

KOMMISSION DER
EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN

COMMISSION DES
COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

88

General Review

1849-88

UNITED STATES ENVIRONMENTAL
PROTECTION AGENCY

INTERNATIONAL SYMPOSIUM

Environmental health aspects of lead

Die gesundheitlichen Aspekte
der Umweltverschmutzung durch Blei

Les problèmes sanitaires posés par le plomb
présent dans l'environnement

RESULTATS D'UNE ANNEE D'ETUDE DE LA TENEUR
EN PLOMB PARTICULAIRE DE L'ATMOSPHERE DE PARIS

CHOVIN P., DUFFAUD J., MERKEZ F., FAVART M.,
TRUFFERT L.

Laboratoire Central de la Préfecture de Police,
Service des Pollutions
PARIS XV, FRANCE

Amsterdam, October 2 - 6, 1972

N40737

- RESUME -

Cette étude a été effectuée en déterminant d'une manière continue la teneur en plomb en plomb de l'atmosphère en six point de Paris, dont l'un situé sur un refuge au milieu de la circulation et un autre dans un jardin public. Des comparaisons ont été faites entre ces différents points et diverses influences ont été étudiées : la nuit, le jour, les heures de pointe, une grève des transports. Des enregistrements simultanés des teneurs en monoxyde de carbone et en dioxyde d'azote, effectués en certains points ont permis d'établir qu'il existait des corrélations entre celles-ci et les teneurs en plomb.

Depuis la publication alarmante de Patterson (1) en septembre 1965, de nombreux auteurs ont vivement discuté du danger éventuel des émissions de poussières plombifères dues aux gaz d'échappement des voitures automobiles.

Déjà, en 1963, nous avions effectué des dosages de plomb dans l'air de différents carrefours de Paris (2), ainsi qu'au voisinage de l'Autoroute du Sud.

Le 1er juillet 1971, nous avons mis en place 6 postes de prélèvements de poussières dans Paris, fonctionnant continuellement et dont les échantillons recueillis sur filtres sont relevés toutes les 48 et 72 heures. Les emplacements de ces postes sont les suivants:

N° du poste	Lieu d'implantation	Distance de la voie en mètres	Altitude en mètres
1	39bis rue de Dantzig à Paris XV°	3	4,7 m
2	" "	3	8,3 m
3	Rond-Point des Champs Elysées à Paris 1°	1	1,6
4	Place Victor Basch à Paris 14°	au milieu	1,6
5	Orangerie du Jardin du Luxembourg à Paris VI°	50	5,5

Le sixième poste a été installé à hauteur d'environ 2 m, à tour de rôle dans différents commissariats de Paris.

Les premiers résultats d'une étude de six mois ont été indiqués le 3 mai 1972 (3), ainsi que les méthodes utilisées qui ont été décrites plus complètement dans une autre publication (4). Les poussières sont recueillies sur filtres Millipore dont le diamètre des pores est de 0,45 µ. Il est procédé à la minéralisation de ces filtres et des poussières recueillies, par incinération à basse température (5) et le dosage du plomb est effectué par une méthode colorimétrique, simplifiée, à la dithizone.

Résultats

1° Valeurs mensuelles

Le tableau I exprime les concentrations en plomb, moyennes, minimales et maximales, trouvées chaque mois, aux différents points.

On constate que, pour tous les points de prélèvement, les teneurs en plomb, relativement basses en juillet et août 1971, ont commencé à s'élever en septembre, pour atteindre leur maximum en octobre, époque où une grève du chemin de fer métropolitain a provoqué de grosses difficultés de circulation automobile ainsi qu'il a été indiqué dans une publication antérieure (3).

A partir du 31 mars 1972, ces postes ont été placés respectivement à 3 m et à 12 m d'altitude.

- 2 -

Puis, au cours des mois suivants: novembre, décembre, janvier et février, les teneurs se sont maintenues à un niveau légèrement supérieur à celui de septembre, sauf pour le point n° 4 (place Victor Basch) où, en raison de troubles dans le fonctionnement du système d'aspiration, qui ont commencé à se produire fin janvier et auxquels il a été remédié fin mars, les plus grandes réserves doivent être faites en ce qui concerne les chiffres obtenus. Avec l'arrivée du printemps, les valeurs trouvées au cours des derniers mois sont tombées au niveau de celles de septembre 1971 et même parfois au-dessous.

Le site d'implantation le plus pollué a toujours été le point n° 4 (place Victor Basch), si l'on excepte la période où des troubles se sont produits dans le dispositif de prélèvement.

Viennent ensuite, par ordre de pollution décroissante: le point n° 3 (Rond-Point des Champs Elysées), N° 1 et N° 2 (rue de Dantzig) et le point n° 5 (Jardin du Luxembourg). En ce qui concerne le dernier point de prélèvement, on ne saurait faire de comparaison car l'appareil a été déplacé presque chaque mois, d'un Commissariat d'arrondissement à un autre, mais on peut noter que les teneurs trouvées sont en général comprises entre celles de la rue de Dantzig et celles du Rond-Point des Champs-Elysées.

Enfin, en ce qui concerne l'influence de la hauteur du point de prélèvement, on constate que les valeurs trouvées rue de Dantzig au point le plus bas (n° 1) sont presque toujours supérieures à celles du point le plus haut (n° 2), et cette différence a été encore plus marquée au cours des derniers mois, après que l'écart d'altitude ait été augmenté le 31 mars 1972.

2°/ Valeurs annuelles

L'examen du tableau II où figurent les valeurs annuelles, moyennes, minimales et maximales, aux différents points de prélèvement, vient confirmer les remarques précédentes et montre que le classement des points de prélèvement, par ordre de pollution décroissante, est bien celui-ci: N° 4, N° 3, N° 1, N° 2 et N° 5.

Ce tableau indique également le pourcentage des mesures inférieures à certaines teneurs en plomb de l'atmosphère: 1, 2, 3, 4, 5, 6, et 10 µg/m³. On notera qu'il est très rare de trouver des valeurs inférieures à 1 µg/m³ place Victor Basch (2,7 %), alors que celles-ci sont en majorité dans le Jardin du Luxembourg (58,8 %) où aucune mesure n'atteint 5 µg/m³.

3°/ Prélèvements horaires

Des prélèvements horaires ont été effectués au point N° 4 (Place Victor Basch) du 22 septembre 1971 au 30 juin 1972, tous les mercredis, durant la matinée (de 8h à midi) et les résultats obtenus font l'objet du tableau III. De 8h à 9h la pollution est la plus importante.

te, mais on trouve exceptionnellement des teneurs relativement faibles (2,7 % des mesures inférieures à 4 µg/m³) ce qui se manifeste également de 11h à 12h, alors que cela n'est pas le cas de 9h à 10h et de 10h à 11h, bien qu'au cours de ces trois dernières heures de la matinée, les teneurs moyennes soient sensiblement les mêmes.

Des prélèvements ont également été effectués, la nuit, les 26 avril, 3, 10, 17, 24 et 31 mai, et les teneurs moyennes en plomb trouvées ont été les suivantes:

de 2h à 3h : 3,66 µg/m³; - min. 1,5; max. 4,6
de 3h à 4h : 2,22 " ; - min. 1,2; max. 3,8

Les mêmes jours, les prélèvements effectués dans la matinée ont donné les résultats suivants :

de 8h à 9h : 8,75 µg/m³; - min. 5,7; max. 12,1
de 9h à 10h: 6,65 " ; - " 5,6; max. 8,6
de 10h à 11h: 7,18 " ; - " 5,3; " 10,3

Etude des corrélations: "plomb-monoxyde de carbone" et "plomb-dioxyde d'azote"

En deux des sites de prélèvements, place Victor Basch et Rond-Point des Champs-Elysées, l'enregistrement des teneurs en monoxyde de carbone et celui des teneurs en plomb sont effectués parallèlement de façon continue.

En raison des perturbations survenues dans le fonctionnement du système de prélèvement de poussières place Victor Basch, il n'a pas été tenu compte pour ce point des résultats obtenus en février et mars 1972.

Au 39bis, de la rue de Dantzig, ce sont les mesures du dioxyde d'azote et du plomb qui sont réalisées simultanément.

Le traitement des données a été effectué selon la méthode de calcul développée précédemment(6).

A chaque valeur de monoxyde de carbone x_1 (place Victor Basch), x_2 (Rond-Point des Champs-Elysées) et de dioxyde d'azote x_3 (rue de Dantzig) correspond respectivement une valeur moyenne $\bar{y}_1 - \bar{y}_2 - \bar{y}_3$ de plomb.

1°/ Corrélations existant entre le plomb et le monoxyde de carbone

a) Place Victor Basch

Le coefficient de corrélation obtenu est:

$$r_1 = 0,53$$

b) Rond-Point des Champs-Elysées

Le coefficient de corrélation obtenu est :

$$r_2 = 0,73$$

2°/ Corrélation entre le plomb et le dioxyde d'azote

Le coefficient de corrélation obtenu est

$$r_3 = 0,65$$

Ces coefficients montrent de façon significative qu'il existe une liaison entre le plomb et le monoxyde de carbone et le plomb et le dioxyde d'azote.

Cette liaison peut être représentée en chaque site de prélèvement par une équation linéaire

$$\text{Place Victor Basch} \quad [\bar{y}_1(\text{Pb}) = 0,08 x_1(\text{CO}) + 2,6]$$

$$\text{Rond-point des Champs Elysées} \quad [\bar{y}_2(\text{Pb}) = 0,14 x_2(\text{CO}) + 1,4]$$

$$\text{Rue de Dantzig} \quad [\bar{y}_3(\text{Pb}) = 0,05 x_3(\text{NO}_2) + 0,3]$$

Dans l'atmosphère de Paris, les teneurs en dioxyde d'azote d'une part, les teneurs en monoxyde de carbone d'autre part, sont donc liées aux teneurs de plomb des poussières de façon significative.

Les résultats obtenus, compte tenu de l'incertitude des mesures, confirment ceux des six premiers mois de l'étude (3).

Place Victor Basch on retrouve un "fond" de plomb voisin de $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ qui existe même quand il n'y a pas de monoxyde de carbone. Le "fond" trouvé aux Champs-Elysées est moins important.

Dans l'ensemble, on peut estimer actuellement que le taux d'accroissement de plomb est de $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ quand la teneur en monoxyde de carbone croît de 1 ppm et de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ quand le dioxyde d'azote augmente de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Etude de la pollution par le plomb durant une période de grève du chemin de fer métropolitain de Paris

Les conducteurs du chemin de fer métropolitain s'étant mis en grève du 5 au 15 octobre 1971, nombreux usagers ont utilisé leurs voitures pour se rendre à leur travail et se déplacer dans la journée, si bien qu'il en est résulté une augmentation considérable de la circulation automobile qui se trouvait ralentie et s'effectuait en certains points dans des conditions très difficiles. Ces circonstances ont provoqué une nette augmentation de la pollution, notamment en ce qui concerne les poussières plombifères.

Les prélèvements étant effectués systématiquement les lundis, mercredis et vendredis, nous avons étudié la période du lundi 4 octobre au vendredi 15 octobre, qui correspond au déroulement de la grève, et nous l'avons comparée aux périodes de 12 jours

précédant et suivant immédiatement cette grève. On trouvera dans le tableau IV les valeurs moyennes, minimales et maximales, obtenues en différents points de prélèvement, le N° 6 étant à ce moment au Commissariat central du XII^e arrondissement.

L'examen de ces chiffres montre que les teneurs moyennes et maximales durant la période de grève sont manifestement plus élevées que les valeurs correspondantes des deux autres périodes, alors que l'écart entre les valeurs minimales n'est pas significatif.

Cette élévation de la teneur en plomb paraît encore plus importante si l'on s'en tient à la période centrale de grève, du 6 au 13 octobre 1972 où l'on a trouvé les moyennes suivantes:

N° 1 - 39bis rue de Dantzig, à 4m70 ...	4,66 μg de Pb/m ³ d'air
N° 2 - 39bis rue de Dantzig, à 8m30 ...	4,30 "
N° 3 - Rond-Point des Champs-Elysées ...	6,93 "
N° 4 - Place Victor Basch ...	9,40 "
N° 5 - Jardin du Luxembourg ...	2,86 "

Si l'on compare ces chiffres à ceux figurant dans le tableau III, on constate que la moyenne journalière pendant la grève a atteint sensiblement le niveau d'une heure de pointe en période normale, place Victor Basch.

Il était également intéressant d'étudier les chiffres obtenus pour les prélèvements effectués place Victor Basch, pendant une heure où la circulation est particulièrement intense, de 8h à 9h du matin,

- le 22 septembre 1971 ...	7,3 μg de Pb/m ³ d'air
- le 29 septembre 1971 ...	10,9 "
- le 6 octobre 1971 ...	12,4 "
- le 13 octobre 1971 ...	14,5 "

On pouvait penser que ces derniers chiffres étaient voisins du maximum susceptible d'être atteint, mais en d'autres circonstances, il a été trouvé, en ce point, à la même heure, jusqu'à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ainsi, si l'on analyse les résultats obtenus pendant une année d'étude, on peut en tirer trois conclusions importantes :

- Si l'on met à part l'incidence, en octobre, de la grève du chemin de fer métropolitain, on peut voir que le rythme des saisons se fait à peine sentir, en ce qui concerne les teneurs de l'atmosphère en plomb, aux endroits tels la Place Victor Basch, où en tous temps la circulation automobile est intense. L'influence est davantage perceptible là où, en juillet et en août, la période des vacances clairsemme le trafic.

- Le rythme nycthéméral provoque une légère variation des teneurs mesurées, celles des heures de nuit (2 à 4 heures) étant, comme on devait s'y attendre, plus faibles que celles des heures de la matinée (8 à 12 heures). Cependant, les teneurs de nuit restent relativement élevées, ce qui conduit à se poser la question de savoir quelle est la vitesse de sédimentation des poussières respiratoires ; cette même question paraît résulter également des considérations sur le "fond" de plomb, développées dans ce travail.

- D'un point de vue absolu, les teneurs mesurées à Paris sont assez comparables à celles qui ont été trouvées dans d'autres grandes métropoles. A cet égard, notre capitale ne se signale donc ni par une pureté enviable, ni par une pollution excessive de son atmosphère. Il appartient aux physio-pathologistes d'étudier l'influence que les teneurs mesurées peuvent avoir éventuellement sur la santé des habitants.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) C.C. PATTERSON - Contaminated and natural lead environments of man (Arch. Environ. Health, 1965, 11, 344-360)
- (2) L. TRUFFEY, J. LEBBE et P. CHOVIN - La pollution de l'atmosphère de la région parisienne par les gaz d'échappement des véhicules automobiles (Z. Präventivmed, 1966, 11, 134-143)
- (3) J. DUFFAUD, P. MEKEZ, L. TRUFFEY, M. PAVAT et P. CHOVIN - Dosage du plomb dans les poussières atmosphériques à Paris - Premiers résultats d'une étude de six mois. (Xème Colloque International sur les atmosphères polluées - I.R.C.N.A., Paris, 3-5 mai 1972).
- (4) L. TRUFFEY - La pollution saturnine (Ann. Palsif. Exp. Chim., 1972, 55, 51-103).
- (5) L. TRUFFEY et C. GIBAUD-VALLON - Méthode de destruction par voie sèche pour la recherche des traces d'éléments dans les milieux biologiques. (Arch. Mal. Prof., 1968, 22, 23-28)
- (6) P. CHOVIN et coll. - Etudes de pollution atmosphérique à Paris et dans les départements périphériques en 1971. (Rapport annuel 1971 des études de pollution atmosphérique effectuées par le Laboratoire Central de la Préfecture de Police).

TABLEAU I
Valeurs moyennes, minimales et maximales exprimées en
µg/m³ d'air des teneurs observées du 30 juin 1971 au 30 juin 1972
aux différents points de prélèvement

	Mois	1	2	3	4	5	6
Moyenne (s)	Juillet 1971	1,4(0,1)	1,2(0,1)	1,4(0,1)	3,9(0,4)	0,9(0,1)	1,3(0,1)
Minimum		0,7	0,5	0,5	1,1	0,4	0,6
Maximum		2,0	2,0	2,0	6,7	1,9	2,8
Moyenne (s)	Août	0,8(0,05)	0,8(0,1)	1,2(0,2)	2,8(0,2)	0,4(0,05)	0,8(0,06)
Minimum		0,5	0,3	0,6	2	0,2	0,4
Maximum		1,1	1,3	2,5	3,4	0,8	1,1
Moyenne (s)	Septembre	2,0(0,4)	1,8(0,3)	2,1(0,3)	4,3(0,3)	1,2(0,1)	1,2(0,1)
Minimum		0,6	0,4	0,6	2,2	0,7	0,8
Maximum		4,6	3,6	4,0	6,6	2,2	2,1
Moyenne (s)	Octobre	3,2(0,4)	2,9(0,4)	4,8(1,0)	6,5(0,8)	2,0(0,4)	2,8(0,5)
Minimum		1,3	1,1	1,2	3,6	0,5	0,7
Maximum		5,8	6,3	11,4	10,0	4,1	5,8
Moyenne (s)	Novembre	2,3(0,4)	2,3(0,4)	3,7(0,5)	5,2(0,4)	1,6(0,3)	3,4(0,2)
Minimum		1,1	0,9	1,0	2,3	0,8	2,6
Maximum		6,3	6,2	6,9	8,8	4,6	4,2
Moyenne (s)	Décembre	2,6(0,2)	2,4(0,2)	3,1(0,4)	4,4(0,4)	1,3(0,1)	3,0(0,2)
Minimum		1,8	1,2	0,8	2,6	0,8	1,5
Maximum		4,0	3,8	5,1	9,8	2,5	4,2
Moyenne (s)	Janvier 1972	2,2(0,2)	2,1(0,2)	3,4(0,3)	3,3(0,7)	1,0(0,1)	1,5(0,1)
Minimum		0,7	0,6	1,7	1,1	0,4	0,6
Maximum		4,1	3,5	5,0	9,8	1,6	2,2
Moyenne (s)	Février	2,6(0,4)	2,3(0,3)	2,8(0,3)	1,6(0,2)	1,0(0,1)	2,9(0,3)
Minimum		0,6	0,4	1,4	0,6	0,4	1,9
Maximum		6,1	4,1	4,9	2,5	2,2	4,4
Moyenne (s)	Mars	1,9(0,3)	2,0(0,2)	2,3(0,3)	1,7(0,3)	1,2(0,1)	
Minimum		0,9	1,2	0,8	0,6	1,9	
Maximum		4,1	2,9	4,8	4,0		
Moyenne (s)	Avril	1,5(0,2)	1,1(0,1)	2,7(0,5)	4,2(0,3)	0,6(0,1)	1,6(0,2)
Minimum		0,5	0,5	0,6	2,2	0,2	0,9
Maximum		2,7	2,2	4,6	5,4	1,0	3,4
Moyenne (s)	Mai	2,0(0,2)	1,3(0,1)	2,6(0,5)	4,7(0,3)	0,7(0,1)	1,5(0,2)
Minimum		0,5	0,7	0,8	2,8	0,3	2,7
Maximum		3,5	1,9	5,3	6,8	1,5	
Moyenne (s)	Juin	1,9(0,2)	1,1(0,1)	3,0(0,2)	3,3(0,3)	0,7(0,1)	1,6(0,1)
Minimum		0,6	0,4	1,7	1,8	0,3	0,8
Maximum		3,2	1,8	4,4	5,7	1,1	2,3

L'écart type (s) est indiqué entre parenthèses

TABLEAU II

Valeurs annuelles (30 juin 1971 au 30 juin 1972) des teneurs en plomb
exprimées en µg/m³ d'air, en différents points de Paris

SITE	Nombre de mesures	Durée	Période du au	Moyenne (s)	Min.	Max.	% des mesures inférieures à (µg/m ³)						
							1	2	3	4	5	6	10
(1) rue de Dantzig (4,7 m)	151	48 h à 72 h	30.6.71 au 30.6.72	2,0(0,09)	0,5	6,3	13,9	52,3	85,4	91,4	98,0	98,7	100
(2) Rue de Dantzig (8,3 m)	136	- d° -	- d° -	1,8(0,09)	0,3	6,3	22,1	63,2	88,2	97,1	98,5	98,5	100
(3) Rond point des Champs Elysées	139	- d° -	- d° -	2,8(0,14)	0,5	11,4	7,9	33,8	57,6	80,6	97,4	97,1	98,6
(4) Place Victor Basch	150	- d° -	- d° -	3,9(0,12)	0,6	10,0	2,7	14,7	31,3	52,7	78,0	88,7	99,3
(5) Jardin du Luxembourg	153	- d° -	5.7.71 au 30.6.72	1,05 (0,06)	0,2	4,6	58,8	91,5	96,7	98,7	100	100	100
(6) Commissariats	144	- d° -	2.7.71 au 30.6.72		0,4	5,8	13,9	57,6	77,8	90,3	99,3	100	100

TABEAU III

Résultats des prélèvements horaires de poussières plombifères effectués place Victor Basch du 22 septembre 1971 au 30 juin 1972

Nombre de mesures	Heures	Moyenne (s)	Min.	Max.	X des mesures inférieures à (pg/m ³)				
					4	6	8	10	12
30	8 à 9	9,0(0,5)	3,1	20	2,7	16,2	32,4	67,6	86,5
29	9 à 10	7,6(0,5)	4,3	16	0	27,6	65,5	79,3	89,7
30	10 à 11	7,6(0,5)	4,4	9,5	0	23,3	66,7	100	100
30	11 à 12	7,7(0,5)	3,2	16	3,3	16,7	56,7	90	96,7

TABEAU IV

Résultats des trois périodes de 12 jours, avant, pendant et après la grève du chemin de fer métropolitain de Paris (5-14 octobre 1971)
Valeurs moyennes, minimales et maximales des teneurs en plomb exprimées en µg/m³

Poste		avant la grève	pendant la grève	après la grève
1	Moyenne	2,7	3,6	2,5
	Minimum	1,0	1,3	1,4
	Maximum	4,6	5,8	4,1
2	Moyenne	2,4	3,4	2,2
	Minimum	0,9	1,1	1,1
	Maximum	3,5	6,3	3,8
3	Moyenne	3,7	4,9	4,8
	Minimum	3,2	3,4	1,5
	Maximum	4,0	11,0	11,4
4	Moyenne	5,2	8,3	4,9
	Minimum	4,5	4,9	3,6
	Maximum	6,6	10,0	6,1
5	Moyenne	1,3	2,1	1,9
	Minimum	0,7	0,6	0,5
	Maximum	2,2	4,1	3,9
6	Moyenne	1,5	3,1	1,5
	Minimum	1,0	1,0	0,7
	Maximum	3,2	5,8	3,8