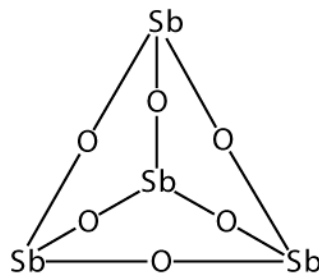


L'Antimoine, un vieux toxique toujours méconnu

André Picot

La parution début 2006, d'un article de géochimistes allemands dans Journal of Environmental Monitoring [1] sur la **présence en excès d'antimoine dans des eaux minérales européennes** (45 marques dont 9 françaises) et canadiennes (15 marques) **embouteillées et stockées dans des récipients en plastique de type polyéthylène-téréphtalate (PET)** a attiré l'attention sur l'**antimoine**, qui sous forme de **trioxyde** est fréquemment utilisé comme **catalyseur de polymérisation du PET**.

Ces chercheurs ont mis en évidence que **lors du stockage d'eaux minérales dans des bouteilles en PET**, un plastique dit « alimentaire », le catalyseur, en l'occurrence **le trioxyde d'antimoine** (Sb_2O_3 , qui existe sous forme dimérisée) **migre et se concentre, proportionnellement au temps de séjour dans ces eaux alimentaires.**



Trioxyde d'antimoine

Un seul exemple permet d'évaluer l'ampleur du problème. Une **eau minérale** allemande qui contenait **au départ 3,8 ng/l** soit **3,8 ppb d'antimoine** a vu augmenter son taux d'antimoine jusqu'à **359 ng/l** après **embouteillage dans un récipient en PET**.

Cette concentration a atteint **626 ng/l** après un **stockage de trois mois à température ambiante**, ce qui correspond à une **augmentation de 190 fois** par rapport à la teneur initiale.

Le problème qui se pose est de savoir, s'il y a **un réel danger pour les consommateurs des eaux minérales**, qui sont en général surtout **les enfants en bas âge et les personnes âgées**.

Il est donc nécessaire de se référer aux **normes en vigueur**. Pour l'**Union européenne**, la **valeur limite pour la qualité des eaux destinées à la consommation humaine** a été fixée en **1998 [2] à 5 µg/l soit 5000 ng/l**, et ceci pour rester dans des échelles comparables.

Dans le contexte des géochimistes allemands, **le taux d'antimoine des eaux naturelles les plus contaminées (626 ng/l en antimoine)** est approximativement **12 % plus faible** que la norme européenne actuelle. Ceci permet sans ambiguïté de **relativiser le réel risque pour la santé de ces boissons**. En fait l'impact le plus important de cette recherche a été de montrer qu'il fallait dans une telle étude comparative choisir judicieusement ses échantillons de référence.

Dans un tel contexte, est-il utile d'attirer l'attention sur l'antimoine ?

Il ne faut pas oublier que cet **élément proche parent de l'arsenic** a fait comme ce dernier une brillante carrière médiatique, de l'Antiquité au début du XX^{ème} siècle et n'est tombé que récemment dans l'oubli.

Ce n'est pas le cas de l'**arsenic**, vedette incontestée des empoisonneuses ou empoisonneurs célèbres et actuellement le **polluant majeur des milieux aquatiques de pays comme le Bangladesh**.

Notre tentative de réhabilitation de l'intérêt pour l'antimoine, s'appuie sur deux raisons principales.

D'une part l'**antimoine** (tous composés confondus) est considéré comme un **polluant majeur** tant par l'**Union européenne** [2] que par l'**EPA**, l'agence américaine de l'environnement [3]. Par ailleurs, suite à l'article scientifique sur la pollution par l'antimoine des eaux naturelles en bouteille de PET [1] une série d'informations sont parues dans les médias français, que ce soit en provenance d'associations écologiques [4,5] ou de consommateurs [6].

Pour certains [4,5], l'antimoine était un neurotoxique puissant, pour d'autres [6] il modifierait les paramètres sanguins.

Alors qui croire ?

Prudents, les géochimistes allemands se contentèrent de signaler dans leur article [1] que le **trioxyde d'antimoine** est suspecté par l'**OMS** d'être un **cancérogène possible** (groupe 2B du CIRC) [7].

Il est surprenant qu'aucune de ces sources, n'a mis en avant que depuis la nuit des temps, l'**antimoine** et en particulier son composé emblématique, l'**émétique**, qui est l'**antimonyltartrate de potassium**, préparé par action du **trioxyde d'antimoine** sur le **tartrate acide de potassium** (schéma 1) et qui est connu pour son **action violente sur l'appareil gastro-intestinal**. Son action puissante et immédiate comme **vomitif et diarrhétique** l'avait fait surnommer au Moyen Age le « **choléra stibié** » [8].

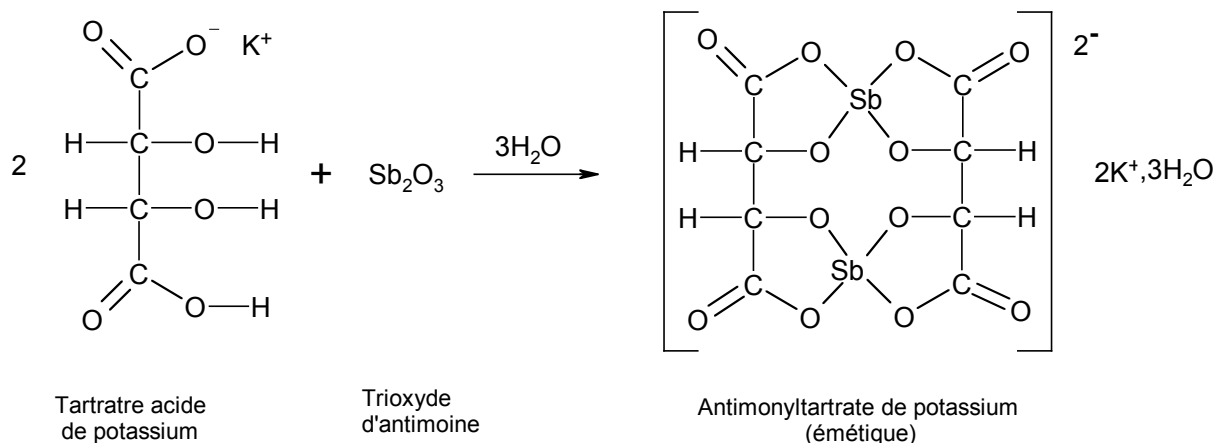


Schéma 1
Synthèse et structure de l'émétique

Alors d'où viennent ces différentes données sur la toxicité de l'antimoine ?

Il s'agit tout simplement d'un **manque de références fiables en toxicologie, une science devenue totalement délaissée en France**.

Notre **Association Toxicologie-Chimie (ATC)** s'étant donnée comme **objectif principal** d'apporter une **information scientifique** la plus rigoureuse possible dans le domaine des **risques chimiques**, en particulier en ce qui concerne les **effets néfastes sur la santé des produits chimiques**, nous vous proposons une première réflexion concernant l'**état des connaissances sur l'antimoine**, sa longue et passionnante histoire et ses **réels effets toxiques**.

1. L'histoire de l'antimoine, démarrée il y a 6000 ans, a traversé toutes les civilisations.

Historiquement comme l'arsenic, l'**antimoine a été utilisé dans des temps très anciens**. Ainsi un **fragment de vase en antimoine pur**, datant de **quatre mille ans avant notre ère** a été découvert en **Chaldée** dans la **cité sumérienne de Tello** [8].

A l'état de **sulfure** (la stibnite ou stibine) l'antimoine était utilisé en **Egypte antique**, par les **femmes** pour se **farder les yeux**.

Ceci peut expliquer la forte concentration d'antimoine mise en évidence lors d'analyses de **momies féminines** découvertes dans les pyramides.

Pline l'ancien (23-73) décrit l'utilisation de l'antimoine en tant que **produit cosmétique**, mais aussi comme **remède ophtalmique**. A cette époque, l'**antimoine élémentaire** et ses **minerais** étaient confondus et les **latins** les nommaient **stibium**, d'où dérive le symbole **Sb** [2].

Il faut remarquer que le **pouvoir vomitif de l'antimoine** était connu des **romains fortunés** (et débauchés) qui terminaient leur repas en buvant du **vin gardé dans un récipient en étain dopé à l'antimoine** et qu'ils dénommaient « le **calice vomitif** » [23].

Un **médecin alchimiste musulman d'origine perse** très renommé **Geber** (722-803), utilisait l'**antimoine** pour ses **vertus curatives** et le nomma **athmond**, qui traduit plus tard en latin donnera **antimonium**.

Au Moyen Age en Europe, les **alchimistes** considéraient l'**antimoine** comme un **élément capable de purifier ou d'imiter l'or**.

C'est semble t'il **Paracelse** (1495-1541) qui le premier **loua les vertus thérapeutiques de l'antimoine** [9]. Cet alchimiste, considéré par la plupart des médecins de son époque comme un charlatan, obtint néanmoins en 1527 à Bale, la **première chaire de Chimie** créée au monde. Une histoire très controversée attribuée à un **moine alchimiste allemand** dénommé **Basile Valentin**, le mérite d'avoir écrit un ouvrage « le char triomphal de l'antimoine » (paru en 1599) qui donnait la recette pour préparer ce remède et par ailleurs vantait **l'usage universel comme médicament de l'antimoine**.

La légende raconte que ce moine avait voulu faire bénéficier ses frères moines des **vertus stimulantes de l'antimoine** (action bénéfique qu'il avait observé sur les cochons de son monastère), ce qui les firent passer de vie à trépas... d'où le nom qui aurait été ensuite donné à cet élément... à action manifestement anticléricale !

La **grande réputation thérapeutique** que connu durant plus de **300 ans l'antimoine** fut souvent ternie par de **nombreux accidents mortels**, observés lors de son **usage immodéré** [8-9].

En France, en 1566, le **Parlement de Paris** finit par **interdire l'usage de l'antimoine en médecine**. Pendant **100 ans**, l'**Ecole de médecine de Montpellier**, profondément marquée par les théories des **alchimistes musulmans** (en particulier par **Rhazès** qui vécut au Xe siècle), refusa cette interdiction.

Ce n'est qu'en 1666, que **Louis XIV**, ayant été apparemment sauvé à l'âge de 20 ans d'un **typhus exanthématique** grâce à l'**émétique** (le vin émétique était préparé par contact, durant 24 heures, de trioxyde d'antimoine, dénommé « foie d'antimoine » avec du vin blanc), **réautorisait l'usage thérapeutique de l'antimoine**.

C'est **Marazin**, qui conseilla au roi, l'utilisation de ce remède, alors qu'il était interdit par l'Ecole de Médecine parisienne [8-9].

L'usage de l'**émétique** comme vomitif puissant se **perpétua jusqu'au début du XX^e siècle** non sans quelques issues fatales (dont celle, ironie du sort, de Mazarin).

De nos jours, **les usages de l'antimoine** se limitent aux **traitements de maladies parasitaires** comme les **leshmanioses viscérales** (Kala azar) et les **leshmanioses cutanées** [8].

2. L'antimoine, un élément peu abondant sur Terre

L'**antimoine** est **peu abondant sur Terre** (0,7 % dans l'écorce terrestre) et est surtout exploité à l'état de **sulfure** (stibine ou stilbine). Parfois il se trouve à l'**état natif**. [10]

3. Production et usages de l'antimoine, sont toujours en augmentation.

On trouve de l'antimoine, un peu partout dans le monde, même en France (Massif Central), mais plus de **80 % de la production mondiale vient de Chine**.

Les **utilisations de l'antimoine** sont **très variées** et se sont diversifiées selon les époques (alchimie, médicaments, munitions, alliages anti-frictions, accumulateurs, pigments, ignifugeants, microélectronique...).

Ainsi il rentre dans la composition de **nombreux alliages**, auxquels il confère plus de dureté, mais aussi plus de résistance à la corrosion. Ses usages actuels sont surtout comme **retardateur de flamme** dans les **textiles** ou autres **produits combustibles**.

4. La spéciation de l'antimoine est proche de celle de l'arsenic

Dans la **classification périodique**, l'**antimoine** se situe dans la **cinquième colonne** entre l'**arsenic (As)** et le **bismuth (Bi)** dont il possède certaines de leurs propriétés.

Comme l'arsenic, l'**antimoine** peut former des composés dont le degré d'oxydation va de **-3 à +5** [11,20].

En général **quatre espèces chimiques** sont prises en considération :

- **Sb⁻³ ou Sb(-III)**, espèce chargée négativement (**anion antimoniure**) à laquelle on rattache le **trihydrure d'antimoine** ou **stibine** (SbH₃) un **gaz très toxique proche de l'arsine (AsH₃)** dont il possède les **propriétés hémolysantes** (éclatement des globules rouges).

- **Sb⁰ ou Sb (0)**, la **forme élémentaire** présente un **aspect métallique**, mais est un **mauvais conducteur de l'électricité**, ce qui l'apparente aux **non métaux**, et le fait classer comme l'**arsenic** dans les **éléments mixtes**.

Au contraire de l'arsenic élémentaire c'est un **toxique aigu puissant**, ce qui signifie qu'il doit être facilement **métabolisé par oxydation** dans l'organisme.

- **Sb⁺³ ou Sb (III)**, forme ionisée correspondant au **cation trivalent**, possède des **propriétés réductrices**.

- Sb^{+5} ou **Sb (V)**, forme ionisée la plus oxydée, qui avec le **cation trivalent** forme un couple oxydoréducteur, $[\text{Sb}^{3+} \rightleftharpoons \text{Sb}^{5+}]$, semblable au couple de l'arsenic $[\text{As}^{3+} \rightleftharpoons \text{As}^{5+}]$.

5. La biologie de l'antimoine présente encore beaucoup d'inconnues.

Chez l'**Homme**, par **voie digestive**, l'**absorption de l'antimoine** est relativement **faible** (1 à 10 % selon les composés). Par **voie respiratoire**, l'absorption va dépendre de la **taille des particules**, mais la majorité des **poussières** seront éliminées par le **tapis mucociliaire**.

Comme dans le cas de l'arsenic, les **composés trivalents de l'antimoine** (Sb^{3+}) se lient surtout avec l'**hémoglobine**, par l'intermédiaire des **fonctions thiol** (apporté par la **cystéine**).

Par contre les **composés pentavalents** (Sb^{5+}) se retrouvent plutôt dans le plasma, où ils doivent certainement interférer avec les **anions phosphates**.

De même que pour l'arsenic, la **métabolisation de l'antimoine** va dépendre pour l'essentiel de l'**espèce chimique** [12]. Ainsi les **composés trivalents de l'antimoine** sont pris en charge par le **glutathion**, un tripeptide soufré, en vue de leur **élimination** en particulier par la **voie biliaire**.

Comme pour l'arsenic, l'**antimoine s'élimine partiellement par les phanères** (cheveux, poils, ongles...) dans lesquels ils peuvent être dosés. Par ailleurs, ils traversent facilement la **barrière placentaire** et pourraient de ce fait agir sur la descendance.

En règle générale chez l'Homme la métabolisation des composés de l'antimoine est beaucoup moins bien connue que celles des composés correspondants de l'arsenic et les voies de biotransformation se semblent que partiellement se recouper.

Le schéma 2 résume sommairement les données actuelles.

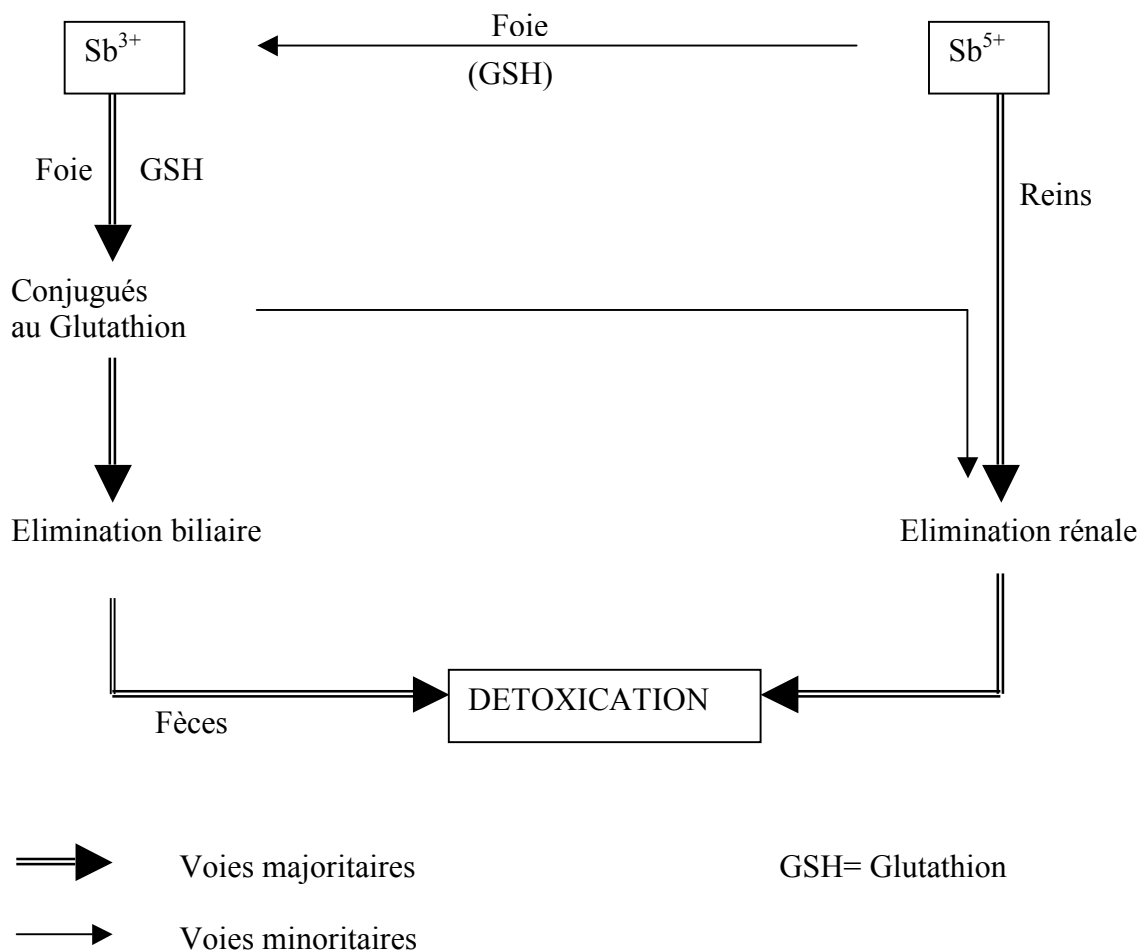


Schéma 2
Voies principales de métabolisation des composés cationiques de l'antimoine

De même le cycle biologique de l'antimoine dans l'environnement est imparfaitement connu.

Certains **microorganismes anaérobies** (bactéries...) peuvent **réduire les composés oxydés de l'antimoine** et ensuite les **méthyler** comme dans le cas de l'arsenic, mais ceci reste à préciser [12].

6. Le mécanisme d'action des composés de l'antimoine pourrait ressembler à celui de l'arsenic.

Au **niveau cellulaire**, les **composés trivalents de l'antimoine**, comme ceux de l'arsenic, ont une **grande affinité** pour les **fonctions thiol (R-SH)**, et réagissent facilement avec le **glutathion (G-SH)** [13]. Au niveau des **protéines**, tout comme les composés trivalents de l'arsenic, les **dérivés trivalents de l'antimoine** peuvent réagir préférentiellement avec 2 **fonctions thiolate (R-S⁻)** de **cystéines vicinales (Cys-SH)**, inhibant ainsi l'activité de ces protéines comme l'indique le schéma 3.

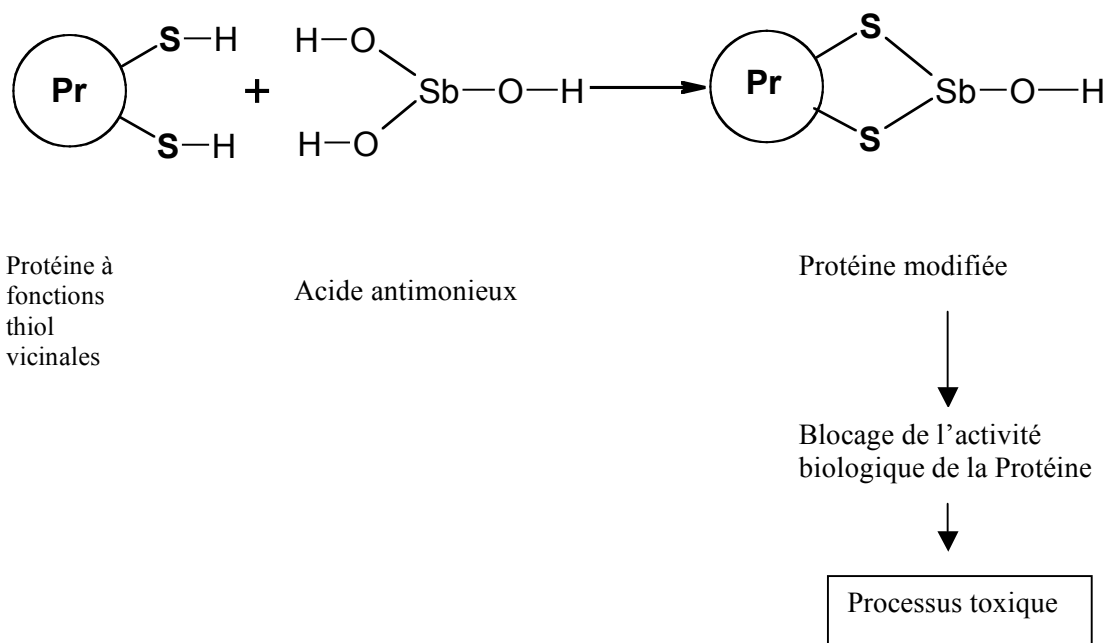


Schéma 3
Inactivation de protéines à 2 fonctions thiol vicinales par l'acide antimonieux (formule hypothétique).

D'autres mécanismes peuvent intervenir de type **agression oxydante**, qui pourraient expliquer la toxicité bronchique (pneumoconiose) de certains composés de l'antimoine.

7. Proche de la toxicité de l'arsenic, celle de l'antimoine présente néanmoins beaucoup d'originalité.

La **toxicité des composés de l'antimoine** va dépendre pour une grande part des **espèces chimiques** concernées, ce qui serait en corrélation avec les voies métaboliques mises en œuvre. Chez l'Homme, les symptômes observés, que ce soit lors d'une intoxication aiguë ou à long terme, vont beaucoup ressembler à ceux décrits pour les composés de l'arsenic et il est souvent difficile de les différencier [14,15].

7.1 Toxicité aiguë

L'**intoxication aiguë**, connue autrefois sous le nom de « **choléra stibié** » a été décrite pour des ingestions importantes de **trioxyde d'antimoine** (Sb_2O_3).

Elle se caractérise par des **troubles incoercibles graves** (vomissements, diarrhées) avec des **fortes douleurs gastro-intestinales** qui évoquent une intoxication arsénicale. La

déshydratation qui en résulte peut aboutir à la **mort par collapsus cardiaque**. On observe des atteintes de même nature par **inhalation de poussières** avec en plus une **forte irritation des voies aériennes supérieures** (toux, dyspnée) pouvant conduire à un **œdème aigu pulmonaire (OAP)** [20-23].

Par ailleurs, l'antimoine et ses composés cationiques tri et pentavalents (oxydes, sulfures, chlorures...) sont de puissants **irritants de la peau** (dermatite), des **yeux** (conjonctivite) et des **muqueuses**.

Un cas particulier est l'**intoxication aiguë** due au **trihydrure d'antimoine** ou **stibine** (SbH_3), gaz incolore d'odeur soufrée désagréable, qui peut se former dans la **métallurgie de certains métaux** (Zn...).

Comme pour l'arsine, la **stibine** a pour **cible principale** le sang, dont il fait éclater les **globules rouges** entraînant une sévère **hémolyse**. De plus la stibine **oxyde le fer de l'hémoglobine** (Hb, Fe^{2+}), la transformant en **méthémoglobine** (Hb, Fe^{3+}) incapable de transporter le dioxygène. Il en résulte des **troubles nerveux** (maux de tête), une grande **faiblesse générale** (asthénie), puis par suite d'une **atteinte rénale**, l'apparition de sang dans les urines (hématurie) et en final, un **blocage rénal** létal. Ce sont ces symptômes qui avaient été retenus par diverses organisations [4,5,6] qui les ont confondus avec ceux du **trioxyde d'antimoine** dont la **cible principale** est le **tractus gastro-intestinal**.

7.2 Toxicité à long terme

Que ce soit en **expérimentation animale** ou chez les **travailleurs**, l'**exposition** prolongée à des **poussières de composés trivalents de l'antimoine** (oxyde, sulfure) produit une **irritation des voies aériennes supérieures** (rhinite, laryngite, trachéite) et une **inflammation du tractus broncho-pulmonaire** suivie d'une **fibrose** entraînant une **pneumoconiose stibiée** (stibiose). Des **atteintes cardio-vasculaires** sont fréquentes (myocardie, hypertension, arythmie...). Parfois sont observés des **troubles digestifs** (gastro-entérites) et **nerveux** (céphalées, atteintes psychologiques...).

Tout ces symptômes n'ont rien de caractéristique, ce qui rend difficile l'identification de l'implication directe des composés de l'antimoine.

Récemment plusieurs études ont été entreprises pour déterminer l'**activité génotoxique des composés de l'antimoine**, dans ces pathologies.

Selon le **Centre International de la Recherche sur le Cancer** (CIRC, Lyon) malgré l'absence de réponse avec la plupart des **tests de mutagénèse**, les **résultats positifs de cancers bronchiques en expérimentation animale**, ont permis de classer le **trioxyde d'antimoine** (Sb_2O_3) parmi les **composés cancérigènes possibles chez l'Homme** (groupe 2B) [7].

En ce qui concerne les **effets reprotoxiques des composés de l'antimoine**, aucune étude fiable n'est actuellement disponible.

8. L'impact sur l'environnement de l'antimoine reste à découvrir.

Un autre **point commun avec l'arsenic** est l'**omniprésence de l'antimoine dans l'environnement**, surtout dans le **sol**, mais néanmoins en quantité moindre [16].

Comme pour beaucoup d'autres éléments, les **apports de l'antimoine** sont soit d'**origine naturelle** (volcans...) soit liés aux **activités humaines** en particulier celles liées à la **circulation automobile** et à la **métallurgie**.

Globalement dans un **environnement non pollué**, la **concentration en antimoine** n'excède pas **1 µg/ l⁻¹** soit **0,01 mg par litre**.

En général, le **taux d'antimoine** dans les **fleuves** ou les **rivières** est le reflet de l'**activité industrielle** de la région concernée. Ainsi dans certaines régions métallurgiques de l'Asie centrale (Ouzbékistan) le taux d'antimoine dans l'eau peut être augmenté jusqu'à atteindre 10 mg/ l⁻¹.

Il en est de même pour certains **terrains minéraliers** par exemple en Allemagne, où la **teneur du sol en antimoine** est de l'ordre de **500 mg/ Kg⁻¹**.

En ce qui concerne la **France**, il y a toujours eu une **petite production d'antimoine** (de l'ordre de 500 tonnes par an), mais insuffisante pour nos besoins industriels actuels.

Il faut remarquer qu'on ne dispose que de peu d'information sur le **degré de contamination** des **terrains miniers** et des **nappes souterraines environnantes** (Limousin, Auvergne...), et personne ne semble s'en soucier.

A partir des **milieux aquatiques**, sauf exception (algues vertes type Chlorélla), **il ne semble pas que l'antimoine s'accumule dans les organismes vivants**.

Par contre à partir des **sols pollués** divers **végétaux** (lichens, épinards, vignes, arbres fruitiers...) peuvent facilement **concentrer l'antimoine** [17]. Ainsi des épinards cultivés sur un sol contaminé (de l'ordre de 500 mg/ Kg⁻¹) peuvent en accumuler jusqu'à 400 mg/ Kg⁻¹.

Par ailleurs, divers **microorganismes du sol** (champignons, bactéries), tout comme pour l'arsenic peuvent **biométhyliser les composés trivalents de l'antimoine** et former par exemple de la **triméthylstibine** (CH₃)₃Sb, qui va se volatiliser dans l'atmosphère [18,19].

En fait dans l'**atmosphère**, l'**antimoine** est surtout émis sous forme d'**oxydes** (entre 1 et 50 ng/m⁻³) à partir de la **circulation automobile**, des **volcans** et des **usines métallurgiques**, voire autour des **aéroports**.

On estime qu'environ **38 tonnes d'antimoine** sont émises chaque année, suite aux **activités humaines**, la **circulation automobile** y contribuant pour près de la moitié.

Dans l'**atmosphère** la **demi-vie du trioxyde d'antimoine** (Sb₂O₃) se situe entre **1,9 et 3,2 jours** et il peut, grâce aux **poussières aériennes** se **propager sur de longues distances**.

Ainsi à partir de l'Europe du Nord, il a été estimé qu'environ 4 tonnes d'antimoine se déposent par an sur le continent arctique... espérons que les ours blancs soient moins sensibles à cet élément que les moines du bon père Basile Valentin [8-9] !

9. L'évaluation des risques toxiques doit être revue

Le **manque d'études approfondies sur la toxicité de l'antimoine et de ses composés** rend difficile une **évaluation précise des risques toxiques**, d'autant plus que beaucoup de **données**, par ailleurs contradictoires, concernent l'**antimonyltartrate de potassium**, lequel correspond à l'**émétique** (schéma1).

En ce qui concerne le **milieu professionnel**, une **valeur limite d'exposition de 0,5 mg/m³** (soit 0,1 ppm en antimoine) semble faire l'unanimité auprès de toutes les instances gouvernementales (USA, Europe...). Cette unanimité paraît d'autant plus surprenante que cette valeur limite concerne aussi bien un redoutable toxique aigu comme le **trihydrure d'antimoine** (stibine) dont la **cible principale** est le **globule rouge**, que les **composés cationiques trivalents** (Sb₂O₃, Sb₂S₃...) ou **pentavalents** (Sb₂O₅, Sb₂S₅...) dont la **toxicité aiguë**, par exemple pour ces derniers, est **négligeable**.

On ne peut que rester perplexe devant de telles **évaluations**, qui manifestement **n'ont pas pris en considération la nature des espèces chimiques concernées de l'antimoine**. [20].

Or cette valeur unique de $0,5 \text{ mg/m}^3$ a été retenue suite à une évaluation en milieu professionnel datant de 1953 [21]. Il est heureux, qu'une étude ultérieure en 1966, il y a donc 40 ans [22] ait montré que pour des travailleurs exposés à des poussières de trioxyde d'antimoine (Sb_2O_3) à une concentration de $0,5 \text{ mg/m}^3$, on n'observe pas de modification radiologique au niveau du tractus pulmonaire. Par contre sur la peau, à cette concentration, ce produit entraîne des ulcérations cutanées.

Il paraît évident qu'une **réévaluation de la valeur limite en milieu de travail** est nécessaire et ceci en tenant compte de la **grande différence de toxicité** entre les **composés cationiques de l'antimoine et ses dérivés anioniques trivalents** (stibine...)

10. Conclure sur l'antimoine, est certainement prématuré

L'**antimoine est un élément si proche de l'arsenic**, qu'il est facile de les confondre, et certains ne s'en privent pas.

Si chaque élément à sa spécificité, un point essentiel les sépare.

En effet de nombreux nutritionnistes considèrent l'**arsenic** comme un **oligo-élément indispensable**, même si son rôle reste encore bien mystérieux.

Par contre, tout comme le mercure, ou le plomb, l'**antimoine** n'a semble t'il que **des effets néfastes**, c'est donc un **élément trace toxique...** mais pas pour autant, un métal « lourd » dénomination attribuée à l'antimoine par certains !

Ceci à son importance, en particulier dans leur rôle respectif vis-à-vis des **organismes vivants**.

Si l'on peut admettre la présence d'**arsenic** (qui existe parfois en concentration non négligeable) dans certaines **eaux naturelles d'origine volcanique**, par contre celle d'**antimoine** ne peut que constituer une **contamination** et il serait raisonnable de l'éviter au maximum. D'autant plus que des solutions existent. En ce qui concerne les **eaux minérales embouteillées**, le plus simple ne serait-il pas de revenir à des **bouteilles en verre** (exemptes d'antimoine) avec consigne... mais cela demanderait une **discipline**, que par ailleurs semble ignorer beaucoup de consommateurs.

Avant d'en arriver à cette **démarche citoyenne**, une réflexion devrait être entreprise sur le **choix du plastique alimentaire**. Certains plastiques comme le **polypropylène** préparé sans catalyse à base d'antimoine semble bien adapté aux usages alimentaires.

Dans le cas du **polyéthylène-téréphtalate** (PET), dont 150 milliards de bouteilles sont produites à l'échelle mondiale [1], il serait intéressant de **substituer le catalyseur à base de trioxyde d'antimoine**, qui est un **composé irritant gastro-intestinal puissant**, par un composé moins agressif, par exemple le **dioxyde de titane** (TiO_2), comme le font déjà les japonais.

En France, dans l'immédiat, il serait judicieux que le **ministère de la Santé**, saisisse comme l'ont demandé **Agir pour l'environnement** et le **CNIID** [4] les **agences sanitaires** (AFSSA, AFSSET) **pour évaluer le risque réel de l'embouteillage des eaux naturelles dans les récipients en PET « dopés » à l'antimoine.**

Par ailleurs, **la valeur limite de l'antimoine dans l'eau de consommation**, devrait au **niveau européen** être **revue à la baisse**, comme l'a déjà fait le Japon qui a fait diminuer la valeur limite de $5 \mu\text{g/l}^{-1}$ à $2 \mu\text{g/l}^{-1}$. De même en ce qui concerne le **risque lié à l'exposition à l'antimoine** et à ses **composés en milieu de travail**, une **réévaluation de la norme**, qui est actuellement de $0,50 \text{ mg/m}^3$, devrait certainement **aller vers son abaissement**.

Connu depuis des millénaires, l'**antimoine**, après avoir fait s'émerveiller des générations d'alchimistes, continue d'intriguer. En effet sa **spéciation** ainsi que son **comportement**

biochimique, lesquels semblent **proches de ceux de l'arsenic**, demeurent malgré tout, bien mystérieux et demanderaient à être **mieux pris en considération**.

Ceci devrait constituer un **champ d'investigation passionnant** pour les **chercheurs en toxicologie fondamentale**, mais encore faudrait-il que la **recherche en France développe cette spécialité** qui, selon les **lanceurs d'alerte** de ce domaine est actuellement à l'**agonie** et en voie de **quasi-disparition** !

Espérons malgré tout que sous l'**impulsion européenne de REACH**, la **toxicologie française** sorte enfin de sa **léthargie chronique**.

Cette première mise au point, en ligne sur notre site Internet, qui s'appuie sur la Toxicochimie de l'Antimoine, vous semble t'elle correspondre à la vocation de l'Association Toxicologie Chimie (ATC), qui a été initiée pour mieux informer et former sur les effets néfastes des produits chimiques sur la Santé et l'Environnement ?

Si oui, aidez nous, à mettre en place une réelle information, aussi bien validée qu'impartiale en Toxicologie et en Ecotoxicologie, ce qui actuellement fait tant défaut en France.

BIBLIOGRAPHIE

[1]

Shotyk W, Krachler M, Chen B. Contamination of Canadian and European bottled waters with antimony from PET containers. J Environ Monit. 2006 , Feb, 8,(2),288-292

[2]

European Union Council Directive 98/83/EC. of 3 November 1998. **on the quality of water intended for human consumption.** Official journal L330 (1998) 32

[3]

US.EPA (1999). United States Environmental Protection Agency. Toxic Release Inventory. Washington DC USA. Doc 810-F, 94-001

[4]

Agir pour l'Environnement – CNIID. De l'antimoine dans l'eau embouteillée. Un PET de travers ! 23 mars 2006

[5]

De l'antimoine dans les eaux minérales, Revue Silence; mai 2006: 335, 44

[6]

Que Choisir. Eaux minérales, soupçons sur la bouteille, mai 2006; Paris, n°437, 11

[7]

IARC. Some Organic Solvents, Resin Monomers and Related Compounds, Pigments and Occupational Exposures in Paint Manufacture and Painting.

Dans IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans.

International Agency for Research on Cancer, Lyon

1989; 47; 291-305; ISBN 92 832 1247

[8]

Mascherpa G. La querelle de l'antimoine et la victoire de la chimie. Partie I et II. Act Chim. Avril 1982: 45-47 et Act Chim. Mai 1982: 45-48

[9]

Bourzat J.D. La saga de l'antimoine. Act Chim. Janvier 2006, 293, 40-44

[10]

Bothorel P. L'antimoine. Dans **Pascal P; Nouveau traité de Chimie Minérale.** Tome XI, Paris. Ed Masson et Cie, 1958; 495-661

[11]

Ulrich N. Speciation of Antimony. Dans **Cornelis R. Handbook of Elemental Speciation.** Tome II. Chichester, John Wiley and Sons. 2005. 47-68

[12]

Rish M. Antimony. Dans **Merian E, Anke M, Ihmat M, Stoepler M. Elements and their Compounds in the Environment.** Vol 2, Iena, Wiley-VCH.2004, 659-670

[13]

Gebel T. Arsenic and antimony : comparative approach on mechanistic toxicology. Chem.Biol.Interact 1997 Nov 28,107, 131-44

[14]

ATSDR.(Agency for Toxic Substances and Diseases Registry) **Toxicological profile for antimony and compounds.** Us department of Health and Human Services: 1992: 1-36.

[15]

Berg J.E; Skyberg K. Antimony. The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals. Arbete och Hälsa. Solna ; 1998, Tome 123, 1-37

[16]

Filella M; Belzile N.; Chen Y.-W. Antimony in the environment: a review focused on natural waters - I. Occurrence. Earth-Science Reviews, 57, Number 1, January 2002, 125-176 Part II. Relevant solution chemistry. . Earth-Science Reviews, 59, 265-285

[17]

Hammel W.; Debus R.; Steubing L. Mobility of antimony in soil and its availability to plants. Chemosphere, 2000, 41, Number 11, 1791-1798

[18]

INERIS. Antimoine et ses dérivés. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Mars 2006, 1-47.

[19]

Gürleyük H, Van Fleet-Stalder, Chasteen T . Confirmation of the Biomethylation of Antimony Compounds. Appl Organomet Chem, 1997, 11, 471-483.

[20]

Picot A, Proust N. Toxicochimie des produits minéraux : importance de la spéciation. Encyclopédie Médico-Chirurgicale (EMC). Elsevier SAS, Paris. Toxicologie Pathologie professionnelle. A paraitre.

[21]

Rene L.E. Antimony poisoning in industry. Arch Ind Hyg Occup Med. 1953,7,99-108.

[22]

Taylor PJ. Acute intoxication from antimony trichloride. Br J Ind Med. 1966,23,318-21

[23]

Bencze K. Antimony. Dans **Seiler H, Sigel A, Sigel H. Handbook on Metals in Clinical and Analytical Chemistry.** New York. Marcel Dekker, 1994, 224-236

Une version actualisée de l'article est consultable sur le site internet:
<http://atctoxicologie.free.fr>