

Présenté par :
M. KEDDAR

CHAITRE VIII : TOXICOLOGIE

I- CRITÈRES DE CLASSIFICATION DES DANGERS

L'attribution des catégories très toxiques, toxiques ou nocives est effectuée par détermination de la toxicité aiguë de la substance ou préparation sur des animaux, et est exprimée sous forme de DL50 ou CL50 en fonction des gammes de doses.

Les substances cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction sont classées en trois catégories par la communauté européenne, reprises dans la réglementation française (tableau 1).

La toxicologie expérimentale est un domaine en plein développement, qui étudie les troubles provoqués chez l'animal par une substance ou un mélange. L'extrapolation directe à l'homme des résultats obtenus chez l'animal (*in vivo*) et ceux obtenus *in vitro*, ne peut se pratiquer que dans certaines limites.

En ce qui concerne les propriétés toxicologiques, la classification se rapporte à la fois aux effets aigus (court terme) et chroniques (à long terme) de ses produits et qui découlent soit d'une ou plusieurs expositions qui sont répétées ou prolongées.

Le classement des produits ou préparations se fait en fonction de toxicité aiguë du produit qui exprime la DL50 ou la CL50 sur la base d'expériences sur les animaux de laboratoire.

II- TOXICOLOGIE

La toxicologie est l'étude de la nature et du mécanisme de la toxicité des substances sur des organismes vivants. Cette définition inclut aussi la mesure de la sévérité et de la fréquence des effets en relation avec le degré d'exposition des organismes considérés.

On entend par toxicité, la capacité inhérente à une substance de produire un effet délétère sur l'organisme.

III- OBJECTIFS DE LA TOXICOLOGIE INDUSTRIELLE

Cette discipline a pour objet l'étude :

- 1- De l'exposition des salariés aux produits,
- 2- Des modalités de la contamination interne par les toxiques
- 3- Des symptômes et des signes d'intoxication
- 4- Des moyens de dépistage, de traitement et de prévention des intoxications.

❖ Pour être intoxiqué, il faut avoir été obligatoirement contaminé, et pour être contaminé, il faut obligatoirement avoir été exposé. Par contre, on peut très bien être contaminé sans pour autant passer au stade de l'intoxication. On peut être exposé sans forcément être contaminé (si on a une bonne protection).

❖ Trois notions fondamentales : « *Exposition, Contamination et Intoxication* »

III.A- NOTION D'EXPOSITION

Il s'agit en fait de la pollution du milieu extérieur immédiat en contact avec un sujet, par un toxique.

Le toxique peut revêtir plusieurs formes de Gaz et vapeurs, liquide (en aérosols), ou solide (poussières en suspension).

La législation donne des valeurs limites indicatives à ne pas dépasser pour la plupart des toxiques.

La V.L.E. : valeur limite d'exposition. Il s'agit du seuil maxima tolérable pour une exposition sur une courte durée (15 à 30 minutes) au risque d'une intoxication aiguë.

La V.M.E. : Valeur moyenne d'exposition. Il s'agit du seuil maxima tolérable. Pour une exposition prolongée (8 heures) au risque d'une intoxication chronique.

III.B- NOTION DE CONTAMINATION

La contamination englobe plusieurs phases successives, à l'intérieur de l'organisme.

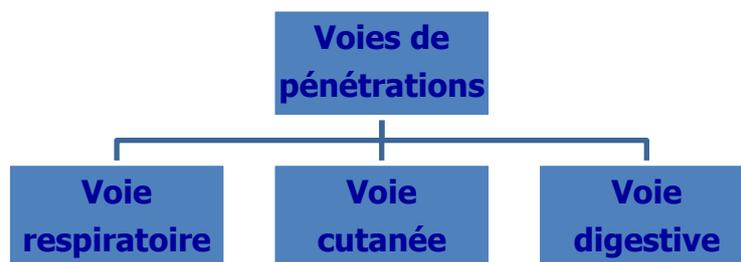
- A- La Pénétration dans l'organisme,
- B- La transformation du toxique dans l'organisme,
- C- L'élimination du toxique de l'organisme.

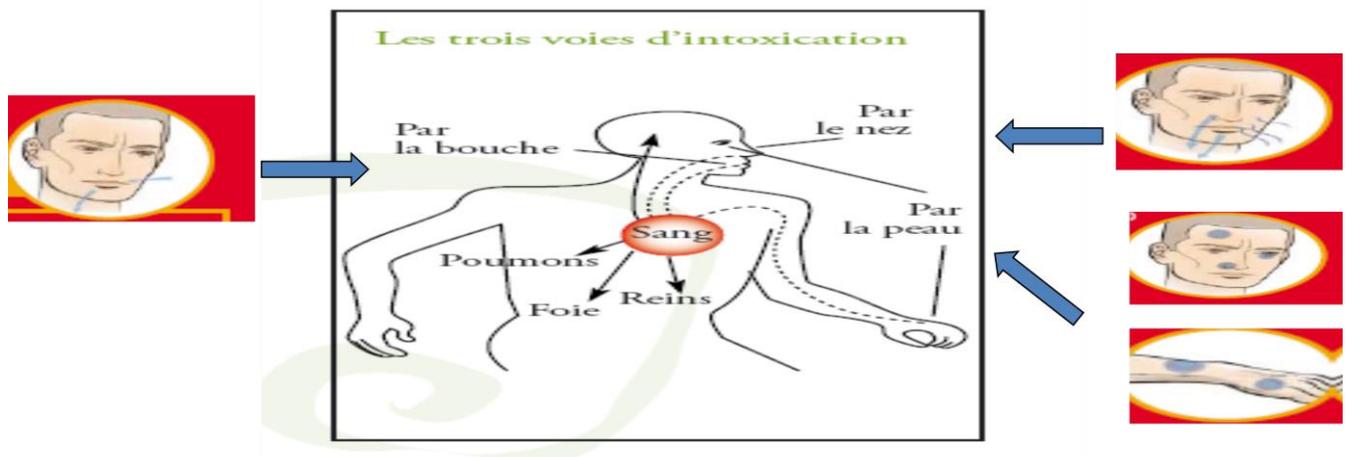
1- PÉNÉTRATION DU TOXIQUE DANS L'ORGANISME

❖ *Absorption, Distribution, Stockage.*

1.1- Absorption :

L'absorption est le passage du toxique du milieu extérieur vers l'intérieur de l'organisme. Les voies d'absorption sont :





❖ *Voie respiratoire (pulmonaire)*

L'inhalation de polluants pourra être à l'origine de maladies de la sphère O.R.L. avec irritation des muqueuses des voies respiratoires (fosses nasales, trachée, bronches et bronchioles).

Certains gaz toxiques peuvent empêcher le fonctionnement normal du transport de l'oxygène vers les tissus (monoxyde de carbone qui prend la place de l'oxygène dans le sang, l'hydrogène sulfuré au niveau des cellules).

Lorsque les concentrations sont suffisantes, des répercussions circulatoires, rénales et cérébrales peuvent apparaître.

❖ *Voie cutanée (solvants)*

C'est surtout la voie d'absorption de produits solubles dans les graisses (solvants).

L'agent toxique agit directement par effet de contact sur les cellules de revêtement et engendre une irritation suivie d'une inflammation.

Dans certains cas, la gravité de l'atteinte peut être très importante et laisser des séquelles permanentes par exemple les kératoses du goudron.

❖ *Voie digestive*

Elle intéresse surtout les liquides et certains solides, soit par ingestion directe (ingestion par mégarde ou par tentative de suicide), soit par ingestion secondaire (toxiques initialement passés par voie pulmonaire et rejetés par Les glaires, secondairement ré ingérées, toxiques éliminés par la salive secondairement ré ingérées)

L'effet toxique de ces contaminants porte essentiellement sur les os, le système nerveux, les reins et le foie.

Les toxiques diffusent ensuite par la voie sanguine dans l'organisme, puis dans les organes-cibles (cerveau, foie, reins) et sont transformés par voie enzymatique, puis éliminés

sous forme de métabolites, généralement dans les urines. Dans certains cas, c'est l'un des métabolites qui est toxique.

1.2- Distribution

Une fois passée la barrière de l'organisme, le toxique se retrouve dans le sang circulant et donc distribué dans tout l'organisme. C'est ainsi qu'il va pouvoir se concentrer dans certains organes dits "organes-cibles". Des "barrières" protègent certains organes contre certains toxiques : la barrière hémato-encéphalique, la barrière placentaire.

1.3-Stockage

Certains toxiques se concentrent préférentiellement dans des organes et y séjournent quelquefois très longtemps : les solvants se concentrent dans les tissus adipeux, les métaux se concentrent dans le tissu osseux.

2- TRANSFORMATION DU TOXIQUE DANS L'ORGANISME

❖ Métabolisation

Le foie et le rein sont les principaux organes au sein desquels se transforment les toxiques, grâce à des enzymes, en des produits généralement moins dangereux, qui seront éliminés secondairement. Il peut arriver que ce soit le métabolite qui soit lui-même toxique.

3- ELIMINATION DU TOXIQUE DE L'ORGANISME

Une petite partie des toxiques peut être éliminée dans leur forme chimique initiale soit par voie pulmonaire, soit dans les urines. Mais généralement, le toxique est éliminé par voie urinaire sous la forme de son (ses) métabolite(s).

La voie biliaire est une voie annexe d'élimination, lorsque les éléments sont de gros poids moléculaire.

Enfin quelques voies d'élimination secondaires existent: salive, sueur, phanères, lait maternel.

IV- EFFET TOXIQUE

L'effet toxique lié à un produit dépend :

- 1- De la nature du produit,
- 2- De la dose absorbée (voir la fiche de sécurité de ce produit),
- 3- Du caractère cumulatif éventuel des doses et des effets,
- 4- De la voie de pénétration,
- 5- Des aptitudes métaboliques de l'individu,
- 6- De l'état du sujet (fatigue, maladie, stress),
- 7- Des autres produits introduits dans l'organisme accidentellement ou non (autres toxiques, tabac, alcool, médicaments).

L'effet toxique lié à un produit peut être :

- 1- Un effet local au point de pénétration,
- 2- Un effet général plus ou moins important
- 3-La mort.

V- NOTION D'INTOXICATION

L'intoxication est l'apparition de signes biologiques ou cliniques Pathologiques provoqués par le toxique ⇒ L'intoxication est donc un dysfonctionnement d'une fonction pouvant aller jusqu'au trouble pathologique, à la maladie aiguë ou chronique: c'est la conséquence pathogène de la contamination.

En cas de contamination massive, l'intoxication est aiguë. Elle peut aussi être chronique, modérée, évoluant à bas bruit.

Les signes d'intoxication peuvent être dus à une neuro-toxicité, une hémato-toxicité, une hépato-toxicité, ou à une néphro-toxicité ⇒Notion d'organes-cibles : il s'agit d'un organe particulièrement sensible à l'action d'un toxique.

VI-TYPES D'INTOXICATION

❖ *Intoxications aiguës*

Elles surviennent après l'absorption importante ou massive d'un toxique sur une période (24H au maximum).

Les signes cliniques sont nets, souvent alarmants, quelquefois mortels.

Certaines catastrophes écologiques ont provoqué de nombreux cas d'intoxications aiguës graves et souvent mortelles, comme le drame de Bhopal (Inde) qui a provoqué des milliers de morts par intoxication aiguë aux Iso-cyanates.

**/ Toxicité aiguë,*

**/ Toxicité systémique*

Les tests de toxicité aiguë mesurent les effets néfastes qui apparaissent dans un temps court (1 à 14 jours) après administration d'une substance à dose unique ou fractionnée sur une période maximale de 24 h.

Les espèces les plus fréquemment utilisées sont le rat (voie orale ou inhalation), le lapin (voie cutanée), on y ajoute la souris et quelquefois le chien.

Les principaux effets recherchés sont : la létalité (ou mortalité), la baisse de la consommation de nourriture et/ou de boisson, les variations de poids du corps ou des organes, les signes cliniques et les modifications pathologiques visibles à l'œil nu.

La relation dose-réponse met en corrélation la dose d'exposition et les modifications cliniques ou biologiques induites ; Cette relation :

- Établit le fait que le produit chimique a bien induit les effets observés,
- Mesure la plus faible dose efficace (effet seuil),
- Et détermine la vitesse d'apparition de l'effet.

Le seuil de toxicité apparaît quand l'organisme ne peut plus réparer la lésion

La courbe dose-réponse est utilisée pour estimer certaines doses (ou concentrations) létales comme la DL50 (dose létale pour 50% des animaux exposés par voie orale ou cutanée) et la CL50 (concentration létale pour 50% des animaux exposés par inhalation).

La DL50 : dose exprimée en mg/kg de poids vif, entraînant la mort de la moitié des animaux soumis au test.

La CL50 : Concentration en mg/litre d'eau entraînant la mort de 50% des animaux soumis au test pendant une durée donnée.

❖ *Effets létaux : DL50 / CL50*

La CL50 est définie comme la "concentration létale" c'est à dire la concentration d'un polluant toxique de l'air ou des eaux provoquant 50% de mortalité dans une population exposée à ce dernier pendant une période de temps fixée, généralement entre 24 et 96h.

La DL50 est définie comme étant la dose létale. C'est la dose provoquant la mort de 50% des organismes exposés au bout d'une période de temps fixée, généralement entre 24 et 96h. Dans ce cas, le produit toxique est directement administré via l'alimentation ou par injection.

Les tests de DL50 et CL50 sont des tests dépendants du temps (24 à 96h).

On peut être confronté à des intoxications aiguës par monoxyde de carbone (CO), par solvants.

L'estimation de la toxicité aiguë s'établit en déterminant des doses entraînant la mort (dose létale : DL, concentration létale : CL). On définit les DL 50 et les CL 50 qui correspondent à la mort de la moitié de la population testée.

❖ *Effets sublétaux : CE50 / DE50*

La CE50 est définie comme la "concentration provoquant un effet" c'est à dire la concentration d'un polluant toxique de l'air ou des eaux provoquant l'effet suivi (modification de la croissance, de la reproduction, de la motricité, évitement) chez 50% de la population exposée à ce dernier pendant une période de temps fixée.

La DE50 est définie comme étant la « dose provoquant un effet ». C'est la dose provoquant l'effet suivi chez 50% des organismes exposés au bout d'une période de temps fixée. Dans ce cas, le produit toxique est directement administré via l'alimentation ou par injection.

Lowest observed effect level (LOEL) : Dose la plus faible ayant un effet décelable

Lowest observed effect concentration (LOEC) : Concentration la plus faible ayant un effet décelable

No observed effect level (NOEL) : dose la plus élevée sans effet décelable

No observed effect concentration (NOEC) : concentration la plus élevée sans effet décelable.

❖ *Intoxication subaiguë:*

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

❖ *Toxicité subaiguë (ou toxicité à moyen terme)*

Elle renseigne sur les effets toxiques spécifiques sur des organes-cibles et chez des femelles gestantes des effets fœtotoxiques ou tératogènes et correspond à une administration répétée du produit sur une période n'excédant pas 3 mois (2 jours à 90 jours) de doses inférieures à la dose létale (Rongeur et chien)

La dose la plus élevée doit entraîner des effets toxiques sans mortalité.

La dose la plus faible ne doit pas provoquer d'effets toxiques.

❖ *Intoxication chronique:*

Elle résulte d'expositions répétées et fréquentes à de faibles ou très faibles doses de toxique, réparties sur quelques mois à quelques années. Il s'agit de l'accumulation de toxiques dans l'organisme ou de l'addition des effets comme pour les produits cancérogènes. Ce sont des expositions souvent méconnues mais fréquentes au cours du travail quotidien.

L'utilisation fréquente et prolongée de certains produits peut entraîner des atteintes graves (Cancer, leucémie et mutations génétiques...).

On peut ainsi avoir :

Des atteintes neurologiques centrales (encéphalopathies), ou périphériques (polynévrites) avec le plomb, ou avec certains solvants (hexane).

Des atteintes des reins : avec les métaux lourds (Pb, Hg, Cd) : Exemple: Maladie de Minamata, intoxication au mercure liée à l'absorption de chair de poisson, lui-même intoxiqué par des déversions de mercure dans la mer dans la baie de Minamata au Japon.

Des atteintes hépatiques : avec certains solvants (tétrachloréthylène).

Des atteintes pulmonaires : amiante. Le problème le plus important des intoxications chroniques est celui de la cancérogénicité des produits chimiques.

❖ *Toxicité chronique (Toxicité à long terme)*

Elle s'évalue sur toute durée de vie de l'animal qui est exposé de manière répétée à de faibles concentrations (ou doses) d'un produit chimique.

Elle permet de fixer des doses seuils et permet notamment d'étudier les Effets cancérogènes d'un produit.

Chez les rongeurs, ces études durent deux ans et permettent de détecter les lésions induites à long terme et en particulier les tumeurs bénignes et malignes.

Ces différentes formes de toxicité permettront de fixer les valeurs limites d'exposition:

Les valeurs limites sont établies à partir d'informations relatives aux propriétés toxiques des substances. Ces informations sont tirées de l'expérience industrielle (observations isolées, enquêtes épidémiologiques) et d'études sur des animaux de laboratoire. Les valeurs retenues visent à protéger des effets irritants, toxiques, immédiats ou à long terme ; Dose sans effet observée (DSEO).

❖ **Valeur limite (VL):**

La valeur limite d'un composé chimique correspond à sa concentration dans l'atmosphère dans laquelle une personne peut travailler pendant un temps donné sans risque d'altération pour sa santé.

VII- EN CAS D'INTOXICATION GRAVE



*/ Si la victime ne respire plus, pratiquer immédiatement le bouche à bouche ⇒ C'est le geste qui sauve.

*/ Si la victime est à peine consciente ou qu'elle ne l'est plus, il faut la mettre en position latérale de sécurité c'est-à-dire la tête sur le côté.



*/ Muni de l'emballage ou de l'étiquette du produit en cause, Prévenir les secours d'urgence, le médecin et le centre antipoison.



Ne pas faire vomir, ni boire sauf si l'étiquette du produit le prescrit et seulement si la victime est consciente.

VIII- EN CAS D'INTOXICATION AIGUE ⇒ EPURATION DIGESTIVE

***/ Tableau 1 :** Contre indications à l'épuration digestive dans les intoxications aiguës :

- / Intoxication par caustiques (corrosifs), hydrocarbures, produits moussants.
- / Age inférieur à 6 mois.
- / Iléus (Obstruction de l'intestin).

***/ Tableau 2 :** Principales substances à fort potentiel toxique impliquées dans les intoxications aiguës par ingestion :

- / Toxiques lésionnels : Colchicine (utilisé dans le traitement de la goutte mais très toxique à forte dose)
- / Toxiques fonctionnels, Théophylline :Alcaloïde de thé (Antidépresseurs, Barbituriques).

***/ Tableau 3:** Antidépresseurs tricycliques Barbituriques Colchicine Phénothiazines :

- / Benzodiazépines Digitaliques Salicylés
- / Carbamazépine Paracétamol.

❖ *Quel est l'intérêt des vomissements provoqués ?*

Les vomissements provoqués sont licites dans l'heure suivant une ingestion de produits à fort potentiel toxique (Tableau 2).

Le sirop d'Ipeca est préconisé et doit être administré par un médecin. La dose doit être répétée une fois si aucun vomissement n'est survenu 20 minutes après l'ingestion.

❖ *Quel est l'intérêt du lavage gastrique ?*

Il est rationnel de le proposer en milieu hospitalier dans les intoxications par les substances à fort potentiel toxique (tableau 2). Dans ce cas, le lavage gastrique peut être utile dans le but de soustraire de l'organisme des quantités même infimes de toxique, en association avec le charbon activé lorsqu'il s'agit d'une substance adsorbable.

❖ *Quel est l'intérêt du charbon activé ?*

Le charbon activé (1 gramme pour 10 ml d'eau) est utile dans toutes les intoxications médicamenteuses par substances adsorbables (Tableau 3). Chez l'adulte, elle est de l'ordre de 50 à 100 g. Chez l'enfant, les posologies habituelles, à moduler en fonction de la dose ingérée, sont : moins de 10 kg à 20 g ; plus de 20 kg, 30 à 50 g.

❖ *Quel est l'intérêt de l'accélération du transit intestinal ?*

Obtenue par ingestion de Sorbitol, ce dernier est utile pour prévenir la constipation provoquée par le charbon activé administré à doses répétées.

IX- LISTE DE PRODUITS A RISQUE CANCERIGENE

Le Centre International de Recherche sur le Cancer (C.I.R.C) a établi une liste de produits selon leur risque cancérigène pour l'Homme, avec 4 groupes :

➤ **Groupe 1** : Cancérogènes certains pour l'homme : Par exemple: benzène (leucémies), amiante, fumées de tabac (cancers du poumon et de la vessie), béryllium, cadmium, chrome (cancers du poumon), chlorure de vinyle (cancer du foie), rayonnement solaire (cancers de la peau).

➤ **Groupe 2** : -/ Sous-groupe 2A : cancérogènes probables
- / Sous-groupe 2B : cancérogènes possibles

➤ **Groupe 3** : Absence d'indications

➤ **Groupe 4** : Non cancérogènes pour l'homme : L'amiante est là pour nous rappeler que l'absence de prise de décisions à un moment donné peut avoir des conséquences dramatiques plusieurs dizaines d'années plus tard.

Tableau 1 – Principaux gaz et vapeurs irritants

Gaz/Vapeur	Hydrosolubles	Toxicité	IDLH
Acide chlorhydrique (HCL)	liquide incolore à jaune pâle gaz incolore d'odeur irritante		50 ppm
Acide fluorhydrique (HF)	gaz incolore d'odeur forte et irritante	Faible exposition : - Irritation des muqueuses oculaires, cutanées et respiratoires	30 ppm
Acide nitrique (HNO ₃)	liquide incolore, jaune ou rouge, d'odeur âcre – vapeurs toxiques	- Atteinte laryngée, bronchospasme	25 ppm
Acide sulfurique (H ₂ SO ₄)	liquide huileux inodore, incolore à jaunâtre – vapeurs toxiques		15 mg/m ³
Ammoniac (NH ₃)	gaz incolore d'odeur piquante caractéristique	Forte exposition : - Œdème laryngé, trachéo-bronchite, obstruction des voies respiratoires.	300 ppm
Dioxyde de soufre (SO ₂)	gaz incolore d'odeur suffocante caractéristique	- Pneumonie chimique. - Œdème pulmonaire non cardiogénique.	100 ppm
Formaldéhyde (HCHO)	gaz presque incolore d'odeur âcre, suffocante	- Bronchospasme.	20 ppm
Acroléine (CH ₂ = CHCHO)	liquide incolore ou jaune d'odeur âcre – vapeurs toxiques		2 ppm
Chlore (Cl ₂)	gaz jaune verdâtre d'odeur âcre irritante à suffocante		10 ppm
Fluor (F ₂)	gaz jaune clair ou verdâtre d'odeur âcre		25 ppm
<i>Peu hydrosolubles</i>			
Dioxyde d'azote (NO ₂)	gaz rouge brun d'odeur âcre	En l'absence d'irritation précoce, une exposition prolongée est possible.	20 ppm
Oxyde nitrique (NO)	gaz incolore	Pneumonie chimique et œdème pulmonaire sont fréquents.	100 ppm
Ozone (O ₃)	gaz incolore d'odeur âcre caractéristique	L'œdème pulmonaire peut être retardé	5 ppm
Phosgène (COCl ₂)	gaz incolore d'odeur suffocante		2 ppm

IDLH : *immediately dangerous to life or health.*

Tableau 1 : Principaux Gaz et Vapeurs Irritants

X- TOXICITE DU PLOMB

C'est un métal toxique pour l'organisme, responsable du saturnisme et pénètre dans l'organisme par différentes voies.

❖ **Digestive** : Il peut être ingéré quand :

- / Des poussières de plomb souillent les aliments, les mains ou les objets qu'un enfant porte à la bouche,
- / Du plomb pollue l'eau du fait de son contact prolongé une tuyauterie contenant du plomb,
- / Un enfant suce volontairement des écailles de peinture au plomb, qui ont un goût agréable, sucré.

❖ **Aérienne** : Par la respiration de poussières chargées en Pb, comme on en trouve dans un logement dont les peintures plombées se décroûtent, entraîne une contamination par passage du plomb des bronches vers les vaisseaux pulmonaires.

❖ **Cutanée ou muqueuse** : L'utilisation sur les muqueuses d'un enfant d'un cosmétique plombé comme le khôl représente une voie de contamination.

❖ **Placentaire**: Le plomb présent dans le plasma de la mère pendant une grossesse, diffuse vers la circulation sanguine du fœtus. Si la mère a été intoxiquée dans son enfance, elle risque d'avoir accumulé dans son squelette des quantités importantes de plomb.

❖ **Lait maternel**: le plomb de la mère peut être transmis au nourrisson par le lait maternel.

XI-SOURCES D'EXPOSITION DU PLOMB



Activités professionnelles : Métallurgie du plomb et du zinc (fonderies), fabrication des accumulateurs et des batteries, récupération des métaux (= plus de 40% de la production du plomb), découpage des tôles, soudage, décapage des vieilles peintures, fabrication et emploi de pigments plombifères (peintures), production de verre.

Expositions extra-professionnelles : eau de boisson (canalisation en plomb), écailles de vieilles peintures, aliments conservés dans des céramiques artisanales.

XII- EFFETS TOXIQUES DU PLOMB CHEZ L'HOMME

❖ Chez l'adulte

Le saturnisme est une maladie à déclaration Obligatoire : Ainsi, tout médecin qui dépiste un cas de saturnisme doit immédiatement en informer sous pli confidentiel le médecin inspecteur de Santé Publique. Les coliques de plomb sont les effets toxiques les plus connus

du métal mais ses principaux organes cibles sont : le système nerveux, les os et le sang. L'individu a couramment 50 ug de Pb par gramme de créatinine dans l'urine et dans le sang.

❖ *Effets sur le système nerveux*

Le plomb est responsable d'atteintes neurologiques. En cas d'intoxications massives, l'effet neurotoxique du plomb peut se traduire par une encéphalopathie convulsivante pouvant aller jusqu'au décès. En cas d'intoxication moins sévère, il résulte des troubles neurocomportementaux et une détérioration intellectuelle.

❖ *Effets sur la moelle osseuse et le sang*

Le plomb bloque plusieurs enzymes nécessaires à la synthèse de l'hémoglobine. Ces effets sanguins aboutissent à une diminution du nombre des globules rouges et à une anémie.

❖ *L'intoxication chez l'enfant (1-3ans)*

A exposition égale, l'organisme de l'enfant absorbe 50 % du plomb ingéré, tandis que la proportion chez l'adulte est seulement de 5 à 7 %,

Une encéphalopathie du Système nerveux de l'enfant apparaît généralement lorsque la plombémie est de l'ordre de 1.000 ug/l.

Troubles neurologiques moins sévères sont souvent observés : troubles du sommeil, modifications du comportement, stagnation du développement intellectuel lorsque la plombémie est de l'ordre de 500 et 700 ug/l .

XIII-INTOXICATION AUX FUMÉES D'INCENDIE

Elle combine trois mécanismes : brûlure thermique, irritation broncho-pulmonaire et asphyxie respiratoire. 50 % des patients nécessitent une intubation endo-trachéale.

L'inhalation de fumée est la principale cause de mortalité chez les victimes d'incendie principalement l'intoxication aiguë par le monoxyde de carbone.

XIV- INTOXICATION PAR LE MERCURE

Deux voies principales de pénétration du mercure dans l'organisme:

L'inhalation et l'ingestion. L'absorption cutanée est beaucoup moins fréquente et ne survient qu'à la suite d'intoxications accidentelles (contact de la peau avec du mercure liquide) ou cosmétiques (savon à base de iodure de mercure utilisé pour blanchir la peau).

❖ *L'inhalation* - Le mercure liquide se transforme en vapeur à température ambiante. La vapeur est inhalée et est très facilement absorbée. Certains dérivés organiques (le diméthyl-mercure) volatiles, pénètrent également dans l'organisme par inhalation.

❖ *L'ingestion* - Hors absorption accidentelle ou expérimentale du mercure liquide, et hors absorption de composés ioniques, l'ingestion concerne essentiellement les formes organiques de mercure, absorbés par l'intermédiaire de la nourriture

XIV.A- EFFETS DU MERCURE

	Mercure inorganique			Mercure organique
Forme chimique	mercure sous forme liquide (noté Hg 0)	mercure sous forme gazeuse (vapeur) (Hg0)	ions (atomes) de mercure (noté Hg ²⁺)	Méthyl-mercure (sels halogènes)
Mode de transmission	ingestion (rare), contact direct	inhalation	ingestion/peau	ingestion (via la nourriture)
Organe concerné	Estomac intestin ou peau (contact direct)	poumons sang cerveau, rein	peau/sang, foie, reins, cerveau	estomac/ cerveau
Elimination	Selles/urine	urine	urine	selles
Intoxication	Faible	Diarrhée, Vomissements, toux	Inflammation, salivation défaillance rénale	troubles Sensoriels troubles Nerveux

XV- PRINCIPES DE DÉPISTAGE ET DE SURVEILLANCE

❖ *Au niveau de l'exposition :*

➤ **Dosage du toxique dans l'air :** Il se fait généralement à l'aide d'appareils (pompes Draëger) qui fonctionnent sur le même principe que l'alcootest : on fait passer un certain volume d'air dans un tube réactif qui réagit en changeant de couleur si la substance recherchée est présente. Ce système peut aussi donner une idée de la quantité de substance existante et apprécie la VLE.

➤ **Surveillance des VLE et des VME :** Certains appareils de dosage dans lesquels des substances chimiques sont utilisées : appareils de chromatographie en phase gazeuse (CPG) ou des spectromètres de masses atomiques (SM). A l'aide de sondes à poste, ces appareils donnent en permanence la dose de produit dans l'atmosphère et donc apprécie de manière précise la VLE et la VME, mais seulement au niveau de la sonde.

Le problème est dans le coût de ces systèmes qu'il faut changer les sondes tous les jours et faire analyser.

➤ **Au niveau de la contamination :** Il s'agit ici essentiellement du **dosage du toxique** ou, plus communément de **ses métabolites** dans les urines et plus rarement dans le sang. On dosera par exemple :

- / L'acide trans-mu conique dans les urines pour apprécier la contamination par le benzène,
- / L'acide hippurique pour le toluène.

L'intérêt de la méthode est qu'elle tient compte de toutes les voies de pénétration dans l'organisme. Le métabolite étant le reflet de l'ensemble du toxique absorbé quelle que soit la voie d'absorption

Dans certains cas, on utilise des dosages intéressants d'autres voies d'élimination, comme la salive (recherche de drogues) ou même les cheveux (recherche de mercure par exemple).

➤ **Au niveau de l'intoxication** : Il s'agit ici de rechercher les symptômes et les signes biologiques pathologiques suivant les connaissances que l'on a du toxique et suivant l'importance de la contamination.

- */ Surveillance hématologique pour le benzène, le plomb ,
- */ Surveillance neurologique pour les solvants (hexane), le plomb ,
- */ Surveillance hépatique pour les solvants,
- */ Surveillance rénale pour les métaux (Hg).

❖ **Détection de gaz par l'utilisation des tubes Draëger**

Les deux Américains Lamb et Hoover ont imprégné une pierre ponce d'un mélange de pentoxyde d'iode et d'acide sulfurique, préparation dont ils ont rempli un tube en verre. De cette manière, le premier capteur chimique pour la détection de monoxyde de carbone a été développé sans question de mesure quantitative.

Aujourd'hui, les tubes Draëger se distinguent nettement des tubes de cette époque par leur précision de mesure et leur sélectivité.

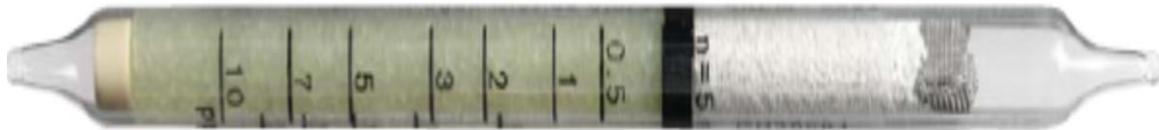


Fig 1 : Tube Draëger Bioxyde d'azote 0,5

*/ Le principal domaine d'utilisation est la mesure d'impuretés au poste de travail dans les domaines VLE et VME.

*/ Les tubes Draëger peuvent être répartis d'après les critères suivants :

-/ Analyse de l'air au poste de travail c-à-d. mesures dans le domaine des valeurs limites légales.

-/ Analyse technique des gaz surtout dans le domaine des concentrations d'émissions.

-/ Air comprimé pour appareils respiratoires les concentrations d'impuretés de l'air comprimé, par exemple : CO, CO₂, eau et huiles, peuvent être mesurées.

*/ Autre différenciation : Les tubes pour mesure ponctuelle et tubes ou dispositifs de mesure dans le temps.

*/ Les tubes pour mesure ponctuelle : Les tubes pour mesure ponctuelle sont prévus pour la mesure de concentrations momentanées. La durée de la mesure est en général comprise entre 10 s et 15 min. La concentration mesurée donne la quantité de la substance, analysée pendant l'intervalle de temps où a lieu la mesure.

-/ Exemple : La mesure des impuretés de l'air dans la zone respiratoire, le contrôle de citernes de stockage avant d'y entrer, la détection de fuites sur des conduites de gaz.

La composition du tube réactif dépend du type de mesure, en particulier de la substance à mesurer et du domaine de concentration à déterminer. En raison de ces données, les tubes pour mesure ponctuelle sont répartis en différentes Catégories:

- 1- Tubes à couche indicatrice
- 2- Tubes à une ou plusieurs couches préliminaires et une couche indicatrice,
- 3- Combinaison de deux tubes,
- 4- Tubes avec tube de liaison,
- 5- Tubes avec ampoule réactive,
- 6- Tubes pour mesure simultanée.

**/ Tubes pour mesure ponctuelle à une couche indicatrice*

Pour ces tubes, l'ensemble de la couche de remplissage sert de couche indicatrice. p. ex. les tubes Draëger Acétone 100, Ammoniac 5

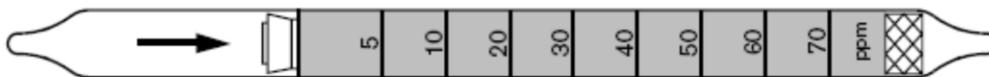


Fig. 2: Tube Draëger avec une couche indicatrice

**/ Tubes pour mesure ponctuelle*

En plus de la couche indicatrice, une ou plusieurs couches préliminaires sont présentes. Ces couches préliminaires servent : à adsorber l'humidité ou à retenir les substances interférentes ou à transformer les substances en substances mesurables. p. ex. les tubes Draëger Alcool 100/a, Acide cyanhydrique 2/a.

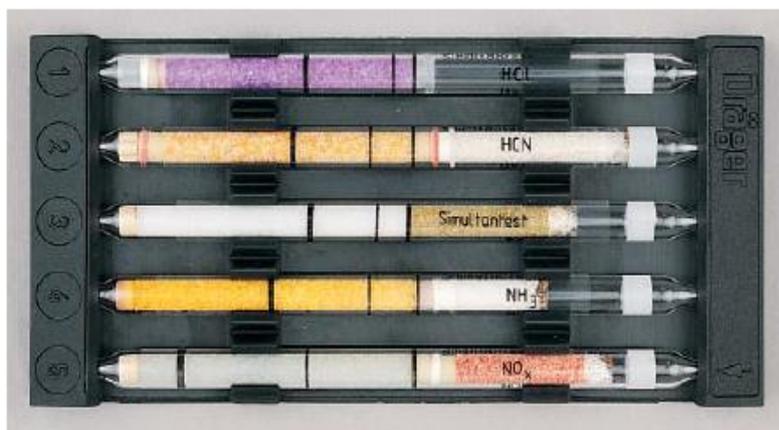


Fig. 3: Tube Draëger avec une couche préliminaire

**/ Tubes Draëger pour mesure simultanée*

L'air à analyser est aspiré simultanément à travers les tubes avec la pompe de détection. Par exemple : les tubes Draëger :

- / Test Simultanés I et II pour gaz d'incendie inorganiques,
- / Test Simultané III pour vapeurs organiques.



❖ *Évaluation des tubes Draeger*

Quelques conditions importantes pour la lecture du résultat de mesure :

*/ **Surveillance continue du tube pendant la mesure** : L'observation du tube pendant la mesure est particulièrement importante pour s'assurer que, p. ex. une éventuelle coloration de l'ensemble du tube soit reconnue. Cette coloration totale peut apparaître brutalement lors du premier coup de pompe en cas de fortes concentrations.

*/ **Évaluation d'après le mode d'emploi immédiatement après la mesure** : Pour cette raison, un tube doit, en règle générale, toujours être évalué immédiatement après la mesure. Pour reconnaître un virage de la coloration de façon précise, on compare le tube utilisé avec un tube non utilisé. Il faut toujours lire la longueur totale visible de coloration.

*/ **Éclairage suffisant** : Toutefois, l'exposition directe au rayonnement solaire doit être évitée, un changement de coloration provoqué par les UV ne pouvant pas toujours être exclu. Une telle modification peut également se produire longtemps après. Un virage de la coloration.

*/ **Fond clair** : Un fond clair est d'une grande aide (papier blanc) pour pouvoir reconnaître et délimiter de façon précise un virage de la coloration. En cas d'obscurité, il est possible de poser le tube sur le déflecteur d'une lampe de poche.

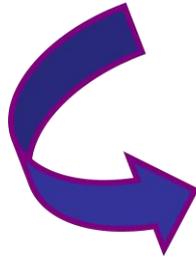
*/ **Comparaison avec un tube non ouvert** : Pour reconnaître un virage de la coloration de façon précise, on compare le tube utilisé avec un tube non utilisé. Il faut toujours lire la longueur totale visible de coloration.

❖ **Exemple** : Détermination de la concentration de monoxyde de carbone dans l'air expiré

-/ Le contrôle de CO dans l'air expiré sert à déterminer la concentration de monoxyde de carbone dans le sang. La teneur en monoxyde de carbone de l'air expiré (air alvéolaire) est fonction du degré de saturation du sang en CO et est ainsi représentative de la teneur en carboxyhémoglobine du sang.

-/ Lors de la mesure, l'air expiré est soufflé dans un sac respiratoire de 1 litre via une valve à clapet. Ensuite, la totalité de l'air expiré du sac est aspirée avec la pompe de détection à travers un tube réactif.

-/ L'échantillonnage avec un sac de mesure permet de collecter env. 70% de l'air alvéolaire, ainsi le tube pour CO dans l'air expiré a pu être calibré directement en % carboxyhémoglobine.

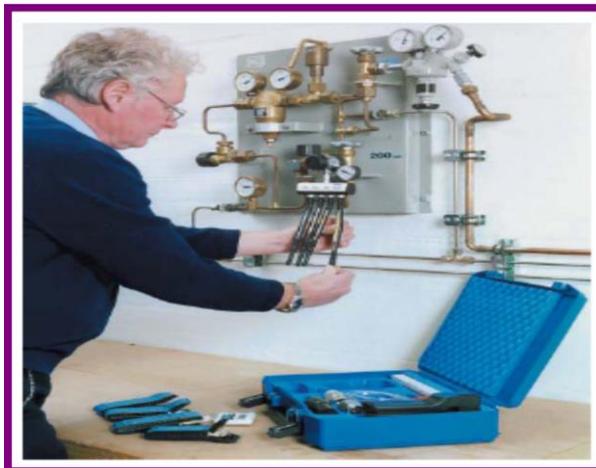


❖ *Analyse de l'air respiratoire, des gaz médicaux et du dioxyde de carbone :*

-/ L'air détendu ne doit pas contenir plus de 15 ppm de monoxyde de carbone ni plus de 500 ppm de dioxyde de carbone. La teneur en eau de l'air détendu, pour une pression de remplissage de 200 bar, doit être inférieure à 50 mg/m³ et, pour une pression de remplissage de 300 bar, doit être inférieure à 35 mg/m³.

-/ Pour le contrôle de ces paramètres, un contrôle quantitatif du composant peut être réalisé avec la gamme Aerotest.

-/ Aéro-test Simultané HP, complet : Mesures de contrôle rapides en 5mn avec une grande précision. Tous les éléments de l'Aéro-test Simultané HP sont logés à portée de main dans une mallette de transport.



❖ Tests simultanés

-/ Les tubes utilisés ne comportent pas d'échelles complètes, mais des anneaux de marquage.

-/ L'évaluation des tests simultanés I, II et III se fait principalement sur trois domaines de concentration :

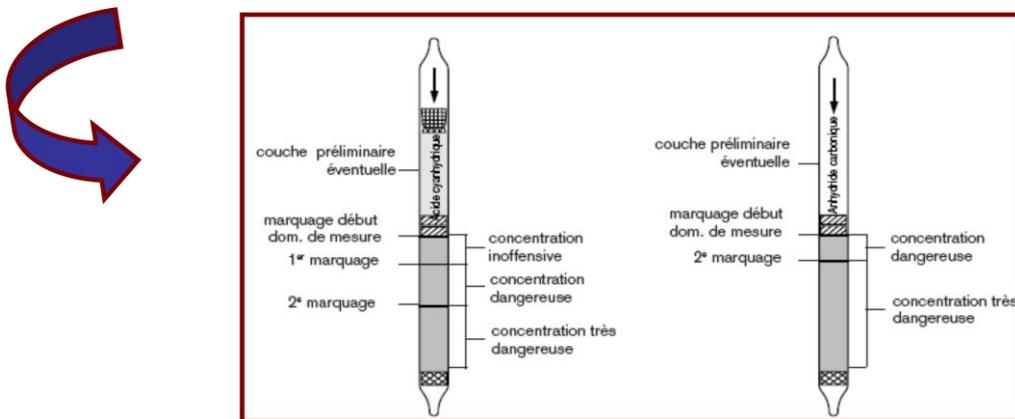
-/ Concentration inoffensive

-/ Concentration dangereuse

-/ Concentration très dangereuse

-/ La répartition dans ces catégories de concentration se fait par lecture de la longueur de coloration.

-/ L'illustration 6 décrit l'évaluation des différents tubes réactifs Draëger des tests simultanés.



❖ Détection de courants d'air

-/ Les courants d'air les plus faibles doivent être rendus visibles pour pouvoir en évaluer la source, la direction et la vitesse. Dans l'industrie pour localiser les fuites sur les installations, les déplacements d'air dans les locaux, et dans les laboratoires.

-/ Ce détecteur de courant d'air se compose d'un tube Draëger comportant un matériau poreux imprégné d'acide sulfurique. Après époinçage du tube, on refoule de l'air à travers le tube à l'aide d'une petite poire.



❖ *Détecteur de courant d'air*

Avec la vapeur d'eau atmosphérique, il se forme alors à la sortie du tube un aérosol d'acide sulfurique fortement dilué, sous forme de fumée blanche nettement visible. Cette fumée est portée par le courant d'air, sa masse spécifique étant très proche de celle de l'air.

**/ Tubes pour mesure dans le temps :* Pour la détermination de concentrations moyennes par poste sur des périodes de plusieurs heures, on distingue plusieurs systèmes de mesure Draëger à indication directe.

**/ Tubes Draëger pour mesure dans le temps :* Sont utilisés pour des mesures de 2 à 8 heures. Ces tubes indiquent la concentration de la substance mesurée en quantités absolues. En fonction du volume débité, la quantité de substance est indiquée en μL par la longueur de la zone colorée.

**/ Tubes à diffusion Draëger à indication directe -Plaquettes Draëger :*

Les tubes à diffusion Draëger à indication directe ainsi que les plaquettes Draëger sont utilisés pour la détermination des concentrations moyennes individuelles en tant que systèmes de mesure passive, donc sans pompe, sur une période de une à huit heures. Le tube à diffusion est fixé aux vêtements par une pince, à hauteur des voies respiratoires.

Les molécules de substance nocive pénètrent dans le tube à diffusion ou dans la plage indicatrice de la plaquette selon le principe de la diffusion. Pour les tubes à diffusion Draëger, le résultat mesuré est donné par la longueur de coloration de l'échelle imprimée sur le tube. L'évaluation des plaquettes Draëger se fait par comparaison de la coloration avec des couleurs de référence. Le résultat mesuré est indiqué sous forme de produit de la concentration et de la durée d'exposition,

XVI- RISQUES TOXICOLOGIQUES

Soient aux produits stockés et transportés (pétrole et hydrocarbures, gaz, produits chimiques divers, produits agroalimentaires).

Soient aux produits toxiques utilisés à bord (peintures, solvants) ou intégrés à la structure du navire (amiante dans les calorifugeages anciens, fréons dans les navires réfrigérés),

Soient lors d'accidents (fumées d'incendie).

❖ *Qu'appelle t-on risque toxique ?*

C'est un risque d'intoxication, d'allergie, de brûlure par inhalation, ingestion ou contact cutané de produits mis en œuvre ou émis sous forme de gaz, de particules solides ou liquides. Il peut en résulter des maladies professionnelles.

**/ Exemple de danger:* Emission de produits volatils (huile chaude) ou de poussières (ciment), stockage de produits dans de mauvaise condition (absence d'aération), absence d'étiquetage des récipients de transvasement.