

Zeitschrift: Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 47 (1994)
Heft: 1

Artikel: Les feuilles de chêne : bioindicateur des immissions en métaux lourds : applications au voisinage d'une usine d'incinération d'ordures (2e partie)
Autor: Martin, M. / Robin, D. / Haerdi, Werner
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-740173>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Archs Sci. Genève	Vol. 47	Fasc. 1	pp. 51-60	Mai 1994
-------------------	---------	---------	-----------	----------

LES FEUILLES DE CHÊNE, BIOINDICATEUR DES IMMISSIONS EN MÉTAUX LOURDS

Application au voisinage d'une usine d'incinération d'ordures (2e partie)*

PAR

M. MARTIN, D. ROBIN** & Werner HAERDI****

(Ms soumis le 14.10.1993, accepté le 1.12.1993)

ABSTRACT

Oak leaves as bioindicators of heavy metals immissions near an incineration plant (part 2).-

The analysis of heavy metals in oak leaves exposed to heavy metal fall out from an incineration plant situated in the vicinity, allows these leaves to serve as bioindicator of pollution.

These analysis were mainly done by ICP - AES and flameless atomic absorption spectrometry.

A heavy metal fall out map indicating the sites which are most exposed to pollution has been drawn.

INTRODUCTION

Lors des études précédentes, nous avons démontré que l'on peut utiliser les feuilles de chêne en tant que bioindicateur de pollution aérienne en cadmium [1].

Nous avons poursuivi ces travaux et élargi les possibilités d'applications à d'autres métaux présents dans les émissions d'une usine d'incinération. Les immissions ont été mesurées à l'aide de pluviomètres d'une part en recueillant les retombées sèches et humides, et d'autre part nous avons ainsi mis en évidence la présence de différents métaux dans les feuilles de chêne afin d'établir des corrélations.

MESURES DES IMMISSIONS AU VOISINAGE DE L'USINE

Nous avons recueilli l'eau accumulée dans les pluviomètres disposés aux environs de l'usine des Cheneviers [2]. L'analyse a été effectuée par ICP-AES et parmi les métaux présents nous avons retenu pour la suite du travail les éléments zinc, plomb et cadmium en raison de leur importance dans les retombées et de leur toxicité.

* suite de l'article donné en référence [1]

** Département de chimie minérale, analytique et appliquée, Université de Genève, 30, quai Ernest-Ansermet, CH-1211 Genève 4, Suisse.

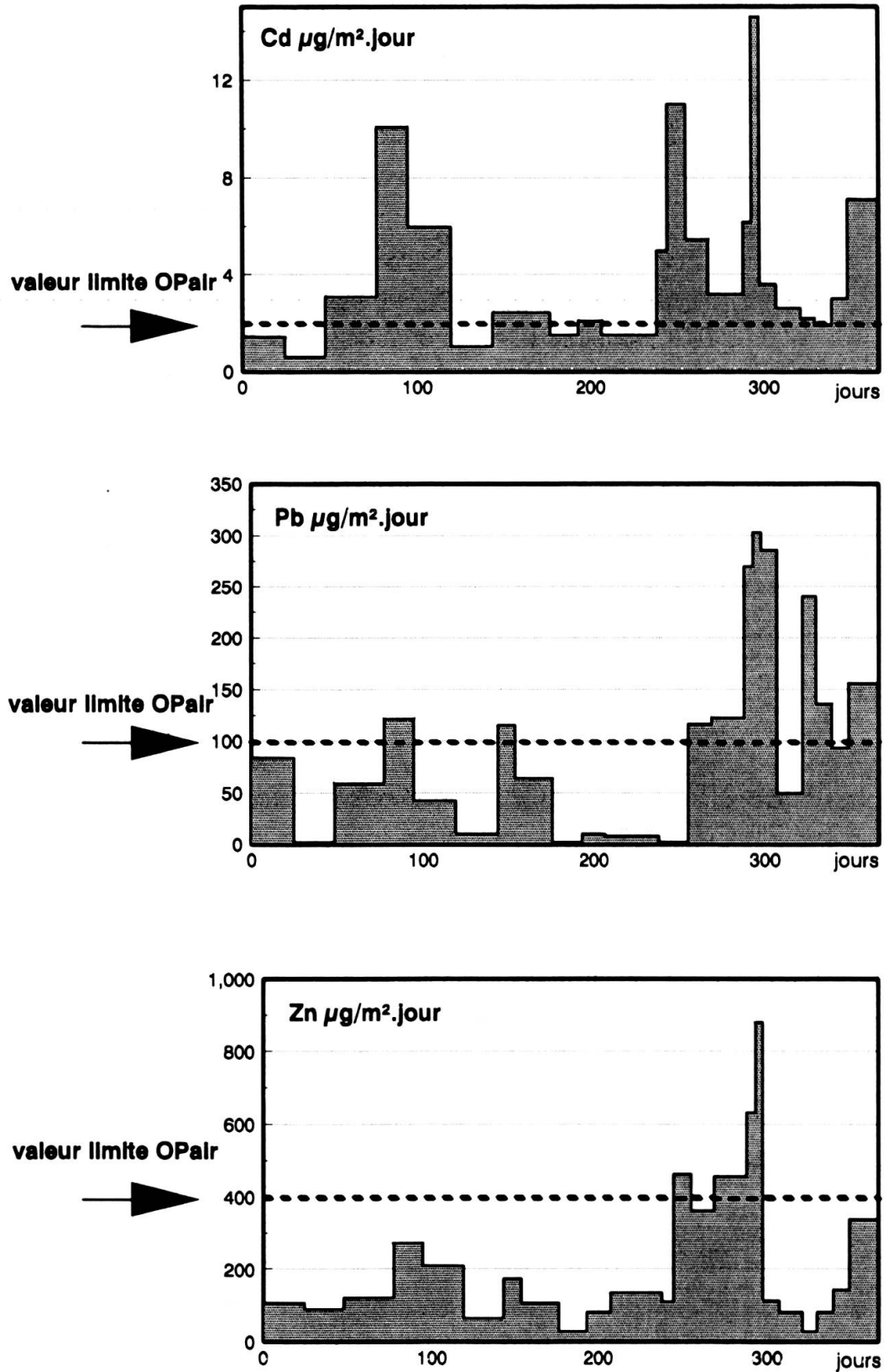


FIG. 1.

Histogramme des immissions de cadmium, zinc et plomb durant l'année 1992, sur le site de Verbois.

TABLEAU 1.

Mesure des immissions en métaux pour l'année 1992, sur 3 sites de prélèvements ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{j}$)

	Verbois	Peney	Laconnex	Val. lim. OPair
Cadmium	3.5	2.9	0.5	2
Zinc	184	107	33	400
Plomb	75	76	37	100

On constate que la valeur indicative OPair est dépassée pour le cadmium dans les sites de Verbois et de Peney, proches de l'usine et que cette limite est respectée sur les 3 sites étudiés en ce qui concerne le zinc et le plomb (tableau 1). Seuls apparaissent des dépassements ponctuels liés à des périodes météorologiques peu favorables à la dispersion des fumées de l'usine (fig. 1).

ANALYSE DES MÉTAUX DANS LES FEUILLES DE CHÊNE

1. Concentration des métaux dans les feuilles

Les feuilles ont été prélevées du 19.10.92 au 25.03.93. Les analyses ont été effectuées sur les feuilles lyophilisées et broyées dans de l'azote liquide. Les métaux sont analysés par ICP-AES en présence d'un standard interne de lanthane, après extraction de 100 mg de poudre de feuille par de l'acide nitrique à chaud.

Nous montrerons à titre d'exemple, parmi les chênes situés sur les 3 sites décrits plus haut, l'évolution des concentrations en métaux de l'arbre situé à Verbois (fig. 2).

Nous remarquons pour ces trois métaux une évolution logique de leur concentration dans les feuilles avec le temps d'exposition aux immissions. Nous allons tenter, dans le paragraphe suivant, de relier ces variations avec les mesures des immissions.

2. Relation Immissions - concentration des métaux dans les feuilles

Le cas du cadmium a déjà été décrit [1]. Nous allons tenter d'établir le même type de relation pour le zinc et le plomb.

– cas du zinc:

La figure 3 met en évidence la relation de l'accumulation du zinc dans les feuilles avec les immissions. Les expériences ont été menées sur les 3 sites déjà cités: Verbois, Peney et Laconnex, très différents quant à leur exposition aux retombées de l'usine.

On constate que les concentrations de zinc dans les 2 sites soumis aux plus fortes retombées (Verbois et Peney) présentent des pentes très semblables. Par contre la relation obtenue à Laconnex, site non soumis aux retombées est ($m = 5 \text{ ppm} \cdot \text{m}^2/\text{mg}$) moins précise, compte tenu des erreurs analytiques liées aux faibles valeurs, proches de la limite de détection.

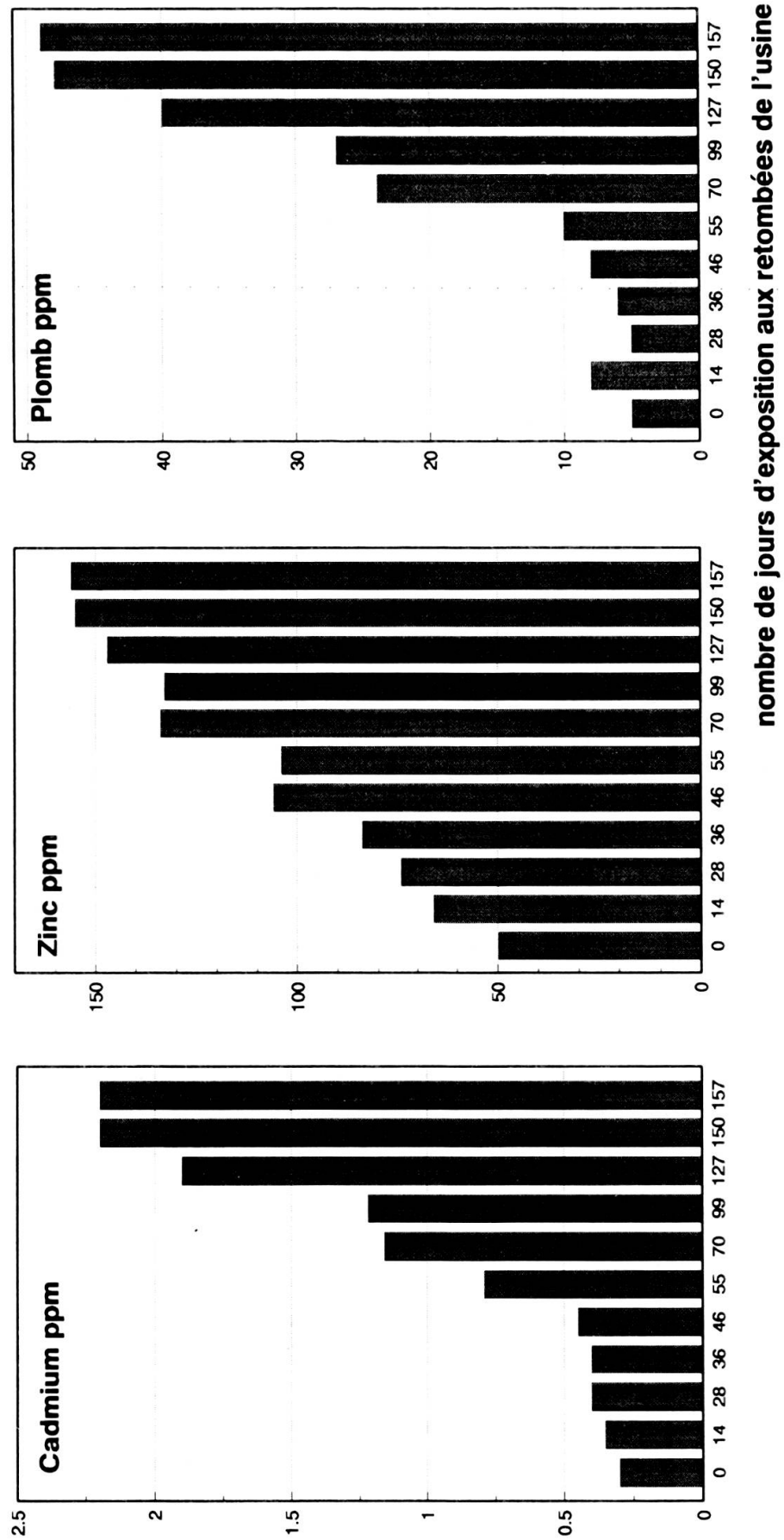


FIG. 2. Evolution de la concentration des métaux dans les feuilles sur le site de Verbois, du 19 octobre 1992 au 25 mars 1993 (PFNS).

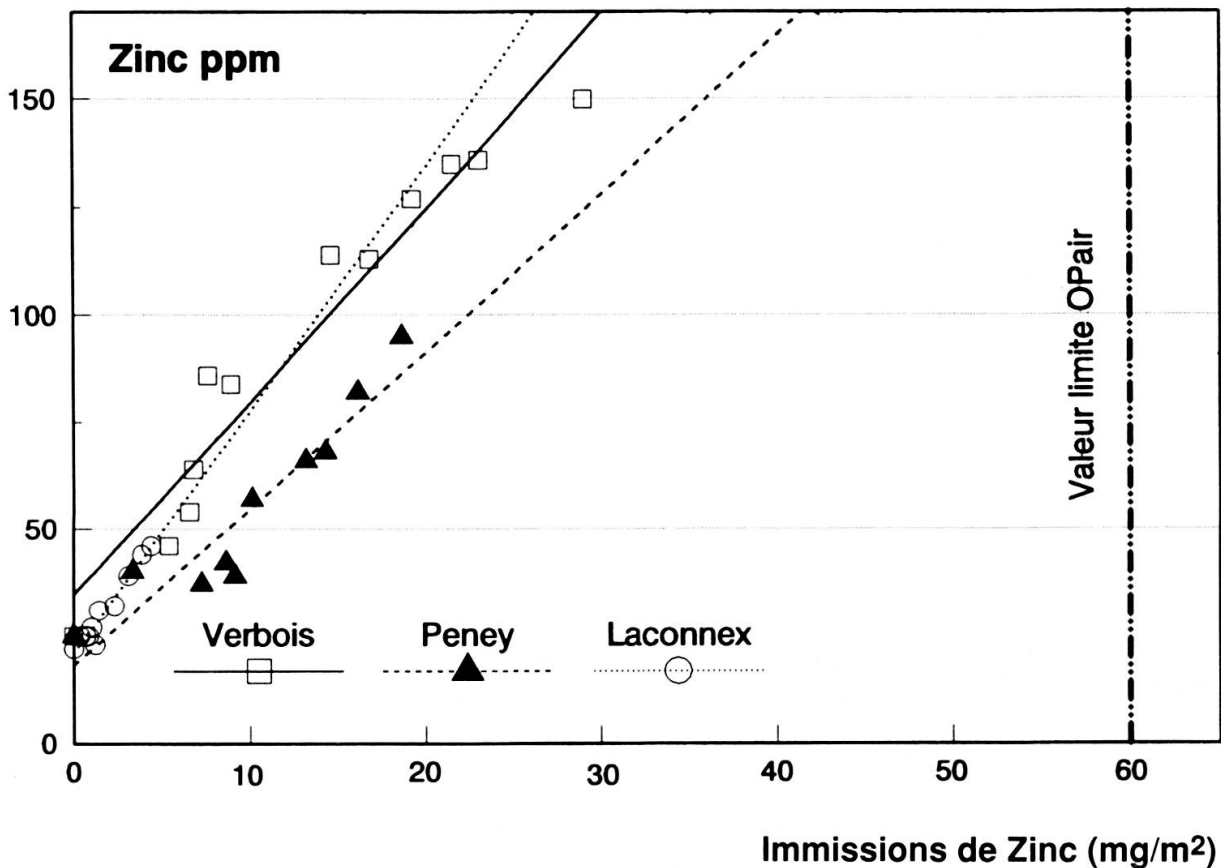


FIG. 3.

Concentration du zinc dans les feuilles en fonction des immissions, durant la PFNS.

Nous avons calculé la valeur des immissions correspondantes à la valeur limite OPair durant la PFNS (Période où les Feuilles sont Naturellement Sèches): 60 mg/m² qui correspondrait à une concentration de zinc dans les feuilles de 300 ppm. Dans l'exemple donné on est donc bien loin d'atteindre cette limite. Cette valeur de 300 ppm devrait être confirmée lors d'une année où les retombées seraient plus importantes ou sur un site beaucoup plus contaminé en zinc.

On constate également que la concentration initiale dans les feuilles vertes n'est pas nulle. En effet le zinc est assimilé par l'arbre, de façon variable selon les sites observés. On a pu généralement mettre en évidence des concentrations de l'ordre de 30 ppm dans les feuilles fraîchement écloses, ce qui explique que les droites ne passent pas par l'origine.

– cas du plomb:

Sur le même échantillonnage de feuilles, nous avons analysé le plomb. La figure 4 met en évidence la relation de l'accumulation du plomb dans les feuilles avec les immissions.

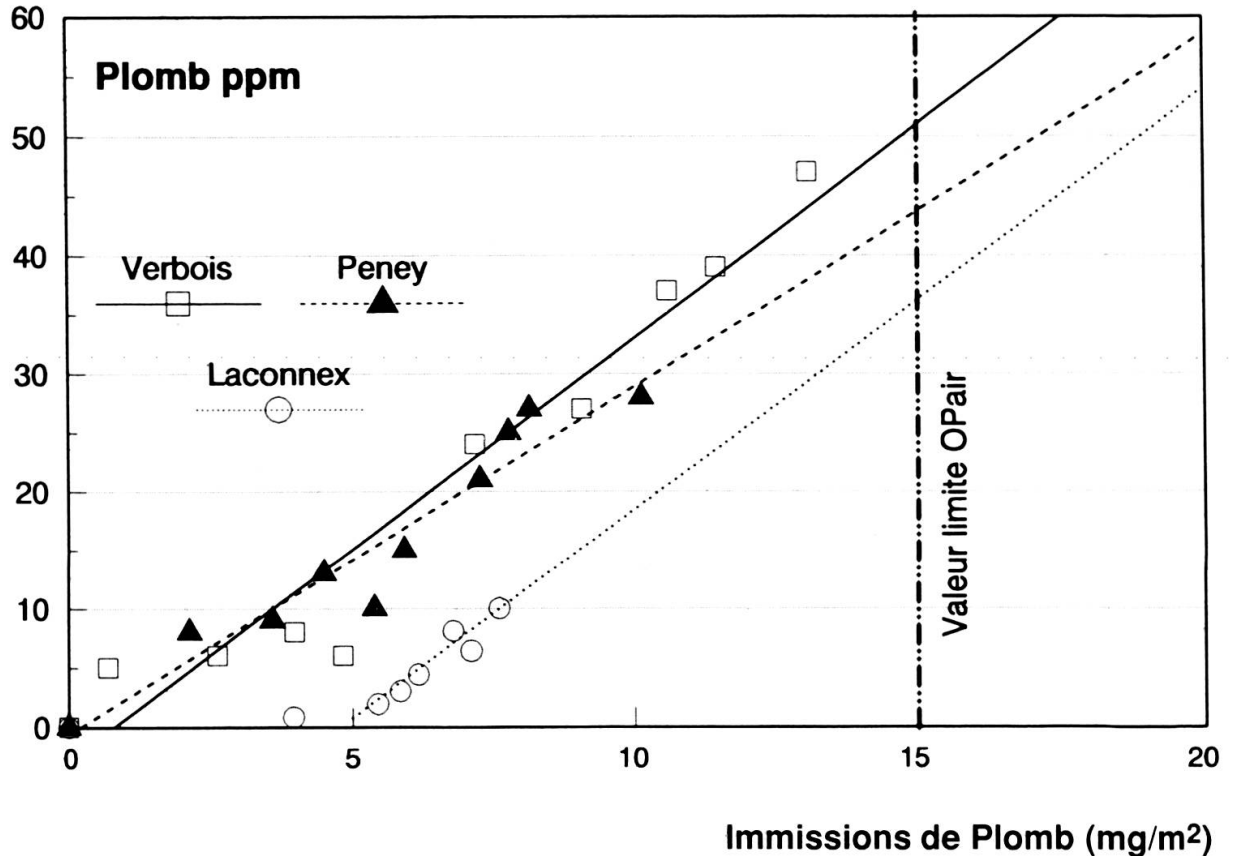


FIG. 4.

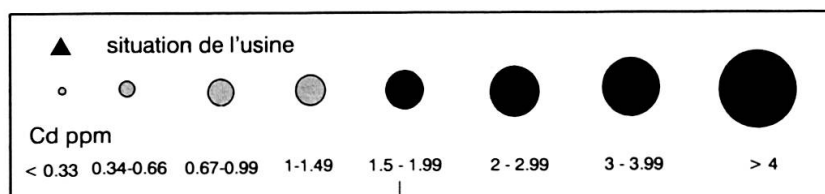
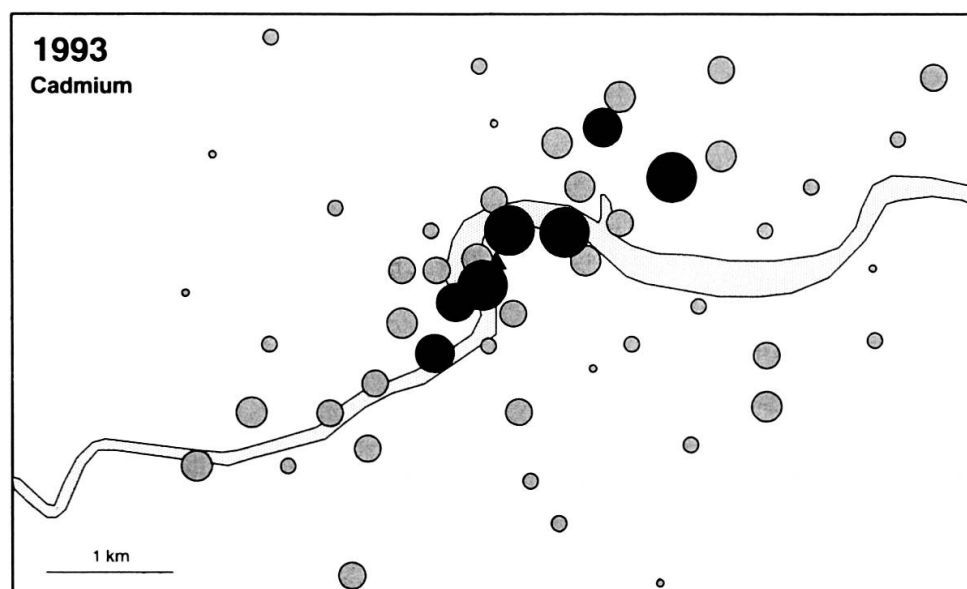
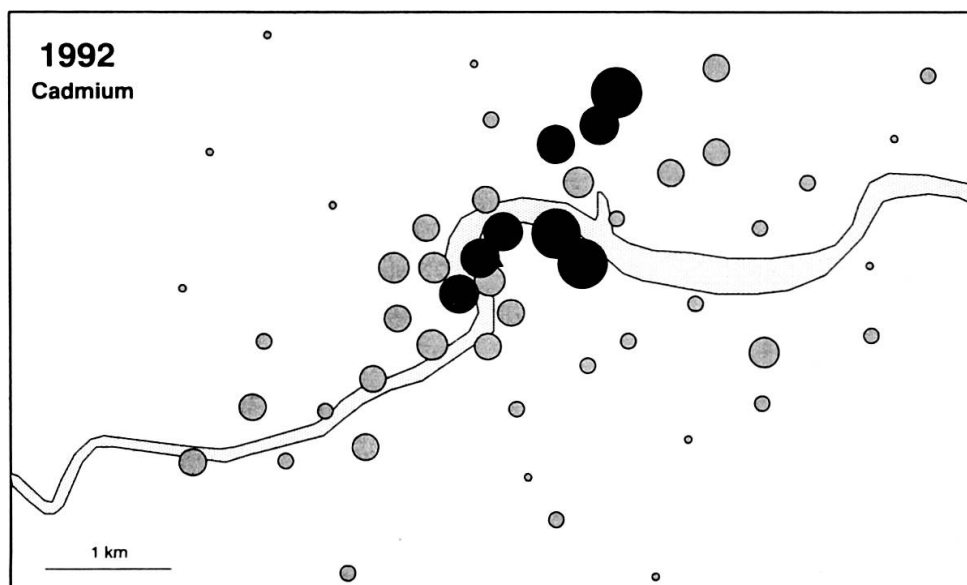
Concentration du plomb dans les feuilles en fonction des immissions durant la PFNS.

De même que dans le cas du zinc, les droites obtenues présentent des pentes semblables, proches de la valeur $m = 3,5 \text{ ppm} \cdot \text{m}^2/\text{mg}$. La valeur limite des immissions correspondante à la valeur limite OPair durant la PFNS est de 15 mg/m^2 et la concentration en plomb correspondante dans les feuilles peut être estimée à 50 ppm. On peut donc observer sur la figure 4 que l'on est proche d'un dépassement de la valeur OPair durant la PFNS.

Il faut remarquer que la sensibilité de l'analyse par ICP-AES est insuffisante pour mesurer des concentrations de plomb dans les feuilles inférieures à 1 ppm ce qui explique l'allure de l'évolution de la concentration à Laconnex, par exemple, (site non exposé aux retombées). Cependant cette sensibilité analytique est tout à fait suffisante pour mettre en évidence les sites contaminés.

APPLICATIONS AUX CARTES D'IMMISSIONS

Nous avons choisi de montrer les cartes d'immissions du zinc, du plomb et du cadmium pour les hivers 1991-1992 et 1992-1993. La présentation des cartes est la même que celle adoptée pour le cadmium dans un travail précédent [1].



► Valeur limite OPair dépassée

FIG. 5.

Cartes d'immissions du cadmium pour 1992, 1993 au voisinage de l'usine des Cheneviers.

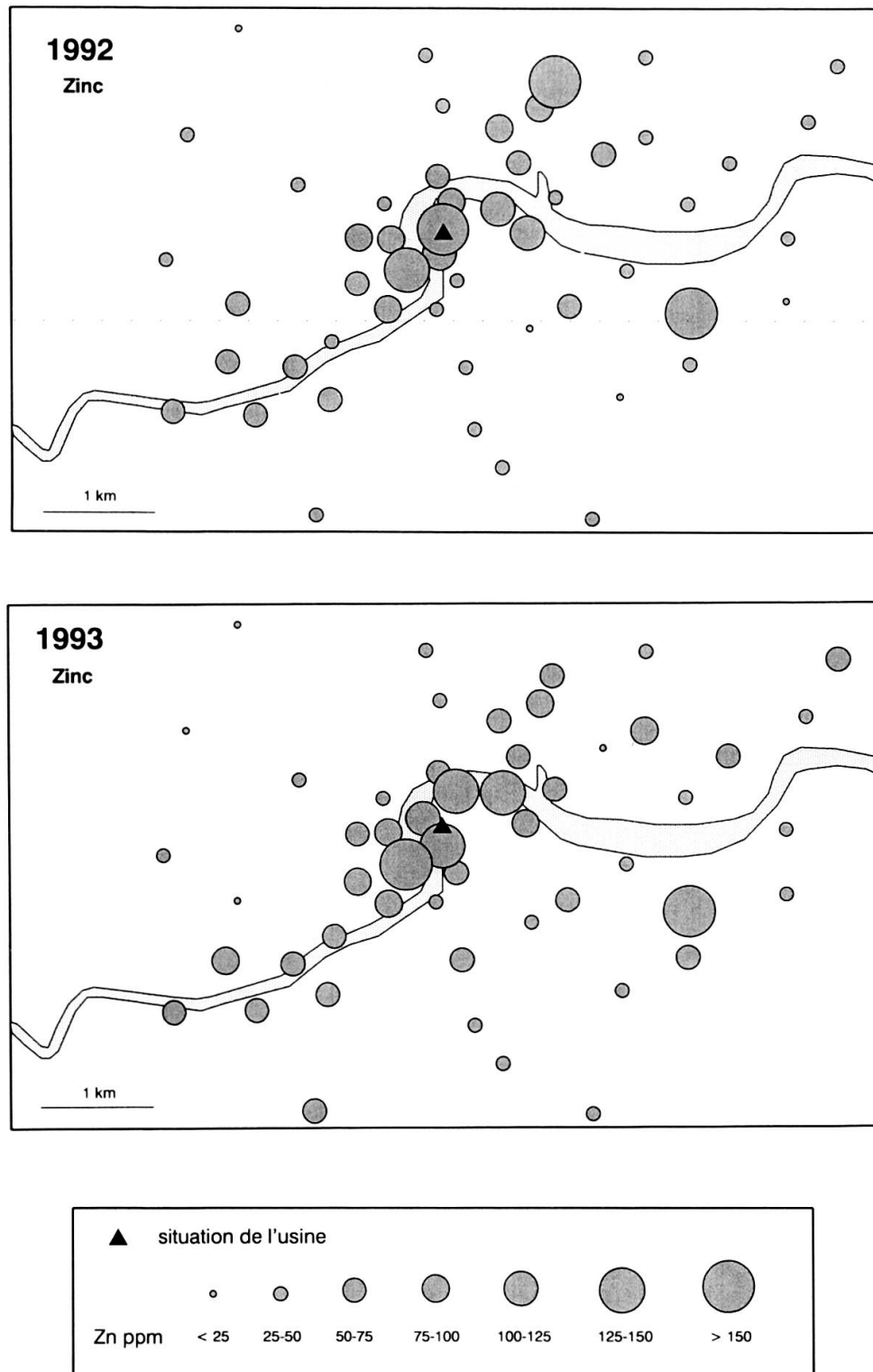
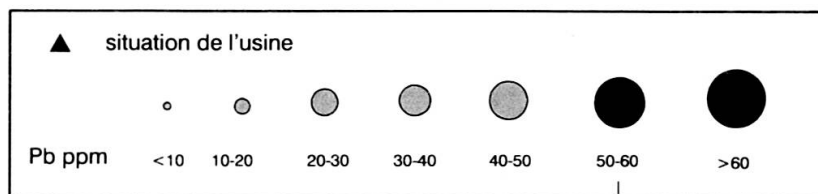
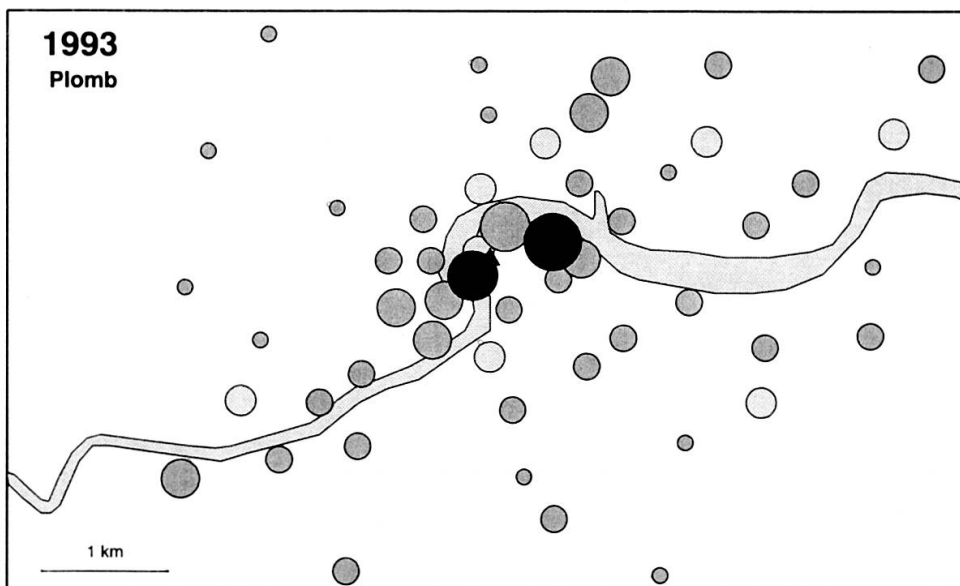
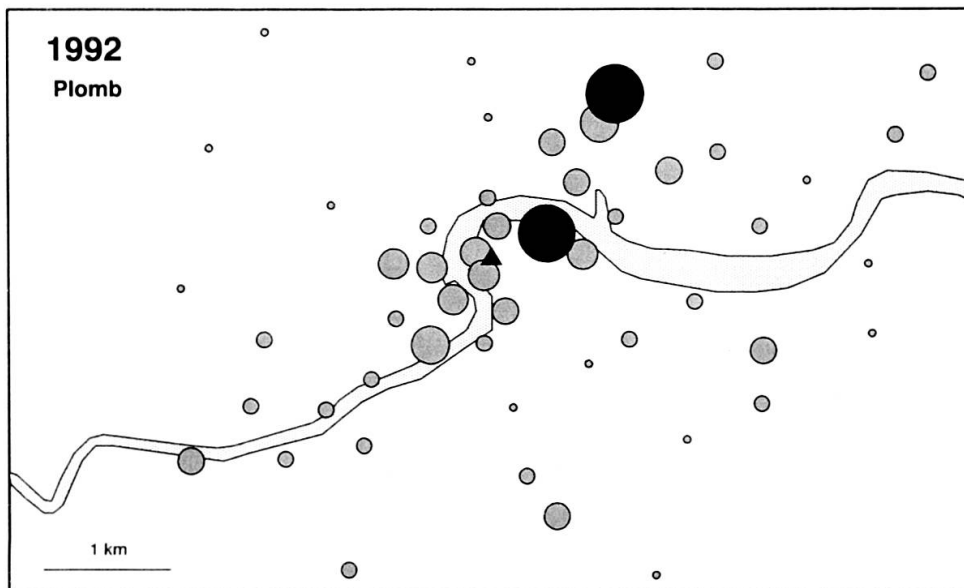


FIG. 6.

Cartes d'immissions du zinc pour 1992 et 1993 au voisinage de l'usine des Cheneviers.



Valeur limite OPair dépassée

FIG. 7.

Cartes d'immissions du plomb pour 1992 et 1993 au voisinage de l'usine des Cheneviers.

On constate des dépassements de la valeur limite OPair pour le cadmium et le plomb, il faut cependant remarquer que les immissions sont plus importantes pendant la PFNS car la météorologie est peu favorable à la dispersion des fumées de l'usine.

CONCLUSION

Nous avons pu mettre en évidence l'utilisation des feuilles de chêne comme bioindicateur de pollution en métaux lourds (cadmium, plomb et zinc). D'autres métaux peuvent être fixés sur les feuilles, mais nous avons concentré notre étude sur ces trois métaux qui sont de loin les plus préoccupants dans le voisinage de cette usine.

Les relations immissions - zinc et plomb, seront affinées au cours des années à venir ce qui nous permettra de préciser la corrélation "concentration des métaux dans les feuilles - immissions".

L'utilisation d'un instrument analytique tel qu'un ICP-AES s'est révélé très commode et bien adapté à ce genre de travail.

Les dépassements observés sur les cartes pour le cadmium et le plomb doivent être relativisés car le calcul de cette limite est effectué sur seulement 150 jours (PFNS) et non pas sur l'année, comme le préconise l'Ordonnance Fédérale OPair. Néanmoins, la mise en évidence des sites les plus pollués est extrêmement simple à l'aide de notre méthode et pourrait permettre de faire des bilans de pollution sur une large échelle géographique.

RÉSUMÉ

L'analyse des immissions de métaux lourds ainsi que de leur fixation sur les feuilles de chêne au voisinage d'une usine d'incinération permet l'utilisation de ces feuilles en tant que bioindicateurs de pollution.

Les déterminations ont été effectuées principalement par ICP-AES et par absorption atomique sans flamme.

Des cartes d'immissions en métaux lourds ont été réalisées et mettent ainsi en évidence les sites les plus pollués.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] ROBIN, D., MARTIN, M., ET HAERDI, W. (1991). "Les feuilles de chêne, bioindicateur des immissions en cadmium, application au voisinage d'usines d'incinération d'ordures". *Archs Sci. Genève* 44 (2), 253-264.
- [2] MARTIN, M., ROBIN, D., ET HAERDI, W. (1989). "Les feuilles de chêne, indicateurs de contamination en métaux lourds émis par une usine d'incinération". *Trav. chim. aliment. hyg.* 80, 58-65.