

# **Intoxication par les principaux métaux**

Cours de 6<sup>ème</sup> année médecine

Médecine du travail

UFAS1

Pr N. Rahmani

# I- Introduction

- Les métaux lourds regroupent une famille de composés assez vaste (plomb, mercure, arsenic, nickel, cadmium, zinc, chrome...), la plupart se trouvant à l'état particulaire, à l'exception du mercure (état gazeux).
- Les métaux lourds sont des éléments naturels, présents dans l'air, l'eau et le sol.
- Les sources émettrices de métaux lourds peuvent être :
  - naturelles (volcans, incendies de forêt, etc.) ou
  - anthropiques (activité pétrochimique, transports routiers et embarcations, incinération de déchets, etc.).

# I- Introduction

- Les métaux lourds concernés sont :
  - Arsenic (As) qui n'est pas un métal (métalloïde)
  - Cadmium (Cd)
  - Chrome hexavalent (CR VI)
  - Cuivre (Cu)
  - Mercure (Hg)
  - Nickel (Ni)
  - Plomb (Pb)
  - Sélénium (Se) qui n'est pas un métal (Chalcogène)
  - Zinc (Zn)
- Au niveau international, les métaux les plus toxiques sont réglementés: **mercure (Hg), plomb (Pb) et cadmium (Cd).**

## II- Impact des métaux lourds sur l'environnement

- Les activités humaines influencent les concentrations par dépôts des poussières des métaux sur les sols et les eaux.
- Les métaux ont, de façon générale, des effets toxiques sur les êtres vivants, plus ou moins importants. Certains sont cependant des éléments indispensables à faible dose pour les êtres vivants comme le **cuivre**, le **sélénium**, et le **zinc**.
- Le cadmium le mercure et le plomb n'ont pas de telles fonctions et sont toxiques à très faible dose.
- Les métaux lourds sont les éléments métalliques dont la densité absolue est supérieure à 5g/cm<sup>3</sup>.

## II- Impact des métaux lourds sur l'environnement

- Les métaux lourds sont d'importants contaminants des écosystèmes et des chaînes alimentaires.
- Ils ne sont pas biodégradables et se retrouvent en grande quantité dans l'organisme des animaux au sommet de la chaîne alimentaire comme les cétacés (mammifères aquatiques), les humains et les prédateurs divers.
- C'est l'effet de la bioaccumulation, soit l'absorption et la concentration de certaines substances chimiques, présentes dans un environnement, par un organisme.

La Convention de Minamata est un traité international visant à protéger la **santé humaine** et **l'environnement** contre les effets néfastes du mercure.

# III- Effets des métaux sur la santé



## III-1 Le Cadmium (Cd)

- **Le cadmium (Cd)** : est un métal blanc-bleuâtre, mou et très malléable. Il est obtenu industriellement comme sous-produit de la métallurgie du zinc, mais il est aussi présent dans des minerais de plomb et de cuivre.
- **Utilisation** :
  - Fabrication de batteries, de pigments, d'enduits métalliques et de plastique.
- **Dangers pour la santé**
  - Reconnu cancérogène, mutagène et toxique pour la reproduction,
  - Il entraîne chez l'Homme des atteintes rénales et une fragilité osseuse lors d'une exposition prolongée, notamment par voie orale via l'alimentation et l'eau de boisson.

# III- Effets des métaux sur la santé



## III-2 L'Arsenic (As)

- **L'arsenic** : l'As inorganique est un cancérogène avéré et est le plus important contaminant chimique de l'eau de boisson à l'échelle mondiale. L'arsenic peut également se présenter sous forme organique.
- **Utilisation** :  
L'As et ses composés sont utilisés dans les teintures, l'oxyde d'As jouant le rôle de mordant, conservateur de bois, peaux d'animaux (tannerie).
- **Danger pour la santé** :  
L'arsenic et ses composés inorganiques sont classés cancérogènes avérés pour l'homme par le CIRC (Groupe 1) depuis 1980. L'exposition à l'arsenic par inhalation ou ingestion d'eau contaminée est à l'origine de cancers du poumon, de la peau et de la vessie.

### **III-3 HYDRARGYRISME (Intoxication au Mercure)**





## 1- Caractéristiques :

- Le mercure (Hg) est le seul métal liquide à température ordinaire, il se présente sous forme de liquide blanc argenté, brillant et très mobile
- L'hydrargyrisme : est l'intoxication par le mercure et ses composés.



## 2- Utilisation :

- Extraction du minerai et la métallurgie du Hg
- Industrie électrique : lampes à vapeur de Hg, redresseurs et interrupteurs de courant, accumulateurs ...
- Industrie de fabrication des instruments de précision : thermomètre, baromètre
- Composants des amalgames dentaires
- industrie du cuir et des peaux (tannage )
- fabrication de poudre détonante : fulminate de Hg



### **3- Métabolisme :**

#### **a- absorption :**

- voie respiratoire +++ (80% des doses inhalées sont absorbés)
- voie digestive négligeable.

#### **b- distribution :**

- dans le sang le Hg est lié aux globules rouges
- la distribution tissulaire : les reins, le foie et le cerveau.

#### **c- excrétion :**

- urinaire +++ (60 %) et fécale (40 %)

## **4- Pathologie**

### **4-1 Intoxication aiguë**

- **Après ingestion :**

- gastro-entérite aiguë, stomatite et colite ulcéro-hémorragique,
- anurie avec urémie suite à la nécrose des tubules rénaux, encéphalopathie urémique,
- état de choc.

- **Après inhalation :**

Pneumonie chimique voir même un OAP lésionnel.

## 4-1 Intoxication chronique

### 1- Troubles nerveux:

#### a- atteinte cérébelleuse :

- **tremblement intentionnel** +++: il débute dans les doigts , la langue et les lèvres, il est aggravé par la fatigue, les émotions et l'alcool.

**b-troubles du comportement** : Ces anomalies précèdent de plusieurs mois le tremblement.

- anxiété, irritabilité, modification de l'humeur.

- trouble du sommeil,

## 2- Stomatite et gingivite :

- salivation excessive
- douleurs gingivales : gencives enflammées et saignent facilement,
- goût métallique,
- perte de dents.



### **3- Troubles digestifs :**

dans les intoxications graves et prolongées, on observe une anorexie, diarrhées, cachexie et altération de l'état général.

### **4- Atteinte rénale :**

l'exposition prolongée provoque une néphrite azotémique par atteinte tubulaire et glomérulaire.

### **5- Autres :**

dermites eczématiformes ou irritatives et des rhinites et conjonctivites d'irritation.

## 5- Traitement

### \* Intoxication aigue :

#### - En cas d'ingestion :

##### \* Traitement symptomatique :

- TRT symptomatique de l'état de choc et de ses complications
- Hémodialyse en cas d'insuffisance rénale anurique.

##### \* Traitement antidote

#### - En cas d'inhalation :

- \* Traitement symptomatique et traitement antidote.

### \* Intoxication chronique :

on utilise les antidotes (chélateurs) :

- le calcium disodium éthylène diamine tetraacetate (CaNa<sub>2</sub>EDTA) ;
- le N-acétyl D- pénicillamine .



## **6- Prévention**

### **6-1 Prévention technique :**

#### **a- Mesures collectives :**

- Substitution du Hg par des corps moins dangereux.
- Procédés d'humidifications dans les mines.
- Le sol et les parois des locaux doivent être lisses et imperméables.
- Éviter la ventilation importante de l'atelier.
- Aspiration des vapeurs à la source.

## **b- Mesures individuelles :**

- vêtements de travail et équipement de protection individuelle (EPI)  
entretenus et nettoyés régulièrement
  - \* masques adaptés
  - \* combinaison
  - \* bottes
  - \* gants

## **6-2 Prévention médicale**

### **\* Examen d'embauche :**

Eviter d'exposer au Hg les sujets présentant des :

- Atteintes cutanées
- Gingivite ou toute infection buccales ;
- Atteinte rénale ;
- Troubles neurologiques ou psychiatriques.

Doser le Hg urinaire pour avoir une valeur de référence.

**\* Examens périodiques :**

surveillance particulière, habituellement tous les six mois :

- examen clinique de dépistage :
  - \* rechercher le tremblement,
  - \* les troubles de comportement,
  - \* les affections buccales,
- rechercher une protéinurie.

**\* Bilan toxicologique :**

- dosage du Hg urinaire : Taux normal : < 35 ug/L.
- dans le sang : le taux de Hg ne devrait pas dépasser 2 ug/ 100ml chez les travailleurs exposés.

## 7- Réparation

Tableau N° 02 des MP indemnifiables intitulé Hydrargyrisme professionnel, qui répare :

- L'encéphalopathie aiguë
- Coliques et diarrhées
- Lésions eczématiformes
- Le tremblement intentionnel
- L'ataxie cérébelleuse
- La néphrite azotémique
- La stomatite

### **III-4 SATURNISME (Intoxication au Plomb)**



## 1- Caractéristique

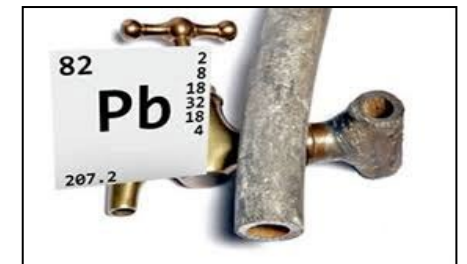
Le plomb (Pb) est un métal lourd, ductile, malléable, d'aspect argenté - brillant voire au début puis devient rapidement gris-bleu et terne

**Le saturnisme** : est l'intoxication par le plomb et ses composés.



## 2- Utilisation

- Mines de plomb et de zinc ,
- Fabrication de munition (plomb de chasse),
- Fabrication d'accumulateurs (batteries au Pb): 70% du poids d'une batterie,
- En agriculture : fabrication d'insecticides (l'arséniate de Pb ++),
- Pigment pour peintures, vernis et matières plastique,
- Industrie du bâtiment et de la construction: feuilles de plomb pour le recouvrement des toitures, tuyaux d'évacuation d'eau...
- Fabrication de barrières anti-bruit, anti vibrations,
- Production d'écrans antiradiations.





### **3- Métabolisme**

#### **a- Voies d'absorption**

Le plomb pénètre dans l'organisme par voie respiratoire et digestive.

#### **b- Distribution – Stockage**

La distribution concerne un secteur parenchymateux facilement mobilisable avec une durée de vie de l'ordre de 1 mois, et un secteur osseux où il remplace le calcium.

#### **c- Elimination**

80% du plomb absorbé est éliminé par les urines, le reste par les fèces, voire les phanères (cheveux, poils, dents, ongles).

#### **4- Physio-pathologie de l'action sur le tissu hématopoïétique**

Le plomb est un toxique cumulatif dont les principaux organes cibles sont la moelle osseuse, le système nerveux central et le rein.

##### **a- Interférence avec la synthèse de l'hème :**

Le plomb exerce une action inhibitrice à différents niveaux lors de la synthèse de l'hémoglobine.

Deux inhibitions ont été particulièrement étudiées :

- le blocage de la delta ALA – déshydratase fait augmenter l'excrétion urinaire du substrat non transformé,
- le blocage de l'hème-synthétase engendre :
  - une élévation du taux de protoporphyrine érythrocytaire,
  - une excrétion urinaire accrue des intermédiaires situés en amont (les coproporphyrines III),
  - un trouble du métabolisme du fer qui est dévié de sa voie normale.

**b- Altérations morphologiques des globules rouges dans la moelle osseuse :**

En cas d'imprégnation par le plomb, la ponction sternale peut mettre en évidence des érythroblastes à ponctuations basophiles. Ces ponctuations sont des amas d'acide ribonucléique.

**c- Effet sur les globules rouges circulants : hémolyse.**

## **5- Toxicité**

### **5-1 Forme hématologique**

**Anémie :** anémie de l'intoxication saturnine est toujours modérée. Elle est normochrome (ou discrètement hypochrome), normocytaire ou microcytaire, régénérative (réticulocytose supérieure à 2 % des hématies), à ferritine normale ou légèrement augmentée.

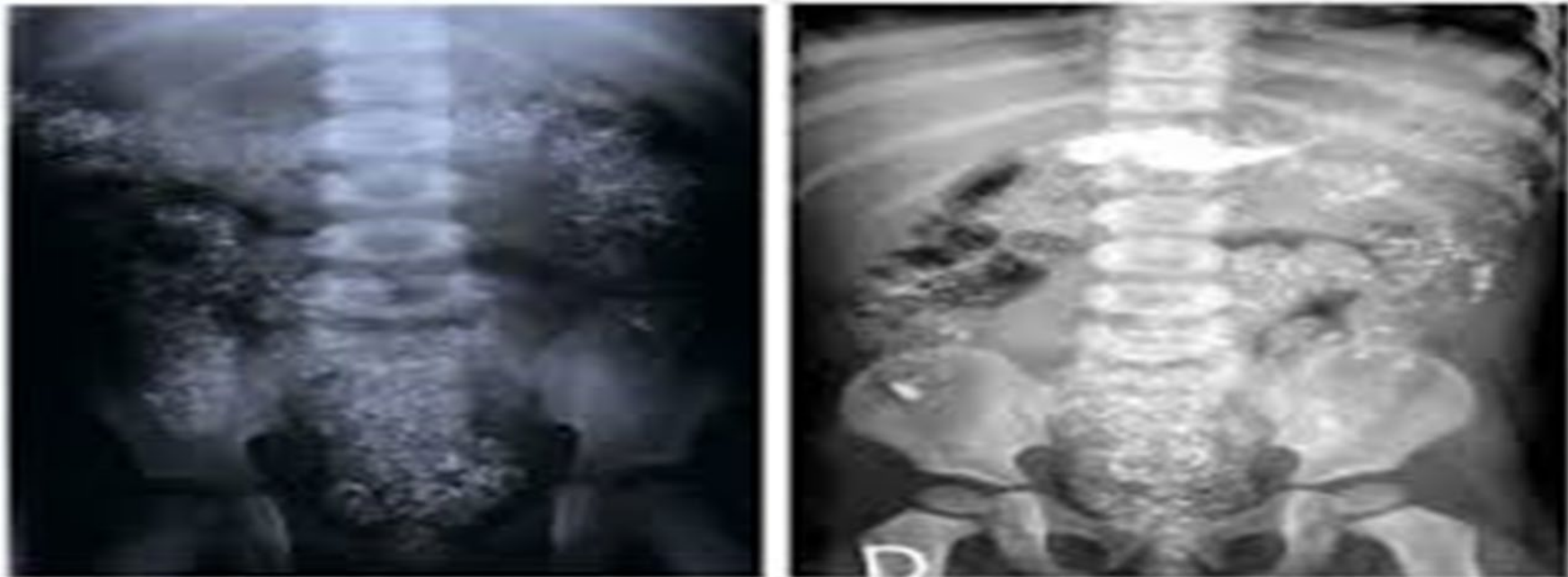
### **Perturbations du métabolisme du fer :**

augmentation du fer sérique et accumulation d'hémosidérine dans certains organes.

### **Hématies à granulations basophiles**

## 5-2 Forme digestive

- **Gastrite et œsophagite aiguës** : Elles se manifestent par des vomissements et des douleurs épigastriques.
- **Manifestations digestives non spécifiques** : inconfort, perte d'appétit avec ballonnement, constipation et douleurs vagues.



*Abdomens sans Préparation d'intervention sévère par le patient avec visualisations d'échelles de peristaltisme au plan radio-opaque (forme hémorragique)*

**- Colique de plomb = 'colique saturnine'**

Révélatrice de l'intoxication au Pb, elle peut être prise pour une urgence abdominale chirurgicale de type occlusion.

Les crises douloureuses, paroxystiques, sont initialement péri-ombilicales puis deviennent diffuses, elles s'accompagnent de sueurs, pâleur, vomissements, constipation, et d'une poussée hypertensive.

La fièvre est absente et le ventre reste souple à la palpation. +++

L'ASP est normal ou montre une distension colique purement aérienne.

L'amylasémie peut être modérément augmentée.



**- Liseré de Burton et les tâches de Gubler :**

Le liseré de Burton est un liseré gingival bleu ardoisé localisé au collet des incisives et des canines dû à l'élimination salivaire du sulfure de plomb.

Les tâches de Gubler sont des taches bleu ardoisée situées sur la face interne des joues.

Ces deux manifestations sont observées en cas de mauvaise hygiène bucco-dentaire.

## **5-3 Forme neurologique**

### **- Encéphalopathie saturnine**

Le tableau aigu se voit au cours d'une intoxication massive.

Le début est marqué par des signes non spécifiques tels qu'une irritabilité, des troubles de mémoire, une difficulté de concentration, des céphalées, etc.

Ensuite un tableau d'hypertension intracrânienne non spécifique qui s'installe.

Dans les cas non mortels, des séquelles sont décrites telles : hémorragies rétiniennes, atrophie optique, paralysie des nerfs crâniens, épilepsie, arriération mentale, troubles du comportement.

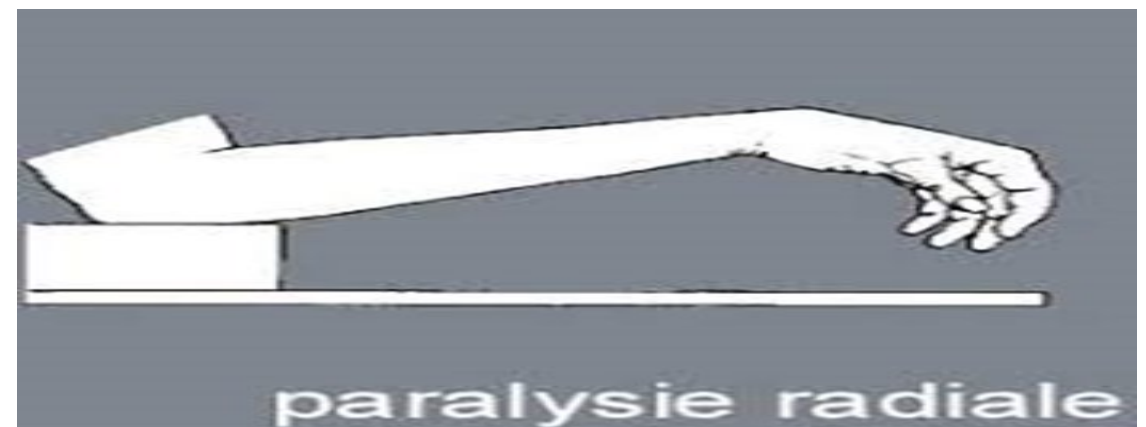
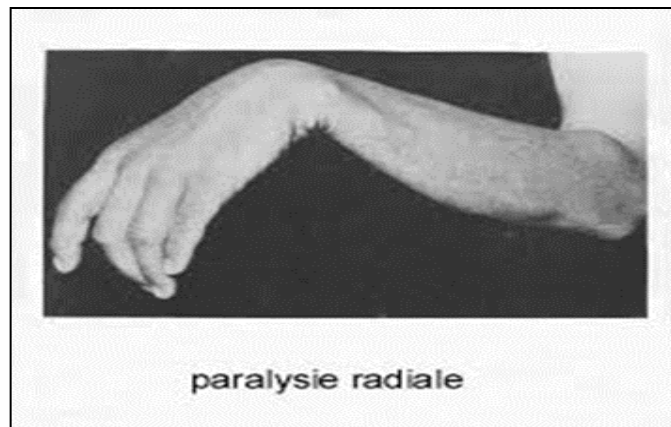


## Neuropathie périphérique (polynévrites)

Les manifestations périphériques sont plus tardives; ce sont des atteintes névritiques motrices pures.

Forme habituelle : paralysie anti-brachiale pseudo-radiale (C7, type REMAK) avec atteinte élective de l'extenseur commun.

Phase d'état : bilatérale et symétrique, la main est tombante, l'extension des troisième et quatrième doigts impossible, le malade "fait les cornes" lorsqu'on lui demande de relever les doigts; le long supinateur est respecté, c'est là un signe caractéristique de l'atteinte saturnine.



## **5-4 Formes rénales et vasculaires**

### **a- Atteinte rénale**

#### **\* Formes rénales subaiguës**

Il s'agit d'une tubulopathie proximale (syndrome du tube proximal).

Les manifestations sont discrètes et partiellement réversibles.

- Dans les urines, la protéinurie est rare et minime.
- L'uricémie est souvent discrètement élevée aussi.
- Les clearances et la ponction-biopsie rénale révèle l'atteinte rénale.

#### **\* Formes rénales chroniques**

Une insuffisance rénale modérée et tardive s'observe après 10 à 15 ans de forte exposition.

## **b- Atteinte vasculaire**

**Hypertension artérielle** : la colique de plomb s'accompagne parfois d'une poussée hypertensive qui pourrait être attribuée à un spasme des artères rénales.

## **5-5 Autres**

\* **Cancers** : le plomb est classé parmi les substances probablement carcinogènes (2B).

### **\* Effets sur la reproduction**

- Diminution de la fertilité (sels de plomb).
- Mortalité embryonnaire car les sels de Pb peuvent traverser la barrière placentaire.

## 6- Tests biologiques

### a- Tests d'exposition

- **Plombémie** : reflète le degré d'exposition dès les premiers jours et diminue en un mois après l'arrêt de cette dernière.

Valeur normale : 40  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ .

- **Plomburie** : valeur normale : < 50  $\mu\text{g}/\text{g}$  de créatinine.

- **Plomburie provoquée** (par l'EDTA calcique).

- **Plomb dans les cheveux et les os.**

### b- Tests d'action biologique

- \***FNS** : anémie microcytaire, normochrome avec ou sans hypersidérémie.

- \***Hématies à granulations basophiles (HGB)** : Valeur normale : 500 à 2000 HGB / 1M GR.

- \***ALA-U** : le taux s'élève en 15 jours, se normalise rapidement à l'arrêt de l'exposition. Valeur normale : < 5 mg/g de créatinine.

- \***PPZ** : le taux s'élève en 3 mois. Valeur normale : < 2.5  $\mu\text{g} / \text{g Hb}$ .

## **7- Traitement**

### **1-Traitement spécifique (chélateurs)**

#### **- L'E.D.T.A +++**

Le plus employé, administré en intramusculaire (IM) ou en perfusion intra-veineuse (IV).

La vitamine C potentialise l'action de l'EDTA.

#### **- La pénicillamine ( $\beta,\beta$ -diméthylcystéine) +**

Plus rarement utilisée, a l'avantage d'être administrée en per os, à raison de 600 mg par 24 heures pendant 3 à 5 jours.

#### **- Autres : BAL, DMSA, DTPA.**

### **2-Traitement symptomatique**

- Antispasmodiques : si colique de plomb,
- Encéphalopathie saturnine :
  - convulsions : barbituriques,
  - hypertension intracrânienne : soluté hypertonique.
- Hypotenseurs : si hypertension paroxystique,
- Dialyse péritonéale : si atteinte rénale.

## **8- Prévention**

### **8-1 Prévention technique**

#### **a- Mesures collectives**

- Travail en vase clos.
- Ventilation, aspiration.
- Propreté générale des lieux de travail, réfectoire loin des lieux du travail.
- Equipement sanitaire permettant une hygiène personnelle adéquate : éviers, douches et armoires à double compartiment pour vêtement de travail et de ville.
- Mesure de la concentration en Pb dans l'air.

## **b- Mesures individuelles**

- Ne pas fumer, boire ou manger dans les ateliers,
- Hygiène personnelle : lavage des mains, bains-douches après chaque journée de travail. Les vêtements de travail ne seront pas emportés à domicile,
- Masques filtrants,
- Vêtements de protection,
- Gants.

## 8-2 Prévention médicale

- Une visite d'embauche doit être réalisée avant l'affectation à un poste qui expose au Plomb. Elle comprend un bon examen clinique, des examens complémentaires tels : hémogramme, créatininémie, plombémie, ALA-U ou PPZ dans le sang.
- Les affections suivantes constituent un motif d'inaptitude :
  - affections hématologiques,
  - affections rénales et hépatiques,
  - affections cutanées chroniques,
  - affections neurologiques,
  - hypertension artérielle,
  - femmes enceintes ou qui allaitent,
  - onychophagie.



## **9- Réparation**

- Tableau n°1 des Maladies Professionnelles (MP) :
  - Anémie,
  - Colique de plomb,
  - Néphrite azotémique ou hypertensive,
  - Paralysie des extenseurs des doigts,
  - Encéphalopathie aiguë.