

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchungen und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène  
**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit  
**Band:** 91 (2000)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Programme de surveillance de la teneur en métaux des denrées alimentaires : plomb, cadmium, cuivre et zinc dans les salades laitues  
**Autor:** Khim-Heang, Sophal / Corvi, Claude  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-981864>

### **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:** 12.01.2026

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

# **Programme de surveillance de la teneur en métaux des denrées alimentaires: Plomb, cadmium, cuivre et zinc dans les salades laitues**

Sophal Khim-Heang et Claude Corvi, Service de protection de la consommation, Genève

Présenté le 27 août 1999, accepté le 14 février 2000

## **Introduction**

Le programme suisse de surveillance de la teneur en métaux des denrées alimentaires (Monitoring-Programm Schwermetalle in Lebensmitteln) a pour objectif d'évaluer la teneur en métaux dans les denrées de base (1). Cette étude consiste à analyser sur une longue durée des échantillons à l'échelle nationale. Le résultat permet ensuite de déterminer l'apport quotidien en métaux dans l'organisme via la nourriture.

Les légumes apportent à l'organisme une part importante des minéraux (2) qui lui sont nécessaires (K, Na, Ca, Mg, P, Zn, Fe, Mn, Cu, I, F). La consommation annuelle de légumes est en moyenne de 100 kg par personne (3), soit 275 g par jour, parmi lesquels la salade représente 23,5 g. Cette estimation est confirmée par une enquête menée en 1987 sur l'alimentation en milieu hospitalier (4).

En Suisse et en Europe du nord, les salades sont cultivées en pleine terre (PT) en été et sous serre (SS) en hiver. Le problème le plus connu pour les salades cultivées sous serre est leur teneur excessive en nitrates. En général, les légumes à feuilles contiennent une teneur plus élevée en plomb et en cadmium par rapport à d'autres types de denrées alimentaires (5). La contamination des légumes par les métaux est, quant à elle, liée à la qualité du sol, aux retombées des particules atmosphériques et éventuellement aux produits de traitement, y compris les engrais (6).

Le présent travail a consisté à déterminer la teneur en plomb, en cadmium, en cuivre et en zinc dans les salades laitues cultivées en pleine terre et sous serre. Certains échantillons des terres correspondantes ont également été prélevés et analysés

en vue d'identifier une éventuelle corrélation entre la teneur dans le sol et celle mesurée dans les salades. L'appréciation des teneurs en métaux toxiques dans les salades se fait en référence aux valeurs PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake) de la commission FAO/OMS (7). Le cuivre et le zinc sont des éléments essentiels tandis que le plomb et le cadmium sont des métaux toxiques.

## Matériel et méthode

### Prélèvement des échantillons

Les laitues suisses sont prélevées entre 1987 et 1990 par les divers centres de culture maraîchère. Dans l'ensemble, 106 salades laitues et 50 terres ont été analysées: 57 salades sont de culture de pleine terre et 49 sont de culture sous serre. Les échantillons proviennent principalement de Suisse à l'exception de 16 salades d'origine française (tableau 1).

Tableau 1

### Provenance des échantillons de salades et des terres correspondantes

Provenance	Culture en pleine terre (PT)	Culture sous serre (SS)
Genève	20 salades + 20 terres	22 salades
Zurich	4 salades + 4 terres	5 salades + 5 terres
Fribourg	10 salades + 10 terres	
Thurgovie	5 salades + 5 terres	
Vaud	12 salades	
Berne	6 salades	
Valais		6 salades + 6 terres
France		16 salades
Total	57 salades + 39 terres	49 salades + 11 terres

## Méthodologie

### Analyse des salades

Dès réception au laboratoire, les salades sont homogénéisées et séchées à 60 °C. Des traces de terre sont, dans certains cas, éliminées avant d'effectuer l'homogénéisation. Elles sont ensuite moulues et tamisées à 500 µm.

La minéralisation de 200 mg de salade tamisée est effectuée sur une plaque chauffante dans un erlenmeyer en quartz avec 5 ml d'acide nitrique concentré suprapur. Elle se poursuit par addition à plusieurs reprises de 0,8 ml d'acide nitrique concentré jusqu'à l'obtention d'un résidu incolore. Pour chaque série d'analyse, deux blancs sont effectués en parallèle. Le résidu est repris dans 10 ml de HNO<sub>3</sub> à 0,2 %. Le plomb et le cadmium sont dosés, selon la méthode des ajouts, par absorption atomique four en graphite avec effet Zeemann. Le zinc et le cuivre sont dosés par absorption atomique dans une flamme air-acétylène.



## Analyse des terres

Les terres sont préalablement séchées à 60 °C et tamisées à 500 µm.

### 1. Détermination de la teneur totale en métaux

Dans un erlenmeyer en quartz, 2 g de terre sont digérés par un mélange de 5 ml de HCl concentré suprapur, de 5 ml de HNO<sub>3</sub> concentré suprapur et de 10 ml d'eau distillée. Le tout est chauffé pendant 45 minutes. Après refroidissement à température ambiante, le volume est ajusté à 50 ml et une prise est soumise à centrifugation. Dans le surnageant, le dosage de Pb, Cd, Cu et Zn s'effectue par spectrométrie d'absorption atomique dans les mêmes conditions que les analyses de salades.

### 2. Détermination de la teneur en métaux sous forme soluble

200 mg de terre tamisée sont extraites avec 50 ml d'une solution de 0,1 M NaNO<sub>3</sub> selon la méthode décrite dans l'Ordonnance sur les polluants du sol (Osol) (8). Les extraits sont analysés par absorption atomique four en graphite.

## Résultats

Tous les résultats sont exprimés par rapport à la matière sèche.

### Contrôle de qualité

#### Plomb et cadmium

Quatre laboratoires ont participé à l'analyse circulaire de deux échantillons de salade et d'un échantillon de foin (séchés et tamisés) (tableau 2).

Tableau 2

**Analyse circulaire: Concentrations moyennes de plomb et cadmium pour chaque laboratoire (L1, L2, L3, L4)**

Echantillons	Plomb (mg/kg)				Cadmium (mg/kg)			
	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
Salade N° 1	4,64	4,62	4,04	3,90	0,53	0,48	0,58	0,66
Salade N° 2	4,29	4,58	4,19	3,93	1,29	1,16	1,23	1,28
Foin	1,58		1,32	1,68	0,045		0,047	0,070

Pour le plomb et à une concentration supérieure à 4 mg/kg, le coefficient de variation interlaboratoire (CV) est inférieur à 10 %. Il est de l'ordre de 15 % pour une concentration voisine de 1,5 mg/kg. Le CV de la répétabilité testée dans notre laboratoire est inférieur à 10 % pour  $n = 8$ .

Le même phénomène est observé pour le cadmium. Pour l'échantillon contenant environ 1 mg/kg de cadmium, le CV est proche de 5 %. Il est de 15 % pour l'échantillon dont la teneur avoisine 0,5 mg/kg. Le CV de la répétabilité est inférieur à 10 % pour  $n = 4$ .

## Cuivre et zinc

Les teneurs en cuivre et zinc de vingt échantillons de salade analysés par notre service ont également été déterminées par un autre laboratoire cantonal. Comme le montrent les figures 1 et 2, les résultats sont satisfaisants et confirment la bonne homogénéité des échantillons. Le CV de la répétabilité déterminé dans notre laboratoire sur quatre mesures est inférieur à 5 % pour le cuivre et inférieur à 10 % pour le zinc.

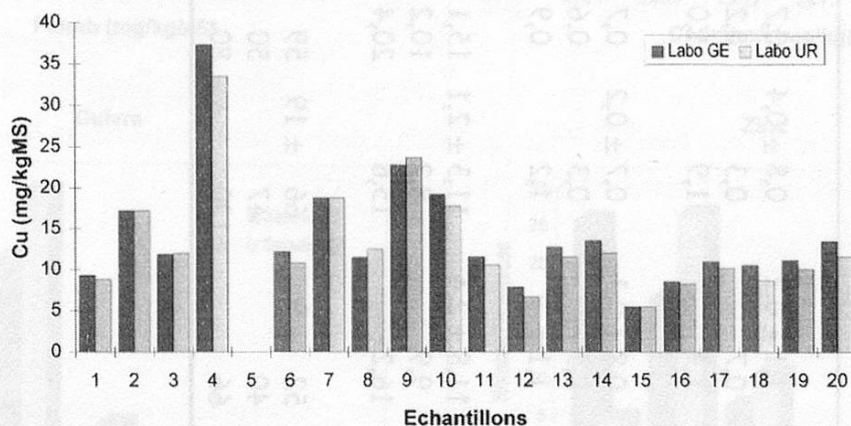


Figure 1 Analyse comparative du cuivre dans les salades

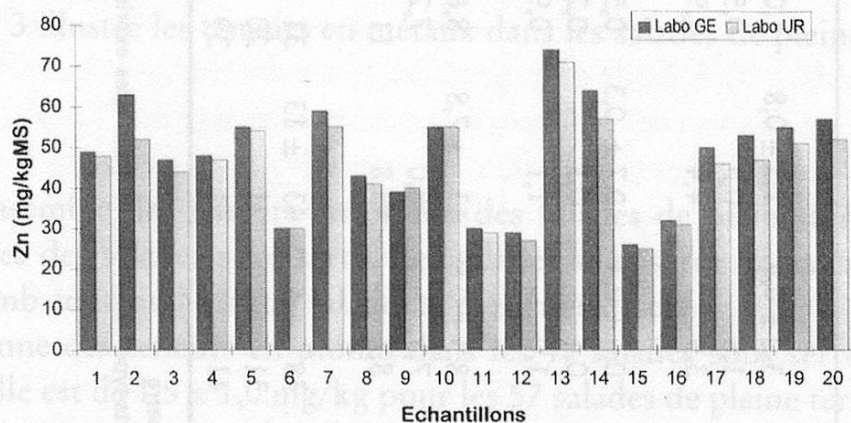


Figure 2 Analyse comparative du zinc dans les salades

## Métaux dans les salades

Le tableau 3 regroupe les résultats des analyses de métaux dans les salades cultivées en pleine terre (PT) et sous serre (SS).



**Tableau 3**  
**Teneurs en métaux de chaque série de salades**

	Zurich (PT) <sup>1</sup> n = 4	Thurgovie (PT) n = 5	Genève (PT) n = 20	Firbourg (PT) n = 10	Vaud (PT) n = 12	Berne (PT) n = 6	Genève (SS) n = 22	Zurich (SS) n = 5	Valais (SS) n = 6	France (SS) n = 16
<i>Plomb</i>										
moy. $\pm$ s <sup>2</sup>	3,4 $\pm$ 1,0	3,0 $\pm$ 0,9	1,3 $\pm$ 0,8	1,0 $\pm$ 0,4	1,2 $\pm$ 0,6	1,1 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,4	0,7 $\pm$ 0,3	0,6 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,2
minimum	2,6	1,8	0,5	0,5	0,6	0,7	0,3	0,2	0,5	0,1
maximum	4,8	3,9	4,4	1,9	2,9	1,4	1,9	1,0	0,8	1,1
<i>Cadmium</i>										
moy. $\pm$ s	0,9 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,3	0,7 $\pm$ 0,3	0,5 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,3	0,8 $\pm$ 0,3	0,7 $\pm$ 0,2	0,7 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,4
minimum	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2	0,5	0,3	0,6	0,4	0,3
maximum	1,2	1,0	1,1	0,9	1,1	1,1	1,2	0,9	0,7	1,7
<i>Cuivre</i>										
moy. $\pm$ s	12,2 $\pm$ 2,5	8,3 $\pm$ 0,6	13 $\pm$ 7,8	8,6 $\pm$ 1,2	11,2 $\pm$ 2,8	11,8 $\pm$ 2,4	11,3 $\pm$ 2,1	15,1 $\pm$ 4,5	12,9 $\pm$ 1,3	17 $\pm$ 9,3
minimum	9,4	7,5	8,0	7,2	5,5	9,9	8,2	10,2	11,6	9,3
maximum	15,2	8,7	43,8	11	15,6	16,2	15,6	20,4	14,8	40
<i>Zinc</i>										
moy. $\pm$ s	50 $\pm$ 12	38 $\pm$ 4	43 $\pm$ 13	31 $\pm$ 6	42 $\pm$ 15	52 $\pm$ 9	66 $\pm$ 19	59 $\pm$ 12	53 $\pm$ 15	48 $\pm$ 10
minimum	42	31	21	20	26	40	47	50	41	30
maximum	67	41	61	39	74	66	120	80	80	66

<sup>1</sup> PT = pleine terre, SS = sous serre

<sup>2</sup> Valeurs moyennes avec écarts-type, minimales et maximales exprimées en mg/kgMS.

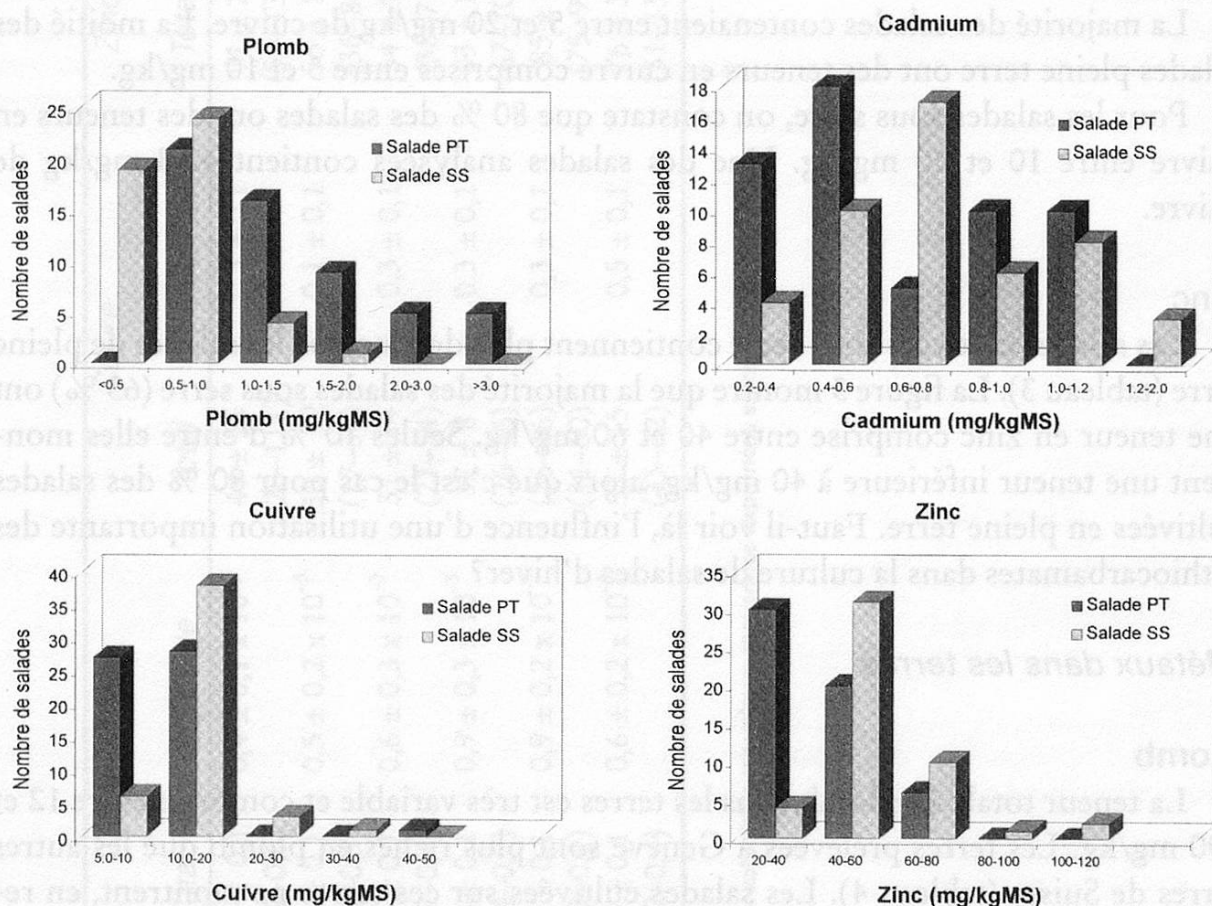


Figure 3 Métaux dans les salades pleine terre et sous serre

La figure 3 illustre les teneurs en métaux dans les salades de pleine terre et sous serre.

### Plomb

Dans l'ensemble, les teneurs en plomb des salades de pleine terre sont supérieures à celles des salades sous serre. Les salades sous serre françaises ont des teneurs en plomb comparables aux salades sous serre suisses.

La moyenne des teneurs en plomb dans les 49 salades sous serre est de  $0,7 \pm 0,3$  mg/kg. Elle est de  $1,5 \pm 1,0$  mg/kg pour les 57 salades de pleine terre.

### Cadmium

On ne constate pas de grande différence entre la concentration de cadmium dans les salades de pleine terre et celle des salades sous serre.

Pour les 106 salades analysées, la teneur moyenne en cadmium, selon la provenance, varie entre 0,5 et 1,0 mg/kg.



## Cuivre

La majorité des salades contenaient entre 5 et 20 mg/kg de cuivre. La moitié des salades pleine terre ont des teneurs en cuivre comprises entre 5 et 10 mg/kg.

Pour les salades sous serre, on constate que 80 % des salades ont des teneurs en cuivre entre 10 et 20 mg/kg. Une des salades analysées contient 43,8 mg/kg de cuivre.

## Zinc

Les salades cultivées sous serre contiennent plus de zinc que les salades de pleine terre (tableau 3). La figure 3 montre que la majorité des salades sous serre (65 %) ont une teneur en zinc comprise entre 40 et 60 mg/kg. Seules 10 % d'entre elles montrent une teneur inférieure à 40 mg/kg, alors que c'est le cas pour 80 % des salades cultivées en pleine terre. Faut-il voir là, l'influence d'une utilisation importante des dithiocarbamates dans la culture de salades d'hiver?

## Métaux dans les terres

### Plomb

La teneur totale en plomb dans les terres est très variable et comprise entre 12 et 190 mg/kg. Les terres prélevées à Genève sont plus riches en plomb que les autres terres de Suisse (tableau 4). Les salades cultivées sur ces terres ne montrent, en revanche, pas de teneur excessive en plomb.

On n'observe pas de corrélation entre le plomb total des terres et celui des salades ( $r^2 = 0,008$ ). Le plomb dans les salades provient probablement en majorité des retombées de particules atmosphériques déposées sur les feuilles, ce qui explique que les salades cultivées sous serre contiennent moins de plomb que les salades de pleine terre (tableau 3). L'étude entreprise par le service du chimiste cantonal de Genève sur la contamination des légumes cultivés au voisinage de l'usine d'incinération des ordures ménagères des Cheneviers à Genève (9) montre que le simple lavage à l'eau permet d'éliminer jusqu'à 80 % du plomb atmosphérique contenu dans les légumes, ce que confirme l'étude de Kampe (6).

La teneur en plomb extractible par une solution de 0,1 M  $\text{NaNO}_3$  est très faible, inférieure à 0,01 mg/kg, valeur limite de détection de la méthode.

### Cadmium et zinc

Quelle que soit la provenance, on constate que la teneur moyenne en cadmium total du sol varie très peu, oscillant entre 0,3 et 0,6 mg/kg. Les teneurs moyennes en cadmium soluble selon l'origine sont faibles et comprises entre 0,4 et 0,9  $\mu\text{g/kg}$ , ce qui représente environ 0,1 % du cadmium total.

Une corrélation entre les teneurs en cadmium dans le sol et la salade correspondante ( $r^2 = 0,338$ ) est difficile à mettre en évidence (voir tableau 5). Elle n'est pas significative dans le cas du zinc ( $r^2 = 0,131$ ). Selon la littérature, la présence de zinc



**Tableau 4**  
**Teneurs en métaux dans les terres**

Provenance	Type de culture*	Plomb		Cadmium		Cuivre		Zinc
		Total <sup>1</sup>	Soluble <sup>1</sup>	Total	Soluble	Total	Soluble	Total
Genève	PT, <i>n</i> = 20	61 ± 42 (18–190)	< 0,01	0,4 ± 0,1 (0,2–0,6)	0,4 ± 0,1 x 10 <sup>-3</sup>	49 ± 25 (20–111)	0,3 ± 0,1	91 ± 21 (58–134)
Fribourg	PT, <i>n</i> = 10	19 ± 6 (12–28)	< 0,01	0,3 ± 0,1 (0,1–0,5)	0,5 ± 0,2 x 10 <sup>-3</sup>	30 ± 12 (17–51)	0,1 ± 0,1	55 ± 16 (36–86)
Thurgovie	PT, <i>n</i> = 5	39 ± 21 (16–65)	< 0,01	0,3 ± 0,1 (0,2–0,4)	0,6 ± 0,3 x 10 <sup>-3</sup>	31 ± 14 (21–54)	0,3 ± 0,1	54 ± 15 (38–74)
Zurich	PT, <i>n</i> = 4	37 ± 11 (25–53)	< 0,01	0,6 ± 0,1 (0,4–0,7)	0,9 ± 0,3 x 10 <sup>-3</sup>	37 ± 8 (26–46)	0,3 ± 0,1	83 ± 18 (67–104)
Zurich	SS, <i>n</i> = 5	23 ± 1 (22–24)	< 0,01	0,4 ± 0,1 (0,3–0,4)	0,9 ± 0,2 x 10 <sup>-3</sup>	(26–46) (31–60)	0,3 ± 0,1	85 ± 8 (75–95)
Valais	SS, <i>n</i> = 6	22 ± 8 (12–44)	< 0,01	0,3 ± 0,1 (0,2–0,4)	0,6 ± 0,2 x 10 <sup>-3</sup>	53 ± 15 (33–72)	0,5 ± 0,1	76 ± 33 (51–138)

\* PT = pleine terre, SS = sous serre

<sup>1</sup> Métaux totaux avec valeurs moyennes, écarts-type, minimales et maximales et métaux solubles avec valeurs moyennes exprimées en mg/kgMS.

Tableau 5

**Relation entre les teneurs en métaux dans les salades (axe x) et celles dans la terre correspondante (axe y) exprimée sous forme de droite de régression**

Métal	Nombre d'échantillon <i>n</i>	Coefficient de corrélation $r^2$	Pente $\alpha$
Plomb	50	0,008	2,720
Cadmium	50	0,338	0,263
Cadmium*	50	0,035	0,174
Cuivre	50	0,368	2,189
Cuivre*	50	0,207	0,011
Zinc	50	0,131	0,647

\* Fraction soluble

dans le sol favorise l'absorption du cadmium par la plante (12). Le zinc soluble n'a pas été dosé.

### Cuivre

La concentration moyenne de cuivre total dans le sol est comprise entre 30 et 53 mg/kg. Le cuivre soluble, quant à lui, est de l'ordre de 0,1 à 0,5 mg/kg, ce qui représente 0,5 à 1 % du cuivre total.

On n'observe qu'une faible corrélation entre les teneurs en cuivre des sols et celles des salades ( $r^2 = 0,368$  pour cuivre total et  $r^2 = 0,207$  pour le cuivre soluble).

### Evaluation

Nous avons déterminé, sur l'ensemble des salades analysées, la teneur en matière sèche qui représente en moyenne  $4,7 \pm 0,7$  % ( $n = 106$ ). En se basant sur cette moyenne, les teneurs en métaux exprimées en mg/kg ou (g/kg de salade fraîche ont été calculées pour l'évaluation toxicologique (voir tableau 6).

La consommation moyenne de salade est de 165 g de salade par semaine (3,4). Pour évaluer l'impact toxicologique de la consommation de salades, nous avons effectué le calcul en tenant compte de la valeur la plus élevée (moyenne + écart-type) pour chaque métal. L'apport en métal est ensuite comparé à la PTWI et exprimé en pourcentage de celle-ci. Le poids d'un adulte est estimé à 60 kg.

La consommation de salades apporte à l'organisme une faible partie des besoins en cuivre et en zinc ( $\leq 1\%$ ). Quant aux métaux toxiques, plomb et cadmium, la quantité absorbée par la consommation de salades ne présente pas de danger pour la santé. Elle ne représente qu'environ 2 % de la valeur acceptable PTWI ou AQR.

### Conclusion

Rapporté à la matière sèche, les salades de serre contiennent en moyenne 0,7 mg/kg de plomb, 0,8 mg/kg de cadmium, 13,8 mg/kg de cuivre et 57 mg/kg de zinc. Les salades pleine terre contiennent pour le plomb 1,5 mg/kg, le cadmium



Tableau 6

**Valeurs moyennes avec écarts-type en métaux des salades sous serre ( $n = 57$ ) et des salades de pleine terre ( $n = 49$ ) exprimées sur matière sèche (MS) et matière fraîche (MF)**

Elément	Salades sous serre	Salades de pleine terre
<i>Plomb</i>		
$\mu\text{g/kgMS}$	$0,7 \pm 0,3$	$1,5 \pm 1,0$
$\mu\text{g/kgMF}$	$33 \pm 14$	$71 \pm 47$
<i>Cadmium</i>		
$\mu\text{g/kgMS}$	$0,8 \pm 0,3$	$0,7 \pm 0,3$
$\mu\text{g/kgMF}$	$38 \pm 14$	$33 \pm 14$
<i>Cuivre</i>		
$\text{mg/kgMS}$	$13,8 \pm 6,1$	$11,2 \pm 5,1$
$\text{mg/kgMF}$	$0,7 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,2$
<i>Zinc</i>		
$\text{mg/kgMS}$	$57 \pm 17$	$41 \pm 13$
$\text{mg/kgMF}$	$2,7 \pm 0,8$	$1,9 \pm 0,6$

Tableau 7

**Apports moyens en métaux par la consommation de salades et comparaison avec des valeurs PTWI et AQR**

Elément	PTWI*/AQR**	Salades sous serre		Salades de pleine terre	
	$\mu\text{g/kg p.c.}$	Apports moyens $\mu\text{g/kg p.c.}$	% PTWI/AQR	Apports moyens $\mu\text{g/kg p.c.}$	% PTWI/AQR
Plomb	25*	0,13	0,5	0,32	1,3
Cadmium	7*	0,14	2,0	0,13	1,9
Cuivre	50**	0,36	0,7	0,30	0,6
Zinc	300**	1,4	0,5	1,0	0,3

$\mu\text{g/kg p.c.} = \mu\text{g/kg}$  de poids corporel

PTWI\* = Dose hebdomadaire tolérable à titre provisoire

AQR\*\* = Apport quotidien recommandé

0,7 mg/kg, le cuivre 11,2 mg/kg et le zinc 41 mg/kg. La comparaison avec les valeurs PTWI de l'OMS/FAO montre que l'influence de la consommation de salades sur les apports en plomb et cadmium dans l'alimentation est très faible.

La quantité de plomb, de cadmium et de cuivre extractible du sol représente un faible pourcentage (inférieur à 1 %) de la teneur totale. Les salades cultivées sur des sols plus riches en métaux sont plus contaminées. Mais une corrélation entre les teneurs dans la terre et le végétal n'est pas clairement mise en évidence. Divers paramètres peuvent avoir une forte influence sur l'absorption de métaux par les végétaux, notamment le pH du sol et la composition de la matière organique qu'il renferme (5).

L'influence de ces paramètres n'a pas été étudiée dans ce travail. De plus, lorsqu'il y a présence de plusieurs métaux, des phénomènes de synergie ou d'antago-



nisme dans le processus d'absorption de ceux-ci par les plantes peuvent être observés (la présence de zinc favorise notamment l'absorption du cadmium). Le plomb contenu dans le sol est quasi immobile. La contamination par le plomb est surtout due aux retombées atmosphériques, ce qui explique la teneur élevée en plomb dans les salades cultivées en plein air.

## Remerciements

Nous remercions les laboratoires cantonaux de «Urkantone», de Soleure, l'office fédéral de la santé publique, la Centrale suisse de la culture maraîchère, l'office technique de culture maraîchère et l'union suisse du légume pour leurs précieuses collaborations.

## Résumé

Les teneurs en plomb, cadmium, cuivre et zinc ont été déterminées dans des salades laitues cultivées en pleine terre, sous serre et dans les terres correspondantes. Rapporté à la matière sèche ( $4,7 \pm 0,7 \%$ ), les salades de serre contiennent en moyenne 0,7 mg/kg de plomb, 0,8 mg/kg de cadmium, 13,8 mg/kg de cuivre et 57 mg/kg de zinc. Les salades pleine terre contiennent 1,5 mg/kg de plomb, 0,7 mg/kg de cadmium, 11,2 mg/kg de cuivre et 41 mg/kg de zinc. La comparaison avec les valeurs PTWI de l'OMS/FAO montre que l'influence de la consommation de salades sur les apports en plomb et cadmium est très faible ( $\leq 2\%$ ).

La quantité de plomb, de cadmium et de cuivre facilement extractible du sol représente un faible pourcentage (inférieur à 1 %) de la teneur totale. Les salades cultivées sur des sols plus riches en métaux sont également plus riches, mais nous n'avons pas observé de corrélation significative entre les teneurs en métaux (totaux ou solubles) du sol et celles des salades. Le plomb contenu dans le sol est quasi immobile.

## Zusammenfassung

In Freilandsalat, Treibhaussalat sowie in den entsprechenden Böden wurde der Gehalt an Blei, Cadmium, Kupfer und Zink bestimmt. Bezogen auf die Trockensubstanz, enthält Treibhaussalat im Mittel 0,7 mg/kg Blei, 0,8 mg/kg Cadmium, 13,8 mg/kg Kupfer und 57 mg/kg Zink. Die entsprechenden Daten für den Freilandsalat sind: Blei 1,5 mg/kg, Cadmium 0,7 mg/kg, Kupfer 11,2 mg/kg und Zink 41 mg/kg. Ein Vergleich mit den «PTWI» – Werten der WHO/FAO zeigt, dass der Einfluss des Kopfsalatverzehrs auf die Zufuhr von Blei und Cadmium sehr klein ist ( $\leq 2\%$ ).

Die Menge an leicht extrahierbarem Blei, Cadmium und Kupfer in der Erde beträgt nur einen kleinen Bruchteil (weniger als 1 %) der gesamten im Boden vorhandenen Menge. Auf «kontaminierter» Erde gezogener Salat ist im allgemeinen reicher an diesen Metallen, aber man beobachtet nicht immer eine Korrelation zwischen dem Metallgehalt (total oder löslich) im Boden und im Salat. Das im Boden vorhandene Blei ist stark fixiert.

## Summary «Monitoring-Programme Heavy Metals in Food: Lead, Cadmium, Copper and Zinc in Lettuce»

The lead, cadmium, copper and zinc contents were determined in field and green house grown (lettuce), as well as in their corresponding soils. Average values found with respect to dry matter were a) in the green house 0.7 mg/kg for Pb, 0.8 mg/kg for Cd, 13.8 mg/kg for Cu and 57 mg/kg for Zn and b) in the field grown 1.5 mg/kg for Pb, 0.7 mg/kg for Cd, 11.2 mg/kg for Cu and 41 mg/kg for Zn. With reference to the PTWI values of the WHO/FAO this study shows that the lead and cadmium intake from consumption of lettuce is low ( $\leq 2\%$ ). The readily extractable fraction of Pb, Cd, and Cu represents only a very small percentage of the total contents present in the soil ( $< 0.1\%$ ). The contents of these metals in salads grown in contaminated soils are higher but no significant correlation between the metal contents in the soil and in the salads could be found. Lead present in the soil is practically immobile.

### Key words

Heavy metals, Lettuce, Salad, Soil

### Bibliographie

- 1 Knutti, R. und Zimmerli, B.: Monitoring-Programm Schwermetalle in Lebensmitteln. I. Zielsetzung, Auswahl der zu bestimmenden Elemente und der zu untersuchenden Lebensmittel, Anforderungen an die Analytik. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **78**, 182–199 (1987).
- 2 Kieffer, F.: Wie Eisen und andere Spurenelemente die menschliche Gesundheit beeinflussen: Eine Neubeurteilung alter Erfahrungen. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **84**, 48–87 (1993).
- 3 Erard, M., Dick, R. und Zimmerli, B.: Studie zum Lebensmittel-Pro-Kopf-Verzehr des Schweizer Bevölkerung. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **77**, 88–130 (1986).
- 4 Stransky, M., Scheffeldt, P., Schönhauser, R. und Blumenthal, A.: Ernährungserhebungen in Krankenhäusern des Kantons Zürich. Untersuchung von Tagesrationen der normalen Vollkost. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **78**, 44–82 (1987).
- 5 Käferstein, F.K.: Toxische Schwermetalle in Lebensmitteln. Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. **171**, 352–358 (1980).
- 6 Kampe, W.: Schwermetallkontamination bei Pflanzen. Landwirtsch. Forsch., Sonderh. **36**, Kongressband Giessen, 329–335 (1979).
- 7 Toxicological evaluations of contaminants and naturally occurring toxicants carried out by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA) WHO, Geneva, 1994.
- 8 Ordonnance sur les polluants du sol (Osol), Office fédéral de la protection de l'environnement, 1986.
- 9 Corvi, C. et Khim-Heang, S.: Contamination par le plomb et le cadmium des légumes en provenance des jardins de l'Association des voisins de l'usine des Cheneviers. Rapport interne, service du chimiste cantonal, 1994.
- 10 Michels, S., Grössmann, G. und Scholl, G.: Über die Kontamination von Nahrungsmitteln mit Schwermetallen. Staub-Reinhalt. Luft **34**, 23–26 (1974).
- 11 Schönhard, G.: Schwermetallbelastung Berliner Kleingärten. Gesunde Pflanzen, **38**, 257–263 (1986).



- 12 Künsch, U., Schärer, H. und Hurter, J.: Bestehen Qualitätsunterschiede zwischen Hors-sol- und Sol-Produkten? Am Beispiel von Tomaten und Kopfsalat. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 85, 18–21 (1994).
- 13 Tahvonen, R. and Kumpulainen, J.: Lead and cadmium in some berries and vegetables on the Finnish market in 1991–1993. Food Additives Contam., 12, 263–279 (1995).

Adresse du correspondant: Dr Sophal Khim-Heang, Service de protection de la consommation, Case postale 166, CH-1211 Genève 4