
CHAPITRE II

PRINCIPAUX TYPES DE RISQUES

Les problèmes rencontrés sont abordés en fonction de la nature du risque. On peut distinguer les risques dus aux produits chimiques des autres.

A - RISQUES CHIMIQUES

I - RISQUES D'INTOXICATION

Les substances toxiques peuvent être classées selon leur voie de pénétration dans l'organisme, selon le type d'effet toxique ou selon leur mode d'action.

I.1 - Voies de pénétration

On peut distinguer quatre voies de pénétration des toxiques dans l'organisme: pulmonaire, transcutanée et percutanée, orale et oculaire.

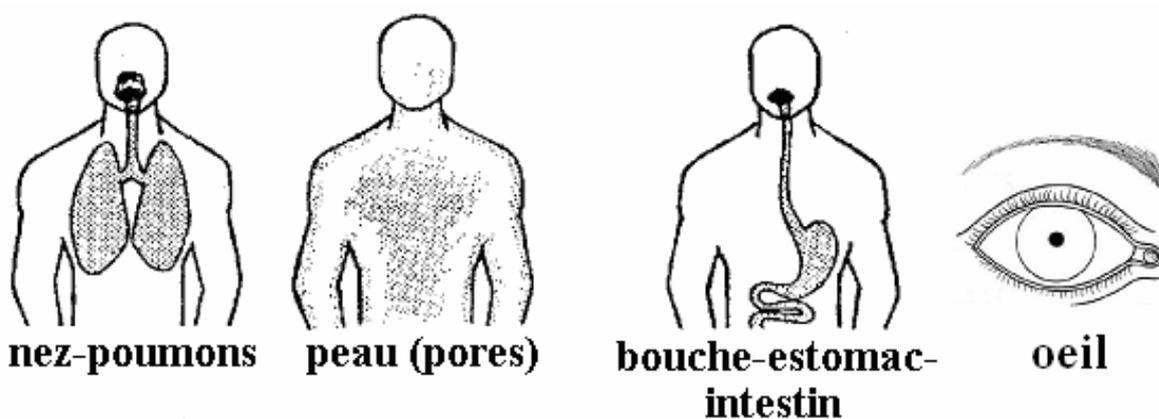


Figure 4 : Voies de pénétration des toxiques dans l'organisme

I.1.1 - Voie pulmonaire : inhalation

C'est la principale voie de pénétration des toxiques dans l'organisme et souvent la plus sensible en raison de la fonction respiratoire qui nous amène à filtrer plusieurs milliers de litres d'air par jour. L'odorat n'est pas un moyen de détection suffisant, car il perd de son acuité très rapidement.

La quantité de produit inhalé est fonction des caractéristiques physico-chimiques des composés telles que la vitesse d'évaporation et la tension de vapeur. Cependant, un produit à faible tension de vapeur peut intoxiquer si sa toxicité est élevée, *ex. le mercure*.

I.1.2 - Voie transcutanée

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

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

Certains produits sont absorbés très rapidement et peuvent même servir de "véhicules" faisant pénétrer des composés incapables de franchir la barrière cutanée par eux-mêmes. C'est le cas du *diméthylformamide (DMF)*.

Tous les solvants organiques capables de dissoudre des graisses doivent être suspectés de toxicité transcutanée.

I.1.3 - Voie percutanée

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

I.1.4 - Voie orale

Ce mode de pénétration des toxiques est rare en milieu professionnel. L'intoxication a lieu par ingestion de nourriture souillée (au contact de vêtements ou de mains sales), en pipetant ou en siphonnant des produits.

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

I.2 - Toxicité selon la réactivité

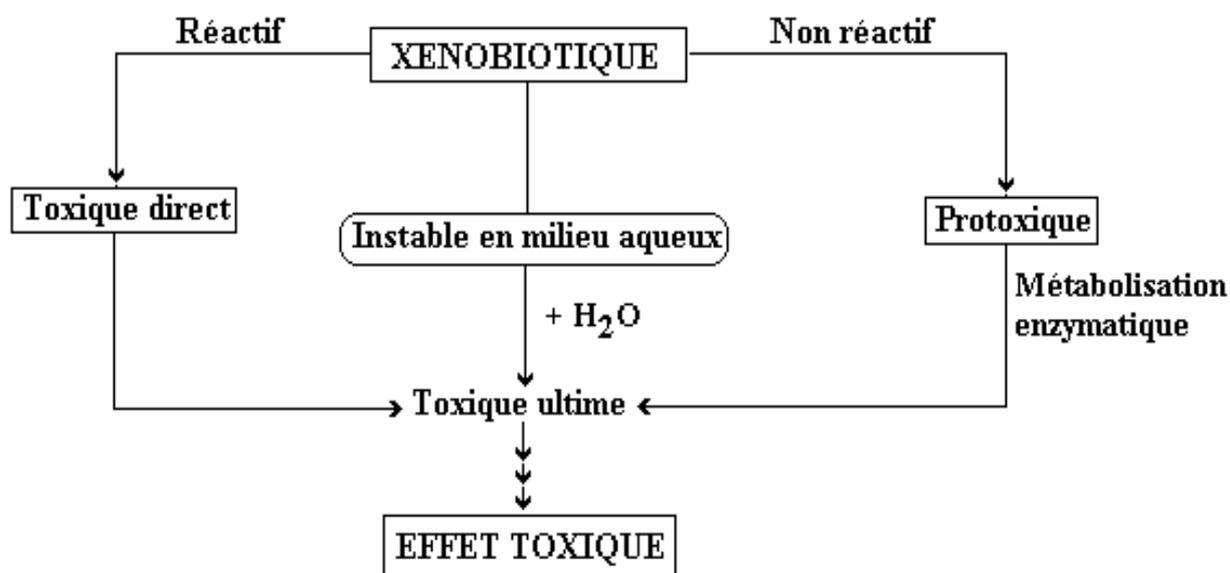


Figure 5 : Principaux types de toxiques selon leur réactivité

I.2.1 - Toxiques directs

Ce sont des produits doués d'une grande réactivité chimique. Ils agissent directement sur l'organisme (organes cibles) sans qu'aucune transformation ne soit nécessaire.

C'est le cas d'agents alkylants très réactifs (*fluorosulphonate de méthyle appelé le méthyle magique, sulfate de méthyle, diazométhane, formaldéhyde, ...*). Les

produits alkylants sont capables d'introduire sur une molécule donnée un groupement hydrocarboné de type alkyle. Au niveau cellulaire, les agents alkylants attaquent les protéines et les acides nucléiques, ce qui transforme ces constituants cellulaires en dérivés substitués qui sont modifiés et ne peuvent plus assurer normalement leurs fonctions.

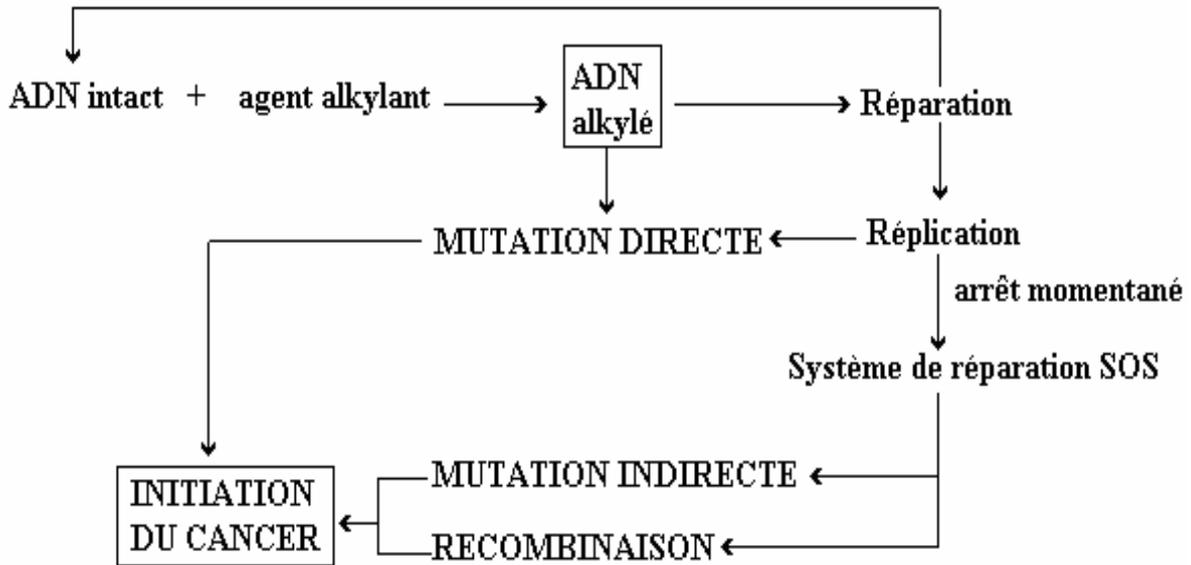


Figure 6 : Initiation d'un processus tumoral à partir d'une alkylation de l'ADN

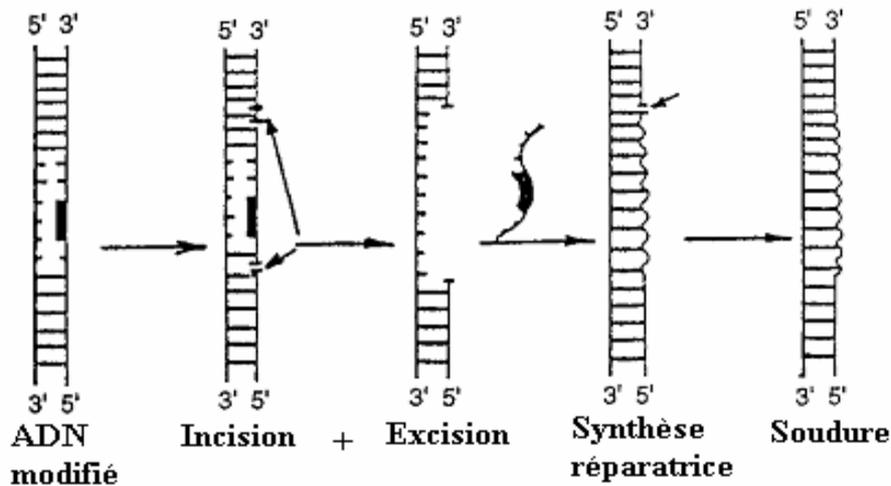


Figure 7 : Réparation d'un ADN modifié par excision et resynthèse

La majorité des produits corrosifs (*acides, bases, oxydants forts,...*) et des irritants (*quinones...*) sont des toxiques directs.

Les produits corrosifs attaquent principalement la peau et les muqueuses.

I.2.2 - Toxiques indirects

Ils nécessitent une métabolisation enzymatique préalable dans l'organisme pour qu'un effet toxique se manifeste. Le plus souvent, au cours de la métabolisation bénéfique des toxiques dans le foie, centre anti-poisons, des intermédiaires apparaissent. Leur interaction avec les protéines amenera à une nécrose plus ou moins réparable, à des atteintes immunitaires ... tandis que l'interaction avec les acides nucléiques (ADN) pourra déclencher l'apparition d'une mutation suivie éventuellement d'un processus tumoral.

Remarque Des mécanismes enzymatiques de métabolisation existent également dans d'autres organes (*reins, cerveau, placenta, poumons, peau, cavité nasale...*). Ceci explique la toxicité sélective de certains composés.

I.3 - Toxicité selon les effets

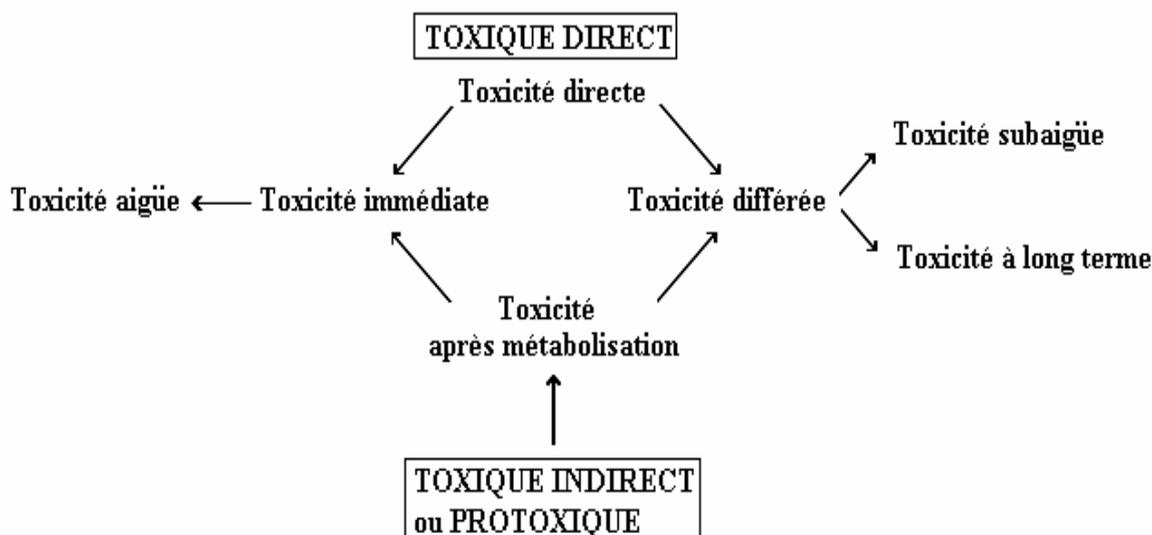


Figure 8 : Principaux types de toxicité selon les effets

I.3.1 - Toxicité aiguë

Elle résulte de l'administration d'une dose unique ou de fractions de doses réparties sur 24 h.

Elle entraîne la mort ou une anomalie particulière comme les troubles nerveux, une altération de la formule sanguine.

I.3.2 - Toxicité subaigue

Elle résulte de l'administration d'une substance pendant une période allant de 14 jours à 3 mois (expositions répétées pendant un temps limité). Il y a des organes cibles.

I.3.3 - Toxicité à long terme

Elle résulte d'expositions répétées et fréquentes à de très faibles quantités de toxiques, réparties sur une période de quelques mois à plusieurs années.

L'intoxication apparaît soit par accumulation des toxiques dans l'organisme, c'est le cas du *plomb*, soit par addition des effets comme pour les *produits cancérogènes*.

I.4 - Toxicité selon le mode d'action des toxiques

I.4.1 - Produits cancérogènes

L'ADN des chromosomes du noyau cellulaire est la cible privilégiée des agents cancérogènes (produits chimiques, radiations ionisantes).

Tableau 2 : Quelques principaux produits chimiques cancérogènes pour l'Homme

Amiante
Arsenic
Benzène
Benzidine
Chlorure de vinyle
Nickel et composés du nickel
Composés du chrome hexavalent

Tableau 3 : Quelques produits chimiques probablement cancérogènes pour l'Homme

Cadmium et composés du cadmium
Plomb et composés du plomb
Colorants à base de benzidine
Silice cristallisée
Sulfate de diméthyle et sulfate de diéthyle
Hydrocarbures (buta-1,3-diène)
Dérivés chlorés (chlorure de méthylène, tétrachlorure de carbone, chloroforme)
Composés oxygénés (1,4-dioxane, acétaldéhyde, aldéhyde formique chlorophénols)
Composés azotés (2-nitropropane, o-toluidine, acétamide, hydrazine)
Composés soufrés (thioacétamide, thiourée, méthylthiouracile)

I.4.2 - Produits tératogènes

Ce sont des substances qui agissent principalement sur l'embryon à des stades bien précis de son développement et qui induisent une ou des anomalies, se manifestant par des malformations.

Tableau 4 : Principaux produits tératogènes chez la femme

<u>Composés</u>	<u>Cibles</u>
Diméthylmercure	Système nerveux central
Chlorure de vinyle	Système nerveux central
Thalidomide	Squelette

Tableau 5 : Principaux produits tératogènes chez l'animal

<u>Composés</u>	<u>Cibles</u>
Cadmium (dérivés)	Squelette
Sélénium	Yeux, membres
Tellure	Cerveau
Chloroforme	Squelette
Formamide	Palais

I.4.3 - Substances corrosives

Ces substances provoquent la destruction brutale des cellules et des tissus. Ce sont souvent des substances liquides, non combustibles et très réactives chimiquement.

- ACIDES FORTS : les acides minéraux concentrés attaquent facilement la peau et les yeux, entraînant ainsi des lésions pénétrantes. La cécité est possible en cas de projection abondante.

Exemples :

- ① H_2SO_4 concentré contient du trioxyde de soufre (SO_3) qui est très irritant pour l'appareil respiratoire.
- ② HNO_3 émet des vapeurs riches en oxydes d'azote (mélanges de NO et NO_2), très dangereuses tant pour la peau et pour l'appareil respiratoire.
- ③ HF entraîne des brûlures très longues à cicatriser.

Parmi les acides organiques corrosifs, on peut citer : $HCOOH$, CH_3COOH et les acides haloacétiques.

Tableau 6 : Effets corrosifs comparés de divers acides

ACIDES		EFFETS CORROSIFS	
		SUR LA PEAU	SUR LES POUMONS
Acidité croissante ↑	Acide perchlorique	++++	++
	Acide sulfurique	++++	++++
	Acide chlorhydrique	++++	++++
	Acide nitrique	++++	++++
	Acide fluorhydrique	++++	++++
	Acide formique	++	+
	Acide acétique	++	++

++++ : Destruction tissulaire profonde

+++ : Destruction tissulaire superficielle

++ : Irritant prononcé

+ : Irritant modéré

- BASES FORTES : $NaOH$ et KOH attaquent très fortement les constituants cellulaires par dissolution de la kératine, hydrolyse des lipides et dégradation des protéines.

La gravité de la brûlure oculaire due à ces bases minérales fortes est souvent plus importante que celle provoquée par une même quantité d'acide.

Les bases organiques comme les amines sont souvent moins caustiques que les bases minérales, à l'exception des hydroxydes d'ammoniums quaternaires.

Les effets corrosifs augmentent avec la basicité.

Tableau 7 : Effets corrosifs comparés de diverses bases

BASES	EFFETS CORROSIFS
Hydroxyde de sodium	++++
Hydroxyde de potassium	++++
Hydroxydes d'ammonium quaternaire	++++
Ammoniaque	+++
Hydroxyde de calcium	+++
Diméthylamine	++
Carbonate de sodium	++
Hydrogénocarbonate de sodium	+

++++ : Destruction tissulaire grave

+++ : Destruction tissulaire simple

++ : Irritation prononcée

+ : Irritation modérée superficielle

- AUTRES PRODUITS CORROSIFS : Parmi ceux très corrosifs pour la peau et les muqueuses, on peut citer Br_2 , F_2 , BF_3 , *sulphate de méthyle*, $TiCl_4$, $SnCl_4$... Certains produits comme le *phénol* peuvent provoquer, en plus de l'action locale sur la peau, des troubles généraux graves (nerveux, pulmonaires et rénaux notamment).

I.4.4 - Produits irritants

Leur contact avec la peau ou les muqueuses provoque des réactions inflammatoires. On peut les classer en deux catégories :

- les irritants primaires : exercent une action uniquement locale.

- les irritants secondaires : exercent en plus de l'action locale, une action sur l'organisme entier. *Ex. H_2S*

Tableau 8 : Principaux irritants minéraux et organiques

ACIDES, ANHYDRIDES, HALOGENURES D'ACIDES	
<u>Minéraux</u> acide chlorhydrique acide bromhydrique acide fluorhydrique acide perchlorique acide sulfurique acide nitrique acide phosphorique	<u>Organiques</u> acide formique acide acétique acide chloroacétique acide acrylique acide bromoacétique acide crotonique acide lactique acide salicylique acide oxalique
dioxyde de soufre trioxyde de soufre oxyde de phosphore (V) trioxyde de chrome oxyde d'arsenic dioxyde de sélénium oxyde de vanadium	anhydride acétique anhydride propionique anhydride haloacétique anhydride butyrique anhydride phtalique
halogénures de phosphore (PCl ₃ , PCl ₅) halogénures de bore (BF ₃ , BCl ₃ , BBr ₃) phosphane ou "phosphine" (PH ₃)	halogénures d'acétylène halogénures de cyanogène (BrCN, ClCN) sulfure d'hydrogène (H ₂ S)
BASES, SELS BASIQUES	
<u>Minéraux</u> hydroxyde de sodium hydroxyde de potassium hydroxyde de calcium carbonates alcalins phosphates alcalins silicates alcalins hypochlorites alcalins	<u>Organiques</u> monoéthylamine diméthylamine d'ammonium triméthylamine butylamine allylamine cyclohexylamine éthylènediamine pyridine, quinoléine hydroxylamines hydrazines
SELS METALLIQUES	
chromates alcalins dichromates alcalins dichlorure de mercure chlorure de zinc hexachloroplatinates	

HYDROCARBURES	
<p><u>Hydrocarbures saturés</u> alcanes simples essences white-spirit kérosène</p> <p><u>Hydrocarbures éthyléniques</u> cyclohexène Essence de térébenthine</p>	<p><u>Hydrocarbures aromatiques</u> toluène xylènes mésitylène styrène biphényle</p>
DERIVES ORGANIQUES HALOGENES	
<p><u>Haloalcanes</u> halogénures de méthyle chlorure de vinylidène dichlorométhane chlorure d'allyle 1,2-dichloroéthane 1,1,2,2-tétrachloroéthane Trichloroéthylène halogénures de benzyle perchloroéthylène</p>	<p><u>Haloarènes et dérivés</u> chloronaphtalènes polychlorobiphényles polybromobiphényles dioxine</p>
DERIVES ORGANIQUES OXYGENES	
<p><u>Alcools, phénols, hydroperoxydes, peroxydes</u> butanols amylols alcool allylique alcool benzylique cyclohexanol haloalcools phénols : phénol crésols diphénols triphénols hydrogénoperoxyde de t-butyle peroxyde de benzoyle</p> <p><u>Aldéhydes, acétals</u> aldéhyde formique acétalaldéhyde chloroacétalaldéhyde crotonaldéhyde furfural méthylal</p> <p><u>Cétones, quinones</u> méthylbutylcétone méthylamylcétone acétonylacétone oxyde de mésityle</p>	<p><u>Esters</u> formiate de méthyle formiate d'éthyle chloroformiate d'éthyle acétate de méthyle acétate d'éthyle acétate d'allyle chloroacétate d'éthyle acrylate de méthyle sulfate de diméthyle sulfate de diéthyle phosphate de triméthyle phosphate de tributyle</p> <p><u>Ethers</u> éther diisopropylique éther dibutylique dioxane oxyde d'éthylène vanilline haloéthers résines époxy</p>

α-halocétones parabenzoinone haloquinones	
DERIVES ORGANIQUES AZOTES	
<u>Dérivés nitrés</u> nitroéthane nitropropanes nitrobutanes chloropicrine	<u>Autres dérivés azotés</u> diéthylformamide acrylamide acrylonitrile
DERIVES ORGANIQUES SOUFRES	
2-mercaptoéthanol ypérite (gaz moutarde) sulfure de carbone	

I.4.5 - Produits allergisants

Ils déclenchent une réaction anormale du système de défense immunitaire. Il en résulte divers troubles variables selon la cible : eczéma, conjonctivite, rhinite, asthme, bronchite ...

Tableau 9 : Principales substances allergisantes

<u>Composés</u>	<u>Effets allergisants</u>
Aldéhydes	Dermite, asthme
Anhydrides d'acides	Asthme, rhinite
Esters insaturés	Dermite
Phénols	Dermite, dépigmentation
Amines	Dermite
Hydrazines	Dermite
Isocyanates	Dermite, conjonctivite, asthme

I.4.6 - Produits pulvérulents

L'inhalation prolongée de produits pulvérulents tels que la silice, l'amiante, les fibres de verre, peut entraîner une difficulté croissante à respirer.

L'inhalation prolongée d'amiante peut entraîner des cancers (tels que broncho-pulmonaires).

I.4.7 - Agents déshydratants

Du fait de leur affinité pour l'eau, ils provoquent des brûlures quand ils sont en contact avec la peau ou les muqueuses.

Ex. l'acide sulfurique, l'acide perchlorique, KOH, NaOH, l'oxyde de calcium ou chaux vive, le toluène, les xylènes, l'alcool absolu...

I.4.8 - Gaz et vapeurs

Les irritants simples entraînent des inflammations des muqueuses.

Ex. NH₃, HCl, H₂SO₄, HNO₃, HF, CH₃COOH, Cl₂, Br₂.

Les irritants secondaires exercent en plus des effets précédemment cités une action toxique sur l'ensemble de l'organisme. *Ex. H₂S, H₃P.*

Les gaz asphyxiants simples sont dangereux à forte concentration (correspondant à 20 ou 30 % de l'air expiré). *Ex. N₂, H₂, He, CH₄, C₂H₆.*

Les gaz asphyxiants chimiques dont l'action empêche chimiquement l'oxygène de jouer son rôle produisent une asphyxie, même à très faible dose. *Ex. CO₂, HCN, H₂S.*

Remarque : *Les produits lacrymogènes irritent fortement les yeux et les voies respiratoires supérieures.*

I.5 - Toxicité des solvants

Un solvant est un liquide qui a la propriété de dissoudre, de diluer ou d'extraire d'autres substances sans provoquer de modification chimique de ces substances et sans se modifier lui-même. Les solvants jouent un rôle essentiel tant dans le domaine industriel que dans les laboratoires de recherche ou la vie quotidienne. Aucun solvant

n'est inoffensif. Même si la toxicité est très variable d'un solvant à un autre, tous peuvent être à l'origine d'intoxications

I.5.1 - Usages

Leurs usages sont multiples :

- mise en solution
- extraction
- purification (cristallisation, chromatographie)
- agents de réfrigération
- matières premières ou réactifs
- lavage de la verrerie
- agents de nettoyage (dégraissants : nettoyage des textiles...)
- décapants (élimination des peintures, vernis, colles...)
- recherche d'effets spéciaux. ...

I.5.2 - Principaux risques

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

- **Risques dus à l'instabilité.** Les *éthers* peuvent réagir avec l'oxygène de l'air en formant des *peroxydes* instables qui peuvent exploser avec violence en cours de distillation, en fin d'évaporation de ces solvants peroxydés.

Après purification, les solvants peuvent être stockés sur sodium divisé ou mieux sur tamis moléculaire, à l'abri de la lumière.

- **Risques liés aux effets toxiques.** Beaucoup de solvants présentent des dangers pour la santé. *Ex. atteintes cutanées, neurotoxicité, hépatotoxicité, pouvoir cancérigène, action sur le système reproducteur, action foetoxique...*

Intoxication aiguë : imputée à l'affinité des solvants pour les organes riches en lipides. Elle touchera en priorité le système nerveux, le cœur, le foie, les reins...
Ex. CHCl₃ peut déclencher une hyperexcitabilité du myocarde entraînant une défaillance cardiaque.

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

I.5.3 - Principaux solvants dangereux

Une exposition régulière, même à faible dose, à un ou plusieurs solvants, peut entraîner à plus ou moins long terme une atteinte souvent irréversible des organes cibles. Certains effets sont communs à la plupart des solvants alors que d'autres sont spécifiques à certaines substances.

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

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

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

- **solvants halogénés.** En règle générale, ils présentent une toxicité importante sur le système nerveux et parfois sur le coeur. Parmi ceux-ci, *CCl₄*, *1,1,2,2-tétrachloroéthane*, *CHCl₃*, *1,2-dichloroéthane*, les dérivés éthyléniques chlorés. Ils sont aussi des hépatotoxiques redoutables et souvent dangereux pour les reins. En effet, ils sont en partie métabolisés par le foie et éliminés par les reins : organes cibles privilégiées. La combustion des solvants chlorés libère des gaz caustiques tels que l'acide chlorhydrique et le phosgène.

- **autres solvants.** De tous les alcools, le *méthanol* est de loin le plus nocif. C'est un toxique cumulatif exerçant une action sélective au niveau du nerf optique qui peut entraîner une baisse de l'acuité visuelle aboutissant souvent à la cécité.

Parmi les éthers, le *1,4-dioxane*, solvant irritant de la peau, des yeux et des voies respiratoires est aussi hépto- et néphrotoxique.

Beaucoup de solvants azotés (nitroalcanes, nitrobenzène, aniline...) sont des toxiques du sang. Le 2-nitropropane est reconnu cancérigène pour l'Homme.

Le *DMF*, solvant irritant qui pénètre facilement à travers la peau, est un hépatotoxique.

Tableau 10 : Principaux solvants cancérogènes chez les animaux

SOLVANT	ANIMAUX D'EXPERIENCE	LOCALISATION TUMORALE
Chlorure de méthylène	souris, hamster	foie, poumons
Chloroforme	rat, souris	reins
Tétrachlorure de carbone	rat, souris	foie
1,2-Dichloroéthane	rat, souris	variable
1,1,2,2-tétrachloroéthane	rat, souris	foie
Trichloroéthylène	souris	foie
Tétrachloroéthylène	souris	foie
1,4-Dioxane	rat	cavité nasale, foie
2-Nitropropane	rat	foie
Diméthylformamide	rat	tractus gastro-intestinal
Hexaméthylphosphotriamide	rat	cavité nasale

II - RISQUE D'INCENDIE

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

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

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

Tableau 11 : Principaux solvants toxiques et leurs produits de remplacement

SOLVANTS TOXIQUES	SITE D'ACTION	TROUBLES OBSERVES	SOLVANTS DE REMPLACEMENT
HEXANE	SNP, SNC	Polynévrite	Pentane, Heptane, Cyclohexane, Méthylcyclohexane
BENZENE*	Moelle osseuse	Anémie aplasique*, Leucémie	Toluène (\pm), Cyclohexane
CHLOROFORME*	SNC, Coeur, Foie, Reins	Troubles nerveux, Myocardie, Hépatonéphrite, Cancer (foie, reins ...)	Dichlorométhane, 1,1,1- Trichloroéthane
TETRACHLORURE DE CARBONE**	Foie, Reins	Cirrhose, Néphrite	Dichlorométhane, 1,1,1- Trichloroéthane
1,2-DICHLOROETHANE**	SNC, Foie, Reins	Cirrhose, Néphrite, Troubles nerveux, Hépatonéphrite,	Dichlorométhane, 1,1,1- Trichloroéthane
TRICHLOROETHYLENE **	SNC, Coeur, Foie, Reins	Troubles nerveux, cardiaques	Dichlorométhane, 1,1,1- Trichloroéthane
PERCHLOROETHYLENE**	SNC, Foie, Reins	Cancer du foie **	Dichlorométhane, 1,1,1- Trichloroéthane
METHANOL	Nerf optique	Troubles généraux, Cécité	Ethanol
ETHYLENE GLYCOL	Reins	Néphrite	Propylène glycol
METHOXY ETHANOL ETHOXY ETHANOL	Moelle osseuse, Système reproducteur	Anémie, Atrophie testiculaire, Effets tératogènes	Propoxyéthanol, Butoxyéthanol, 1-Alcoxypropan-2-ol
DIOXANE **	Foie, Reins, Cavité nasale	Hépatonéphrite, Cancer du foie, Cancer de la cavité nasale	Tétrahydrofurane
2- NITROPROPANE **	Foie	Cancer du foie	Nitrométhane, 1-nitropropane
FORMAMIDE N, N-DIMETHYLFORMAMIDE	Foie	Atteinte hépatique, Effets tératogènes, Cancer du testicule*	N-methyl-2-pyrrolidone
ACETONITRILE	SNC	Troubles généraux (Convulsions...)	
SULFURE DE CARBONE	SNC, SNP...	Troubles généraux, Polynévrite, Cécité	

SNC : Système nerveux central **SNP** : Système nerveux périphérique * Cancérogènes chez l'homme ** Cancérogènes en expérimentation animal

Tableau 12 : Toxicité comparée des principaux solvants chlorés

SOLVANT	ORGANOTOXICITE					CANCEROGENE CHEZ L'ANIMAL	TOXICITE GENERALE
	Système nerveux	Foie	Reins	Coeur	Peau, yeux		
Dichlorométhane	++		+	+		*	Moyennement toxique
Chloroforme *	+++	++	+++	+++	+	*	Très toxique
Tétrachlorure de carbone *	+	+++	++	++	+	*	Très toxique
1,2-Dichlorométhane *	++	++	+		+	*	Très toxique
1,1,1-Trichloroéthane *	+++	+			+		Moyennement toxique
1,1,2,2-tétrachloroéthane *	+++	+++	++	+	+	*	Très toxique
Pentachloroéthane	+++	++	+			*	Très toxique
1,2-Dichloropropane *	++	++	+				Moyennement toxique
1,2-Dichloroéthylène *	+++	+	+	+++	+	*	Très toxique
Trichloroéthylène*	+++	+	+	+++	+	*	Moyennement toxique
Tétrachloroéthylène *	+++	+		+	+	*	Moyennement toxique
Chlorobenzène	+++	+	+		+		Moyennement toxique

* Reconnu comme maladie professionnelle.

Organotoxicité : + faible ++ moyenne +++ fort

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

Par ailleurs, une fêlure dans le chauffe-ballon peut être une cause de surchauffe capable de casser le ballon en verre d'un appareil à distiller. Un incendie éclate alors brusquement.

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

III - RISQUE D'EXPLOSION

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

L'explosion a plusieurs causes :

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

Remarque L'acide perchlorique se combine à certaines matières organiques (bois, mastic) pour former des composés capables d'exploser au choc.

Tableau 13 : Principales fonctions instables

TYPE DE LIAISON	FONCTION	EXEMPLES
$-O - O -$	Peroxy	Eau oxygénée ($H - O - O - H$)
$-O - O - 2M^+$	Peroxyde métallique	Peroxyde de sodium (Na_2O_2)
$-O - O - H$	Hydroperoxyde	Hydrogénoperoxyde de terbutyle
$R - O - O - R'$	Peroxyde, Peracide	Peroxyde de diterbutyle, Acide peracétique
$R - O - X$	Hypohalogénure	Hypochlorite de terbutyle (Chlorate (I) de terbutyle)
$-O - O - O -$	Ozonide	Ozone (O_3)
ClO_4^-	Perchlorate	Acide perchlorique Perchlorates inorganiques Perchlorates organiques
$R - O - NO_2$	Nitrate organique	Trinitroglycérol
$(R) - (NO_2)_n$	Polynitro	Tétranitrométhane Trinitrotoluène (TNT)
$M(CNO)_2$	Fulminate	Fulminate de mercure
$N - X$	Haloamine	Chloramine Haloimide : N-Bromo-acétamide
$-N^+ = N - X^-$	Sel de diazonium	Chlorure de benzène diazonium
$-N = N^+ = N^- M^+$	Azoture (azide)	Azoture d'argent Azoture d'iode
$-C \equiv C^- M^+$	Acétylure	Acétylure d'argent

* Le fulminate de mercure $Hg(C=N^+-O^-)_2$, utilisé dans les détonateurs explose à partir de $85^\circ C$ et est particulièrement sensible au choc.

IV - RISQUE DE REACTION VIOLENTE

C'est le cas d'une réaction exothermique qui peut donner lieu à un débordement et à un brusque dégagement de vapeurs ou de gaz.

Une réaction violente accompagnée de projections se produit lorsque l'eau vient au contact de certains composés (*métaux alcalins, acides, anhydrides, chlorures d'acides, amidures, hydroxydes alcalins et alcalino-terreux ...*).

Quand on utilise une trompe à eau et qu'on ferme son robinet d'alimentation sans enlever le tuyau de la trompe, il se produit un retour d'eau vers le récipient sous vide. Si le récipient contient un produit facilement hydrolysable, une réaction violente peut avoir lieu.

V - RISQUE DE BRÛLURE CHIMIQUE

Les brûlures chimiques sont provoquées par :

- des produits gazeux, liquides ou solides ayant une forte réaction acide ou alcaline et qui s'hydrolysent facilement au contact de l'humidité en produisant des dérivés acides ou alcalins.

- de nombreux produits corrosifs tels que *peroxydes, halogènes, certains oxydes et sels.*

VI - RISQUE DE BRÛLURE THERMIQUE

Les brûlures thermiques sont essentiellement provoquées par :

- des bains d'eau, d'huile ou de métal fondu.
- l'ébullition d'un liquide dans un récipient en verre s'effectuant irrégulièrement avec soubresauts.

VII - RISQUE DE GELURE

Ce risque peut provenir de l'utilisation de liquides cryogéniques (gaz liquéfiés).

Ex. azote liquide à -196 °C,

bains de solvants refroidis à la glace carbonique.

VIII - RISQUE DE BLESSURE

Ce risque peut survenir lors de :

- la mise en place manuelle d'un tube en verre dans un bouchon en caoutchouc.
- de verrerie cassée jetée dans les poubelles.

IX - RISQUE D'IRRADIATION

Le risque d'irradiation externe existe en présence de :

- générateurs de rayons X
- sources scellées (jauges, irradiateurs, ioniseurs, gammagraphie)
- sources non scellées (molécules marquées). Elles peuvent accidentellement contaminer les surfaces de travail, les vêtements, le corps, l'atmosphère.

B - RISQUES NON CHIMIQUES

I - RISQUES DUS AU COURANT ELECTRIQUE

Dans les laboratoires de chimie, on emploie un grand nombre d'appareils électriques fonctionnant sur 220 V.

Les risques liés au courant électrique sont de deux sortes

- conséquences possibles d'un contact corporel avec le courant électrique entraînant :

* ELECTRISATION : risque qui n'entraîne pas la mort.

* ELECTROCUTION : risque qui entraîne la mort.

- risque d'incendie

I.1 - Conséquences d'un contact corporel avec le courant électrique

Le danger du courant électrique dépend de l'intensité du courant traversant le corps humain, du temps de passage du courant dans le corps et de l'état de la résistance du corps humain.

I.1.1 - Influence de l'intensité du courant électrique

Tableau 14 : Intensité du courant alternatif (I en mA) et effets sur le corps humain

I (valeurs approximatives variant selon la personne)	Effets sur le corps humain
0,5 à 1	Seuil de perception suivant l'état de la peau
8	Choc au toucher, réaction brutale
10	Choc électrique + contraction des muscles - Crispation durable
20	Choc électrique + début de téτανisation de la cage thoracique
30	Choc électrique + téτανisation du thorax
40	Choc + téτανisation + Fibrillation ventriculaire : survie limitée à 3 mn par arrêt ventriculaire
70 à 100	Choc + téτανisation + Fibrillation ventriculaire + brûlures
1000	Arrêt cardiaque immédiat + brûlures profondes + décomposition chimique du sang (phénomène irréversible = mort certaine)
> 1000	Centres nerveux détruits - Décomposition chimique interne

I.1.2 - Influence du temps

Avec 30 mA pendant 5 s, il reste une possibilité sur deux de survivre. Mais aussi avec 300 mA pendant 0,5 s, il reste une possibilité sur deux de survivre.

I.1.3 - Etat de la résistance du corps humain

Elle varie fortement en fonction de différents paramètres :

- La fatigue, la santé, l'âge de la personne
- L'état hygrométrique de la peau aux points de contact
- La qualité de la peau
- La surface de contact
- La tension appliquée entre points de contacts.

I.1.4 - Quelques exemples

Un risque d'électrocution existe lorsque des conducteurs sont dénudés ou arrachés. Par ailleurs, un défaut d'isolement peut porter l'enveloppe métallique d'un appareil électrique à une tension dangereuse. Aussi, lorsque les prises, les câbles et les fiches électriques sont défectueux ou mouillés, ils peuvent provoquer des courts-circuits et présenter un danger de mort en cas de contact corporel.

I.2 - Risques d'incendie

Le courant électrique peut provoquer des incendies suite à :

- des courts-circuits sur les installations, les appareils, les ordinateurs...
- un contact accidentel de substances inflammables avec les résistances électriques, les interrupteurs, etc...

II - RISQUE DÛ AU CHAMP MAGNETIQUE

Les personnes ayant un stimulateur cardiaque ne doivent pas pénétrer dans les locaux contenant des appareils émettant un champ magnétique intense tels que les spectromètres de RMN.

III - RISQUE DÛ AUX RAYONS UV

Les lampes à rayonnement UV manipulées sans précaution peuvent irriter les yeux et brûler la peau.