

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

DETERMINATION DU PLOMB SUR LES VÉGÉTAUX
CROISSANT EN BORDURE DES AUTOROUTES

IMPENS R, M'VUNZU Z, NANGIOT P.

Service de Biologie Végétale et Laboratoire
de Chimie Analytique
Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat
GEMBLOUX, BELGIQUE

Résumé

Au cours de l'été 1971, la teneur en plomb de végétaux et d'échantillons de sol, prélevés le long d'autoroutes et en zone témoin, a été déterminée par oscillographie à tension imposée.

Les concentrations en plomb varient en fonction de la densité du trafic, de l'éloignement, de l'orientation par rapport aux vents dominants et de caractéristiques spécifiques de la plante.

Les résultats font apparaître un risque important de contamination plombique des fourrages et de certains légumes croissant à proximité (entre 0 et 35 m) de la voie de circulation.

A. Introduction.

La détermination des teneurs en plomb des végétaux, croissant en conditions urbaines ou en bordure d'autoroutes à forte densité de circulation automobile, a suscité de nombreux travaux. Parmi les plus récents, nous citons ceux de : QUINCHE, ZUBER & BOVAY (1969); BOVAY (1970); DEDOLPH et al. (1970); KELLER & ZUBER (1970); MOTTO H.L. et al. (1970); SCHUCK & LOCKE (1970); TER HAAR (1970); ZUBER et al. (1970); MARTINEZ et al. (1971); etc.

Ces auteurs ont mis en évidence les risques d'une contamination plombique des végétaux et du sol directement exposés au dépôt de particules de plomb émises dans les gaz d'échappement des véhicules automobiles.

Au cours de l'été 1971, nous avons procédé à une série de prélèvements de diverses plantes et d'échantillons de sol le long des autoroutes Bruxelles-Anvers (28.000 véh./16h, *), Bruxelles-Ostende (28.000 véh./16h, *), Bruxelles-Wavre-Namur (14.000 véh./16h, *). Des prélèvements ont été faits également dans le Bois de Buis, à 250 m de la route Gembloux-Jodoigne (3.800 véh./16h, *) et au Domaine des Epioux (commune de Lacuisine) en forêt, à près de 2 km de toute voie de circulation.

Les échantillons, séchés à l'étuve, sont minéralisés par voie humide, puis extraits au moyen d'une solution chloroformique de dithizone, et analysés par oscillographie à tension imposée (NANGNIOT P., 1967 et 1970).

Avant leur séchage, les échantillons de plantes sont lavés avec de l'acide chlorhydrique à 10%. Le dosage du plomb se fait sur le matériel végétal et sur l'acide de lavage ce qui permet de calculer la fraction du plomb éliminable par lavage. Chaque analyse est faite en double, les résultats sont exprimés en ppm M.S. (mg/kg matière sèche).

* Circulation moyenne entre 6 et 22h, chiffres correspondants à l'année 1970 et fournis par l'Office de la Circulation Routière.

Dans la mesure du possible, on a prélevé, dans chaque station, des betteraves sucrières (Beta vulgaris L.) et du plantain (Plantago major L.). Certaines espèces d'arbustes ornementaux plantés dans la bande centrale des autoroutes et des légumes provenant de potagers situés à proximité des routes ont été également analysés.

B. Résultats :

Parmi nos résultats, nous discuterons ceux qui mettent en évidence les facteurs modifiant la contamination plombique du sol et des végétaux, à savoir : la densité de trafic, l'éloignement de la voie de circulation, l'orientation par rapport à la direction des vents dominants, la durée d'exposition des végétaux et les caractéristiques propres à l'espèce végétale analysée.

La configuration du terrain et les conditions climatiques jouent également un rôle dans la dispersion des particules plombiques. Nos relevés ont tous été faits en plaine, et se sont succédés d'août à fin octobre, au cours d'une période particulièrement chaude et sèche.

1. La densité de trafic.

La quantité de composés émis dépend de l'intensité du trafic. Nous comparons les teneurs en plomb de Plantago major L. récoltés entre 0 et 1 m de la voie de circulation, et pour deux densités de trafic différentes (28.000 et 14.000 véh./16h.), (tableau n° 1).

Par comparaison, la teneur en plomb de plantes récoltées en dehors de toute circulation automobile accuse des valeurs inférieures à 5 ppm. A titre d'exemple, Phleum vulgare, provenant d'un gagnage en forêt (Domaine des Epioux) contient 4 ppm de plomb, et une fougère provenant de la même forêt Pteridium aquilinum seulement 3 pp.

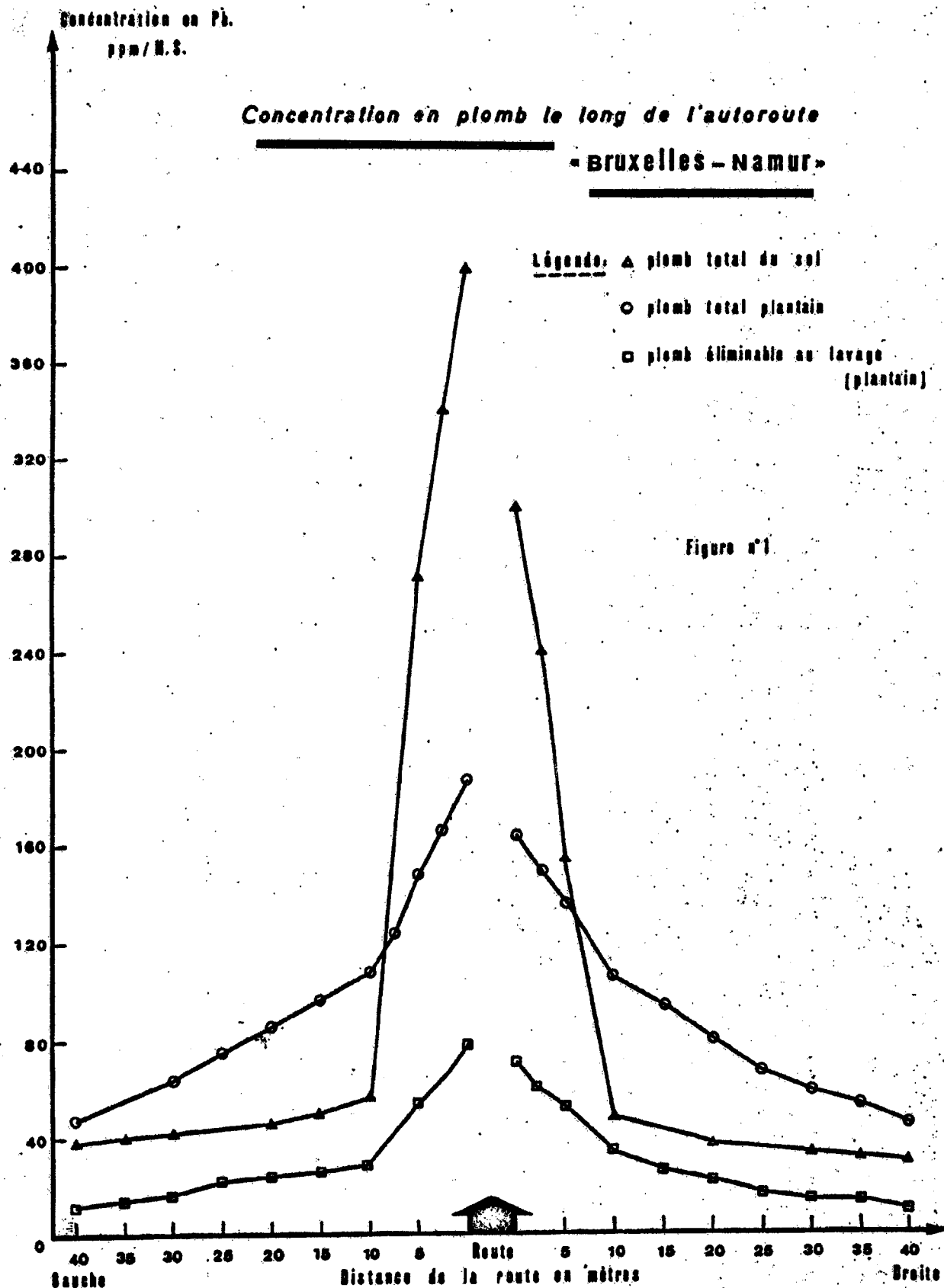
Des observations similaires ont été faites pour les sols et des échantillons de feuilles de betteraves.

Tableau n° 1.

Teneur en plomb de Plantago major L., récoltés entre 0 et 1 m
de la voie de circulation.

Date de récolte	Station/ autoroutes Bruxelles \	Concentration totale en Pb ppm M.S.	% du Pb total éliminable par lavage
24-08	- Anvers	176	38 %
24-08	- Namur	111	43 %
09-09	- Anvers	194	40 %
	- Namur	124	44 %
	- Namur	131	44 %
06-10	- Anvers	238	40 %
	- Namur	133	44 %
28-10	- Anvers	256	39 %
	- Namur	144	42 %

Remarque : densité de trafic Bruxelles-Anvers : 28.000 véh./16h.,
Bruxelles-Namur : 14.000 véh./16h.



2. L'éloignement de la voie de circulation et l'orientation,

Les résultats des analyses confirment la décroissance des concentrations de plomb avec l'éloignement du bord des autoroutes. La contamination la plus forte est retrouvée à proximité immédiate de la route, bien que la présence de concentrations anormalement élevées soit encore constatée à 40 m de distance.

La figure n° 1 nous paraît particulièrement démonstrative. Elle correspond à un échantillonnage de sols et de plantains, effectué selon un transect orienté Nord-Est - Sud Ouest, perpendiculaire à la route Wavre-Namur. On remarque une augmentation très sensible et très brusque de la teneur en plomb du sol dans les dix premiers mètres, de part et d'autre de la route; tandis que l'accroissement de la contamination plombique de Plantago major est plus régulière.

Les concentrations en plomb sont un peu plus élevées sous le vent (côté gauche en direction de Namur) que dans le vent. Cet effet de dispersion des particules par le vent est surtout manifeste dans les dix premiers mètres; au delà la dissémination des plus fines particules est influencée par la chaleur, la vitesse de passage des automobiles, etc.

Les dix premiers mètres et la bande gazonnée ou plantée centrale séparant les deux courants de circulation sont les zones les plus exposées; les plantes y reçoivent les particules les plus lourdes chassées latéralement à la chaussée par les remous et les déplacements d'air succédant au passage de chaque véhicule. Ces particules les plus grosses sont les moins bien fixées à la surface de la feuille, un lavage permettra d'en éliminer une bonne partie. Chez P. major, 40 à 50% du plomb total sont enlevés par lavage, chez les échantillons provenant des 5 premiers mètres (cfr. tableau n° 1), ce pourcentage décroît au fur et à mesure que la distance à la route augmente (de 30 à 25% du plomb total à 30m).

L'élimination du plomb par lavage, jointe au décalage existant entre les concentrations en plomb du sol et des tissus végétaux (seules les parties épigées de la plante ont été analysées), de même que certains résultats d'analyses de végétaux provenant de région non suspecte de contamination, nous suggèrent que l'absorption racinaire du plomb n'intervient que très peu dans l'ensemble du plomb dosé dans nos échantillons.

3. Le temps d'exposition de la plante.

La période de récolte des échantillons ayant été exceptionnellement chaude et sèche, nous n'avons guère pu constater un effet de lessivage des feuilles par de fortes précipitations avec élimination d'une partie du plomb adsorbé sur les végétaux. Au contraire, nous avons pu suivre un enrichissement progressif des dépôts de plomb avec l'avancement de la saison (tableau n° 1).

4. Caractéristiques spécifiques des végétaux.

Divers arbustes plantés dans la bande médiane des autoroutes, des légumes provenant d'un potager situé à 15 m de la route Bruxelles-Ostende, ainsi que des feuilles de betteraves prélevées à des distances croissantes ont été analysées (tableau n° 2).

L'efficacité de la rétention des poussières par des rameaux (âgés de 2 à 3 ans) de Pinus nigra est très importante. Elle est due à la persistance des aiguilles.

Le troène (Ligustrum vulgare L.) est une espèce très répandue dans les plantations le long des autoroutes. Malgré sa persistance, son pouvoir de rétention des poussières est moindre que celui de Polygonum cuspidatum, plante herbacée dont les feuilles ont une surface moins lisse, plus gaufrée que chez le troène.

On remarquera les pourcentages élevés de plomb déposé sur ces espèces et éliminable par un lavage (près de 80% pour le P. nigra, et plus de 50% pour les deux autres espèces récoltées).

Les concentrations en plomb élevées retrouvées dans les

Tableau n° 2

Teneurs en plomb de divers végétaux prélevés à proximité
d'un courant de circulation de 28.000 véh./16h.

Espèce végétale	date de prélève- ment	distance de l'autoroute	concentration en Pb total ppm/M.S.	% du Pb élimina- ble par lavage
Ligustrum vulgare	24-08	bande centrale	126	52%
" "	9-09	" "	155	54%
" "	6-10	" "	161	51%
" "	28-10	" "	167	51%
Polygonum cuspidatum	9-09	" "	199	52%
Pinus nigra (vieilles aiguilles)	6-10	" "	797	78%
Salix sp.	28-10	2 m	118	41%
	28-10	5 m	94	34%
Lactuca sativa (feuilles)	6-10	15 m	110	56%
" (feuilles)	28-10	15 m	99	51%
Daucus carota (feuilles)	6-10	15 m	112	9%
" (racines)	6-10	15 m	42	12%
" (racines)	28-10	15 m	55	13%
Phaseolus vulg. (feuilles)	6-10	15 m	51	4%
" (gousses)	6-10	15 m	52	4%
Trifolium incarnatum	24-08	8 m	79	24%
Beta vulgaris (feuilles)	6-10	35 m	124	15%
" (feuilles)	6-10	20 m	154	14%
" (racines)	6-10	20 m	58	72%
" (feuilles)	6-10	10 m	238	16%
" (feuilles)	28-10	15 m	220	17%

légumes et les fourrages sont plus inquiétantes, par leur éventuelles conséquences toxicologiques. Dans le cas de feuilles de betteraves, les nombreux prélèvements faits en trois régions différentes ont toujours donné lieu à des teneurs en plomb supérieures aux normes fixées comme valeurs maximum dans les fourrages, soit 10 ppm/M.S. Ces chiffres nous paraissent d'autant plus alarmants, que le lavage énergique, auxquels les échantillons ont été soumis, se révèle peu efficace : 15% du plomb total étant éliminés (à comparer avec les 4% éliminables chez le haricot).

C. Conclusions.

La contamination du sol et des végétaux par les composés plombiques est une agression contre notre environnement relativement récente, dont les répercussions biologiques ne sont encore qu'imparfaitement connues.

Notre enquête, débutée en 1971, a mis en évidence l'importance de cette pollution plombique. Les résultats des analyses de légumes et de fourrages nous paraissent particulièrement inquiétants, même si les conditions climatiques de l'été 1971 ont été exceptionnellement favorables à la dispersion et à l'accumulation des particules de plomb sur les végétaux. Nous avons vu, dans le cas de feuilles de betteraves, que malgré un lavage énergique, les quantités de plomb résiduelles étaient, dans tous les cas, supérieures aux normes "maximum admissible", fixées par la Commission Juridique pour les denrées alimentaires de la C.E.E., dans les fourrages (10 ppm/M.S.).

On peut craindre que l'utilisation exclusive d'aliments et de fourrages, récoltés à proximité de zones contaminées, riches en plomb, pourrait conduire à une accumulation de plomb dans les viscères et les os, avec toutes les répercussions que cette intoxication pourrait avoir du point de vue toxicologique, tout au long de la chaîne alimentaire.

Notre enquête se poursuit, elle s'est fixée deux buts : d'une part apprécier les risques d'intoxication de la chaîne alimentaire; d'autre part, rechercher les végétaux pouvant constituer des écrans efficaces, écrans qui réduiraient sensiblement la contamination plombique des cultures, vergers et pâtures longeant les autoroutes.

A l'équipe initiale, sont venus se joindre les ingénieurs du Service du Plan Vert (Ministère des Travaux Publics) et nos collègues de la Chaire de Chimie agricole de Gand.

D. Bibliographie.

Bibliographie.

- BOVAY E. (1970) - Les dépôts de plomb sur la végétation le long des autoroutes - Essai d'affouragement de vaches laitières avec du foin souillé par le plomb.
Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène, 61, (5-6):303-320
- DEDOLPH R., G. TER HAAR, R. HOLTZMAN and H. LUCAS Jr (1970 - Sources of lead in perennial Ryegrass and Radishes.
Env. Sci. & Techn., 4 (3) : 217-225.
- KELLER T. & R. ZUBER (1970) - Über die Bleiaufnahme und die Bleiverteilung in jungen Fichten.
Forstwiss. Zentralblatt, 89 (1) : 20-26.
- MARTINEZ J.D., M. NATHANY & V. DHARMARAJAN (1971) - Spanish moss, a sensor for lead.
Nature, 233 : 564-565.
- MOTTO H.L., R.H. DAINES, D.M. CHILKO, C.K. MOTTO (1970) - Lead in soils and plants: its relationship to traffic volume and proximity to highways.
Env. Sci. & Techn., 4 (3) : 231-237.
- NANGNIOT P. (1967) - J. Electr. anal. Chem. 14 : 197-204.
- NANGNIOT P. (1970) - La polarographie en agronomie et en biologie.
Les Presses agronomiques de Gembloux.
- QUINCHE J.P., R. ZUBER & E. BOVAY (1969) - Les dépôts de plomb provenant des gaz d'échappement des véhicules automobiles le long des routes à forte densité de circulation.
Phytopathologische Zeitschrift, 66 (3) : 259-274.
- SCHUCK E.A. & J.K. LOCKE (1970) - Relationship of automotive lead particulates to certain consumer crops.
Env. Sci. & Techn., 4 (4) : 324-330.
- TER HAAR G. (1970) - Air as source of lead in edible crops.
Env. Sci. & Techn., 4 (3) : 226-230.
- ZUBER R., BOVAY E., TSCHANNEN W. & QUINCHE J.P. (1970) - Le plomb comme facteur de pollution atmosphérique et son accumulation sur les plantes croissant en bordure des artères à forte densité de circulation.
Schweiz. Landw. Forsch. Berne, 9/1970 (1) : 83,96.