sur le marché. Ces fiches de données de sécurité doivent être transmises par le chef d'établissement au médecin du travail.

Le présent article n'est pas applicable aux formes massives non dispensables des métaux et de leurs alliages ainsi qu'à celles des polymérisât et des élastomères. En outre, sauf dans le cas où le chef d'établissement ou le travailleur indépendant utilisateur de ces produits en fait explicitement la demande, la fourniture d'une fiche de données n'est pas obligatoire pour les produits dangereux visés au I de l'article L. 626-1 du code de la santé publique dès lors que leur mise sur le marché est assortie d'informations permettant d'assurer la sécurité et de préserver la santé des utilisateurs.

La fiche de données de sécurité doit comporter les indications suivantes :

1. L'identification du produit chimique et de la personne, physique ou morale, responsable de sa mise sur le marché ;
2. Les informations sur les composants, notamment leur concentration ou leur gamme de concentration, nécessaires à l'appréciation des risques ;
3. L'identification des dangers ;
4. La description des premiers secours à porter en cas d'urgence ;
5. Les mesures de lutte contre l'incendie ;
6. Les mesures à prendre en cas de dispersion accidentelle ;
7. Les précautions de stockage, d'emploi et de manipulation ;
8. Les procédures de contrôle de l'exposition des travailleurs et les caractéristiques des équipements de protection individuelle adéquats ;
9. Les propriétés physico-chimiques ;
10. La stabilité du produit et sa réactivité ;
11. Les informations toxicologiques ;
12. Les informations éco-toxicologiques ;
13. Des informations sur les possibilités d'élimination des déchets ;
14. Les informations relatives au transport ;
15. Les informations réglementaires relatives en particulier au classement et à l'étiquetage du produit ;

16. Toutes autres informations disponibles pouvant contribuer à la sécurité ou à la santé des travailleurs. La fiche de données de sécurité, actualisée en tant que de besoin, est datée et fournie gratuitement à ses destinataires au moment de la première livraison et, par la suite, après toute révision comportant de nouvelles informations significatives sur le produit, sur ses propriétés ou sur les précautions à prendre lors de sa manipulation. La nouvelle version d'une fiche de données de sécurité, qui doit être identifiée en tant que telle, est fournie gratuitement à tous les chefs d'établissement ou travailleurs indépendants qui, dans les douze mois précédant la révision, ont reçu de leur fournisseur la substance ou la préparation dangereuse concernée. Un arrêté des ministres chargés du travail et de l'agriculture précisera les modalités de transmission et d'élaboration de la fiche de données de sécurité.

Article R231-53-1 (inséré par Décret no 92-1261 du 3 décembre 1992 art. 2, art. 4 III Journal Officiel du 5 décembre 1992 en vigueur le 1er janvier 1993) Dans tous les cas où est intervenu un règlement ou un arrêté pris par application des articles L. 231-7 et R. 231-57, les fabricants, importateurs ou vendeurs sont tenus de prendre toutes dispositions pour informer les utilisateurs.

Article R231-54

Sous-section 4 : Règles générales de prévention du risque chimique

(Décret no 79-230 du 20 mars 1979 Journal Officiel du 22 mars 1979 date d'entrée en vigueur le 1er octobre) (Décret no 86-570 du 14 mars 1986 art. 3 Journal Officiel du 18 mars 1986)

(Décret no 86-570 du 14 mars 1986 art. 3 Journal Officiel du 18 mars 1986) (Décret no 92-1261 du 3 décembre 1992 art. 5 Journal Officiel du 5 décembre 1992 en vigueur le 1er janvier 1993) (Décret no 2003-1254 du 23 décembre 2003 art. 1 Journal Officiel du 28 décembre 2003) Les dispositions de la présente sous-section ne sont pas applicables aux activités dans lesquelles les travailleurs sont exposés ou susceptibles d'être exposés au cours de leur travail à des agents chimiques dangereux cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction définis à l'article R. 231-56, à l'exception des dispositions prévues par les articles R. 231-54-1, R. 231-54-7, R. 231-54-8, R. 231-54-13, R. 231-54-14 et R. 231-54-17.

Sous-section 5 : Contrôles du risque chimique sur les lieux de travail

Article R231-55

(Décret no 79-230 du 20 mars 1979 Journal Officiel du 22 mars 1979 date d'entrée en vigueur le 1er octobre) (Décret no 92-1261 du 3 décembre 1992 art. 6 Journal Officiel du 5 décembre 1992 en vigueur en vigueur le 1er janvier 1993) Les contrôles techniques destinés à vérifier le respect des valeurs limites de concentration fixées en application de l'article L. 231-7 pour certaines substances ou préparations chimiques dangereuses telles que certains gaz, aérosols liquides, vapeurs ou poussières sont effectués par des organismes agréés par arrêté des ministres chargés du travail et de l'agriculture.

Cet arrêté fixe la durée et les conditions de l'agrément. Ces organismes, dont le personnel est tenu au secret professionnel, doivent être indépendants des établissements qu'ils contrôlent et présenter la qualité technique requise pour les mesures pratiquées. Leur agrément est révocable.

Sous-section 6 : Règles particulières de prévention à prendre contre les risques d'exposition aux agents cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction

Article R231-56

(Décret no 79-230 du 20 mars 1979 Journal Officiel du 22 mars 1979 date d'entrée en vigueur le 1er octobre)

(Décret no 86-570 du 14 mars 1986 art. 5 Journal Officiel du 18 mars 1986)

(Décret no 92-1261 du 3 décembre 1992 art. 7 Journal Officiel du 5 décembre 1992 en vigueur le 1er janvier 1993)

(Décret no 2001-97 du 1 février 2001 art. 1 art. 2 Journal Officiel du 3 février 2001)

Sans préjudice des mesures particulières prises en application des articles L. 231-2 et L. 231-7 pour certains agents ou procédés cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction, Les prescriptions de la présente sous-section sont applicables aux activités dans lesquelles les travailleurs sont exposés ou susceptibles d'être exposés au cours de leur travail à des agents cancérogènes mutagènes ou toxiques pour la reproduction.

Pour l'application de la présente sous-section, est considérée comme agent cancérogène, mutagène ou toxique pour la reproduction toute substance ou toute préparation visée au 1 de l'article R. 231-51 pour laquelle l'étiquetage, prévu par l'article L. 231-6, comporte une mention indiquant explicitement son caractère cancérogène, mutagène ou toxique pour la reproduction ainsi que toute substance, toute préparation ou tout procédé défini comme tel par arrêté des ministres chargés du travail et de l'agriculture.

Pour l'application de la présente sous-section, est considérée comme valeur limite d'exposition professionnelle, sauf indication contraire, la limite de la moyenne pondérée en fonction du temps de la concentration d'un agent cancérogène, mutagène ou toxique pour la reproduction dans l'air de la zone de respiration d'un travailleur au cours d'une période de référence déterminée.

Les dispositions de la présente sous-section, à l'exception des articles R. 231-56-1, I, alinéa 3, R. 231-56-3, III, b, g, h, R. 231-56-4-1, R. 231-56-5, alinéas 4 et 5, à R. 231-56-12, s'appliquent aux travailleurs indépendants et aux employeurs, lorsqu'ils interviennent sur chantier, dans les conditions visées à l'article L. 235-18.

Sous-section 7 : Dispositions d'urgence

Article R231-57

(Décret no 79-230 du 20 mars 1979 Journal Officiel du 22 mars 1979 date d'entrée en vigueur le 1er octobre) (Décret no 86-570 du 14 mars 1986 art. 6 Journal Officiel du 18 mars 1986)

(Décret no 92-1261 du 3 décembre 1992 art. 2, art. 8 Journal Officiel du 5 décembre 1992 en vigueur le 1er janvier 1993)

En cas d'urgence motivée par un grave danger pour les travailleurs, le ministre chargé du travail peut, par arrêtés, limiter, réglementer ou interdire la commercialisation ou l'utilisation à quelque

titre que ce soit ainsi que l'emploi de la substance ou préparation dangereuse, sans recueillir l'avis du conseil supérieur de la prévention des risques professionnels.

La durée de validité de ces arrêtés ne peut excéder six mois non renouvelables. Elle peut toutefois être portée à douze mois après avis du conseil supérieur de la prévention des risques professionnels.

Sous-section 8 : Dispositions spécifiques à certains agents chimiques dangereux

Article R231-58 : (Décret no 79-230 du 20 mars 1979 Journal Officiel du 22 mars 1979 date d'entrée en vigueur le 1er octobre)

(Décret no 92-1261 du 3 décembre 1992 art. 2, art. 9 Journal Officiel du 5 décembre 1992 en vigueur le 1er janvier 1993) (Décret no 2001-97 du 1 février 2001 art. 14 II Journal Officiel du 3 février 2001)

(Décret no 2001-97 du 1 février 2001 art. 14 III Journal Officiel du 3 février 2001)

(Décret no 2003-1254 du 23 décembre 2003 art. 3 I Journal Officiel du 28 décembre 2003)

Les concentrations en benzène, en poussières de bois, en chlorure de vinyle et en plomb métallique et ses composés présents dans l'atmosphère des lieux de travail ne doivent pas dépasser les valeurs limites d'exposition professionnelle définies ci-après : DENOMINATION : Benzène.

NUMERO CE (1) : 200-753-7

NUMERO inventaire CAS (2) : 71-43-2

VALEURS LIMITES d'exposition professionnelle (3) :

$\text{mg/m}^3$  (4) : 3,25

ppm (5) : 1

OBSERVATIONS : Peau (6).

DENOMINATION : Bois (poussières de).

VALEURS LIMITES d'exposition professionnelle (3) :

$\text{mg/m}^3$  (4) : 1

MESURES transitoires : Valeur limite (7) : 5  $\text{mg/m}^3$  jusqu'au 30 juin 2005.

DENOMINATION : Chlorure de vinyle monomère.

NUMERO CE (1) : 200-831-0

NUMERO inventaire CAS (2) : 75-01-4

VALEURS LIMITES d'exposition professionnelle (3) :

$\text{mg/m}^3$  (4) : 2,59

ppm (5) : 1

DENOMINATION : Plomb métallique et ses composés.

VALEURS LIMITES d'exposition professionnelle (3) :

mg/m<sup>3</sup> (4) : 0,10

OBSERVATIONS : Limite pondérale définie en plomb métal (Pb).

MESURES transitoires : Valeur limite : 0,15 mg/m<sup>3</sup> moyenne sur 40 heures jusqu'au 1er avril 2004.

(1) Inventaire européen des produits chimiques commercialisés (Einecs).

(2) Numéro du Chemical Abstract Service (American Chemical Society).

(3) La valeur limite d'exposition professionnelle est une valeur limite de moyenne d'exposition professionnelle mesurée ou calculée par rapport à une période de 8 heures.

(4) mg/m<sup>3</sup> : milligrammes par mètre cube d'air à 20°C et 101,3 kPa (760 mm de mercure).

(5) Ppm : parties par million en volume dans l'air (ml/m<sup>3</sup>).

(6) Une pénétration cutanée s'ajoutant à l'inhalation réglementée est possible.

(7) Mesurée ou calculée par rapport à une période de 8 heures.

Sous-section 9 : Mesures d'application

Article R231-59

(Décret no 79-230 du 20 mars 1979 Journal Officiel du 22 mars 1979 date d'entrée en vigueur le 1er octobre) (Inséré par Décret no 2001-97 du 1 février 2001 art. 14 I, II Journal Officiel du 3 février 2001)

Lorsque l'inspecteur du travail met le chef d'établissement en demeure de faire procéder à des analyses en application de l'article L. 231-7 (7<sup>e</sup> alinéa), il fixe le délai dans lequel les résultats de ces analyses devront lui être adressés par le chef d'établissement.

Le chef d'établissement choisit un organisme compétent sur la liste prévue à l'article R. 231- 55-3 ci-dessus.

Le prélèvement des échantillons de produits à analyser et leur expédition à l'organisme agréé choisi sont effectués sous le contrôle de l'inspecteur du travail.

Les résultats des analyses sont adressés par le chef d'établissement à l'inspecteur du travail, qui en transmet copie au médecin inspecteur du travail et à l'organisme désigné en application de l'article R. 231-52-15. Article R231-59-1 (inséré par Décret no 2001-97 du 1 février 2001 art. 14 I, II Journal Officiel du 3 février 2001) S'il conteste la nature ou l'importance des analyses demandées ou le délai qui lui est imposé par l'inspecteur du travail, le chef d'établissement peut adresser, dans les huit jours de la mise en demeure, un recours au directeur départemental du travail et de l'emploi, ou au fonctionnaire assimilé. Le recours est suspensif ; toutefois, il ne fait pas obstacle à l'exécution du prélèvement.

Article R231-59-2

(Décret no 2001-97 du 1 février 2001 art. 14 I, II Journal Officiel du 3 février 2001)

Pour l'application de la présente section, lorsque les substances ou préparations mentionnées à l'article L. 231-7 sont utilisées principalement dans des établissements et exploitations agricoles, le ministre chargé de l'agriculture et la commission nationale d'hygiène et de sécurité du travail en agriculture sont substitués au ministre chargé du travail et au conseil supérieur de la prévention des risques professionnels.

OBLIGATIONS DE L'EMPLOYEUR

Article L4121-1 (anciennement L230-2)

Modifié par LOI n°2010-1330 du 9 novembre 2010 - art. 61

L'employeur prend les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs. Ces mesures comprennent :

- 1) Des actions de prévention des risques professionnels et de la pénibilité au travail ;
- 2) Des actions d'information et de formation ;
- 3) La mise en place d'une organisation et de moyens adaptés.

L'employeur veille à l'adaptation de ces mesures pour tenir compte du changement des circonstances et tendre à l'amélioration des situations existantes.

Article L4121-2 (anciennement L230-2)

Modifié par LOI n°2012-954 du 6 août 2012 - art. 7

L'employeur met en œuvre les mesures prévues à l'article L. 4121-1 sur le fondement des principes généraux de prévention suivants :

- 1) Éviter les risques ;
- 2) Évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités ;
- 3) Combattre les risques à la source ;
- 4) Adapter le travail à l'homme, en particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail ainsi que le choix des équipements de travail et des méthodes de travail et de production, en vue notamment de limiter le travail monotone et le travail cadencé et de réduire les effets de ceux-ci sur la santé ;
- 5) Tenir compte de l'état d'évolution de la technique ;
- 6) Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux ;

7) Planifier la prévention en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants, notamment les risques liés au harcèlement moral, tels qu'ils sont définis aux articles L. 1152-1 et L. 1153-1 ;

8) Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle ; 9) Donner les instructions appropriées aux travailleurs.