

Saturnisme : vers une reconnaissance paléoépidémiologique ? *

par Anne BOURDIEU **

Le plomb est naturellement présent dans le sol et n'a aucune fonction dans l'organisme humain. Identifié dès la Préhistoire, ubiquitaire dans les sociétés occidentales depuis l'Antiquité, son emploi a connu un tournant à la révolution industrielle. Les utilisations les plus anciennes concernaient la vie domestique (canalisations, vaisselle, cosmétique, pharmacopée) et professionnelle (artisanat, métallurgie). Avec la révolution industrielle et ses corollaires, l'exode rural et l'urbanisation, l'exposition environnementale (pollution atmosphérique et retombées au sol), conséquence d'un emploi massif, s'est développée, accroissant le niveau d'exposition de la population générale. L'intérêt médical de l'étude du saturnisme tient à la convergence de plusieurs facteurs. Aucune catégorie n'est épargnée dans la population, les signes, généralement frustrés, ne sont pas spécifiques même si la symptomatologie varie volontiers avec l'âge et le sexe. La maladie peut être grave, voire létale, et avoir des répercussions sociales (stérilité, anomalies du développement du fœtus...). L'os se comportant comme un réservoir à l'égard du plomb, des relargages peuvent se produire à des décennies de distance, l'anamnèse de l'exposition se révélant alors souvent difficile voire non évoquée. De plus des études récentes ont montré l'existence de signes cliniques pour des plombémies satisfaisant aux normes réglementaires ou des corrélations entre la concentration en plomb du tibia et le déclin de fonctions cognitives. L'errance diagnostique est donc un risque majeur en pratique clinique et les sources secondaires ne sont que de peu de secours en paléopathologie. Le recours à des méthodes de mesure physico-chimiques sur l'os prend alors tout son sens pour un diagnostic rétrospectif, individuel et posthume, tout autant que pour une évaluation de la prévalence à l'échelle d'une population. Quelles sont les autres difficultés à affronter dans l'optique d'une étude de paléoépidémiologie du saturnisme ?

Peut-on mesurer un effet clinique ?

Le plomb osseux reflète la charge totale de l'organisme à l'équilibre lors d'une exposition chronique. Stockages cortical et spongieux n'ont pas la même signification métabolique. Une mesure dans l'os compact (zone médiane du tibia par exemple) reflète l'essentiel du plomb osseux, soit plus de 90 % de la charge corporelle totale du métal. L'os spongieux (mesuré le plus classiquement au calcaneum) renferme un plomb biologique-

* Séance de mars 2014.

** 1, avenue du Val Fleuri, 83000 Toulon. mem389@orange.fr

ment actif, aisément mobilisable. La relation entre les valeurs de plomb dans le sang et l'os n'est pas linéaire. Or les corrélations biologico-cliniques ont été essentiellement établies en se basant sur la plombémie. Inférer une expression clinique à partir d'une teneur en plomb osseux ne paraît pour l'heure pas suffisamment étayé scientifiquement. De cette absence de linéarité et d'une surveillance des vivants essentiellement assurée par dosages sanguins découle le problème de la détermination de seuils osseux pour l'intoxication au plomb. En réponse, des dosages ont été effectués sur des individus exposés exclusivement au plomb tellurique préindustriel, retrouvant un plomb osseux le plus souvent comprise entre 10 et 20 ppm. Zapata en 2006 a repris comme référence pour l'os moderne la limite de 50 ppm. Plus récemment a été proposée une valeur de plomb osseux tibial de 15-20 $\mu\text{g/g}$ d'os, jugée admissible dans le cadre de la santé au travail et dérivée du concept de plombémie cumulée. Un autre écueil à la définition de cas d'intoxications paléopathologiques réside en la variabilité des concentrations entre os et l'inhomogénéité de répartition au sein d'un même os. La teneur en plomb augmente en outre avec l'âge dans l'os cortical, peut-être avec le sexe masculin. Dans son étude de 2002 sur os autopsique, Wittmers n'a pas mis en évidence de relation entre position et concentration du plomb au long de la corticale tibiale diaphysaire ni métaphysaire.

Ce que l'on trouve est-il ce que l'on cherche ?

La taphonomie reste l'un des problèmes les plus prégnants en anthropologie biologique. Dans le cas présent les cations divalents Pb^{++} stockés au niveau des cristaux d'hydroxyapatite en place de cations Ca^{++} s'échangent avec le milieu extérieur, et ce vers le gain ou la perte. Autre mécanisme évoqué : les phosphates de l'os entrent en compétition pour fixer le plomb soluble associé aux carbonates dans le sol. Or les conditions hydrologiques, physico-chimiques à l'œuvre ne peuvent être modélisées ni leurs effets prédits. Une corrélation entre teneurs en plomb du sol et de l'os a initialement été interprétée comme une preuve de contamination, puis une disposition du métal à la corticale ou en gradient décroissant à partir du périoste a prévalu pour orienter vers une origine taphonomique posthume plutôt que métabolique *ante mortem*. Enfin l'analyse des arrangements structuraux du plomb dans les cristaux intégrée dans des phénomènes plus généraux de redéposition-reminéralisation s'est avérée plus complexe à interpréter, déminéralisation et recristallisation étant présentées comme des processus endogènes à chaque tissu osseux, modulés par les conditions extérieures. Des critères à la taphonomie propres, comme la perte des protéines, la déminéralisation, la destruction microfocale et la tunnelisation de la corticale, la valeur du rapport Ca/P ont également été proposés comme appui à l'interprétation.

Des parades au piège taphonomique ?

L'approche de la taphonomie s'organise autour de plusieurs axes : microscopie de type électronique à transmission, diffraction des rayons X, identification et quantification d'éléments-traces en tant que marqueurs de contamination. Les concentrations d'éléments rares (Al, Ce, Fe, Mn, Ti...) étant en effet moins variables dans le sol que celle du plomb, leur teneur dans l'os, où ils n'ont pas vocation à s'accumuler, hors intervalle attendu fait évoquer un mécanisme diagenétique. La confrontation avec le ratio isotopes du plomb osseux - sol d'inhumation permet d'obtenir un argument supplémentaire. La technique des isotopes stables est d'utilité même en l'absence de données sur la composition du sol d'inhumation en recourant au calcul de ratios qui orientent en eux-mêmes vers une origine non radiogénique et/ou à la composition dentaire, renseignant sur le

niveau d'exposition et les régions de résidence antérieure (l'émail central étant réputé le moins sensible à la taphonomie). Elle peut être aussi proposée pour évaluer l'existence d'échanges entre un cercueil en plomb et les ossements qui y sont déposés. L'isotopie du plomb en paléogéologie et paléoenvironnement peut constituer une aide à l'interprétation des résultats en définissant une synchronie entre os à teneur en plomb élevée et époque et lieu d'existence connus comme fortement exposés. Cette concordance permettrait de ne pas être écartée au titre de la taphonomie mais au contraire d'évoquer un processus biogénique par inhalation et ingestion. Renouveler l'expérience de prélèvements étagés sur la longueur et l'épaisseur d'os archéologiques, en y associant notamment la quantification des éléments rares, nous semble nécessaire, l'étude de Wittmers n'étant pas exempte de critique ni de contradicteurs.

Un biais de sélection, à savoir le choix d'os macroscopiquement bien préservés, ce qui ne préjuge pas de leur microstructure, a été fréquemment relevé. Wittmers suggère des méthodes de préparation : retrait d'un mm d'os, en contradiction avec ses propres constatations de schémas multiples de répartition du plomb, allant de diffuse à majoritairement périphérique. Il propose également un bain d'acétate de sodium qui ne solubiliserait pas les complexes d'hydroxyapatite formés *ante mortem*.

Les résultats en eux-mêmes peuvent comporter des arguments négatifs : absence de variation avec l'âge et le sexe (hors exposition ciblée), résultats discordants des mesures sur by-products de métallurgie (Ag, Cd, Zn) dont l'évolution doit en toute logique suivre celle du plomb en cas de pollution anthropique. Certains auteurs ont avancé l'exclusion des résultats dont le ratio élément mesuré/Calcium varie de plus d'un facteur 10 par rapport à la mesure la plus faible pour l'élément en question. D'autres proposent la comparaison avec les résultats des mesures sur os animaux du même site quand elle est possible. Sur un plan quantitatif, Zapata a rapporté une équation de calcul des concentrations à l'équilibre par élément sur os frais en fonction de la qualité de l'eau de ruissellement. Sur cette base le seuil de 100 ppm a été proposé pour le plomb comme seuil d'alerte d'une éventuelle contamination.

Un choix de zone de mesure plus pertinent ?

La diaphyse fémorale, la patella, les métacarpes, les côtes et le tibia principalement ont été le substratum des mesures. Les données chiffrées résultant de dosages multi os - multi sites nécessiteraient d'être confrontées sur des collections d'ostéothèques, documentées au plan de l'exposition *ante mortem* et de la conservation *post mortem*. Cette évaluation constituerait une opportunité pour effectuer des comparatifs entre techniques. En effet, les unités d'expression des résultats ont changé au fil des publications (rapport sur os frais, sec, cendres...), comme certains référentiels ou systèmes de calibration.

Les côtes ont régulièrement fait l'objet de mesures. Or comparativement à un fémur, leur surface est plus poreuse et leurs dimensions bien inférieures ; elles sont fréquemment mal conservées, ajoutant des motifs supplémentaires de biais. Leur structure essentiellement trabéculaire et leur renouvellement rapide en font le reflet d'un niveau de métal mobilisable au moment du décès. Elles sont jugées plus sensibles à la taphonomie. De fait nombre d'auteurs ont arrêté leur choix sur la diaphyse des os longs, fémur ou surtout tibia (structure corticale). Aucune publication n'a confirmé, semble-t-il, une équivalence au sein de chaque groupe, os à prédominance corticale et spongieuse, en matière de dosage et de repérage de l'intoxication au plomb. Wittmers lui-même ne reprend pas son équation de 1988 conçue pour déterminer la charge de quatre os de proportion

corticale/trabéculaire variable une fois la teneur d'un cinquième connue et calculer la charge corporelle totale en plomb. Nous proposons de questionner la pertinence du repérage de zones de mesure face à la problématique de l'inhomogénéité du dépôt du plomb, afin de vérifier l'éventualité de sa présence en regard d'une lésion, même cicatricielle, sur un aspect macroscopique plus volontiers rapporté au saturnisme dans la littérature (bande métaphysaire de la fibula proximale, sclérose des métaphyses, remodelage avec histologiquement diminution du nombre des tubules), ou aspécifique (remodelage sous-osseux métaphysaire). En effet, malgré la possible absence de plomb *in situ* suite au remodelage osseux permanent, une lésion cicatricielle aspécifique peut constituer un point d'appel. Pour le cas particulier des bandes métaphysaires radiologiques, le dépôt d'ions Pb^{2+} se fait préférentiellement dans la zone de croissance et entraîne une inhibition non spécifique des ostéoclastes, donc une augmentation relative de l'ostéogenèse, une épaisseur et un nombre de travées de la métaphyse plus importants, mais l'aspect peut également correspondre à un dépôt de calcium. Les bandes métaphysaires en lien avec le saturnisme sont radiologiquement uniformes, continues, nettement délimitées, ce qui les différencie de celles en rapport avec des arrêts de croissance. L'affinité du plomb pour les zones de remodelage intense est possiblement le *primum movens* de l'accumulation constatée en zone sous-chondrale fémorale et patellaire non lésée d'une série autopsique sans exposition au plomb, étude qui ne semble pas avoir été reprise sur os archéologique.

Les dents occupent une place centrale dans l'histoire de l'étude de la charge corporelle en plomb. Plusieurs méthodes et supports coexistent : dents déciduales ou permanentes, émail, dentine, notamment circumpulpaire, dosage du plomb élément et/ou de ses isotopes stables. Dans les dents déciduales, la dentine porte trace de l'exposition de la petite enfance, l'émail celle de la vie intra-utérine (soit 0,6 à 1 fois l'exposition de la mère via son plomb circulant placentaire).

Que peuvent apporter les techniques d'identification et de dosage du plomb osseux ?

Les techniques dérivées de la spectrométrie d'absorption, en premier lieu la spectrométrie d'absorption atomique, constituent actuellement la référence pour la quantification du plomb osseux. D'autres sous-types coexistent : spectrométrie de masse à plasma induit à haute fréquence, spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS), Magnetic sector Inductively-Coupled Plasma Mass Spectrometer (HR-ICP-MS)... L'ablation laser peut être adjointe à la spectrométrie de masse à plasma induit (LA-ICP-MS), par exemple pour établir la cartographie dentaire de l'exposition au plomb d'un individu. À noter que des spectromètres portatifs, certains "spécialisés" dans la quantification d'éléments précis, sont commercialisés. La fluorescence X est une autre technique de référence, elle est parfois associée à une diffraction aux rayons X pour obtenir concomitamment des informations sur la structure osseuse.

Les techniques microscopiques également ont connu des développements au fil des publications : back-scattered scanning electron microscopy (SEM), scanning electron microscopy-energy-dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDS)... Une des techniques les plus employées et informatives est la quantification des isotopes stables du plomb et le calcul de ratios : $^{208}Pb/^{204}Pb$, $^{207}Pb/^{204}Pb$, $^{206}Pb/^{204}Pb$, $^{207}Pb/^{206}Pb$, $^{208}Pb/^{206}Pb$... Est préférentiellement utilisée pour leur détermination l'ICP-MS, à récepteur simple ou multiple (multi collector MC). Ce dernier type permet la mesure simultanée de plusieurs éléments

et celle des isotopes dits non traditionnels (Cu, Fe, Sn...). Certaines des techniques de détection du plomb les plus récentes, par exemple colorimétrique ou voltamétrique, n'ont pas donné lieu à des publications sur du matériel ostéologique, nous ne les aborderons donc pas.

Le saturnisme, une étude à intégrer dans un contexte bien plus vaste

Quels éléments complémentaires peuvent-ils être attendus d'une étude centrée sur le plomb ? Permettant l'obtention de données sur de multiples éléments chimiques, l'interprétation des études isotopiques du plomb convoque d'autres domaines de l'anthropologie, l'archéologie, l'archéozoologie, la paléogéologie...

L'existence d'une signature isotopique du minerai par gisement ou la possibilité de l'approximer, les cartographies, locales ou à grande échelle, permettent la réalisation d'études de migration de population et de peuplement de sites, par exemple au Pérou ou lors des invasions romaines, par le traçage des expositions individuelles. Une approche de l'alimentation est également possible, bien que le zinc et surtout le strontium lui soient habituellement préférés dans ce cadre. De véritables enquêtes ont néanmoins été menées pour attribuer à du plomb osseux son origine chez des populations archéologiques ou des individus vivants atteints de saturnisme : poussières domestiques ou industrielles, peinture, canalisation, eau de boisson, céramique de cuisson, cosmétique... Ce "fingerprinting" du plomb permet également l'analyse du paléoenvironnement en retraçant l'histoire de la pollution anthropique, de ses sources et de l'évolution dans le temps de sa distribution. La distribution des fréquences des intoxications et leurs niveaux estimés dans les populations étudiées devraient recouper les deux pics d'émission atmosphérique historiquement décrits, à savoir l'empire romain et l'après révolution industrielle.

La détermination de l'origine du plomb présent dans les artefacts par l'identification de sa signature isotopique permet de formuler des hypothèses sur les échanges commerciaux, l'évolution des emplois du plomb ou la chronologie de techniques à partir de banques de données isotopiques des gisements et minerais, par exemple OXALID (Oxford Archaeological Lead Isotope Database from the Isotracer Laboratory), ou dédiées aux simulations des propriétés thermodynamiques des solutions, comme Fact-Sage. Actuellement, la signature isotopique du plomb d'un résidu d'exploitation peut permettre de comprendre certains procédés métallurgiques d'une chaîne opératoire et de les lier au contexte géologique d'une époque donnée. Par exemple au Moyen Âge, du plomb était ajouté en début de réduction du minerai pour faciliter l'extraction de l'argent des galènes fortement plombifères, aggravant les conditions d'exposition des artisans. Une étude de 2013 a permis de mettre en évidence, ici par diffraction aux rayons X, la galène et la césurite de briques vernissées iraniennes datant de 1 300 avant notre ère. Or la toxicité des composés du plomb dépend pour partie de leur forme chimique. Il s'agit peut-être d'une nouvelle voie de recherche liant histoire des techniques et de la médecine.

En archéologie et en anthropologie funéraire, l'isotopie peut aider au repérage d'ateliers, de groupes humains exposés à un niveau comparable, par exemple dans le cadre de zonage de cimetières. Des reconstitutions de classes sociales ont également été conduites, notamment en incluant une évaluation en parallèle de l'alimentation et de l'exposition environnementale. Ainsi les modes de vie de fermiers, commerçants et samurai japonais de l'époque Edo ont pu être comparés en mettant en évidence le rôle du maquillage en termes d'intoxication saturnine chez les citadines. Des conclusions ont été tirées sur les habitudes alimentaires, l'impact de la distribution d'alcool distillé au contact du plomb,

les marqueurs d'ascension sociale, les lieux de naissance, la faible natalité et la vision raciste du retard intellectuel dû au saturnisme dans plusieurs communautés d'esclaves du nouveau continent du XVII^{ème} au XIX^{ème} siècle. Les marqueurs d'états pathologiques, paramètres anthropométriques, d'archéo-anthropologie funéraire (traces de rituels d'inhumation, artefacts...) doivent être intégrés pour une approche paléodémographique. Outre son caractère cancérigène probable, le plomb est vraisemblablement un cofacteur de plusieurs pathologies. Divers mécanismes physiopathologiques ou pathologies interfèrent en effet avec son métabolisme, certains sont clairement le reflet de carences alimentaires et de mauvaises conditions socio-économiques. La dénutrition, l'alimentation riche en graisses, pauvre en fer, en calcium, en zinc augmentent l'absorption du plomb dont la biodisponibilité passe de 2,3 % à 34 % en cas d'ingestion en période de jeûne. À l'opposé, l'ostéoporose, le rachitisme ou toute cause de remodelage osseux (fracture, tumeur...) augmentent son relargage. Tous signes de fragilité et de mauvaises conditions socio-économiques sont donc d'importance dans l'étude du saturnisme : cribra orbitalia, hypoplasie linéaire de l'émail, retard de croissance, ostéoporose, ostéomalacie, scorbut, enthésopathies, fréquence des caries et des signes d'infection contre rareté des DISH...La goutte saturnine pourrait être recherchée avec profit par HPLC, malgré une apparente rareté macroscopique paléopathologique. Les signes d'intoxication associée, comme la perforation du septum nasal dans le cadre d'une exposition au cuivre, peuvent asseoir la reconstitution d'un mode de vie.

BIBLIOGRAPHIE

- AHLGREN L. et coll. - "In-vivo determination of lead in the skeleton after occupational exposure to lead", *Br J Ind Med*, 1980 ; 37 : 109-113.
- BARON S. et coll. - "Géochimie isotopique du plomb en archéologie minière et métallurgique : exemple du Mont Lozère dans les Cévennes", *Archéosciences*, 2010 ; 34 : 149-157.
- BARON S. et coll. - "How mineralogy and geochemistry can improve the significance of Pb isotopes in metal provenance studies", *Archaeometry*, 2013 accessible en ligne, doi: 10.1111/arc.12037.
- BRICKLEY M. et coll. - "An investigation of skeletal indicators of vitamin D deficiency in adults : effective markers for interpreting past living conditions and pollution levels in 18th and 19th Century, Birmingham, England", *Am J Phys Anthropol* 2007 ; 132 : 67-79.
- BUDD P. et coll. - "Human tooth enamel as a record of the comparative lead exposure of prehistoric and modern people", *Sci Total Environ*, 2000 ; 263 : 1-10.
- DE VLEESSCHOUWER F. et coll. - "Atmospheric lead and heavy metal pollution records from a Belgian peat bog spanning the last two millennia : human impact on a regional to global scale", *Sci Total Environ*, 2007 ; 377 : 282-295.
- École des Hautes Études en Santé Publique- Centre Scientifique et Technique du Bâtiment - Institut de Veille Sanitaire - Assistance Publique, Hôpitaux de Paris, Laboratoire de toxicologie de l'hôpital Lariboisière. *Volet analyses isotopiques du projet "Plomb Habitat" - déterminants des plombémies liés à l'habitat : rapport final à l'Anses, agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail*. Rennes, octobre 2010.
- GLEN-HADUCH E. et coll. - "Cribra orbitalia and trace element content in human teeth from Neolithic and Early Bronze Age graves in Southern Poland", *Am J Phys Anthropol* 1997 ; 103 : 201-207.
- GULSON B. - "Stable lead isotopes in environmental health with emphasis on human investigations", *Sci Total Environ*, 2008 ; 400 : 75-92.
- HANSON D.B. et coll. - "Histomorphological alteration in buried human bone from the Lower Illinois Valley : implications for palaeodietary research", *J Archaeol Sci* 1987 ; 14 : 549-563.

SATURNISME : VERS UNE RECONNAISSANCE PALÉOÉPIDÉMIOLOGIQUE ?

- KOMAREK M. et coll. - "Lead isotopes in environmental sciences : a review", *Environ Int* 2008 ; 34 : 562-577.
- LAPERCHÉ V. et coll. - *Guide méthodologique du plomb, appliqué à la gestion des sites et sols pollués* Rapport final BRGM/RP-52881-FR, 2004.
- LICARION P. et coll. - "Multivariate optimization of the voltammetric determination of Cd, Cu, Pb and Zn at bismuth film. Application to analysis of biodiesel", *Microchem Journal* 2013 ; 110 : 417-424.
- NAKASHIMA T. et coll. - "Lifestyle-determined gender and hierarchical differences in the lead contamination of bones from a feudal town of the Edo period", *J Occup Health* 2007 ; 49 : 134-139.
- PATTERSON C. et coll. - "Natural skeletal levels of lead in *Homo sapiens sapiens* uncontaminated by technological lead", *Sci Total Environ* 1991 ; 107 : 205-236.
- POWER M.C. et coll. - "Lead exposure and rate of change in cognitive function in older women", *Environ Res* 2014 ; 129 : 69-75.
- PYE K. et coll. - "Elemental analysis of soil samples for forensic purposes by inductively coupled plasma spectrometry - precision considerations", *Forensic Sci Int* 2006 ; 160 : 178-92.
- RABER S.A. - "The dense metaphyseal band sign", *Radiology*, 1999 ; 211 : 773-4.
- RENZI M. et coll. - "Non-ferrous metallurgy from the Phoenician site of La Fonteta (Alicante, Spain) : a study of provenance", *J Archaeol Sci*, 2009 ; 36 : 2584-96.
- RIVA M.A. et coll. - "Lead poisoning : historical aspects of a paradigmatic "occupational and environmental disease", *Saf Health Work*, 2012 ; 3 : 11-16.
- SAAVEDRA R. et coll. - "Determination of lead (II) by thermal lens spectroscopy (TLS) using 2-(2'-thiazolylazo)-p-cresol (TAC) as chromophore agent", *Microchem Journal*, 2013 ; 110 : 308-313.
- SALIGNAC P. et coll. - "En finir avec le saturnisme professionnel : intérêt de la plombémie cumulée", *Arch Mal Prof Env*, 2011 ; 72 : 256-260.
- SCHROEDER H. et coll. - "Childhood lead exposure in an enslaved African community in Barbados : implications for birthplace and health status", *Am J Phys Anthropol*, 2013 ; 150 : 203-209.
- SCHÜTZ A. et coll. - "Chelatable lead versus lead in human trabecular and compact bone", *Sci Total Environ*, 1987 ; 61 : 201-209.
- STOJANOWSKI C.M. et coll. - "Phenotypic approaches for understanding patterns of intracemetery biological variation", *Yrbk Phys Anthropol*, 2006 ; 49 : 48-88.
- SWINSON D. et coll. - "High performance liquid chromatography (HPLC) in the investigation of gout in paleopathology", *Int J Osteoarchaeol* 2010 ; 20 : 135-143.
- TURNER B.L. et coll. - "Diet, residential origin, and pathology at Machu Picchu, Peru", *Am J Phys Anthropol*, 2012 ; 149 : 71-83.
- WALDRON H.A. et coll. - "Lead concentrations in bones and soil", *J Archaeol Sci*, 1979 ; 6 : 295-8.
- WALDRON H.A. - "Postmortem absorption of lead by the skeleton", *Am J Phys Anthropol* 1981 ; 55 : 395-398.
- WALDRON H.A. - "On the post-mortem accumulation of lead by skeletal tissues", *J Archaeol Sci* 1983 ; 10 : 35-40.
- WALTER P. et coll. - "Appareils portables pour l'analyse des œuvres d'art aux rayons X", *Bulletin Instrumentation et applications* Laboratoire d'archéologie moléculaire et structurale UMR 8220, CNRS/UPMC, Paris, 2011.
- WITTMERS L. et coll. - "Archaeological contributions of skeletal lead analysis", *Acc Chem Res* 2002 ; 35 : 669-675.
- ZAPATA J. et coll. - "Diagenesis, not biogenesis : two late Roman skeletal examples", *Sci Total Environ*, 2006 ; 369 : 357-368.
- ZOEGER N. et coll. - "Lead accumulation in tidemark of articular cartilage", *OsteoArthritis and Cartilage*, 2006 ; 14 : 906-913.

RÉSUMÉ

Le plomb est un marqueur d'habitation et d'activité. Il est surtout le facteur étiologique et le marqueur de pathologies qui peuvent elles-mêmes expliquer et/ou potentialiser un mauvais état sanitaire, et il requiert pour son interprétation une vision globale de l'état de la population. L'application à de grands échantillons déjà étudiés sur le plan anthropobiologique permet d'attendre légitimement des conclusions sur saturnisme et sex ratio, âge, classes socioprofessionnelles, donc de confronter les données historico-sociologiques à des éléments quantifiés objectivement sur des séries ostéologiques. Plusieurs pré-requis et précautions s'imposent toutefois. Au vu des difficultés générées par l'étude du saturnisme le recours à la multiplication des approches s'impose : définition d'os de référence ou validation d'une distribution préférentielle, repérage des zones de mesure plus sensibles à mettre en balance avec les indices de taphonomie, comparaison des méthodes de mesure entre elles, croisement des techniques (histologie, isotopie) et des supports (sols, artefacts), recherche d'incohérences (seuils d'alerte, évolutions discordantes de ratios), intégration d'une étude paléopathologique, des données de l'environnement et des activités humaines... Seront donc requises une grande interdisciplinarité et des phases intermédiaires sur échantillons de populations ciblées ostéologiquement et en fonction de données historico-sociologiques. Secondairement l'application de la (des) méthode(s) retenue(s) sur des séries ostéologiques d'effectifs statistiquement significatifs, non sélectionnées, permettrait une approche paléopidémiologique du saturnisme et sa resituation dans le contexte socio-environnemental qui correspond à sa physiopathologie.

SUMMARY

Lead is a major public health issue. Its use has been increasing since Neolithic times, climaxing in the Ancient Rome and the nineteenth century. Defining the frequency of plumbism before modern times proves to be a difficult matter because of its various and delayed symptoms, and of diagenetic processes affecting bones. After reviewing various methods of lead measurement in bone and tooth, we will expose ways to ascertain lead measurement interpretation in order to estimate the epidemiology of plumbism in ancient times.