

Impact d'une fonderie de plomb et d'étain sur la pollution du voisinage

Impact of a lead and tin smelting factory on the surroundings

par Jacques DONATI, Michel DROUVIN (*)

RÉSUMÉ

À la suite de plaintes de parents d'élèves, des campagnes de mesures ont été réalisées en 1990, 1991 et 1992 pour évaluer l'impact sur un collège voisin d'une fonderie de plomb et d'étain. Aux mesures de retombées de Pb et Sn, et de particules de plomb en suspension, ont été associées des analyses biologiques (plombémie, teneur en protoporphyrines érythrocytaires zinc et en hémoglobine) sur un échantillon représentatif de 123 élèves du collège. Malgré des valeurs relativement élevées, lors des périodes d'activité de la fonderie, en retombées et en particules de plomb en suspension, les résultats des analyses biologiques n'ont pas montré d'atteinte notable à la santé des élèves.

Les teneurs en particules plombifères en suspension sont toutefois, lors de l'activité de la fonderie, très supérieures à celles mesurées sur des sites fortement influencés par la pollution automobile.

ABSTRACT

The adverse effects of lead and tin emissions by a smelter were evaluated during designated periods in 1990, 1991 and 1992. The smelter is located next to a secondary school, and some of the buildings of which are 15 meters from emission sources. Suspended particles of lead were collected in filters (cellulose ester 0.8 µm porosity) at a flow rate of 25 l/min, and analysed by flame atomic absorption spectrometry. At the same time the sedimentable particles were collected at two sites using deposit gauges. Total particles and the lead and tin compounds were measured in laboratory by separation of soluble and insoluble contents in water. An epidemiological study was conducted on 123 school children. Blood lead concentration was determined as well as zinc erythrocyte protoporphyrin and hemoglobin levels.

Although levels of lead were, for some periods, relatively high in suspended and sedimentable particles, no adverse effects were observed on the school children's health. Only one child had a blood lead concentration higher than 250 µg/l.

Because of the smelter's proximity to the school, these measurements showed it is necessary to install filters to reduce dust emissions from sources of lead and tin.

1. - Introduction

L'implantation d'un collège à proximité immédiate d'une fonderie de plomb et d'étain, en banlieue parisienne, a attiré l'attention des diverses autorités sanitaires (services communaux et départementaux d'hygiène et de santé) qui, sous la pression des associations de parents d'élèves ont entrepris plusieurs campagnes de mesure en 1990, 1991 et 1992 pour évaluer l'impact des rejets dans l'atmosphère des installations de cette fonderie.

L'implantation de cette dernière est antérieure au collège, certaines de ses installations datant de 1920. Son activité repose essentiellement sur la fabrication de lingots de plomb et d'étain à partir de résidus d'alliages ou de métaux divers.

La fonderie comporte plusieurs ateliers d'affinage, de fusion et de séchage, dont les effluents sont évacués dans l'atmosphère par des conduits en briques ou en tôle d'acier. Certaines des installations sont dotées de dépoussiéreurs (filtres à manche), mais d'autres rejettent directement leurs composés dans l'atmosphère. En outre, des ouvrants en toiture des ateliers facilitent la dispersion de ces effluents dans le voisinage. Compte tenu de la disposition des ateliers, les conduits d'évacuation des rejets et les ouvrants sont situés en limite de propriété et en bordure du terrain du collège, dont certains des bâtiments sont implantés à moins de 15 mètres de ces installations.

Ces éléments et la connaissance des effets toxicologiques des composés du plomb sur les enfants ont conduit les responsables sanitaires à réaliser en outre une étude épidémiologique. Celle-ci avait également pour but de relier les paramètres biologiques mesurés aux teneurs en plomb de l'atmosphère et aux valeurs des retombées de particules sédimentables. Pour

(*) Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris.

tenter d'établir ces relations, il était nécessaire également d'effectuer des mesures météorologiques pour définir les conditions locales de vent susceptibles d'influencer les résultats des mesures de polluants.

2. – Mesures et analyses effectuées

2.1 – Particules en suspension dans l'atmosphère

Les teneurs en composés plombifères de l'atmosphère sur le terrain du collège ont été mesurées par échantillonnage sur filtre (Ester de cellulose de porosité $0,8 \mu\text{m}$) sur des séquences de 24 heures et à un débit de 25 l/min .

La géométrie de la tête de prélèvement et l'échantillonneur, conformes à la norme NF X 43-021, permettent de recueillir des particules de diamètre aérodynamique moyen inférieur à $10 \mu\text{m}$, qui sont susceptibles de se déposer sur les parois alvéolaires et dans le poumon. Cet échantillonneur a été placé sur la pelouse du collège à environ 15 mètres au sud des bâtiments de la fonderie (voir figure 1).

Le dosage des particules de plomb recueillies sur filtre est effectué par spectrométrie d'absorption atomique (atomisation en flamme) selon la norme NF X 43-026, en utilisant une technique de minéralisation sous courant d'oxygène.

2.2 – Particules sédimentables par collecteurs de précipitations

L'échantillonnage des particules sédimentables s'effectue en disposant sur le site une jauge de dépôt du type « OWEN » (contenance 10 litres) munie d'un entonnoir de 0,3 mètre de diamètre. Les jauges sont collectées au bout de

14 jours et ramenées au laboratoire pour analyse. Sur chacune d'elles il est procédé à la mesure par pesée des particules totales en distinguant les particules hydrosolubles et insolubles.

Sur chacune de ces fractions, on effectue le dosage du plomb et de l'étain par spectrométrie d'émission Plasma à Couplage Inductif (ICP). Deux collecteurs de précipitation de ce type ont été disposés sur le site du collège : au point A situé à 8 mètres de hauteur sur la terrasse du bâtiment d'habitation du personnel, et au point B situé à 7 mètres de hauteur sur la terrasse de l'un des bâtiments d'enseignement (figure 1). Un autre collecteur de précipitation a été mis en place, à titre de référence, à Paris dans une zone non influencée par une source industrielle et à 12 mètres de hauteur.

2.3. – Mesures météorologiques

Sur l'un des points du site (point A) un ensemble de mesures météorologiques permettant l'enregistrement en continu de la vitesse et de la direction du vent a été installé à 8 mètres de hauteur. Cet ensemble était relié à un système d'acquisition de données permettant le traitement ultérieur au laboratoire sur ordinateur.

2.4. – Enquête épidémiologique

Cette enquête réalisée par le Service d'Hygiène et de Santé de la Ville d'Aubervilliers a porté essentiellement sur les analyses biologiques effectuées sur un échantillon représentatif des élèves du collège, soit 123 élèves au total. 25 élèves appartenaient à la SES (Section d'Education Spécialisée), dont le bâtiment est le plus proche de la fonderie.

Les analyses ont porté sur la détermination dans le sang de la teneur en plomb, en proto-

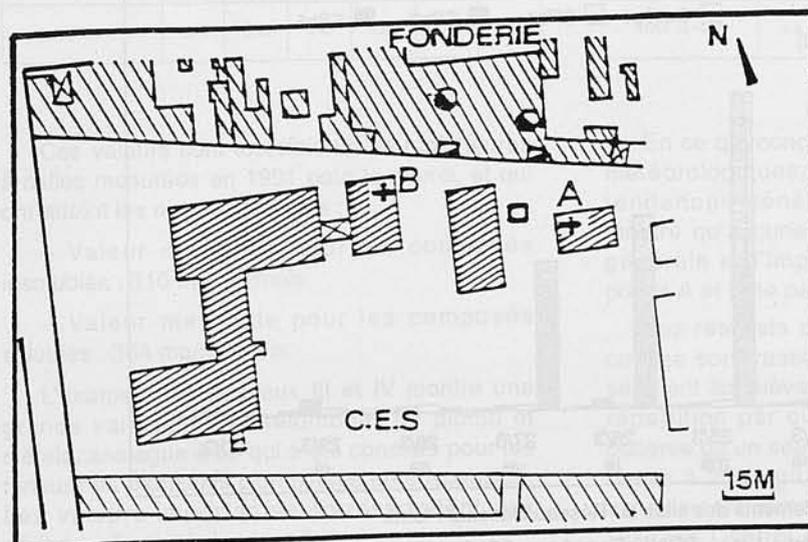


Figure 1.
Implantation
des sites de mesure.
Situation of sampling sites.

Impact d'une fonderie de plomb et d'étain sur la pollution du voisinage

porphyrines érythrocytaires zinc (PPZ) et en hémoglobine. Le dosage de la plombémie est réalisé par spectrométrie d'absorption atomique (four) avec utilisation d'un tampon à base de Triton 100. Le dosage des PPZ est effectué par hématofluorimétrie, et l'hémoglobine est dosée par colorimétrie.

3. - Résultats obtenus

Les teneurs moyennes en particules plombifères en suspension pour toute la période de mesure (22 janvier au 13 avril 1992) sont indiquées sur le tableau I. La valeur obtenue

Tableau I.
Teneurs moyennes pendant la durée de l'étude en particules plombifères en suspension.
Average concentrations during the period of study for lead in suspended particles.

POINT DE MESURE	TENEUR MOYENNE EN PARTICULES PLOMBIFERES ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Collège	1.12
Station SPb1	0.28
Station SPb2	0.32
Station SPb5	0.3

dans l'enceinte du collège ($1,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est très supérieure à celles mesurées pendant la même période (environ $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) pour 3 sites du Réseau National Plomb de la région parisienne, SPb1, SPb2 et SPb5*.

Sur les figures 2 et 3, relatives à deux périodes particulières (28 janvier au 3 février d'une part, et 24 mars au 30 mars d'autre part), on observe que les teneurs en plomb de l'atmosphère du collège sont liées directement aux jours d'activité de la fonderie. La teneur journalière maximale relevée le 30 janvier est de $8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ces teneurs sont à comparer aux valeurs de référence suivantes :

- $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$: teneur moyenne annuelle à ne pas dépasser selon le décret du 25 octobre 1991 ;

- $0,5$ à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$: valeur recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé comme teneur moyenne annuelle.

On peut en déduire que la teneur en particules plombifères de l'atmosphère dans l'enceinte du collège est supérieure à celle mesurée actuellement en bordure des voies à forte circulation.

Le tableau II rassemble les quantités totales (exprimées en $\text{g}/\text{m}^2/\text{mois}$) des poussières sédimentables recueillies par les jauges de dépôts.

Les tableaux III et IV rassemblent les quantités de plomb et d'étain déterminées dans ces particules sédimentables (et exprimées en $\text{mg}/\text{m}^2/\text{mois}$). Ces valeurs, et notamment les retombées insolubles de plomb et d'étain et les retombées hydrosolubles de plomb, sont pour certaines périodes nettement supérieures à celles mesurées sur un site de référence non influencé par ce type de pollution industrielle (point C dans les tableaux).

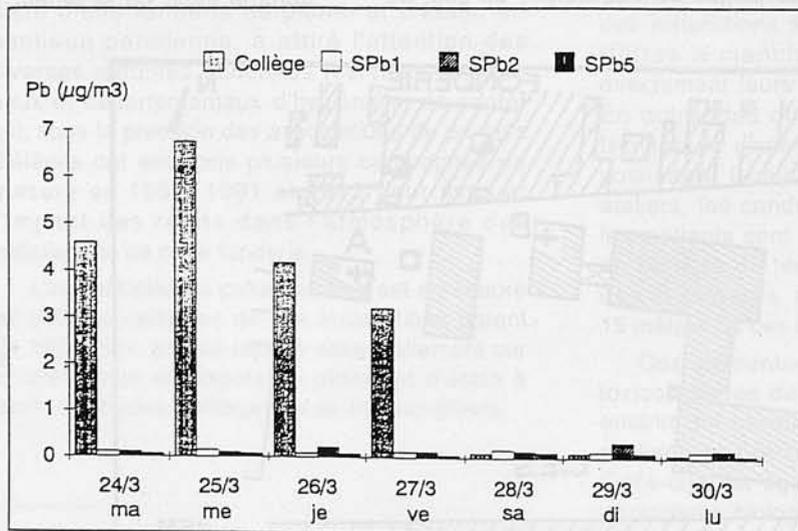


Figure 2.
Période du 24 mars au 30 mars 1992.
Teneurs journalières en particules plombifères en suspension.
Daily concentrations of lead in suspended particles.

* Emplacements des sites du Réseau National Plomb
SPb1 : Paris 12^e - SPb2 : Paris 9^e - SPb5 : Le Perreux (94).

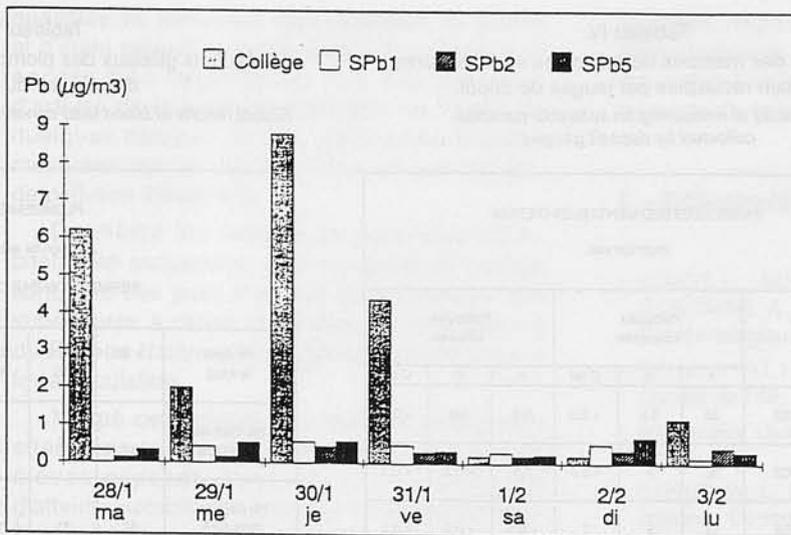


Figure 3.
Période du 28 janvier
au 3 février 1992.
Teneurs journalières
en particules
plombifères
en suspension.
*Daily concentrations
of lead in suspended
particules.*

Tableau II.
Résultats des mesures de retombées recueillies
par jauges de dépôt.
*Results of measuring total settable particles
collected by deposit gauges.*

PARTICULES SEDIMENTABLES TOTALES (mg/m ² /mois)						
Période de mesure 1992	Particules insolubles			Particules solubles		
	A	B	C réf	A	B	C réf
22/01 au 04/02	0,48	0,25	0,17	1,25	1,0	0,84
04/02 au 18/02	0,56	0,23	0,39	2,10	1,60	1,60
18/02 au 03/03	0,30	0,26	0,24	0,68	0,63	0,39
03/03 au 17/03	3,41	2,42	1,85	2,20	1,81	1,45
17/03 au 31/03	1,46	0,91	0,80	1,65	1,69	1,25
31/03 au 14/04	0,45	0,48	0,40	0,98	0,87	0,99

Tableau III.
Résultats des mesures de particules sédimentaires
de plomb recueillies par jauges de dépôt.
*Results of measuring lead settable particles
collected by deposit gauges.*

PARTICULES SEDIMENTABLES DE PLOMB (mg/m ² /mois)						
Période de mesure 1992	Particules insolubles			Particules solubles		
	A	B	C réf	A	B	C réf
22/01 au 04/02	53	9	1,0	7,0	4,5	0,3
04/02 au 18/02	37	4,5	0,8	51	8,5	1,0
18/02 au 03/03	11	4,5	0,8	6,0	5,0	5,0
03/03 au 17/03	122	12	3,5	61	1,5	0,3
17/03 au 31/03	8,5	6,5	< 0,3	66	4,5	1,0
31/03 au 14/04	8,5	18	0,5	2,0	0,8	0,3

Ces valeurs sont toutefois un peu inférieures à celles mesurées en 1991 pour le plomb, et qui ont atteint les niveaux suivants :

- Valeur maximale pour les composés insolubles : 310 mg/m²/mois.
- Valeur maximale pour les composés solubles : 364 mg/m²/mois.

L'examen des tableaux III et IV montre une grande variabilité des retombées de plomb et d'étain, analogue à ce qui a été constaté pour les teneurs en particules plombifères en suspension. Les valeurs importantes correspondent aux périodes d'activité de la fonderie.

En ce qui concerne l'influence des conditions météorologiques, le tableau V présentant les tendances générales des vents dominants montre qu'aucune relation entre cette tendance générale et l'importance des retombées aux points A et B ne peut être établie.

Les résultats de plombémies des élèves du collège sont rassemblés dans le tableau VI en séparant les élèves de la SES, et en faisant une répartition par classes de concentration. On observe qu'un seul élève a une plombémie supérieure à 250 µg/l, valeur maximale considérée actuellement comme admissible par le Center for Disease Control d'Atlanta. Le tableau VII pré-

Tableau IV.
Résultats des mesures de particules sédimentaires
d'étain recueillies par jauges de dépôt.
*Results of measuring tin settleable particles
collected by deposit gauges.*

PARTICULES SEDIMENTABLES D'ETAIN (mg/m2/mois)						
Période de mesure 1992	Particules insolubles			Particules solubles		
	A	B	C réf	A	B	C réf
22/01 au 04/02	55	8,5	< 0,3	0,8	0,8	< 0,3
04/02 au 18/02	52	5	< 0,3	1,5	< 0,3	< 0,3
18/02 au 03/03	13	5	2	< 0,3	< 0,3	< 0,3
03/03 au 17/03	125	9	1	1	< 0,3	< 0,3
17/03 au 31/03	24	11	< 0,3	5	1	< 0,3
31/03 au 14/04	5	16	< 0,3	< 5	< 0,3	< 0,3

sente la répartition par classes (inférieur et supérieur à 350 µg/l) des teneurs en PPZ observées pour les élèves. Pour l'ensemble de

Tableau V.
Exploitation des mesures météorologiques.
Results of wind measurements.

PERIODE DE PRELEVEMENT	Tendances générales du vent (Direction et fréquence)	Points de mesure les plus exposes
du 22 janvier au 4 février	Nord (31%) Nord-Est (32%) Autres directions (37%)	A B -
du 4 février au 18 février	Sud, Sud-Ouest (44%) Ouest (28%) Nord (8%) Nord-Est (4%) Autres directions (16%)	- - A B -
du 18 février au 3 mars	Nord-Est (20%) Sud-Est (20%) Nord (10%) Autres directions (50%)	B - A -
du 3 mars au 17 mars	Ouest, Sud-Ouest (52%) Nord (10%) Nord-Est (5%) Autres directions (33%)	- A B -
du 17 mars au 31 mars	Ouest, Sud-Ouest (44%) Nord (25%) Nord-Est (8%) Autres directions (23%)	- A B -
du 31 mars au 14 avril	Nord (32%) Sud (25%) Nord-Est (14%) Autres directions (29%)	A - B -

Tableau VI.
Résultats globaux des plombémies de l'échantillon
des élèves du collège.
Global results of blood lead concentrations for school children.

PLOMBEMIE (Pb µg/l de sang)						
REPARTITION PAR CLASSES						
Pb dans le sang	< 50	51 à 90	100 à 149	150 à 199	200 à 249	> 250
Nb d'élèves de la SES	12	7	4	2	0	0
Nb d'élèves hors SES	52	31	12	2	0	1
Nb total d'élèves	64	38	16	4	0	1

l'échantillon, la plombémie moyenne est de 68,6 µg/l, la teneur moyenne en PPZ de 252 µg/l et la teneur moyenne en hémoglobine de 13,15 g/100ml.

Ces valeurs sont inférieures aux seuils d'intoxication saturnine. Elles correspondent à la classe 1 du tableau établi par le Center for Disease Control.

4. - Conclusions

Malgré une diminution des retombées par rapport à la campagne de mesures de 1991, les

Tableau VII.
Résultats globaux des teneurs en PPZ de l'échantillon
des élèves du collège.
Global results of blood PPZ concentrations for school children.

PROTOPORPHYRINES ERYTHROCYTAIRES ZINC (µg/l de sang)		
REPARTITION PAR CLASSES		
Teneur en PPZ	< 350	> 350
Nb d'élèves de la SES	23	2
Nb d'élèves hors SES	90	8
Nb total d'élèves	113	10

quantités de particules sédimentables de plomb et d'étain recueillies sur le terrain du collège sont encore très importantes lors des périodes d'activité de la fonderie. Elles sont de l'ordre de quelques dizaines de fois supérieures à celles mesurées sur un site non influencé par ce type de pollution industrielle.

De même les teneurs en particules plombifères en suspension dans l'enceinte du collège sont, lors des jours d'activité de la fonderie, très supérieures à celles observées sur des stations du Réseau National Plomb en bordure de voies à forte circulation.

Malgré ces valeurs, les analyses biologiques effectuées sur un échantillon représentatif des élèves exposés n'ont pas mis en évidence d'atteinte notable à leur santé. En particulier pour la plombémie, un seul élève présente une valeur supérieure à 250 µg/l. Ces conclusions sont similaires à celle de l'étude de BAGHURST relative à la ville de Port Pirie en Australie.

Toutefois la proximité même de la fonderie et les teneurs en particules plombifères en sus-

pension imposent de doter rapidement de dépoussiéreurs toutes les installations et également d'éviter les rejets de poussières par les ouvrants de la toiture.

5. - Bibliographie

- GINOT L., BUISSON J. (SHCS d'Aubervilliers), FONTAINE A. (Hôpital Robert Debré). Enquête Épidémiologique.
- Décret n° 91.1122 du 25 octobre 1991 relatif à la Qualité de l'Air.
- Air Quality Guidelines, World Health Organization, 1987.
- ROPER W. L. Preventing Lead Poisoning in young children, Center for Disease Control, October 1991
- BAGHURST P. A. *et al.* Determinants of blood lead concentrations to age 5 years in a birth cohort study of children living in the lead smelting city of Port Pirie and surrounding areas. Archives of Environmental Health. May/June 1992 (Vol.47), p. 203-209.