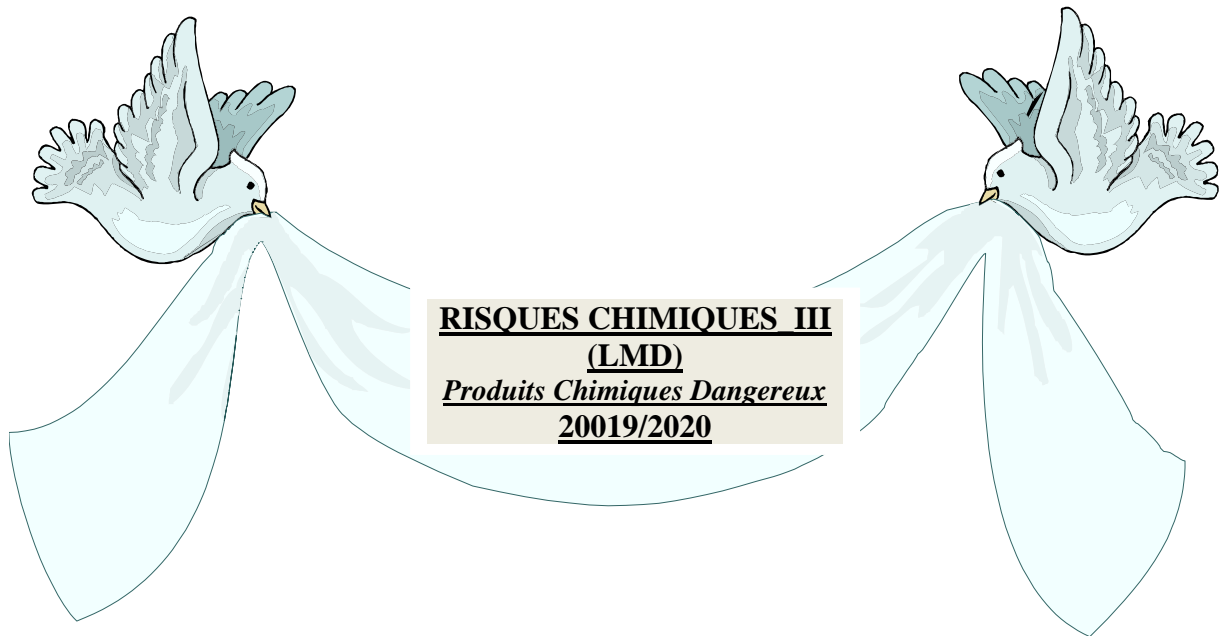


**Université d'Oran2**  
**Institut de Maintenance et de sécurité industrielle (I.M.S.I)**  
**Département de sécurité industrielle et environnement**

جامعة وهران  
معهد الصيانة و الأمن الصناعي  
قسم الأمن الصناعي و البيئة



**Présenté par :**  
**M. KEDDAR**

## 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.

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 aigüe ou chronique sur la santé, que ce soit par voie respiratoire, digestive ou cutanée.

### B-PRINCIPAUX PRODUITS CHIMIQUES INDUSTRIELS DANGEREUX

**B1-Les solvants** : Tous liquides, ayant la propriété de dissoudre des solides, des liquides et des gaz.

**B2- 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

**B3- 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).

**B4-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>                |                                  |
|--|----------------------------------|
| <b>Explosives</b>                                | <b>Corrosives</b>                |
| <b>Comburantes</b>                               | <b>Matières auto réactives</b>   |
| <b>Inflammables</b><br>(Facilement ,Extrêmement) | <b>Matières auto chauffantes</b> |
| <b>Toxiques, Très toxiques, Nocives</b>          | <b>Matières pyrophoriques</b>    |
| <b>Dangereuses pour l'environnement</b>          | <b>Peroxydes</b>                 |

### 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 mélanges 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*

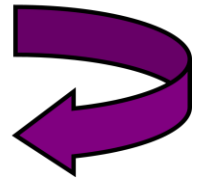
## II- CRITERES GENERAUX DE CLASSIFICATION ET D'ETIQUETAGE

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

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



**2. Substances et préparations Comburantes « O ».**



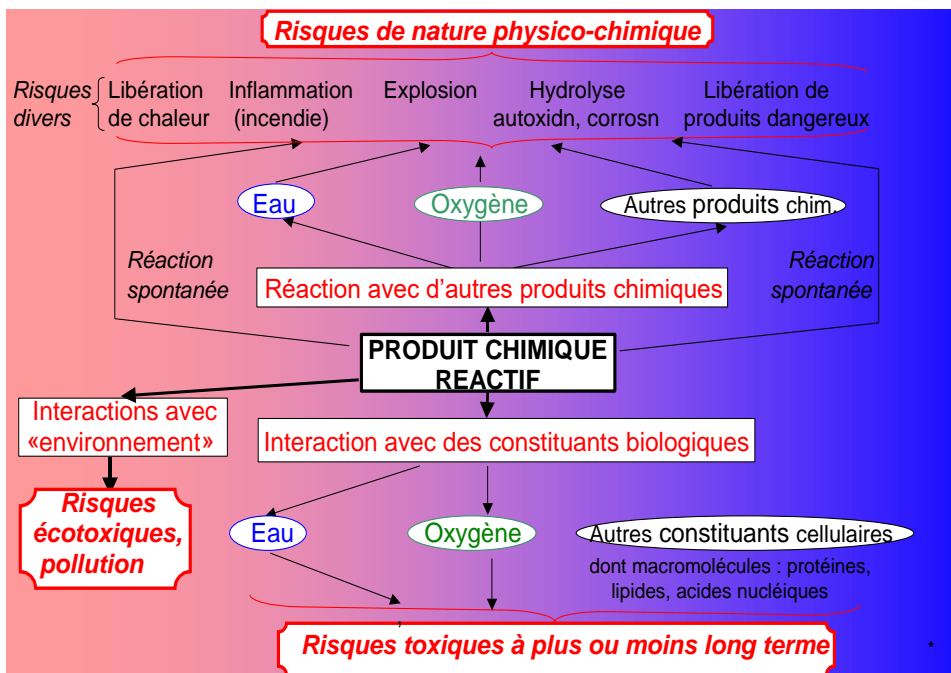
**3. Substances et préparations Extrêmement Inflammables « F+ ».**



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



**A1- RELATIONS ENTRE LES RISQUES**



## A2- RISQUES LIÉS AUX PROPRIÉTÉS 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 :

Ø **tension** (= pression) de *vapeur* : + T<sub>ébull.</sub> est basse → + p<sub>vap</sub> est for

Ø **volatilité** = vitesse d'évaporation du produit/vitesse évaporation de l'éther diéthylique C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-O-C<sub>2</sub>H

Ø **densité des vapeurs** (+ ou – lourdes que l'air).

-/ **Attention au stockage en réfrigérateur ; stocker en armoire spéciale.**

\*/ **Caractéristiques physiques** conditionnant l'inflammabilité ou l'explosion (des gaz ou vapeurs) :

Ø **Limites Inférieure et Supérieure d'Explosivité** : exprimées en % (LIE et LSE)

Ø **Limites Inférieure et Supérieure d'Inflammabilité** : Dans l'air (LII et LSI) à 20°C, exprimées en %

Ø **Température d'auto-inflammation** (ou auto-ignition) : sans source d'ignition à P = 1 atm\*

Ø **Point éclair** : T°C minimale au-dessus de laquelle la quantité de vapeur/air est suffisante pour l'inflammation (liquides) avec ignition :

$$1 \text{ atm} = 1013 \text{ mbar} = 760 \text{ mmHg} = 101,3 \text{ kPa}$$

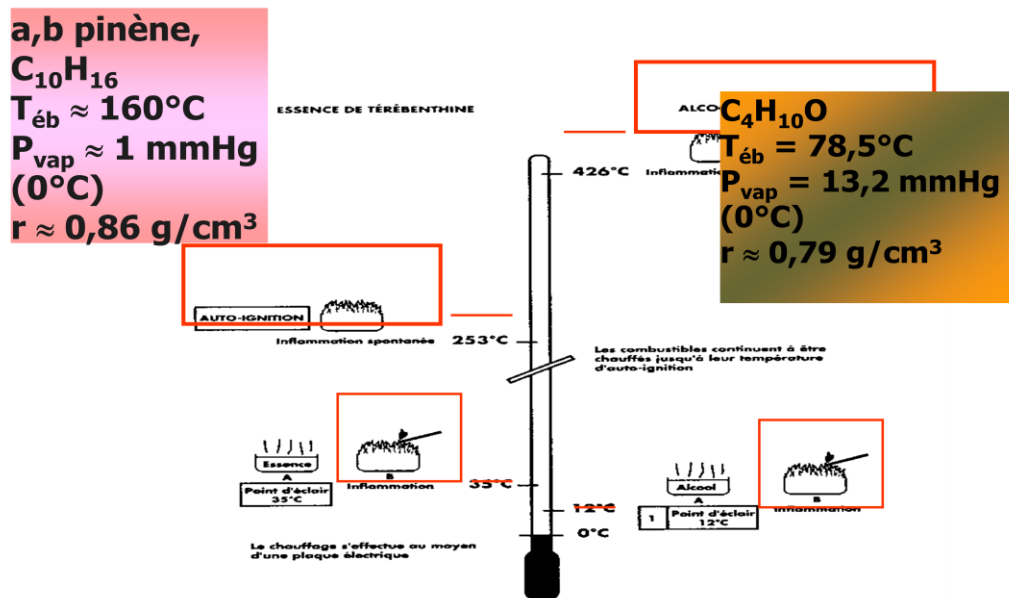
-/ **Attention au stockage en réfrigérateur; stocker en armoire spéciale**

\*/ **Quelques caractéristiques de produits courants** :

| Produit              | LIE (% volume) | LES (% volume) | T° auto-inflammmtion °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              |

➤ LIE etc. peut varier avec T, P et gaz inertes ;

- Relations pour un mélange de gaz ou vapeurs entre LII, LIE, etc. :  
0%.....L.I.I.....L.I.E.....S.....L.S.E.....L.S.I.....100%
- où S = proportions stœchiométriques = maximum de risque d'explosion
- Ex.:  $\text{H}_5\text{C}_2\text{-O-C}_2\text{H}_5 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$
- S à 1 vol. éther (vapeur) pour 6 vol.  $\text{O}_2$  (ou 1,26 vol. d'air) (TPN)
- Comparaison de l'inflammation de l'essence de térébenthine et de l'alcool éthylique



\*/ **Caractéristiques chimiques** pouvant conduire à :

- / Déflagration (ou détonation) ou inflammation : "explosophores"
- / Projection de matières dangereuses
- / Emission de gaz toxiques
- / Dérivés de l'eau oxygénée : peroxydes, époxydes...

C-O-OH Me+2-O-O2- R-O-O-R' hydro-peroxyde peroxyde métallique peroxydes organiques

\*/ **Exemples de groupes explosophores :**

- / Dérivés de l'acide perchlorique :  $\text{HClO}_4$  (Cl+VII)  $\text{Men}(\text{ClO}_4)_p$   $\text{FCIO}_3$   $\text{R-CIO}_4$   
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 :  $\text{CH}_2\text{N}_2$   $\text{R-N}^+\equiv\text{N-X}$   $\text{C-N=N-C}$   $\text{N-Me}$
- / Dérivés de l'acide azothydrique  $\text{HN}_3$  : azotures  $\text{R-N}_3$ ,  $\text{Me-N}_3$
- / Dérivés acétyléniques, acétylures métalliques, polyacétyléniques

\*/ **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 :

- / Echauffement, 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 (cf. annexe) :

\*/ Contrôler les réactions oxydant + réducteur, acide + base, hydrolyse

\*/ **Exemples de Phrases 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 de. hydrures alcalins** :  $\text{NaH} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$

\*/ **Exemples : Oxydants** par pouvoir oxydant  $\downarrow$  :

$\text{F}_2 > \text{O}_3 > \text{H}_2\text{O}_2 > \text{ClO}_4^- > \text{MnO}_4^- > \text{HNO}_3 > \text{Cl}_2 > \text{CrO}_3, \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{O}_2 > \text{IO}_3^- > \text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2 > \text{S} > \text{Sn}^{4+}$  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*  $\downarrow$  :

$\text{Cs}, \text{Rb}, \text{K} > \text{Na} > \text{Li} > \text{Ca} > \text{NaH}$  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

### A3 : RISQUES LIÉS AUX PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES:

#### « 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 :

-/  $\text{PEM} > 700 \text{ kcal/kg}$  ( $> 2926 \text{ kJ/kg}$ ) = indice C1 haut,

-/  $300 < \text{PEM} < 700 \text{ kcal/kg}$  ( $1254-2926 \text{ kJ/kg}$ ) = moyen,

-/  $\text{PEM} < 300 \text{ kcal/kg}$  ( $< 1254 \text{ kJ/kg}$ ) = bas ;

➤ Différence entre l'enthalpie maximale de combustion et l'enthalpie maximale de décomposition *DHC* - *DHD*

-/ Si  $\text{DHC} - \text{DHD} < 3 \text{ DHD}$  et 1er indice haut = indice C2 haut

-/ Si  $3 \text{ DHD} < \text{DHC} - \text{DHD} < 5 \text{ DHD}$  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

Ø Risque d'incendie (hydrogène, méthane, acétylène, etc.)

Ø Risque d'explosion surtout pour les oxydants (oxygène, air liquide) (en présence de réducteurs).

-/ Solvants réfrigérés avec carboglace : addition prudente de  $\text{CO}_2$  liq.

- / Avec Arliq et N2 liq, absorption progressive de O2 (réchauffement) → bleu foncé : explosion possible pour > 8%
- /O2 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 CO2 si local confiné (anoxie) : Nécessaire à la vie :  $\geq 17\%$  d'oxygène
- / Risque d'atteinte sanguine (acidose) avec excès de CO2

## B- CLASSIFICATION SUR LA BASE DES PROPRIETES TOXICOLOGIQUES

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



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

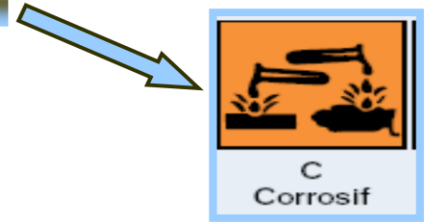


3. Substances et préparations *Nocives* «Xn».

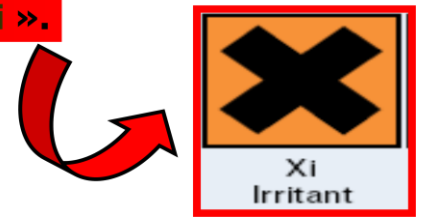




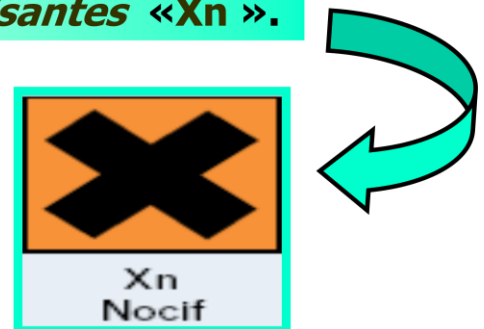
4. Substances et préparations **Corrosives** « C ».



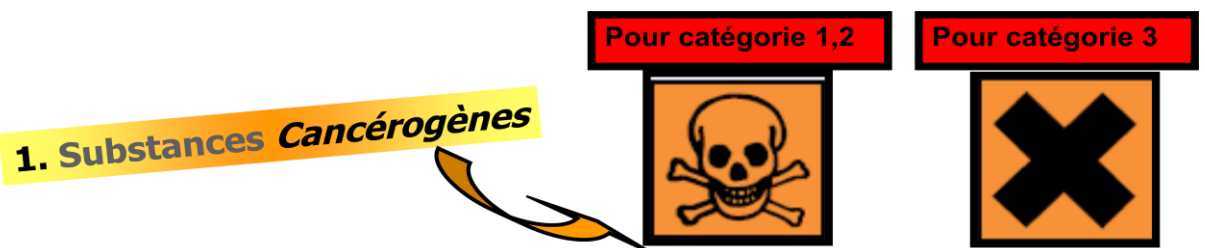
5. Substances et préparations **Irritantes** « Xi ».

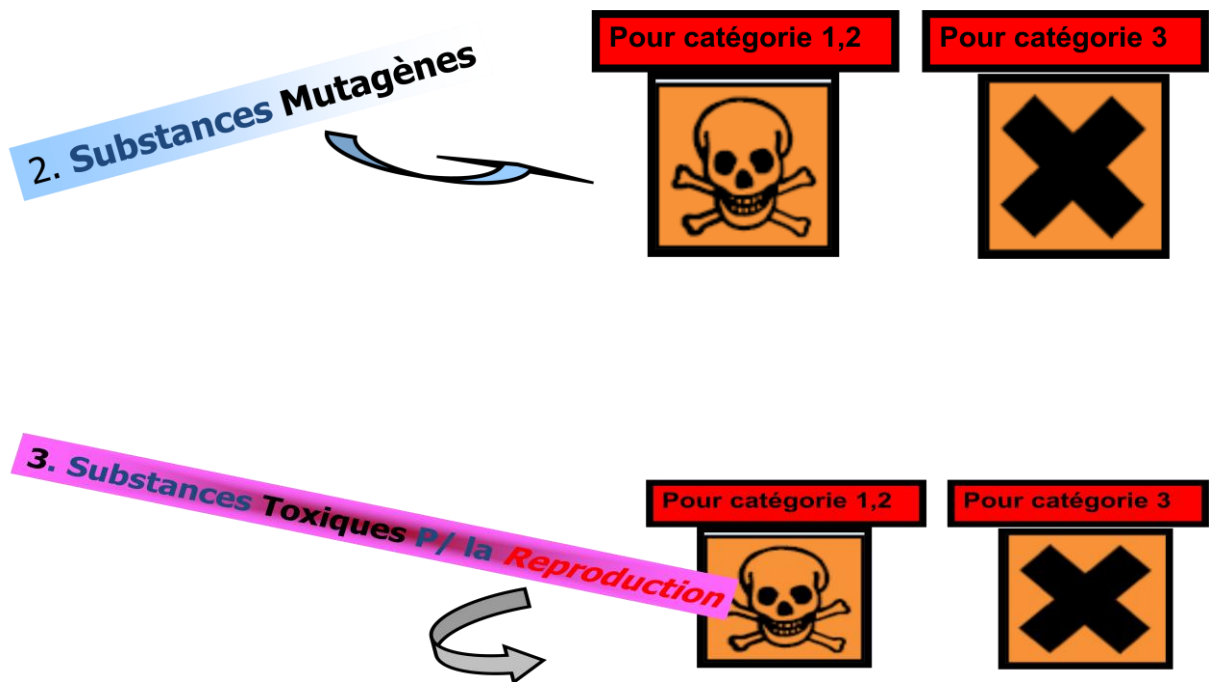


6. Substances et préparations **Sensibilisantes** «Xn ».



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

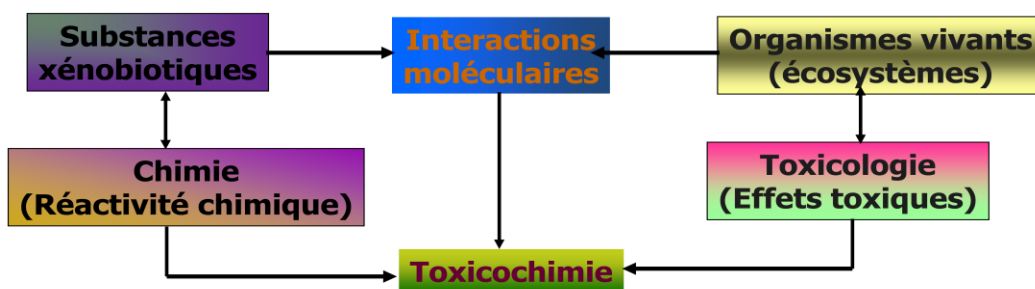




## D- RISQUES LIÉS À LA TOXICITÉ DES PRODUITS

### 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 :



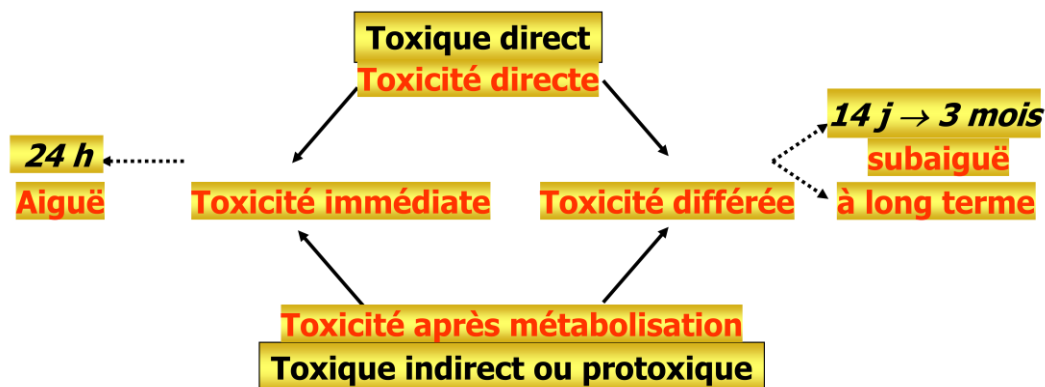
### D2- CARACTERES GENERAUX DE LA TOXICITE

- \*/ **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 (synergie possibles avec d'autres produits et avec stress, médicaments, tabac, alcool,...).

## \*/ Définitions

- / 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 toxicité



- / VLE = Valeur Limite d'Exposition (pour 15 mn) dans les
- / VME = Valeur Moyenne d'Exposition
- / IDHL : Immediately Dangerous for Human Life FDS
- / Dose Létale ou Effective :
- / DL50 = mort chez 50% des patients (animaux)
- / DE50 = apparition du trouble chez 50% des patients (animaux)

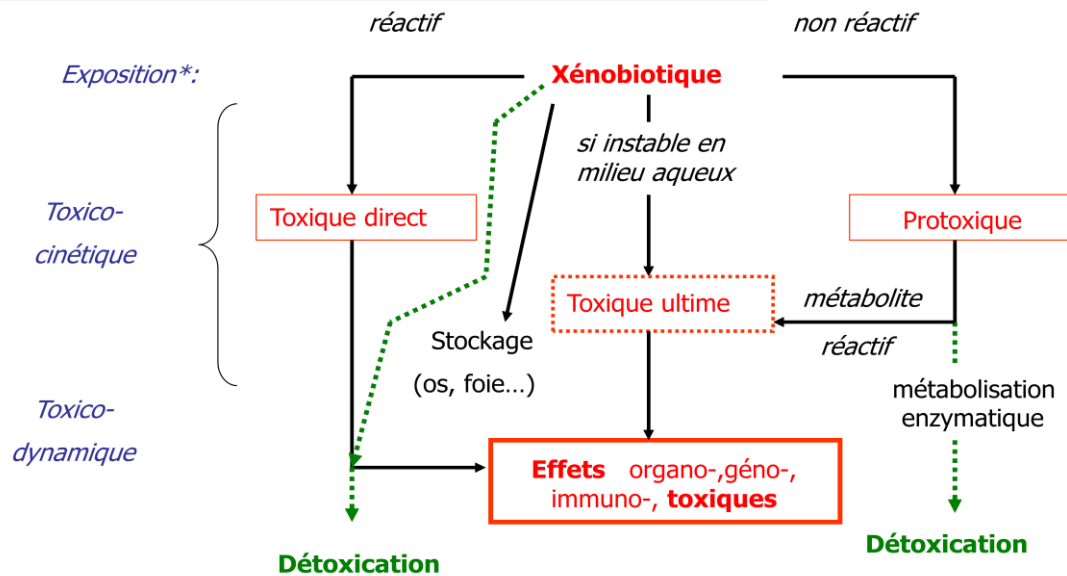
## \*/ Exemples de données toxicologiques (à 25° et 1 atm) :

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

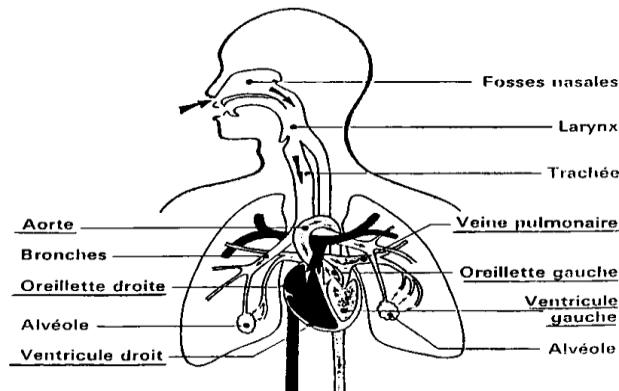
| Produit            | CL50<br>mg/l (ppm) | VLE<br>ppm | VME<br>ppm | IDLH<br>ppm |
|--------------------|--------------------|------------|------------|-------------|
| Acéaldéhyde        | 15,6 (8714)        | -          | 100        | 10.000      |
| Acrylonitrile      | 12,66 (7550)       | 60  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

## \*/ Destinée d'un xénobiotique dans l'organisme

## ➤ 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.
- N.B.: Odeur d'un produit : perception très dépendante des individus ; aucune relation avec toxicité



## \*/ 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

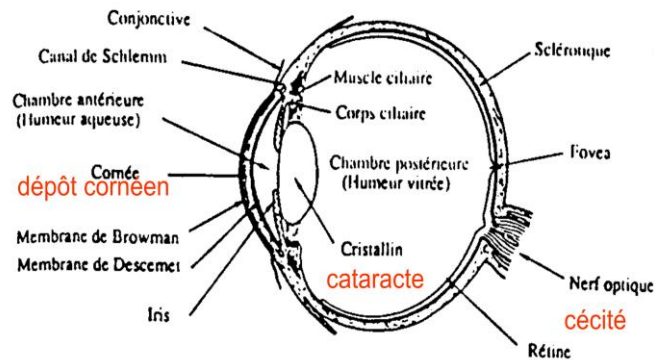


FIGURE 3. - Schéma de l'œil.

### \* / Caractères des produits toxiques

#### - / Organo-toxiques :

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

#### - / Géo-toxiques :

- Mutagènes ; environ 80% sont aussi :
- Cancérogènes
- Classification CIRC: Etiquetage: 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 (pdv pouvoir 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 !)

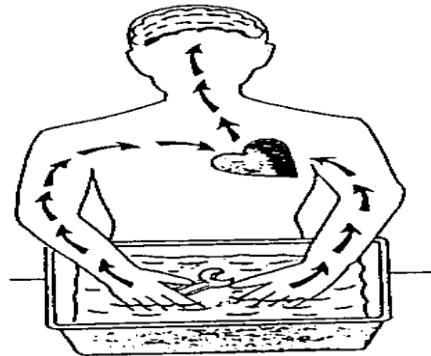
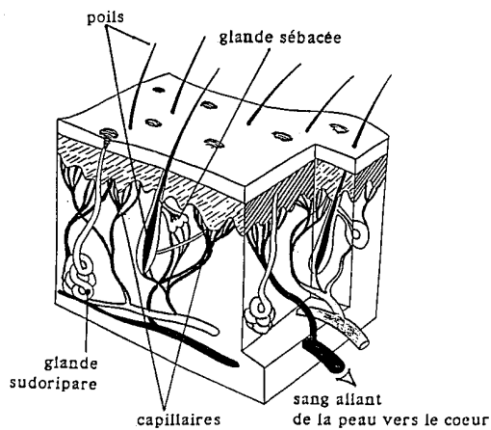
\*/ *Les Tératogènes* : agissent sur le développement de l'embryon à des stades précis → malformations (ex. acrylonitrile, mercure).

\*/ 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...

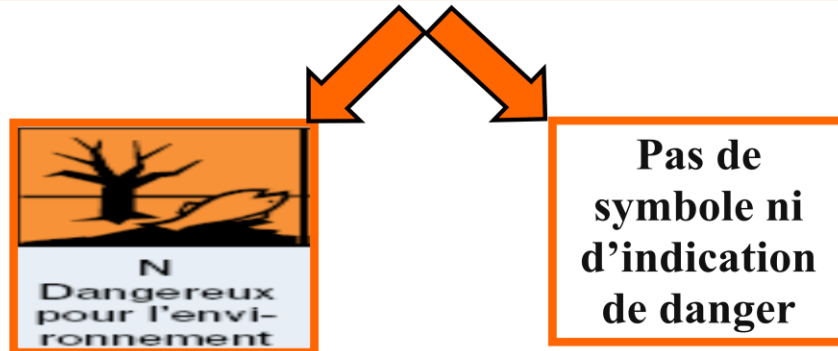
\*/ 237 Fiches toxicologiques de l'INRS

➤ 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



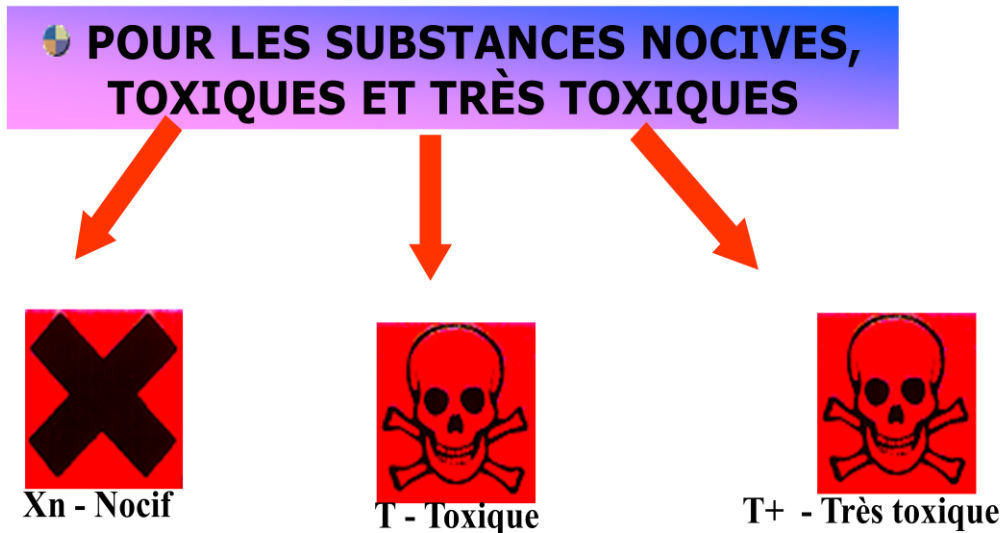
## 2. Substances dangereuses pour l'Environnement Non Aquatique



## F- SYMBOLES SIGNALITIQUE DU DANGER POUR LA SANTE



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%)



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

### F1- DIFFÉRENTES 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 À 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 TOXICITÉ

- 1 - Individu et son environnement
- 2 - Voie d'absorption - Alimentation
- 3 - Autres toxiques – Métabolisation



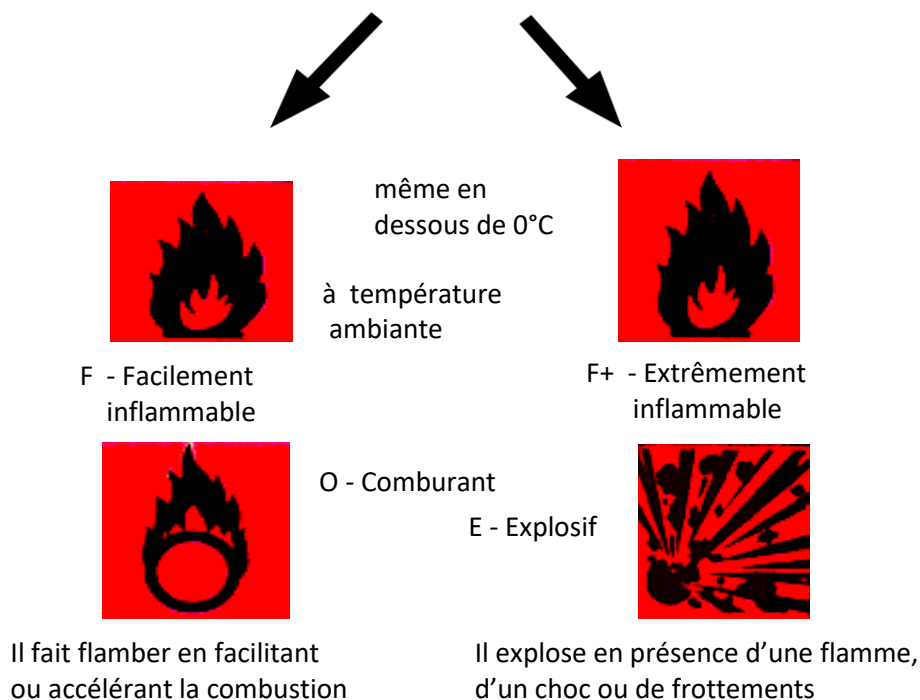
## F5- AUTRES SYMBOLES



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

## G- L'IMFLAMMATION DES VAPEURS EN PRÉSENCE D'UNE FLAMME, D'UNE ÉTINCELLE

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 ( $1 < 9.10^{-8} \text{ m} = \text{UV}$ )

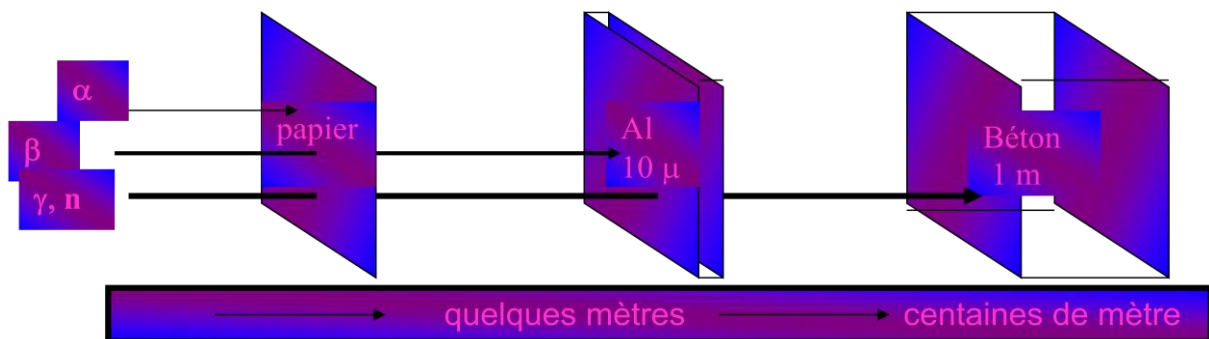
\*/ Action photochimique des UV sur peau et yeux

\*/ 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, 0n<sup>1</sup> ; 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 % |                             |
| Corps humain : 40K de K)                | 300                 |        | 68,5 %                      |
| Minerais et roches                      | 87Rb                | 6      |                             |
|   | - 238U, 226Ra       | 114    |                             |
|   | - 222Rn et fils 930 |        |                             |
|   | - 232Th             |        |                             |
|   |                     | 326    |                             |
|   | ≈ 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 ( $\leq 1$  mois)

\*/ 200-600 Effets moins prononcés, décès 50%

\*/ < 200 Grosses chances de survie

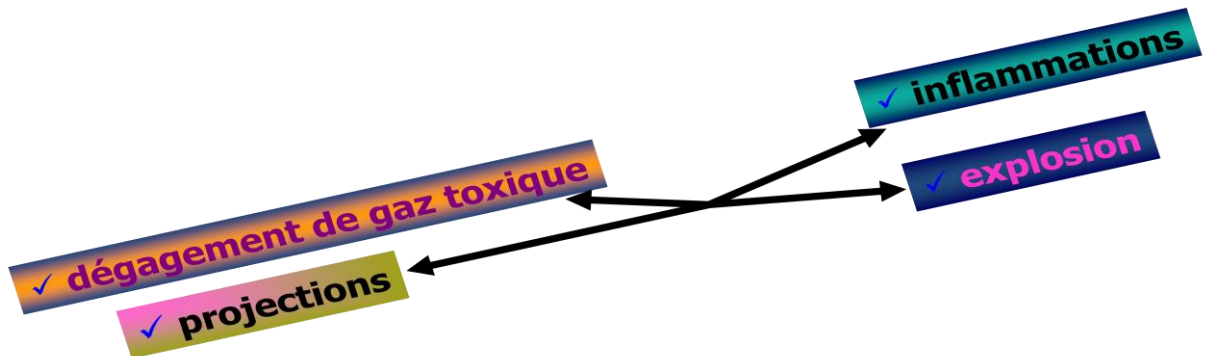
\*/ Bl < 50 Aucun effet (court terme)

\*/ Doses chroniques: aucun dommage significatif avec quelques rem/an

\*/ Normes :  $\leq 5$  rem/an pour professionnels,  $\leq 0,5$  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 INCOMPATIBILITES

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|  | +  | -  | -  | +  |
|  | -  | +  | -  | <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.

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

## 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** : NITROGLYCÈRE, 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-chauffement
- / 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, radiateurs, etc.
- / Interdiction formelle de fumer.

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



Ça fait bruler !

**O : Comburant : Oxydants**

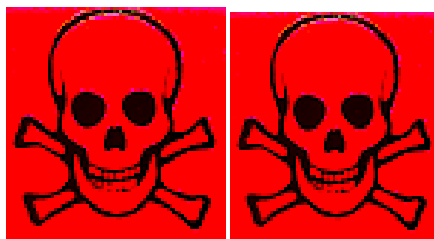
Produit pouvant favoriser ou activer la combustion d'une substance combustible. Il peut provoquer un incendie en cas de contact avec des matériaux d'emballage (papier, carton, bois). Ces produits contiennent beaucoup d'oxygène et peuvent par leur présence favoriser ou amplifier l'inflammabilité d'autres 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): Méthanol, Benzène, phénol (T+): Cyanure d'hydrogène**

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 :**

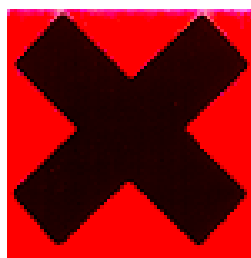
D'après les résultats d'essais de toxicité aiguë par voie orale, par contact avec la peau ou par inhalation..

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 cancérigène ou d'un risque d'altération génétique héréditaire ou sur le fœtus pour des substances isolées.

➤ **EXEMPLES: Ethylène-glycol, Xylène, 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+) : ACÉTONE, 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+) : hydrogène, acétylène, éther diéthylique.**



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) NAOH (2% ET PLUS)**



Ça ronge !

**C : Corrosif**

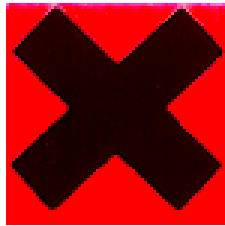


Produits pouvant exercer une action destructrice sur les tissus vivants (peau, yeux, muqueuses).

**\*/ 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 : NH<sub>4</sub>OH (5-10%) ET HCL (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.

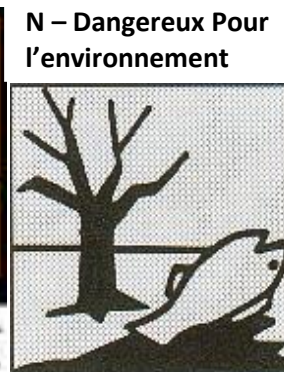
**\*/ Précautions :**

- / Veiller au rangement ;
- / Ne jamais déposer sur des tablettes de fenêtre (risque de chute).
- / Protéger les yeux, la peau... contre les éclaboussures ;
- / Etre 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**



**N - Dangereux pour l'environnement**



**N – Dangereux Pour l'environnement**

Ça pollue !

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:**

- / Eviter 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. En termes de

## M- PREVENTION DU RISQUE CHIMIQUE



## N- CHOIX DES SYMBOLES DE DANGER

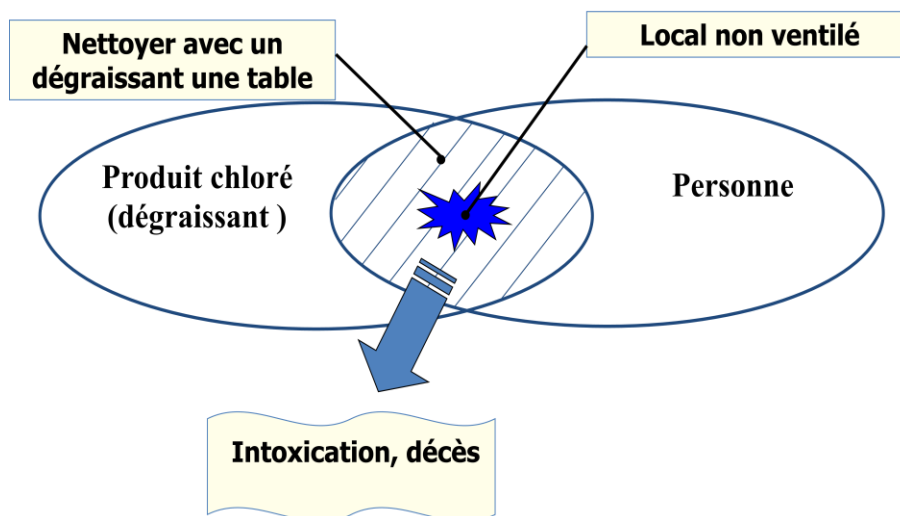
1. Apposer le symbole « E » rend facultatif les symboles « F », « F+ » et « O » ;
2. Apposer le symbole « T+ » ou « T » rend facultatif les symboles « Xn », « Xi » et « C » ;
3. Apposer le symbole « C » rend facultatif les symboles « Xn » et « Xi » ;
4. L'attribution du symbole « Xn » rend facultatif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

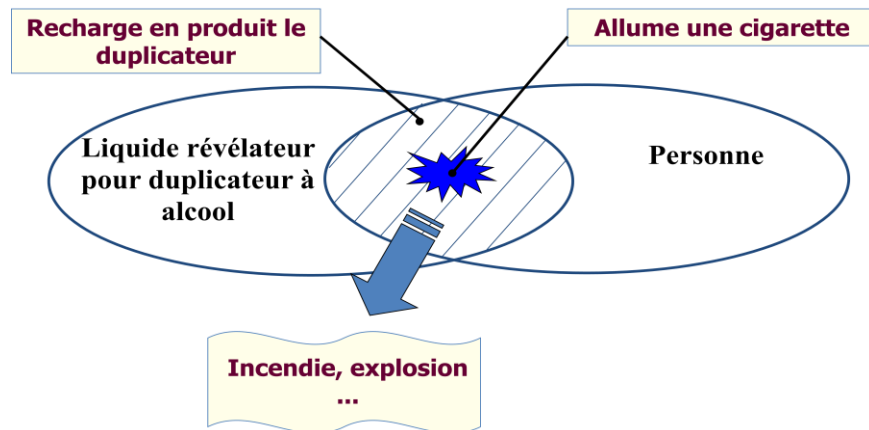
## O- LES RISQUES

- 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

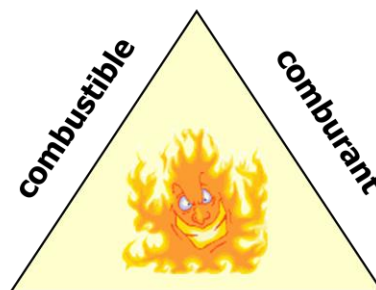
La réaction de combustion à l'origine de l'incendie nécessite la présence simultanée de trois éléments



### LE TRIANGLE DU FEU



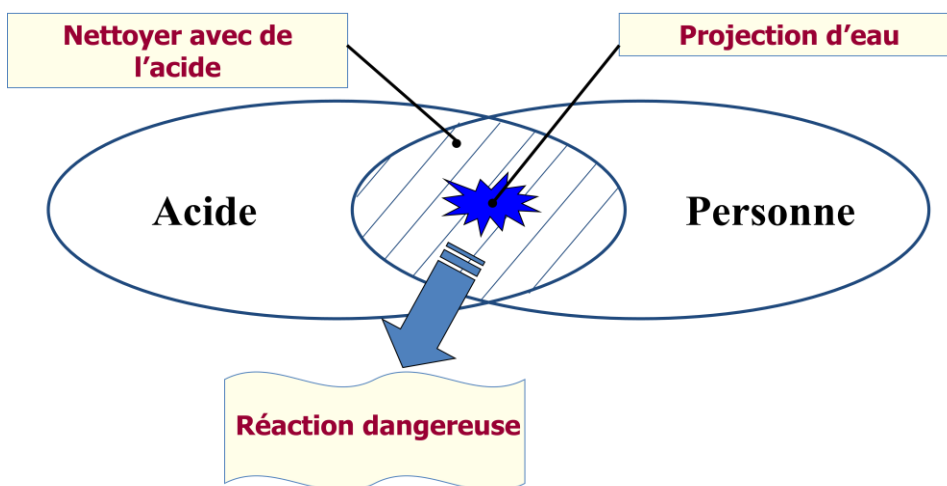
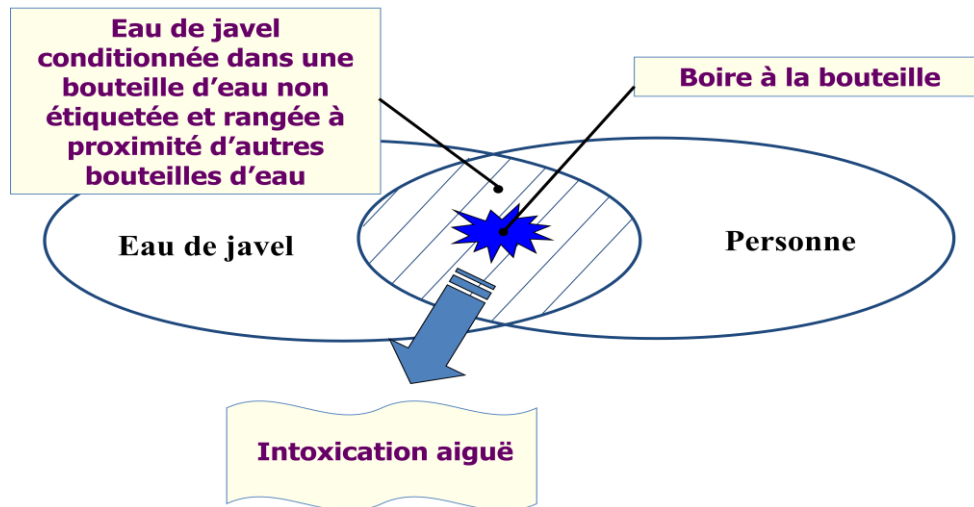
Présence de produits inflammables:  
Essence, Alcool éthylique, acétate de méthyle ...



C'est un produit qui favorise ou active la combustion:  
Oxygène, chlorate, peroxyde ...

Présence d'une source d'inflammation :  
Flamme, étincelle électrique, frottement ...

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 une armoire fermée à clé.

\*/ Faire l'objet d'une comptabilité stricte.

\*/ **Précautions:**

- / 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> |          |  |  |
|  | <u>ACIDE ETHANOIQUE</u>    |          |  |  |
|  | <u>ACIDE FLUORHYDRIQUE</u> |          |  |  |
|  | <u>ACIDE NITRIQUE</u>      |          |  |  |
|  | <u>ACIDE PERCHLORIQUE</u>  |          |  |  |

