

## LES SOLVANTS

**Objectif :** à la fin du cours l'étudiant sera capable de

- ❖ De définir les solvants et identifier leurs familles,
- ❖ Identifier leurs sources d'exposition et leurs utilisations,
- ❖ Indiquer leurs mécanismes,
- ❖ Distinguer les risques liés à leur utilisation (toxicité commune à tous les solvants et celle spécifique à certains d'entre eux),
- ❖ Leur inculquer les principes de base de la prévention lors de la manipulation de ses produits.

### I. Définition

- ❖ Les solvants organiques sont des hydrocarbures (formés d'atomes de carbone et d'hydrogène).
- ❖ Un solvant est un liquide qui a la propriété de :
  - **Dissoudre** : c'est un phénomène physicochimique par lequel un soluté incorporé dans un solvant (on dit que le soluté est dissout) forme un mélange homogène appelé solution,
    - Lorsqu'un solide exemple le sel se dissout dans l'eau il se réduit en fines particules invisibles à l'œil nu qui se dispersent dans l'eau.
    - Après agitation, une partie du sel s'est dissoute, mais l'autre reste sous forme de cristaux.
    - Interprétation, la solubilité du sel dans l'eau possède une limite, l'eau ne peut pas dissoudre n'importe quelle quantité de sel, lorsque cette limite est atteinte on dit que la solution est saturée.
      - **Diluer** : est un procédé consistant à obtenir une solution finale de concentration inférieure à celle de départ soit :
        - Par ajout de solvant,
        - Par prélèvement d'une partie de la solution et en complétant avec du solvant pour garder le même volume,
          - **Extraire** : technique permet d'extraire une substance dissoute dans un solvant à l'aide d'un autre solvant appelé phase solvant d'extraction, dans lequel elle est plus soluble.

Sans provoquer de modification chimique de ces substances et sans lui-même se modifier

## II. Propriétés physicochimiques

- ❖ Liquides à température ordinaire
- ❖ Volatils à température ordinaire
- ❖ Non solubles dans l'eau (sauf l'éther de glycol)
- ❖ Lipophiles : capable de se dissoudre dans les lipides, les graisses et les huiles
- ❖ Inflammables
- ❖ Explosifs

## III. Classification

Les solvants organiques sont des hydrocarbures formés d'une chaîne carbonée linéaire ou cyclique de moins de 12 atomes de carbones

### 1. Hydrocarbures non substitués

- ❖ **Hydrocarbures aliphatiques** : chaîne carbonée linéaire ou ramifiée saturée ou insaturée (hexane)

**L'hexane** : est un hydrocarbure acyclique saturé à chaîne droite sans ramification de formule  $C_6H_{14}$  entraîne une polynévrite sensitivomotrice ascendante

- ❖ **Hydrocarbures alicycliques** : (cyclohexane)

**Le cyclohexane** : est un composé organique qui est à la fois aliphatique et cyclique de formule  $C_6H_{12}$  entraîne une somnolence, un vertige et une irritation cutanée

- ❖ **Hydrocarbures aromatiques** : (benzène, toluène, xylène, styrène)

**Le benzène** : hydrocarbure aromatique sa formule  $C_6H_6$ , son usage comme solvant est actuellement très limité entraîne une aplasie médullaire et une leucémie

**Le Toluène, le xylène et le styrène** : sont des homologues supérieurs du benzène : sont dépourvues d'action hématopoïétique, sont narcotiques, irritants cutanés et respiratoires, toxiques hépatorénales

**2. Hydrocarbures halogénés :** Substitution d'un ou de plusieurs atomes d'hydrogène du squelette carboné par un halogène (chlore, fluor, brome ou iode)

❖ **Aliphatiques chlorés :** (tétrachlorure de carbone, trichloréthylène)

**Le CCL4 :** très toxique entraîne une atteinte hépatorénale

**Le trichloréthylène :** entraîne une analgésie du trijumeaux, une perte de la sensation gustative, une atteinte du nerf optique et une fibrillation ventriculaire

❖ **Aromatiques chlorés :** (mono chlorobenzène, di chloro benzène, tri chlorobenzène)

❖ **Chlorofluorocarbones :** les fréons

**Les fréons :** entraîne des troubles neurologiques et des troubles du rythme cardiaque

❖ **Hydrocarbures bromés et iodés :** bromure d'éthylène

**3. Hydrocarbures oxygénés :** substitution d'une liaison C-H par une liaison C-O, =O, -OH

❖ **Les alcools :** (méthanol, éthylène glycol)

❖ **Les éthers :** (éthers de glycol)

❖ **Les esters :** (esters d'acide dicarboxylique)

❖ **Les cétones :** (acétone)

**4. Autres solvants :** (disulfure de carbone, nitrobenzène)

**Le disulfure de carbone :** est un excellent solvant très toxique entraîne une polynévrite sensitivomotrice, une névrite optique, une hypospermie teratospermie et impuissance, un hypofonctionnement thyroïdien et un développement d'athérosclérose, diabète

**Le nitrobenzène :** a une action méthémoglobinisante: est un pigment brun dérivé de l'hémoglobine, ou s'est produit une oxydation du fer ferreux en fer ferrique ce qui rend impossible la fixation et le transport de l'oxygène des alvéoles pulmonaires vers les tissus

La difficulté pour le médecin du travail est déjà de les identifier car il en existe un grand nombre, d'une grande diversité d'utilisation, parfois évidente, parfois insidieuse, D'où l'importance de :

✚ L'étude de poste

✚ D'obtenir les fiches de données de sécurité

✚ Puis de valider l'exposition par une métrologie d'ambiance

✚ Puis si elle existe valider l'intoxication par la recherche d'IBE (indicateurs biologiques d'exposition)

✚ Le dosage des marqueurs d'effets (bilan hépatique et rénal)

## IV. Sources d'exposition :

### 1. Utilisation des solvants :

Il existe plusieurs milliers de solvant, dont une centaine sont d'usage courant. Selon leurs propriétés, les solvants sont utilisés comme :

- ❖ Dégraissants des métaux
- ❖ Dégraissants des textiles
- ❖ Adjuvants et diluants : peintures, vernis, encres, colles, pesticides
- ❖ Décapants : élimination des peintures, vernis, colles
- ❖ Purifiants : parfums, médicaments.

### 2. Secteurs exposants :

- ❖ Industrie des peintures et des revêtements
- ❖ Les produits pharmaceutiques
- ❖ Les adhésifs
- ❖ Les encres d'imprimerie
- ❖ Les cosmétiques
- ❖ Les nettoyages industriels des métaux
- ❖ Les caoutchoucs et plastiques
- ❖ Les pesticides
- ❖ Le nettoyage à sec des vêtements

## V. Métabolisme :

### 1. Phase d'absorption :

- ❖ **La voie respiratoire** : c'est la principale voie d'absorption du fait des propriétés très volatiles des solvants. La pénétration respiratoire est augmentée par l'hyperventilation (travail en ambiance chaude, efforts physiques intenses). Elle dépend aussi de la température d'utilisation du produit et de sa forme d'utilisation (la pénétration sera plus importante sous forme d'aérosol)
- ❖ **La voie percutanée** : les solvants traversent la peau même saine par dissolution du film lipidique protecteur
- ❖ **La voie digestive** : voie de pénétration accidentelle, du fait d'une hygiène individuelle déficiente (boire, fumer, ou manger sur les lieux de travail) ; ou volontaire dans le cadre de suicide

### 2. Distribution :

Les solvants sont très lipophiles. Leurs organes cibles seront donc essentiellement le SNC et périphérique, la moelle osseuse, le cœur, le foie et le rein

**3. Biotransformation :** le mécanisme auquel l'organisme a recours est l'oxydation au niveau hépatique : le foie vise la transformation des substances étrangères (en l'occurrence les solvants) en produits éliminables. Certaines étapes de cette transformation peuvent aboutir à des dérivés hautement toxiques.

**4. Elimination :**

❖ **L'air expiré :** sous forme inchangée des solvants inhalés

❖ **La voie urinaire :** sous forme de métabolites hydrosoluble

❖ **Les selles**

## **VI. Manifestations communes à l'exposition aux solvants :**

Aucun solvant n'est inoffensif, ils ont tous des effets sur la santé, variables selon les produits et la nature de l'exposition professionnelle, qui peuvent être locaux ou généraux. Ces produits s'avèrent souvent dangereux pour l'environnement et la santé humaine.

### **1. Manifestation aiguës dues à une exposition intense accidentelle :**

#### **a. Cutanéomuqueuses :**

- ✓ Dermoépidermite aiguë irritative.
- ✓ Brûlures caustiques : en cas de contact prolongé avec la peau.
- ✓ Conjonctivite aiguë.
- ✓ Kératite caustique.
- ✓ Œdème de la cornée.

#### **b. Neurologiques :** les effets aigus dépendent de la dose et réversibles.

Syndrome ébriarotique (sniffing syndrome) :

- ✓ Sensation d'ivresse.
- ✓ Manifestations délirantes.
- ✓ Céphalées, vertiges.
- ✓ Nausées, vomissements.

En cas d'exposition massive et prolongée, des troubles de conscience peuvent apparaître :

- ✓ Anesthésie
- ✓ Somnolence puis coma
- ✓ Avec ou sans convulsions

#### **c. Respiratoires :**

- ✓ Irritation des voies aériennes supérieures
- ✓ Bronchospasme
- ✓ Œdème pulmonaire lésionnel
- ✓ Pneumopathie d'inhalation aux solvants : toux suffocante initiale, apparition d'opacités radiologiques après 24 à 48 h, puis fièvre due à la surinfection.

**d. Cardiaques :**

Des troubles du rythme cardiaque de type ventriculaire peuvent apparaître 48 heures après inhalation aigüe de solvants, et être responsable d'un collapsus cardiovasculaire.

**e. Hépatorénales :**

- ✓ Hépatonéphrite : cytolysse massive qui peut se compliquer au 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> jour d'une tubulopathie aigüe Oligo anurique
- ✓ Hépatite cytolytique aigüe
- ✓ Insuffisance rénale oligoanurique immédiate (nécrose tubulaire aigüe) réversible en 3 semaines
- ✓ Insuffisance rénale à diurèse conservée
- ✓ Syndrome de goodpasture associant : hémoptysie, glomérulonéphrite, anémie et cardiomégalie, avec évolution vers l'insuffisance rénale chronique.

**f. Digestive :**

L'ingestion accidentelle de solvants (méprise ou lors de siphonage) provoque des douleurs rétro sternales et épigastriques avec vomissements et diarrhée.

**2. Manifestations chroniques dues à une exposition régulière :**

Une exposition régulière, même à faible dose, peut entraîner à plus ou moins long terme une atteinte irréversible des organes cibles.

**a. Cutané-Muqueuses :**

- ✓ Ortho kératose (kératinisation anormale de l'épiderme) : peau sèche et crevassée
- ✓ Dermoépidermite chronique eczématiforme
- ✓ Kératoconjonctivite chronique

**b. Neuropsychiques :**

L'exposition chronique aux solvants peut conduire à plus ou moins long terme à des désordres neurologiques et psychiques graves réunis sous le terme de <<psycho syndrome organique aux solvants>> (POS).

Le POS évolue en 3 stades :

- **Stade 1** : syndrome organique affectif (réversible)

- ✓ Dépression
- ✓ Irritabilité
- ✓ Manque d'intérêt pour les activités quotidiennes
- **Stade 2** : encéphalopathie toxique chronique légère
  - ✓ Fatigue
  - ✓ Perturbation de l'humeur, de la mémoire, de l'attention
  - ✓ Perturbation de la fonction psychomotrice (vitesse, attention, dextérité)
  - ✓ Perturbation de la mémoire à court terme
- **Stade 3** : encéphalopathie toxique chronique sévère (généralement irréversible)
  - ✓ Pertes des capacités intellectuelles (les activités sociales et professionnelles sont affectées)
  - ✓ Troubles de la mémoire
  - ✓ Troubles de la pensée abstraite, du jugement, de la personnalité
  - ✓ Déficit fonctionnel plus important et diffus qu'au stade 2
  - ✓ Perturbation aux tests neuropsychologiques
    - **Le diagnostic du SPO repose sur différents éléments permettant en premier lieu d'établir s'il s'agit d'un SPO, et en second lieu d'établir le stade de l'affection :**
      - Anamnèse professionnelle et extraprofessionnelle
      - Examen clinique complet
      - Tests neuropsychiques, neurocomportementaux et tests d'évaluation des fonctions cognitives et psychomotrices (équipe pluridisciplinaire)
      - Examens complémentaires (toxicologiques)
      - Tests neurophysiologiques : EEG, potentiels évoqués, EMG
      - Imagerie : IRM
    - **Le lien de causalité entre l'exposition et le SPO doit être confirmé, il faut éliminer les affections neurologiques et psychiatriques :**
      - Démences, Alzheimer, parkinson, sclérose en plaque
      - Psychoses
      - Toutes pathologies pouvant engendrer des perturbations du SNC : HTA, maladies cardiovasculaires
      - Consommation d'alcool, médicaments ou drogues
    - **La confirmation du diagnostic repose sur :**
      - Une durée d'exposition aux solvants supérieure à 10 ans

- Une exposition régulière et intense aux solvants (sup aux valeurs limites)
- Notion d'exposition aiguë
  - L'absence de la période de latence entre la fin de l'exposition et le début de l'atteinte
  - Une absence de progression de la pathologie après l'arrêt de l'exposition aux solvants

**c. Hépatorénales :**

- ✓ Cytolyse hépatique
- ✓ Glomérulonéphrite d'apparition insidieuse dont le premier symptôme se limite à une albuminurie
- ✓ HTA et l'insuffisance rénale n'apparaissent que tardivement
- ✓ Syndrome de goodpasture

**d. Effets cancérogènes :**

De nombreux solvants sont cancérogènes chez l'animal et suspectés de l'être chez l'homme, les seuls reconnus cancérogènes pour l'homme sont le benzène et le 2-nitropurane, classés catégorie 1 par l'union européenne et groupe 1 par le CIRC

**e. Effets mutagènes**

**f. Toxicité pour la reproduction :** l'exposition à des concentrations élevées de solvants augmente les risques de :

- ✓ Retard à la conception
- ✓ Fausse couche
- ✓ Retard de croissance intra utérin et faible poids de naissance
- ✓ Malformations (en particulier becs de lièvre)

**VII. Toxicité spécifique à certains solvants :**

Elle est fortement corrélée aux propriétés physico-chimiques du toxique incriminé, au mode d'exposition et à sa durée ainsi qu'à l'organe ou système impacté

- **Les polyneuropathies** : hexane, méthylbutylcétone .....
- **L'atteinte du nerf optique** (ingestion de méthanol ou **du trijumeau** (trichloréthylène)
- **L'atteint cardiaque** : hyperexcitabilité du myocarde (trichloréthylène, chloroforme) pouvant entraîner la mort par fibrillation ventriculaire
- **La cytolysse hépatique** : solvants chlorés, amines, diméthylformamide



- **La méthémoglobinémie** : solvants zotés (aniline nitrobenzène)
- **L'hématotoxicité** et la diminution de la spermatogénèse : ethylglycol, methylglycol et leurs acétates
- **La foetotoxicité, la tératogénèse** : ethylglycol, méthylglycol et leurs acétates
- Les cancers : benzène, 2-nitropropane.

## VIII. Prévention

### 1. Prévention technique

#### a. Prévention technique générale

- ❖ Remplacer un solvant toxique par un produit moins dangereux : benzène par le toluène ou le xylène.
- ❖ Travail en vase clos
- ❖ Ventilation générale de tout l'atelier
- ❖ Système d'aspiration locale à la source (hottes)
- ❖ Contrôle régulier de l'atmosphère et respect des seuils limites (CMA)

#### b. Prévention technique individuelle

- ❖ Port de masque spécial à vapeur : utilisation est réservée uniquement aux travaux spéciaux nettoyage des cuves de solvants par exemple
- ❖ Tenue de travail bien fermée aux poignets et au cou
- ❖ Port de gants spéciaux résistants aux solvants, lunettes et bottes
- ❖ Crèmes protectrice cutanée
- ❖ Information et formation du personnel sur le risque des solvants et les mesures de secours à prendre en cas d'accident
- ❖ Ne jamais se laver les mains avec un solvant
- ❖ Lavage régulier des mains avant de manger
- ❖ Douches obligatoire après chaque fin journée de travail
- ❖ Ne pas fumer sur les lieux du travail
- ❖ Vestiaires différents pour vêtements civils et de travail

#### c. Stockage des solvants

- ❖ Etiquetage correcte des récipients
- ❖ Les récipients soigneusement fermés
- ❖ Locaux de stockage :
  - ✓ Frais, ventilés, à l'abri de toute source de chaleur
  - ✓ Sol incombustible, imperméable
  - ✓ Extincteurs

## **2. Prévention médicale**

**a. Visite d'embauche** : exclure des postes exposés aux solvants les sujets présentant des :

- ❖ Dermatoses chroniques ou allergiques
  - ❖ Affections neurologiques
  - ❖ Atteintes hépatorénales
  - ❖ Affections hématologiques
  - ❖ cardiaques
  - ❖ Les femmes enceintes et en âge de concevoir (action tératogène potentielle)
  - ❖ Les alcooliques
- Demander un bilan qui servira de référence lors des examens périodiques ultérieurs : FNS, bilan rénal et hépatique, ECG

**b. Visite périodique** :

- ❖ Procéder à un examen clinique minutieux, à la recherche de signes d'intoxication débutante
- ❖ Demander une FNS complète à la recherche de toute perturbation permettant d'écartier le sujet du poste exposant avant la survenue de maladies,
- ❖ Compléter par un ECG, EEG, EMG, bilan rénal et hépatique.

**c. Visite systématique** :

Toujours recherchez une cause professionnelle au motif de consultation du travailleur, afin de permettre une prise en charge de toute affection à un stade de début.

## **IX.Réparation :**

Les pathologies liées à l'exposition professionnelle aux solvants, sont réparées dans plusieurs tableaux des maladies professionnelles indemnisables.

Le tableau numéro 84 regroupe l'ensemble des solvants.