

→ R. Vincent, B. Jeandel,
Département Métrologie
des polluants, Centre de Lorraine,
INRS, Vandœuvre-Lès-Nancy

Exposition professionnelle au plomb

Analyse des résultats archivés
dans la base de données COLCHIC

→ R. Vincent, B. Jeandel,
Département Métrologie
des polluants, Centre de Lorraine,
INRS, Vandœuvre-Lès-Nancy

Exposition professionnelle au plomb

Analyse des résultats archivés dans la base de données COLCHIC (*)

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO LEAD

INFORMATION ISSUED FROM THE COLCHIC DATABASE

This analysis enables to assess occupational exposure to lead in relation to branch of activity, sector of activity and workstation. In the firms where lead exposure measurements were performed workers are also exposed to other metals (co-exposure). Since 1987, the results of 14,822 workplace air samples, collected by the eight inter-regional CRAM chemistry laboratories and the specialised laboratories of INRS to assess occupational exposure to lead in relation to branch of activity, sector of activity and workstation, have been stored in the COLCHIC data base. In the firms where lead exposure measurements were performed workers are also exposed to other metals (co-exposure).

● occupational exposure ● lead
● COLCHIC ● co-exposure ● metals

Depuis 1987, les résultats de 14 822 prélèvements d'air des lieux de travail, réalisés par les huit Laboratoires interrégionaux de chimie (LIC) et les laboratoires spécialisés de l'INRS afin d'évaluer l'exposition professionnelle au plomb, ont été archivés dans la base de données COLCHIC. L'analyse de ces résultats permet de fournir une estimation des niveaux d'exposition au plomb par branche d'activités, par secteur d'activités et par poste de travail. Dans les établissements contrôlés pour le risque saturnin, il existe également une coexposition à d'autres métaux.

● exposition professionnelle ● plomb ● COLCHIC ● coexposition ● métaux

Le plomb est un métal mou, très malléable, utilisé depuis l'antiquité et qui reste aujourd'hui encore très employé dans le monde moderne. Très résistant à la corrosion, il a longtemps servi à la fabrication de conduites d'eau et comme pigment de peintures, avant que l'on se rende compte de sa toxicité à long terme.

La consommation française de plomb s'élevait, en 1997, à entre 240 et 300 000 tonnes, avec un taux de recyclage d'environ 70 % [1]. L'essentiel du plomb consommé en France (70 %) est aujourd'hui consacré à la fabrication des batteries d'accumulateurs électriques pour l'automobile. Les autres emplois du plomb concernent la fabrication :

- de laminés (couverture et joints de toit),
- de munitions (plombs de chasse et âme de balle),
- de produits chimiques destinés à la verrerie-cristallerie et en tant que stabilisant des matières plastiques PVC.

Il est aussi utilisé dans les alliages avec l'étain pour les soudures et les gaines de

câbles électriques et de télécommunication [1].

Chez l'homme, les principales voies de pénétration du plomb dans l'organisme concernent la voie pulmonaire et la voie digestive par ingestion ou déglutition de particules inhalées.

Les effets toxiques chroniques [2] liés à une exposition au plomb se traduisent par :

■ des effets hématologiques, avec principalement l'apparition d'une anémie ;

■ des manifestations digestives qui se traduisent par des douleurs abdominales, « des coliques du plomb » avec une douleur très intense accompagnée de vomissements, l'apparition au niveau des gencives d'un liseré bleuté (liseré de Burton) ou des taches sur les joues (taches de Gûbler) ;

(*) Il ne s'agit pas d'une étude statistique relative à l'ensemble des entreprises françaises, mais de l'analyse de résultats visant à donner une « photographie » de la population d'entreprises où ont été effectués les prélèvements (voir pp. 64-65).

■ des atteintes neurologiques avec l'apparition d'une encéphalopathie saturnine, surtout chez l'enfant, et une neuropathie sensitivo-motrice se traduisant par une diminution des vitesses de conduction nerveuse ;

■ des effets rénaux qui entraînent l'apparition d'une néphropathie tubulaire interstitielle.

Des intoxications aiguës ou subaiguës, concernant de fortes expositions au plomb et à ses composés, peuvent entraîner des effets sur la reproduction : dysfonctionnement ovulatoire, avortements, prématurité, ainsi qu'une augmentation de la mortalité et de la morbidité postnatales. Les études épidémiologiques ne mettent pas en évidence une augmentation significative du risque cancérigène lié à une exposition au plomb. Un groupe d'expertise collective piloté par l'INSERM en 1999 recommande d'étudier plus particulièrement les potentialités cancérigènes et tératogènes du plomb chez l'homme [3].

Les affections dues au plomb et à ses composés sont à déclarer en maladies professionnelles au titre du tableau 1 pour le Régime général de la Sécurité Sociale et du tableau 18 pour le Régime agricole (*).

Deux enquêtes permettent d'estimer le nombre de salariés potentiellement exposés, en France, au plomb et à ses composés. Les résultats de l'enquête SUMER [4] indiquent qu'il y aurait 122 000 salariés exposés en France, alors que ceux issus de l'étude CAREX [5, 6] chiffrent cette population à 135 000 salariés. Selon les informations fournies par ces deux études, la majorité des salariés exposés appartiendrait aux secteurs d'activités :

- du commerce et de la réparation automobile,
- de la construction,
- de la chimie, du caoutchouc et des matières plastiques,
- des composants électriques et électroniques,
- de la métallurgie et de la transformation des métaux.

L'exposition ne concerne bien évidemment pas que les populations professionnelles. Ces dernières années, de nombreux cas de saturnisme infantile ont été

diagnostiqués chez de jeunes enfants résidant dans des appartements vétustes dont les murs étaient recouverts de peintures contenant des pigments à base de plomb.

Le contrôle de l'exposition professionnelle au plomb et à ses composés a fait l'objet d'un certain nombre de dispositions réglementaires [7]. Le décret 88-120 du 1^{er} février 1988, modifié par les décrets 95-608 du 6 mai 1993 et 96-364 du 30 avril 1996 relatif à la protection des travailleurs exposés au plomb métallique et à ses composés, définit les valeurs limites d'exposition atmosphérique et d'indice biologique d'exposition.

La valeur limite d'exposition a été fixée à 150 µg/m³ pour une période de référence de 40 h. Tous les établissements utilisant du plomb ou ses composés sont soumis à cette réglementation. L'arrêté du 15 septembre 1998 prévoit, lorsque la concentration dans l'air ambiant est inférieure à 75 µg/m³ et qu'aucune plombémie n'est supérieure à 40 µg/100 ml de sang, que l'établissement n'est pas soumis au contrôle périodique de l'exposition au plomb.

Dans le cas contraire, l'établissement devra procéder à des mesures d'exposition à une fréquence établie en fonction des niveaux d'exposition mesurés. La fréquence la plus faible correspond à un contrôle annuel de l'exposition. Pour les contrôles atmosphériques, ceux-ci doivent être effectués conformément à la norme NF X 43-256 relative au prélèvement et dosage du plomb dans l'air [8].

L'arrêté du 11 avril 1988, modifié par l'arrêté du 14 novembre 1990, définit les procédures de mesure de l'exposition professionnelle et organise l'agrément des laboratoires chargés des contrôles d'empoussièrément et du dosage des indicateurs biologiques d'exposition [9]. La liste des laboratoires agréés est mise à jour régulièrement [10]. L'INRS a été chargé par le ministère du Travail, de l'organisation du circuit d'agrément plomb pour les mesures d'exposition atmosphériques et à ce titre, a publié récemment un bilan des essais qualité pour les dix dernières années [11].

1. La base de données COLCHIC

La base de données d'exposition professionnelle aux agents chimiques, COLCHIC, créée en 1987 à l'instigation de la Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés (CNAMTS), regroupe l'ensemble des mesures d'exposition effectuées par prélèvement et analyse de l'air des lieux de travail. Ces mesures sont réalisées par les huit Laboratoires interrégionaux de chimie (LIC) des Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et les laboratoires spécialisés de l'INRS. Chaque intervention dans un établissement donne lieu à la constitution d'un dossier, dans lequel sont codifiées les informations relatives à l'établissement et aux prélèvements effectués :

- coordonnées administratives de l'établissement (secteur d'activités, région...),
- poste de travail où ont été effectuées les mesures,
- conditions de réalisation des prélèvements (volume, durée, méthode, type de prélèvement...),
- conditions analytiques.

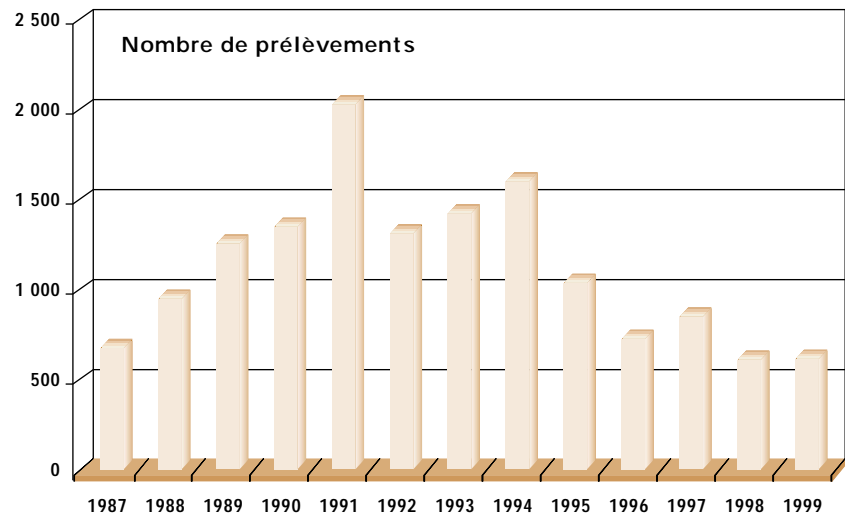
Tous les résultats archivés dans cette base ont été obtenus à l'aide de techniques de prélèvement et d'analyse de l'air des lieux de travail normalisées ou élaborées par les LIC et l'INRS [12].

Les informations contenues dans COLCHIC proviennent des interventions menées pour des motifs très divers dans les établissements du Régime général de la Sécurité sociale en France. Dans le cas des mesures d'exposition au plomb, ces demandes d'intervention provenaient des services prévention des CRAM (58,6 %), des médecins du travail (14,2 %) et plus rarement des entreprises (9,2 %) ou des Comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) pour 2 % des demandes. Les mesures effectuées dans le cadre d'études menées par l'INRS concernent 12,2 % des demandes d'intervention.

L'objectif de ces interventions consistait majoritairement à évaluer un risque possible d'exposition (44,3 %). Les autres interventions ont été menées dans le cadre d'enquêtes systématiques (10,5 %), après modification du poste de travail (10,2 %), afin de contrôler l'exposition par rapport à la réglementation (7,9 %), suite à l'apparition d'effets pathologiques

(*) Cf. *Les maladies professionnelles. Guide d'accès aux tableaux du Régime général et du Régime agricole de la Sécurité sociale (2^e éd.)* - Paris, INRS, 2000, ED 835, 340 p.

Fig. 1. Répartition du nombre de prélèvements plomb (ambiance et personnels) réalisés de 1987 à 1999 -
Distribution of the lead samples (workplace and personal) collected from 1987 to 1999



constatés (6,5 %) ou soupçonnés (5,9 %) et dans le cadre de contrats de prévention (5,5 %). De ce fait, et compte tenu de la diversité des motifs à l'origine de ces interventions, COLCHIC ne saurait prétendre à une description exhaustive des situations d'exposition professionnelle en France. Malgré ces biais, COLCHIC est un outil qui permet de repérer et de quantifier les nuisances chimiques en milieu professionnel [13].

Les mesures d'exposition au plomb archivées dans la base COLCHIC ne correspondent pas dans la grande majorité des cas à un contrôle d'exposition tel que défini par la réglementation. Ce type de contrôle, à la charge de l'employeur, est réalisé par des organismes agréés par le ministère du Travail. Ces résultats sont tenus par l'employeur à disposition de l'Inspection du travail et des agents des services prévention des CRAM. Ils ne sont pas actuellement archivés dans la base de données COLCHIC.

La description des mesures archivées dans la base COLCHIC est présentée dans le [tableau I](#).

Une première exploitation des données d'exposition au plomb avait déjà été menée en 1992 [14]. Depuis cette période, le nombre de « données plomb » est passé de 8 124 à 14 822. Depuis la création de COLCHIC, l'ensemble des laboratoires a réalisé environ 1 100 mesures par an. La répartition du nombre de prélèvement par année est représentée sur la [figure 1](#).

La grande majorité de ces prélèvements, 95,5 % pour les prélèvements personnels et 82,9 % pour les prélèvements d'ambiance, ont été réalisés dans les conditions prescrites par la norme NF X 43-256 : prélèvement de la fraction inhalable en cassette fermée de diamètre 37 mm et à un débit de 1 l/min [8].

Pour les autres prélèvements, c'est généralement la fraction totale qui était prélevée.

2. Les données d'exposition au plomb

Depuis 1987, l'ensemble des laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM et les laboratoires spécialisés de l'INRS ont réalisé 14 822 prélèvements d'air des lieux de travail, en vue de quantifier l'exposition professionnelle au plomb et à ses composés. Ces prélèvements ont été collectés lors de 1 977 interventions menées dans 1 158 établissements différents. Ce constat signifie que les laboratoires ont effectué, dans certains établissements, deux interventions ou plus.

Les résultats présentés se rapportent à l'élément plomb uniquement. En effet, compte tenu de la technique d'analyse et des informations collectées lors des interventions, la nature chimique des composés du plomb n'est pas indiquée.

TABLEAU I

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES DONNÉES D'EXPOSITION AU PLOMB ARCHIVÉES DANS LA BASE DE DONNÉES COLCHIC JUSQU'À JUILLET 2000

- GENERAL PRESENTATION OF THE LEAD EXPOSURE MEASUREMENTS STORED IN THE COLCHIC DATA BASE UNTIL JULY 2000

Prélèvements d'ambiance					Prélèvements personnels				
<ul style="list-style-type: none"> • 5 566 prélèvements • dans 876 établissements • la fraction inhalable a été prélevée dans 4 612 cas • le filtre de prélèvement est un filtre en fibres de quartz de diamètre 37 mm dans 5 170 cas • l'analyse est réalisée par spectrométrie d'absorption atomique dans 5 453 cas • dans 350 cas, le plomb n'a pas été détecté dans les conditions d'analyse • 858 résultats > 150 µg/m³, soit 15 % des résultats • la durée de prélèvement médiane est de 152 minutes (75 % - 237, 25 % - 91) 					<ul style="list-style-type: none"> • 9 256 prélèvements • dans 1 018 établissements • la fraction inhalable a été prélevée dans 8 827 cas • le filtre de prélèvement est un filtre en fibres de quartz de diamètre 37 mm dans 8 918 cas • l'analyse est réalisée par spectrométrie d'absorption atomique dans 9 095 cas • dans 529 cas, le plomb n'a pas été détecté dans les conditions d'analyse • 3 229 résultats > 150 µg/m³, soit 36 % des résultats • la durée de prélèvement médiane est de 149 minutes (75 % - 208, 25 % - 88) 				
Répartition des durées de prélèvement par classes exprimées en minutes									
< 30	30 - 60	60 - 120	120 - 480	> 480	< 30	30 - 60	60 - 120	120 - 480	> 480
6,4 %	7,6 %	23,7 %	60,7 %	1,6 %	4,4 %	7,6 %	26,2 %	61,7 %	< 0,1 %

En sélectionnant uniquement les prélèvements qui ont été réalisés conformément à la norme NF X 43-256, on dispose d'un ensemble de 12 538 résultats répartis entre 8 353 résultats pour les prélèvements personnels et 4 185 pour les prélèvements d'ambiance, quelle que soit la durée de prélèvement.

Les statistiques pour chacune de ces séries sont présentées dans le *tableau II*. Compte tenu de la durée de prélèvement et de la limite de détection analytique, certains résultats étaient inférieurs au seuil de détection et exprimés sous la forme : < x. De manière à pouvoir traiter ces résultats lors des calculs statistiques, ils ont été remplacés par la valeur x/2.

De la même manière et en l'absence d'indication sur la limite de détection, les résultats portant la mention « Détecté » ont été remplacés arbitrairement par 0,5 µg/m³ de plomb. Cette valeur correspond à la plus petite valeur exprimée figurant dans la série de résultats archivés dans COLCHIC.

Les résultats mentionnés « non-détecté » ont été remplacés par « zéro ». Cette procédure a été appliquée pour l'ensemble des calculs statistiques. D'autre part, dans les résultats archivés dans COLCHIC, figurent des valeurs très élevées, atteignant parfois plusieurs dizaines de milligrammes de plomb par mètre cube d'air. Pour chaque valeur de ce type, une confirmation du résultat a été demandée au laboratoire concerné. Après validation, les résultats élevés ont été retenus pour le calcul des statistiques descriptives.

TABLEAU II

RÉSULTATS (EN µg/m³) DES PRÉLÈVEMENTS PERSONNELS ET D'AMBIANCE, QUELLE QUE SOIT LA DURÉE : PRÉLÈVEMENT DE LA FRACTION INHALABLE À UN DÉBIT DE 1 L/MIN
- RESULTS (IN µg/m³) OF PERSONAL AND WORKPLACE SAMPLES, WHATEVER THE SAMPLING DURATION:
SAMPLING OF THE INHALABLE FRACTION AT A FLOW RATE OF 1 L/MIN

	PRÉLÈVEMENTS D'AMBIANCE	PRÉLÈVEMENTS PERSONNELS
Nombre de résultats	4 185	8 353
Moyenne arithmétique	203	554
Étendue	0 - 24 170	0 - 130 000
Médiane	17	75
Percentile 25 %	5	15
Percentile 75 %	70	260
Percentile 90 %	240	743
Percentile 95 %	570	1 560
Nombre de résultats supérieurs à 150 µg/m ³	606 (14,5 %)	2 994 (35,8 %)

TABLEAU III

RÉSULTATS (EN µg/m³) DES PRÉLÈVEMENTS D'AMBIANCE ET PERSONNELS RÉALISÉS PENDANT UNE DURÉE COMPRISE ENTRE 2 ET 40 HEURES : PRÉLÈVEMENT DE LA FRACTION INHALABLE À UN DÉBIT DE 1 L/MIN

- RESULTS (IN µg/m³) OF PERSONAL AND WORKPLACE SAMPLES COLLECTED OVER A PERIOD RANGING FROM 2 TO 40 HOURS: SAMPLING OF THE INHALABLE FRACTION AT A FLOW RATE OF 1 L/MIN

	PRÉLÈVEMENTS D'AMBIANCE	PRÉLÈVEMENTS PERSONNELS
Nombre de résultats	2 889	5 249
Moyenne Arithmétique	148	337
Étendue	0 - 18 300	0 - 50 870
Médiane	17	72
Percentile 25 %	5	16
Percentile 75 %	61	223
Percentile 90 %	183	562
Percentile 95 %	410	1 050
Nombre de résultats supérieurs à 150 µg/m ³	347 (12 %)	1 779 (33,9 %)

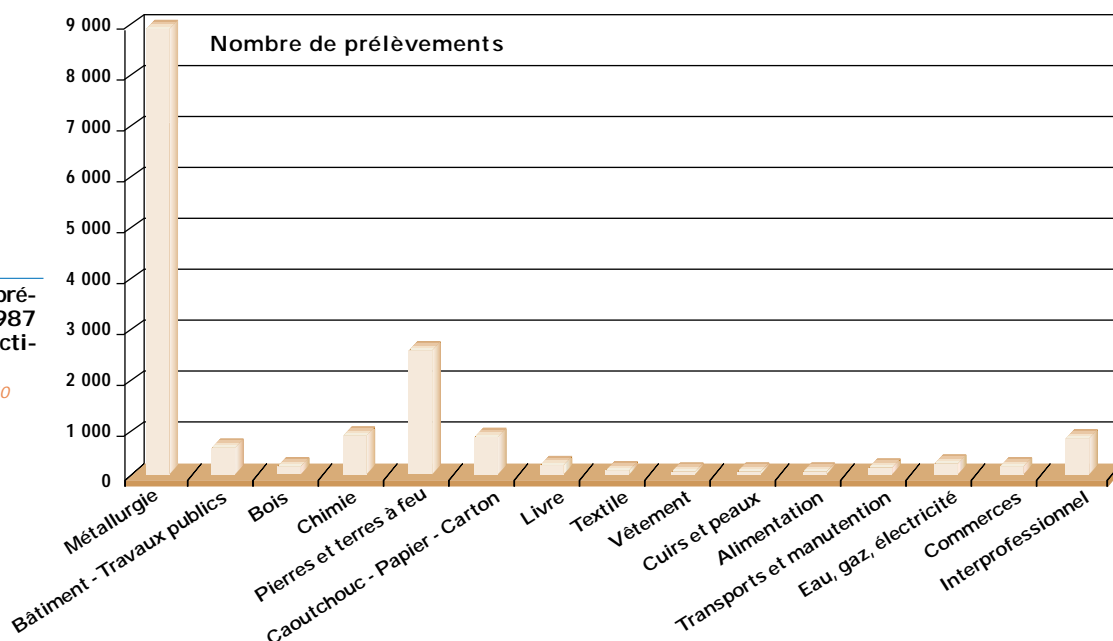


Fig. 2. Répartition des prélèvements réalisés de 1987 à 1999 par branche d'activités - Distribution of the samples collected from 1987 to 1999 by branch of activity

Les valeurs du tableau II mettent en évidence une proportion importante (35,8 %) de concentrations supérieures à la VME de 150 µg/m³ pour les prélèvements personnels.

De manière à améliorer la représentativité des mesures d'ambiance et individuelles, une seconde sélection a été réalisée de façon à ne retenir que les résultats pour lesquels la durée de prélèvement se situait entre 2 et 40 heures. Dans ce cas, quelle que soit la durée du prélèvement et selon les informations consignées par le technicien ayant réalisé l'intervention, ces mesures sont représentatives d'expositions continues.

Les statistiques concernant ces résultats figurent dans le [tableau III](#).

Cette manière d'exploiter les résultats, en tenant compte de leur représentativité associée à la durée, montre que la proportion de valeurs supérieures à la VME de 150 µg/m³ pour les prélèvements personnels reste élevée : 33,9 %.

3. L'exposition au plomb par branche d'activités

3.1. Les branches d'activités concernées

La répartition des prélèvements, effectués par branche d'activités (Comité technique national ou CTN, suivant l'ancienne nomenclature en vigueur jusqu'en juin 2001), est présentée sur la [figure 2](#).

La grande majorité des prélèvements, soit 60 %, a été effectuée dans des entreprises de la branche d'activités de la métallurgie. Le second secteur le plus représenté correspond à celui des pierres et terres à feu avec 17,3 % des prélèvements, puis ceux de la chimie avec 5,3 %, du caoutchouc-papier-carton avec 5 %, du groupement interprofessionnel avec 4,2 % et le bâtiment-travaux publics avec 3,1 %. Le nombre de prélèvements réalisés dans le secteur du bâtiment-travaux publics peut paraître faible comparé à celui d'autres secteurs d'activités. Il faut signaler que cette situation est probablement liée au fait que ce sont d'autres organismes, tel que l'Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics (OPPBTP), qui sont chargés de la préven-

tion des risques professionnels dans ce secteur d'activités. De ce fait, les LIC et l'INRS n'interviennent que ponctuellement dans ce secteur.

Ces six branches d'activités regroupent 95 % des prélèvements effectués pour l'agent chimique plomb. Ce profil de répartition est équivalent à celui obtenu en 1992, lors de la première exploitation des données COLCHIC-plomb, pour les trois premières branches d'activités. A cette époque, la branche d'activités du bois, qui comprenait la transformation des matières plastiques, n'apparaît plus aujourd'hui, en raison d'un changement du système de codification qui a abouti au transfert des activités de transformation de matières plastiques vers la branche d'activités « caoutchouc-papier-carton ». Les branches d'activités du groupement interprofessionnel et du bâtiment-travaux publics, qui n'étaient pas représentées en 1993, le sont aujourd'hui.

3.2. L'exposition au plomb par branche d'activités

Les statistiques concernant les données d'exposition de l'ensemble des branches d'activités figurent dans le [tableau IV](#).

TABLEAU IV

STATISTIQUES (EN µg/m³) PAR BRANCHE D'ACTIVITÉS POUR LES PRÉLÈVEMENTS D'AMBIANCE ET PERSONNELS :
PRÉLÈVEMENT DE LA FRACTION INHALABLE À UN DÉBIT DE 1 L/MIN, QUELLE QUE SOIT LA DURÉE
- STATISTICS (IN µg/m³) BY BRANCH OF ACTIVITY FOR PERSONAL AND WORKPLACE SAMPLES:
SAMPLING OF THE INHALABLE FRACTION AT A FLOW RATE OF 1 L/MIN, WHATEVER THE SAMPLING DURATION

BRANCHE D'ACTIVITÉS	PRÉLÈVEMENTS D'AMBIANCE (*)					PRÉLÈVEMENTS PERSONNELS (*)				
	N	Moy.	Étendue	Méd.	P	N	Moy.	Étendue	Méd.	P
Métallurgie	2 324	211	0 - 24 170	21	16,8	5 219	605	0 - 96 478	92	39,1
Bâtiment-Travaux Publics	146	437	0 - 15 000	16	17,8	274	1 888	0 - 130 000	150	49,6
Bois	43	7	5 - 18	6	0	61	53	0 - 635	6	9,8
Chimie	228	265	0 - 6 582	8	17,1	419	382	0 - 36 200	25	21,9
Pierres et terres à feu	708	259	0 - 18 300	30	15	1 416	372	0 - 27 730	80	34,3
Caoutchouc-Papier-Carton	336	45	0 - 2 100	11	4,8	328	202	0 - 6 400	38	25,3
Livre	28	334	0 - 8 500	2	7,1	51	714	0 - 25 000	15	21,5
Textiles	20	126	0 - 1 032	37	10	15	129	0 - 984	62	13,3
Vêtement	18	20	1 - 180	6	5,5	18	622	10 - 8 070	10	27,7
Cuir et peaux	0	-	-	-	-	19	520	5 - 2 990	226	68,4
Alimentation	5	70	11 - 280	17	20	4	48	12 - 90	45	0
Transports-Manutention	41	5	0 - 28	3	0	25	7	0 - 38	4	0
Eau-Gaz-Électricité	70	141	0 - 4 900	4	7,1	69	264	1 - 9 140	18	27,5
Commerces	38	110	0 - 3 000	12	2,6	89	369	0 - 5 200	34	28,1
Interprofessionnel	179	38	0 - 930	5	8,9	329	252	0 - 23 000	20	23,1

(*) N = nombre de résultats ; Moy. = moyenne arithmétique ; Étendue = valeurs minimale et maximale ; Méd. = médiane ; P = proportion (en %) de résultats supérieurs à la VME de 150 µg/m³.

Quant aux données des cinq branches d'activités émergentes, elles sont représentées sur la *figure 3* pour les résultats de prélèvements d'ambiance et sur la *figure 4* pour les prélèvements personnels.

Si l'on se reporte aux résultats de la *figure 4*, les concentrations en plomb les plus élevées concernent par ordre décroissant les branches d'activités : du bâtiment-travaux publics, de la métallurgie, des pierres et terres à feu, du caoutchouc-papier-carton, de la chimie et du groupe interprofessionnel. Pour les prélèvements d'ambiance (cf. *fig. 3*), le profil est légèrement différent, mais fait également ressortir le bâtiment-travaux public comme la branche d'activités la plus exposée au plomb.

Par rapport à la première exploitation réalisée en 1992 [14], on constate toujours une proportion importante de résultats supérieurs à la valeur limite d'exposition au plomb.

3.3. Coexposition à d'autres agents chimiques

Dans les établissements ayant fait l'objet de mesures d'exposition au plomb, d'autres polluants ont été mesurés simultanément.

L'évaluation de l'exposition à ces autres agents chimiques a fait l'objet de 9 227 prélèvements, alors que le nombre de prélèvements plomb s'élève à 14 822. Au total, lors des interventions ayant fait l'objet de mesures d'exposition au plomb, 245 agents chimiques ont également été prélevés dans l'air des lieux de travail.

Deux grandes familles d'agents chimiques ont fait l'objet de mesures :

- les métaux avec 7 078 prélèvements,
- les composés organiques volatils (COV) avec 2 159 prélèvements.

Pour la famille des métaux, les éléments et leurs composés les plus fréquemment mesurés sont, par ordre décroissant : le zinc, le chrome, le fer, le cuivre, le cadmium, le nickel, l'étain, le manganèse, le cobalt, l'aluminium...

Pour les composés organiques volatils, les mesures d'exposition concernaient principalement : les hydrocarbures aromatiques (toluène, xylènes, éthylbenzène...), les cétones (méthyléthylcétone, acétone, méthylisobutylcétone...), les esters (acétate de *n*-butyle, acétate d'éthyle...), les alcools (alcool isobutylique, alcool isopropylique...).

Sur les figures 3 et 4, le mode graphique dit en « boîtes » permet de représenter les 10^e et 90^e percentiles de la distribution des données : barre horizontale du trait vertical. Les valeurs situées au delà de ces deux bornes sont représentées par des points. Les limites inférieures et supérieures de la boîte coïncident avec les valeurs des percentiles 25 et 75. L'étranglement de la boîte correspond à la valeur médiane.

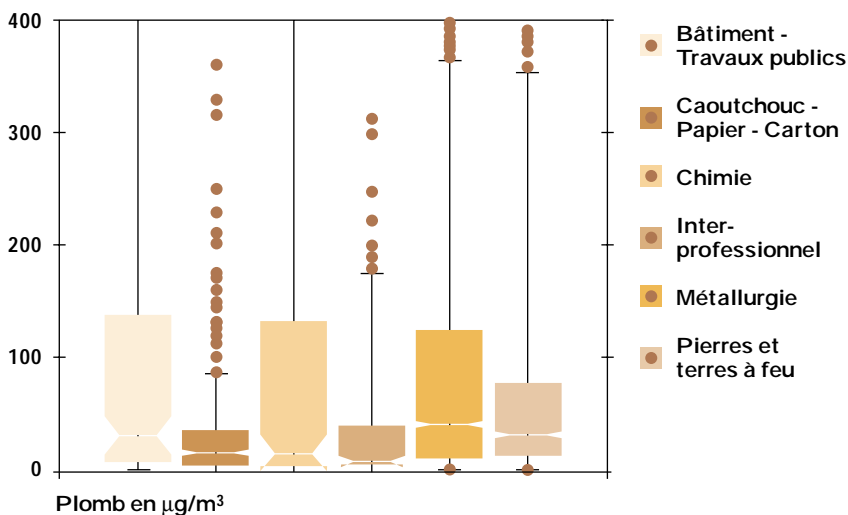


Fig. 3. Représentation des concentrations en plomb mesurées par prélèvements d'ambiance pour les principales branches d'activités - Air concentrations of lead measured by workplace sampling for the main branches of activity

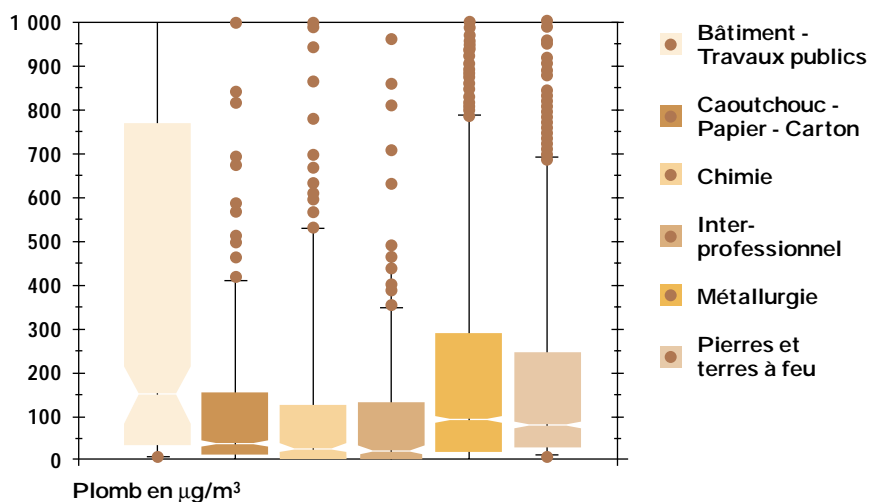


Fig. 4. Représentation des concentrations en plomb mesurées par prélèvements personnels pour les principales branches d'activités - Air concentrations of lead measured by personal sampling for the main branches of activity

Le profil d'exposition qualitatif déterminé à partir du nombre de prélèvements plomb et ceux correspondants aux autres agents chimiques est représenté sur la *figure 5* pour les branches d'activités de la métallurgie, des pierres et terres à feu, du bâtiment-travaux publics, du caoutchouc-papier-carton, de la chimie et du groupe interprofessionnel.

Il apparaît sur ce graphique que, dans les établissements visités de la branche

d'activités du bâtiment-travaux publics, le risque saturnin est le plus fréquemment contrôlé par rapport aux autres agents chimiques, comme les métaux et les COV. À l'inverse, dans la branche d'activités de la chimie, l'exposition au plomb est moins fréquemment mesurée, comparée à celle des solvants ou des métaux. Pour la branche de la métallurgie qui concerne la grande majorité des prélèvements plomb, il apparaît une coexposition aux autres

métaux tels que le zinc, le cuivre, l'étain, le chrome. C'est également le cas pour les activités du groupe interprofessionnel.

4. L'exposition au plomb par secteur d'activités

Le système de codification des secteurs d'activités dans COLCHIC comprend plus de 1 000 références. De façon à décrire les niveaux d'exposition par secteurs d'activités, seuls ceux dont le nombre de résultats était supérieur à 1, 5 % du nombre de résultats disponibles ont été sélectionnés. Pour cette exploitation, seuls les prélèvements personnels réalisés conformément à la norme NF X 43-256 et pendant une durée comprise entre 2 et 40 heures ont été retenus.

Les statistiques par secteur d'activités, accompagnés du code NAF de l'INSEE, figurent dans le [tableau V](#).

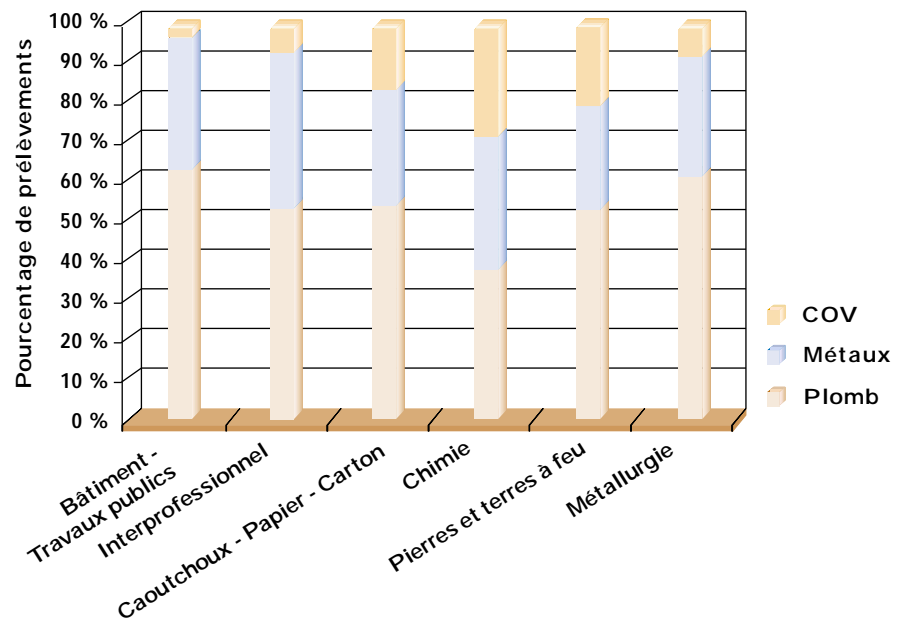


Fig. 5. Répartition (% relatifs) des prélèvements plomb, métaux et COV pour les six principales branches d'activités - *Distribution (relative %) of the lead, metal and VOC samples collected for the six main branches of activity*

TABLEAU V

STATISTIQUES (EN $\mu\text{g}/\text{m}^3$) PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS POUR LES PRÉLÈVEMENTS PERSONNELS D'UNE DURÉE COMPRISE ENTRE 2 ET 40 HEURES : PRÉLÈVEMENT DE LA FRACTION INHALABLE À UN DÉBIT DE 1L/MIN
- STATISTICS (IN $\mu\text{g}/\text{m}^3$) BY SECTOR OF ACTIVITY FOR PERSONAL SAMPLES COLLECTED OVER A PERIOD RANGING FROM 2 TO 40 HOURS: SAMPLING OF THE INHALABLE FRACTION AT A FLOW RATE OF 1 L/MIN

SECTEUR D'ACTIVITÉS (CODE NAF)	Nb RÉSULTATS	MOYENNE	ÉTENDUE	MÉDIANE	PERCENTILES			P (*)
					25	75	90	
Production de métaux non-ferreux (27.4)	755	424	1 - 42 700	152	56	372	920	50,1
Fabrication d'accumulateurs et piles électriques (31.4)	605	641	2 - 50 870	230	140	430	940	70,4
Fabrication de verre et d'articles en verre (26.1)	498	314	1 - 20 529	88	40	244	611	36,3
Fonderie (27.5)	332	156	1 - 4 040	37,5	5	166	370	26,5
Entretien et réparation de véhicules automobiles (50.2)	307	149	1 - 2 280	75	31	180	350	29,6
Fabrication de produits céramiques (26.2)	257	575	1 - 18 600	106	26	315	1 040	42,8
Fabrication de matériels optique et photographique (33.4)	240	115	1 - 8 729	46,5	20	100	318	14,2
Industrie chimique (24)	197	309	1 - 15	32	5	132	450	23,3
Transformation des matières plastiques (25.2)	192	136	1 - 2 190	31	11	120	319	21,3
Fabrication d'équipements pour l'automobile (34.3)	171	129	1 - 1 379	66	23	155	320	25,7
Traitement des métaux ; mécanique générale (28.5)	142	110	1 - 3 600	20	5	58	173	11,3
Fabrication d'appareils d'émission et de transmission (32.2)	111	1 787	1 - 37 675	4	1	431	3 840	35,1
Construction (45)	109	373	1 - 4 800	106	18	260	1 129	36,7
Fabrication d'autres ouvrages en métaux (28.7)	101	215	1 - 8 000	52	5	123	245	16,8
Fabrication d'équipements mécaniques (29.1)	97	317	1 - 12 700	119	34	223	494	40,2

(*) P représente le pourcentage de résultats supérieurs à la VME.

Les secteurs d'activités où la proportion de résultats est supérieure à la VME de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sont ceux de la fabrication des accumulateurs et piles électriques ($P = 70,4 \%$) ainsi que le secteur de la production des métaux non-ferreux ($P = 50,1 \%$).

Pour les autres secteurs d'activités, le pourcentage de résultats supérieurs à la VME est également important : il varie de $11,3 \%$ pour le secteur du traitement des métaux à $42,8 \%$ pour la fabrication de produits céramiques.

Par rapport à la première exploitation des données COLCHIC-plomb en 1992 [14], ce sont toujours les mêmes secteurs d'activités où le risque saturnin est présent. Certaines de ces activités ont par ailleurs fait l'objet d'études complémentaires visant à préconiser des solutions techniques pour réduire l'exposition professionnelle au plomb. C'est le cas des secteurs de la fabrication des batteries d'accumulateurs [15] et de la réparation automobile lors de la réfection de radiateurs [16].

5. L'exposition au plomb par poste de travail

Le système de codification des postes de travail dans COLCHIC comprend également plus de 1 000 références. Seuls les postes de travail pour lesquels le nombre de résultats était supérieur à $1,5 \%$ du nombre de résultats disponibles ont été sélectionnés. N'ont également été pris en compte que les prélèvements personnels réalisés conformément à la norme NF X 43-256 et pendant une durée comprise entre 2 et 40 heures.

Les statistiques par poste de travail figurent dans le [tableau VI](#).

Les postes de travail ayant fait le plus fréquemment l'objet d'un contrôle du risque saturnin sont ceux concernant le soudage-brasage aux gaz, la coulée de métaux en fusion et le travail de la pierre et du verre.

Les postes de travail les plus exposés concernent les postes de conditionnement ($P = 81,4 \%$) et de conduite de chariots de manutention ($P = 77,6 \%$).

Pour les postes de conditionnement, la cause d'une telle exposition provient probablement d'une manutention mal maîtrisée de produits pulvérulents.

Pour les postes de conduite de chariot de manutention, la circulation sur des sols pollués par des composés du plomb est probablement la source d'une telle exposition. Le type de poste de travail le moins exposé semble être le soudage par laser, résistance électrique..., avec un pourcentage de dépassement de la VME qui atteint $2,2 \%$.

Pour les autres postes de travail on constate également des niveaux d'exposition élevés, avec des pourcentages de dépassement de la VME qui varient entre $25,2$ et $53,1 \%$.

Là aussi, la situation semble stable depuis la précédente exploitation des données d'exposition au plomb archivées dans COLCHIC : ce sont toujours les

TABLEAU VI

STATISTIQUES (EN $\mu\text{g}/\text{m}^3$) PAR POSTE DE TRAVAIL POUR LES PRÉLÈVEMENTS PERSONNELS D'UNE DURÉE COMPRISE ENTRE 2 ET 40 HEURES :
PRÉLÈVEMENT DE LA FRACTION INHALABLE À UN DÉBIT DE 1 L/MIN

- STATISTICS (IN $\mu\text{g}/\text{m}^3$) BY WORKSTATION FOR PERSONAL SAMPLES COLLECTED OVER A PERIOD RANGING FROM 2 TO 40 HOURS:
SAMPLING OF THE INHALABLE FRACTION AT A FLOW RATE OF 1 L/MIN

POSTE DE TRAVAIL	Nb RÉSULTATS	MOYENNE	ÉTENDUE	MÉDIANE	PERCENTILES			P (*)
					25	75	90	
Soudage, brasage aux gaz	580	191	1 - 8 070	73	28	190	410	30,9
Coulée de métaux en fusion	518	422	1 - 14 700	170	80	338	850	53,1
Travail de la pierre, du verre	406	267	10 - 8 729	94	43	229	534	35,7
Usinage des métaux	357	741	1 - 50 870	21	5	102	705	19,9
Conduite de fours	310	411	1 - 20 530	62	17	270	898	36,4
Application de peintures	277	295	1 - 18 600	67	10	208	462	32,8
Conduite de cubilots	217	115	1 - 840	80	20	166	258	27,6
Décapage, polissage, ébavurage...	180	312	1 - 8 000	67	20	219	637	31,1
Travaux de soudage (laser, résistance électrique...)	135	22	1 - 620	5	1	13	60	2,2
Pesage, dosage	127	251	1 - 2 990	83	180	410	740	36,2
Conduite de chariots de manutention	121	332	3 - 1 621	290	165	450	610	77,6
Mélangeurs à sec	118	195	1 - 1 925	61,5	22	188	598	31,3
Grenillage, ébarbage en fonderie	111	445	1 - 12 700	126	1	541	1 050	45
Presses, extrudeuses	107	1 234	1 - 42 700	30	8	186	630	25,2
Conditionnement	102	395	25 - 3 600	280	180	410	740	81,4
Traitement et protection chimique des surfaces	90	673	1 - 12 700	14	4	270	1 289	30
Réparation, maintenance	87	192	4 - 2 890	100	29	240	390	41,4
Travaux d'assemblage	85	121	5 - 350	140	74	160	200	30,6
Autres travaux de soudage	74	136	1 - 820	61	10	200	391	32,4
Réacteurs	70	308	10 - 6 024	15,5	3	182	460	25,7

(*) P représente le pourcentage de résultats supérieurs à la VME.

TABLEAU VII

STATISTIQUES (EN $\mu\text{g}/\text{m}^3$) PAR ANNÉE, DE 1990 À 1999, POUR LES PRÉLÈVEMENTS PERSONNELS D'UNE DURÉE COMPRISE ENTRE 2 ET 40 HEURES : PRÉLÈVEMENT DE LA FRACTION INHALABLE À UN DÉBIT DE 1 L/MIN

- STATISTICS (IN $\mu\text{g}/\text{m}^3$) BY YEAR, FROM 1990 TO 1999, FOR PERSONAL AND AREA SAMPLES COLLECTED DURING 2 TO 40 HOURS : SAMPLING OF THE INHALABLE FRACTION AT A FLOW RATE OF 1 L/MIN

ANNÉE	NB RÉSULTATS	MOYENNE	ÉTENDUE	MÉDIANE	PERCENTILES			P (*)
					25	75	90	
1990	383	733	1 - 37 675	110	25	292	750	42,8
1991	851	421	1 - 14 700	146	31	360	720	48,6
1992	628	270	1 - 15 000	87	34	203	452	32,2
1993	371	368	1 - 42 700	57	18	185	588	28,6
1994	681	192	1 - 3 600	102	29	220	420	38
1995	340	233	1 - 12 700	38	9	133	353	22,1
1996	259	157	1 - 3 152	32	11	126	316	20,8
1997	240	476	1 - 38 416	37	8	145	417	23,7
1998	277	102	1 - 6 720	22	6	83	183	12,3
1999	250	84	1 - 1 820	21	6	80	188	14,4

(*) P représente le pourcentage de résultats supérieurs à la VME.

mêmes types de poste de travail qui sont soumis à de fortes expositions. Par exemple, en 1992 le pourcentage de résultats supérieurs à la VME, pour le poste de conduite de chariots de manutention, atteignait 93 %.

Aujourd'hui, avec un nombre de résultats archivés qui a plus que doublé, la proportion de résultats supérieurs à la VME atteint 77,6 % pour ce même poste de travail.

Le critère utilisé pour tester l'évolution chronologique de l'exposition est le pourcentage de résultats supérieurs à la VME de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (P).

Les données utilisées pour réaliser ce test, quel que soit le secteur d'activités ou le poste de travail, sont représentées dans le [tableau VII](#). L'application du test de corrélation de Spearman sur le paramètre P, indique une décroissance significative ($r = -0,903$; $p < 0,01$) du pourcentage de résultats

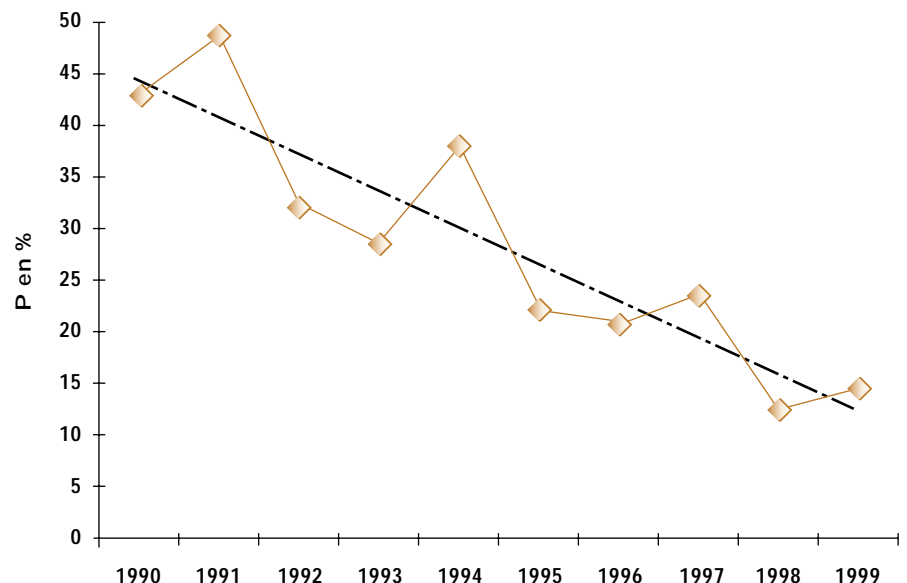
supérieurs à la VME pendant la période 1990-1999. L'évolution du paramètre P durant cette période est représentée [figure 6](#).

Même si la base de données COLCHIC ne saurait prétendre à fournir une vision exhaustive et représentative de la situation des expositions professionnelles au plomb en France, elle traduit néanmoins une tendance à la baisse des niveaux d'exposition. Alors qu'en 1990, le pourcentage de résultats supérieurs à la VME de

6. Évolution des niveaux d'exposition

L'étude de l'évolution des niveaux d'exposition professionnelle au plomb a été menée sur les dix dernières années : période 1990 à 1999. Cette analyse concerne uniquement les résultats de mesure d'exposition réalisées par prélèvements personnels de la fraction inhalable et pendant une durée comprise entre deux et quarante heures.

Fig. 6. Évolution du pourcentage de résultats supérieurs à la VME du plomb durant la période 1990-1999 - Evolution of the percentage of results higher than the TLV-TWA for the period 1990-1999



150 µg/m³ atteignait 42,6 %, il a chuté de manière continue jusqu'à 14,4 % en 1999.

CONCLUSION

Cette seconde exploitation des données d'exposition au plomb archivées dans la base COLCHIC, portant sur plus de 14 000 résultats, confirme les grandes tendances observées en 1992. L'exposition professionnelle au plomb et à ses composés concerne toujours les mêmes secteurs d'activités et postes de travail. Malgré une baisse globale et continue des niveaux d'exposition depuis 1990, il subsiste toujours des postes de travail pour lesquels l'exposition est toujours supérieure à la VME de 150 µg/m³, définie par le décret 88-120 du 1^{er} février 1988, modifié [7]. C'est particulièrement les cas des postes de travail du bâtiment, de la métallurgie et de la branche des pierres et terres à feu.

L'analyse des résultats indique également que les postes de travail exposés au plomb et à ses composés, le sont également à d'autres agents chimiques comme des métaux et des solvants. Le profil de coexposition qualitatif à ces métaux et solvants varie en fonction du secteur d'activités. Ces expositions polymétalliques se rencontrent dans pratiquement tous les secteurs d'activités concernés par l'exposition professionnelle au plomb.

L'exploitation ou la mise à disposition par le ministère du Travail des données d'exposition collectées par les laboratoires agréés et autorisés, dans le cadre de l'application de la réglementation, devrait permettre d'affiner la connaissance de la situation française vis-à-vis du risque de saturnisme professionnel.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Le Plomb. In : Les matières premières minérales. Paris, Ministère de l'Economie et des Finances, Secrétariat d'État à l'Industrie, délégué à la Communication, 1997.
- [2] Plomb et composés minéraux. Paris, 1998, coll. Fiche toxicologique, FT 59, 8 p..
- [3] Plomb dans l'environnement : quels risques pour la santé ? Expertise Collective. Paris, INSERM, 1999.
- [4] HERAN-LE ROY O., SANDRET N. - Enquête nationale SUMER 94 : premiers résultats. Paris, Ministère du Travail et des Affaires sociales, 1996.
- [5] VINCENT R., KAUPPINEN T., TOIKKANEN J., PEDERSEN D., YOUNG R., KOGEVINAS M. - CAREX : système international d'information sur l'exposition professionnelle aux agents cancérigènes en Europe. Cahiers de Notes Documentaires - Hygiène et Sécurité du Travail, 1999, ND 2113, 176, pp. 49-58.
- [6] KAUPPINEN et coll. - Occupational exposure to carcinogens in the European Union. Occupational Environmental Medicine, 2000, 57, pp. 10-18.
- [7] GUILLEMY N. - Le Plomb. Paris, INRS, 1998, coll. Aide-mémoire juridique, TJ 1, 28 p.
- [8] NF X 43-256 - Air des lieux de travail. Prélèvement et dosage du plomb dans les aérosols. Paris, AFNOR, septembre 1988, 13 p.
- [9] PILLIÈRE F. - Surveillance biologique de l'exposition professionnelle au plomb. Précautions de prélèvement, d'analyse et interprétation des résultats de plombémie. Documents pour le médecin du travail, 1994, 59, pp. 267-270.
- [10] Organismes agréés pour les mesures et contrôles des risques chimiques. INRS, site Web : www.inrs.fr (pages « Dossiers », Risque chimique).
- [11] PELTIER A., BOULET A. - Évaluation de l'exposition au plomb atmosphérique dans l'air des lieux de travail. Laboratoires et organismes agréés. Évolution de la législation et résultats des essais qualité de 1988 à 1998. Cahiers de Notes Documentaires - Hygiène et Sécurité du Travail, 1999, ND 2116, 177, pp. 15-19.
- [12] Metropol. Recueil des méthodes de prélèvement et d'analyse de l'air des lieux de travail. INRS, site web : www.inrs.fr (pages « Dossiers », Risque chimique), mise à jour déc. 2001.
- [13] VINCENT R., JEANDEL B. - Apport de la base de données COLCHIC dans le repérage des nuisances chimiques en milieu professionnel. Revue de Médecine du travail, 1997, 4, pp. 174-176.
- [14] CARTON B., JEANDEL B. - Le risque saturnin. Informations fournies par la base de données COLCHIC. Cahiers de Notes Documentaires - Hygiène et Sécurité du Travail, 1993, ND 1921, 151, pp. 229-236.
- [15] Fabrication des accumulateurs au plomb. Paris, INRS, 1997, coll. Guide pratique de ventilation, ED 746, 24 p.
- [16] Réparation des radiateurs automobiles. Paris, INRS, 1992, coll. Guide pratique de ventilation, ED 752, 12 p.

Article reçu en juin, accepté en décembre 2001