

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchungen und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 90 (1999)

**Heft:** 5

**Artikel:** Apports en nitrate et métaux par l'alimentation en milieu scolaire

**Autor:** Zali, Olivier / Corvi, Claude / Cominoli, André

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-981790>

#### **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:** 07.01.2026

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

# Apports en nitrate et métaux par l'alimentation en milieu scolaire

Olivier Zali, Claude Corvi, André Cominoli et Sophal Khim,  
Service du chimiste cantonal, Genève

Présenté le 12 mai 1999, accepté le 18 août 1999

## Introduction

Les études qui permettent de déterminer la quantité de diverses substances ingérées par l'analyse de repas collectifs sont assez rares (1–8). Elles exigent en effet des analyses sur une longue période et se heurtent à diverses difficultés, dont celle de la représentativité de l'échantillonnage. Pour l'ion nitrate, l'une des plus récentes et des plus comparables avec la situation genevoise est celle menée en France en 1990/1991 par la Direction générale de la santé (9). Elle a porté sur 400 repas de restauration collective. Quatre populations cibles ont été retenues:

- les enfants des écoles maternelles et primaires (restauration scolaire),
- les personnes âgées (restauration en maison de retraite),
- les malades (restauration hospitalière),
- la population générale (restauration d'entreprise).

Comme le relèvent les auteurs de cette étude, les jeunes enfants représentent une population particulièrement exposée. Leur ration alimentaire est en effet, proportionnellement au poids du corps, supérieure à celle de l'adulte. D'entente avec la Direction de la santé (Département de l'action sociale et de la santé) et le Service de santé de la jeunesse (Département de l'instruction publique), nous avons cherché à caractériser la situation genevoise pour une population équivalente.

Nous avons choisi de faire cette étude dans les restaurants scolaires, qui préparent au total 4000 repas par jour pour les écoles primaires. Ils sont le plus souvent gérés par des associations privées autonomes (une quarantaine) ou directement par les communes. Certaines associations possèdent une cuisine, d'autres commandent les repas à un service extérieur (autre association, traiteur, entreprise de restauration, etc.).

Outre le nitrate, nous avons dosé le plomb (Pb), le cadmium (Cd), le fer (Fe), le cuivre (Cu) et le zinc (Zn).

### *Ion nitrate*

La volonté de limiter les apports en ion nitrate dans l'alimentation est principalement liée à sa possible transformation en nitrite dans l'organisme humain (9). Le pourcentage de nitrate ainsi converti peut être estimé à 5 % (8, 10, 33). Le nitrite est susceptible de réagir avec les amines présentes dans les aliments et conduire à la formation de nitrosamines, qui possèdent un puissant pouvoir cancérogène et mutagène (11).

Le nitrite réagit avec l'hémoglobine du sang pour former la méthémoglobine. Les nourrissons y sont très sensibles car l'enzyme permettant de libérer l'hémoglobine pour qu'elle puisse de nouveau jouer son rôle de transporteur d'oxygène n'est pas fonctionnelle avant l'âge de quatre mois. Un excès de nitrite dans l'alimentation peut ainsi conduire à une asphyxie du nourrisson.

Les résultats des études épidémiologiques sur l'impact sanitaire du nitrate sont controversés (9, 12). La dose journalière admissible, fixée en 1962 à 3,7 mg par kg de poids corporel (mg/kgPC) par le JECFA<sup>1</sup> (13), a néanmoins été confirmée depuis à diverses reprises par ce Comité et par le Conseil scientifique de l'alimentation humaine (CSAH) de la Communauté européenne (9, 12, 33).

### *Plomb*

Le foetus et l'enfant de moins de deux ans sont les plus sensibles à l'effet toxique du plomb, qui se caractérise par une baisse peu ou pas réversible des facultés cognitives (14). Chez l'adulte, des effets sur la biosynthèse de l'hème ou la pression artérielle peuvent être observés et, à des doses plus élevées, divers problèmes graves connus sous le nom de saturnisme peuvent survenir.

Selon le JECFA (13), la dose hebdomadaire tolérable provisoire (DHTP) est de 0,025 mg/kgPC (tableau 1). Carrington (15) indique quant à lui un apport alimentaire tolérable de 6 microgrammes par jour ( $\mu\text{g}/\text{d}$ ) pour des enfants de 0–6 ans, de 15  $\mu\text{g}/\text{d}$  pour des enfants de plus de 7 ans, de 25  $\mu\text{g}/\text{d}$  pour les femmes enceintes et allaitantes et de 75  $\mu\text{g}/\text{d}$  chez les autres adultes.

### *Cadmium*

Le cadmium se caractérise par une très longue rémanence biologique (temps de demi-vie supérieure à 30 ans chez l'homme). Les organes cibles sont le cerveau, le foie et surtout les reins. La DHTP est de 0,007 mg/kgPC (11, 13).

<sup>1</sup> JECFA: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – comité d'experts conjoint de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et de la Food and agriculture organization (FAO)

## *Fer, cuivre et zinc*

Le fer, le cuivre et le zinc font partie des oligo-éléments qui doivent être fournis en quantité suffisante par l'alimentation. Des apports trop importants peuvent toutefois conduire à des troubles, parfois graves. C'est notamment le cas pour le fer chez les personnes sujettes à l'hémochromatose, maladie liée à une affection génétique relativement fréquente (16).

Les divers apports proposés sont reportés dans le tableau 1.

Tableau 1

### **Apports et doses admissibles ou recommandés**

	<i>Nitrate</i>	<i>Plomb</i>	<i>Cadmium</i>	<i>Cuivre</i>	<i>Fer</i>	<i>Zinc</i>
Dose journalière admissible (mg/kgPC)	3,7 (33)	—	—	—	—	—
Apport quotidien maximum admissible (mg/kgPC)	—	—	—	0,5 (14)	—	1 (14)
Apport quotidien maximum admissible à titre provisoire (mg/kgPC)	—	—	—	—	0,8 (14)	—
Dose hebdomadaire tolérable à titre provisoire (mg/kgPC)	—	0,025 (14)	0,007 (14)	—	—	—
Apport quotidien recommandé (mg)						
4-6 ans	—	—	—	1-1,5 (19)	10 (19)	10 (19)
7-10 ans	—	—	—	1-2 (19)	10 (19)	10 (19)
4-9 ans	—	—	—	1,5 (18)	10 (18)	10 (18)
10-12 ans	—	—	—	1,5 (18)	12 (18)	12 (18)
adulte	—	—	—	—	14 (17)	15 (17)
Apport quotidien recommandé (mg/kgPC)	—	—	—	0,05 (14)	—	0,3 (14)

## **Méthodes**

### *Echantillonnage*

Chaque mois entre septembre 1997 et juin 1998, tous les repas d'une semaine ont été prélevés.

En tout, 151 repas ont été récoltés dans des sacs en plastique qui ont été remis aux cuisiniers. Ceux-ci se sont chargés d'y placer l'équivalent d'un repas complet, dessert compris, mais sans boisson. Les fruits ont été soit pelés et mélangés au reste du repas, soit placés dans un autre sachet. Le tout était étiqueté, congelé immédiatement et récolté le vendredi. Les échantillons ont été conservés congelés jusqu'au moment de l'analyse.

## Analyses

Une fois dégelé, l'échantillon est homogénéisé après retrait éventuel des éléments inconsommables (os et pelures).

Pour l'ion nitrate, nous avons choisi la méthode décrite par *Dogan* (20) et *Corvi* (21, 22) pour le dosage des anions par chromatographie ionique avec détection conductimétrique, en partant d'une prise de 20 g d'échantillon placée dans 300 ml d'eau. La limite de détection est de 5 mg/kg.

Le dosage des métaux a été effectué par absorption atomique après minéralisation par voie humide, selon une procédure développée et testée dans notre laboratoire.

Une prise de 2 g d'échantillon est placée dans un erlenmeyer en quartz. On lui ajoute 5 ml d'acide nitrique concentré suprapur, puis on chauffe avec ménagement jusqu'à évaporation presque à sec, en remuant de temps en temps et en surveillant pour éviter toute carbonisation. Après refroidissement, on ajoute 0,8 ml d' $\text{HNO}_3$  concentré suprapur et on laisse de nouveau évaporer presque à sec. Cette opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un résidu incolore que l'on reprend dans 10 ml d' $\text{HNO}_3$ , 0,2 %. Pour chaque série de minéralisation, deux blancs sont faits en parallèle.

Le dosage est ensuite effectué par absorption atomique avec flamme dans les cas du fer et du zinc ou sans flamme avec effet Zeeman dans ceux du plomb, du cadmium et du cuivre.

La limite de sensibilité est de 1 mg/kg pour le fer, 0,2 mg/kg pour le zinc, 2  $\mu\text{g}/\text{kg}$  pour le cadmium, 50  $\mu\text{g}/\text{kg}$  pour le plomb et 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  pour le cuivre.

## Résultats

### *Poids et composition des repas*

La distribution des poids des repas montre une grande disparité (fig. 1). Certains poids de menus sont inférieurs à 300 g, d'autres dépassent 1 kg (tableau 2). Il s'agit probablement d'exceptions qui devraient statistiquement se compenser.

Pour le calcul des apports moyens, nous avons toutefois utilisé les rations moyennes conseillées selon l'âge par le service de santé de la jeunesse (23, 24). Le poids d'une ration moyenne pour le repas de midi d'enfants de 6 ans est d'environ 400 g, indépendamment du sexe. Il est respectivement de 435 et 565 grammes pour des filles et des garçons de 10 à 12 ans. Le poids moyen des enfants de 6 et 12 ans est respectivement de 20 et 41 kg pour les filles et de 22 et 42 kg pour les garçons (25).

Plus de 60 % des repas comportent une salade (fig. 2). En revanche, la proportion de menus proposant un légume en accompagnement est inférieure à 40 %. La proportion de repas comportant de la salade et/ou des légumes est légèrement plus faible en hiver (fig. 3).

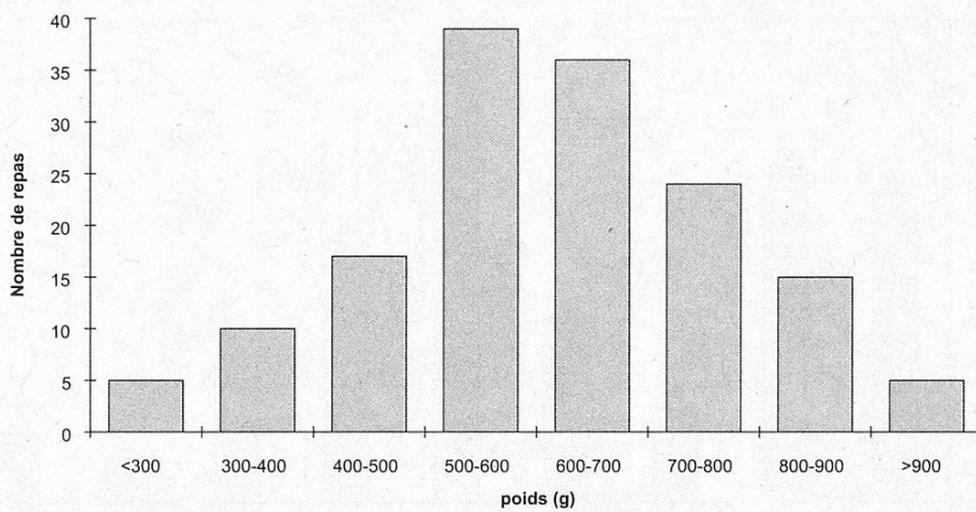


Figure 1 **Distribution du poids des repas**

Tableau 2  
Résultats d'analyse des 151 menus

	Nitrate (mg/kg)	Cadmium (mg/kg)	Fer (mg/kg)	Cuivre (mg/kg)	Zinc (mg/kg)	Poids des repas (g)
Moyenne	133	0,0085	6,1	0,92	6,7	613
Médiane	110	0,0080	5,4	0,90	5,4	621
Ecart-type	106	0,0045	2,8	0,36	4,1	160
Minimum	5	0,001	1,3	0,32	1,9	275
Maximum	600	0,026	18,4	2,40	20,7	1081

### *Ion nitrate*

A Genève, l'eau de boisson est en majeure partie pompée dans le lac Léman (environ 80 %). Elle peut, à certaines périodes, être mélangée à de l'eau provenant de la nappe de l'Arve. Pour une faible partie des habitants du canton, l'eau potable provient en majorité de cette nappe.

L'eau du lac a une teneur en nitrate assez régulière et voisine de 2,5 mg/l. Les eaux provenant de la nappe de l'Arve ont une teneur moyenne voisine de 6 mg/l.

Les boissons proposées aux enfants des écoles considérées étaient dans tous les cas l'eau du réseau, exceptionnellement du jus de pomme ou du thé en hiver. Nous avons considéré que l'apport en liquide correspondait approximativement à la consommation quotidienne d'un litre d'eau du réseau. L'apport en nitrate provenant de l'eau de boisson est de ce fait estimé à 3 mg par jour.

Les figures 4 et 5 présentent la répartition des repas selon leurs teneurs en nitrate et les concentrations mensuelles moyennes de ces teneurs.

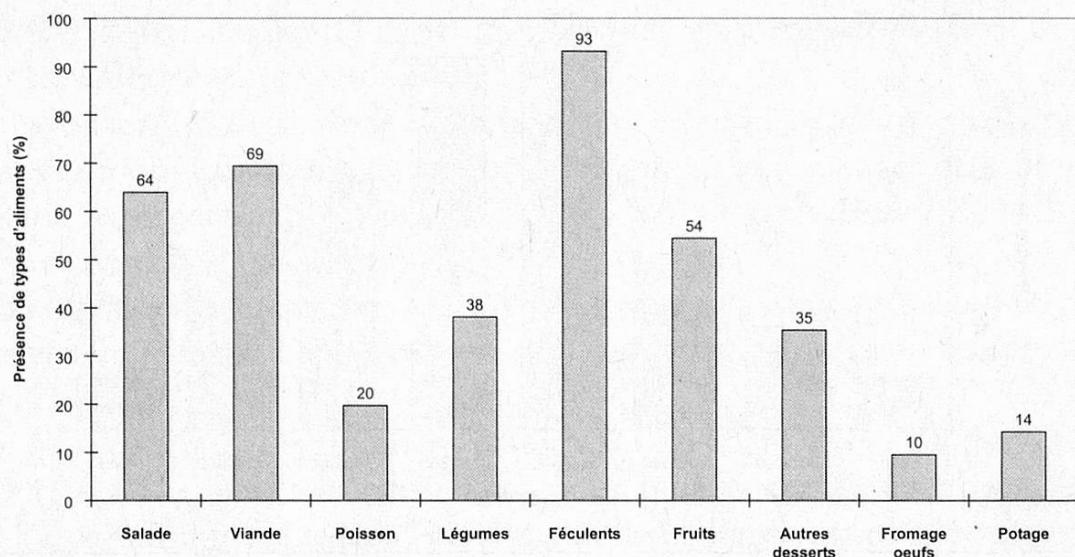


Figure 2 Composition des repas

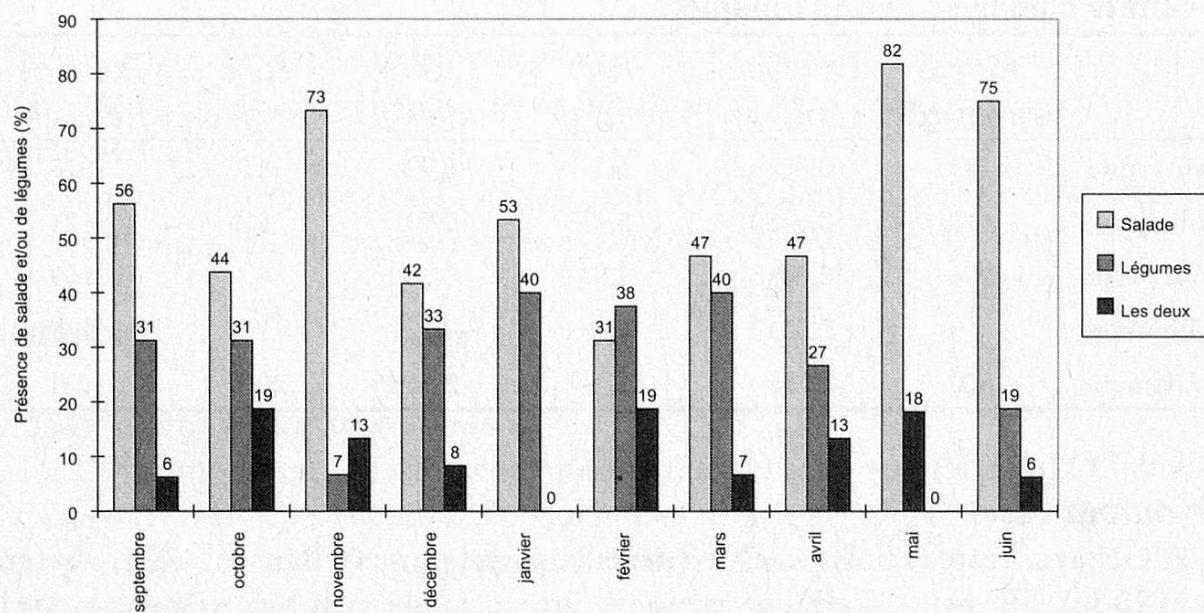


Figure 3 Pourcentage de repas comportant une salade, des légumes ou les deux

Le tableau 3 regroupe les apports moyens calculés à partir des teneurs mesurées dans les repas pour un repas moyen de 400 grammes et un repas moyen de 565 grammes. Ces quantités correspondent à des repas de midi moyens d'enfants de 6 ans et de garçons de 12 ans respectivement (23, 24).

Les quantités conseillées par le Service santé de la jeunesse pour le repas du soir sont plus faibles que pour le repas de midi (23, 24) dans le cas des enfants de 6 ans (320 g) et largement plus élevées dans le cas des enfants de 10 à 12 ans (595 g pour les filles et 655 g pour les garçons). Des études portant sur la consommation réelle (26,

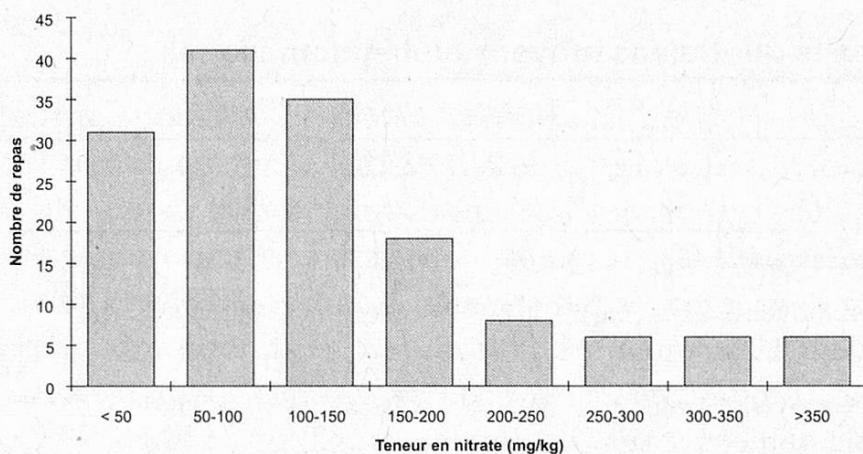


Figure 4 Répartition des repas selon leur teneur en nitrate

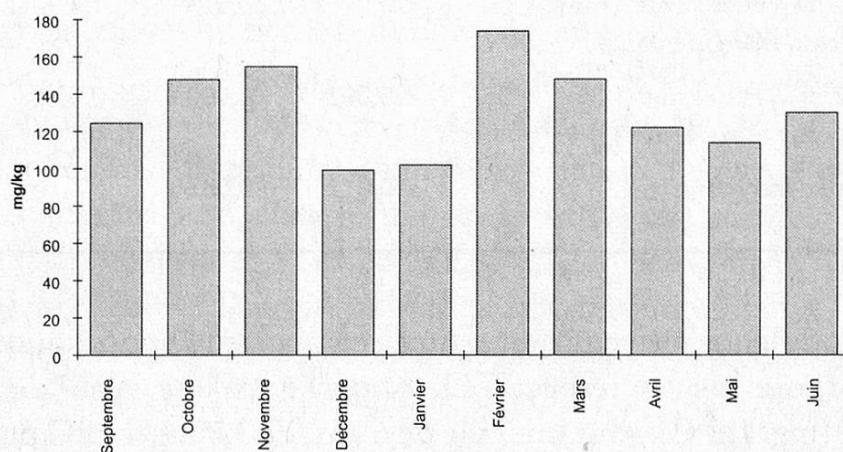


Figure 5 Répartition des moyennes mensuelles des teneurs en nitrate

27) montrent cependant que le repas du soir est quantitativement équivalent ou de peu plus léger que celui de midi. L'apport quotidien moyen pour ces deux repas est donc estimé en doublant la valeur obtenue pour le repas de midi. La valeur ainsi calculée pour le nitrate est de 106 mg pour un enfant de 6 ans (20 kg) et 150 mg pour un garçon de 12 ans (42 kg).

Le calcul ci-dessus ne tient pas compte du petit déjeuner, des collations entre les repas et du pain mis à la disposition des enfants à midi. La teneur en nitrate de ces produits est cependant faible (9, 28). La quantité quotidienne de pain et de céréales consommées quotidiennement peut être estimée à 200 grammes (17, 29). En se basant sur une teneur moyenne du blé de 18 mg (9) et sur une teneur en eau du pain de 33 %, l'apport moyen par cette voie est estimé à 2,4 mg par jour. Si l'on ajoute cette valeur ainsi que les 3 mg correspondant à l'apport de l'eau de boisson, l'apport quotidien moyen total est de 112 et 155 mg pour la fille de 6 ans et le garçon de 12 ans respectivement.

Tableau 3

**Doses et apports quotidiens moyens ou hebdomadaires**

	Nitrate	Plomb	Cadmium	Cuivre	Fer	Zinc
Moyenne des teneurs des repas (mg/kg)	133	< 0,05	0,0085	0,92	6,1	6,7
Apport moyen par repas de 400 g (mg)	53	< 0,02	0,0034	0,37	2,4	2,7
Apport quotidien moyen à 6 ans (mg) (2 repas, 1 litre d'eau, 200 g de pain)	112	< 0,05	0,01	1,1	7,4	6,8
Dose quotidienne moyenne (mg/kgPC) (6 ans, poids corporel 20 kg)	5,6	< 0,003	0,0005	0,057	0,37	0,34
Dose hebdomadaire moyenne (mg/kgPC)		< 0,017	0,0034			
Apport moyen par repas de 565 g (mg)	75	< 0,03	0,0048	0,52	3,4	3,8
Apport quotidien moyen à 12 ans (mg) (2 repas, 1 litre d'eau, 200 g de pain)	155	< 0,07	0,013	1,4	9,4	9,0
Dose quotidienne moyenne (mg/kgPC) (12 ans, poids corporel 42 kg)	3,7	< 0,002	0,0003	0,034	0,23	0,21
Dose hebdomadaire moyenne (mg/kgPC)		< 0,012	0,0021			

La dose quotidienne moyenne est estimée en divisant l'apport quotidien moyen par le poids corporel moyen respectif. On obtient ainsi une valeur de 5,6 mg/kg de poids corporel (mg/kgPC) pour une fille de 6 ans, de 3,7 mg/kgPC pour un garçon de 12 ans et proche de 3 mg/kgPC pour une fille de 12 ans.

Ces doses sont proches de la valeur proposée par le JECFA (3,7 mg/kgPC) dans le cas d'un enfant de 12 ans et plus élevées dans le cas d'un enfant de 6 ans. Cette relation n'est toutefois faite qu'à titre indicatif: le contenu en nitrate dans l'alimentation étant en grande partie d'origine naturelle, il ne peut en effet être comparé avec une norme établie pour l'utilisation du nitrate en tant qu'additif.

**Métaux**

Pour les métaux, les teneurs dans l'eau du lac sont également plus faibles que celles des eaux de la nappe. Les concentrations sont en moyenne respectivement de 10 µg/l (lac) et de 14 µg/l (nappe) pour le fer, 1 et 6 µg/l pour le cuivre et 3 et 17 µg/l pour le zinc. Elles sont dans les deux cas inférieures à 0,3 µg/l pour le plomb et à 0,1 µg/l pour le cadmium.

La concentration de plomb dans les repas a toujours été inférieure à la limite de détection (0,05 mg/kg). La concentration dans l'eau de boisson étant inférieure à 0,3 µg/l, l'apport par le liquide peut être négligé. Les apports liés à la consommation de pain et de céréales au petit déjeuner peuvent être estimés inférieurs à 0,01 mg (15, 26,

27). L'apport quotidien moyen ne dépasse donc pas 0,05 mg pour une fille de 6 ans (0,0025 mg/kgPC) et 0,07 mg pour un garçon de 12 ans (0,0017 mg/kgPC).

Bien que la technique analytique utilisée pour le plomb ne permette pas un calcul précis, on peut en conclure que l'apport hebdomadaire moyen est largement inférieur à la valeur tolérable selon le JECFA (0,025 mg/kgPC).

Il en va de même pour le cadmium. Là encore, l'apport par l'eau de boisson peut être négligé. Les apports par le pain peuvent comme ci-dessus être estimés à 0,003 mg sur la base d'une teneur moyenne dans le produit sec comprise entre 0,02 et 0,03 mg/kg (30). Les apports quotidiens moyens sont de l'ordre de 0,01 et 0,013 mg pour une fille de 6 ans et un garçon de 12 ans respectivement et les apports hebdomadaires moyens de 0,0034 et 0,0021 mg/kgPC, soit assez nettement inférieurs à la recommandation du JECFA (0,007 mg/kgPC).

La répartition des moyennes mensuelles de la teneur en cadmium (figure 6) montre que celles-ci sont plus élevées en début d'année 1998 qu'en fin d'année 1997. Ceci n'a pas pu être expliqué et les autres métaux ne montrent pas une telle variation.

Dans le cas du cuivre, les apports quotidiens moyens pour deux repas sont respectivement de 0,73 et 1,04 mg pour des enfants de 20 et 42 kg. Le pain contient environ 2 mg de cuivre par kilo (20). Cela correspond, pour 200 grammes, à un apport de 0,4 mg par jour dans l'hypothèse d'une teneur en eau d'environ un tiers. Les apports quotidiens totaux sont donc d'environ 1,1 et 1,4 mg, soit 0,057 et 0,034 mg/kgPC pour une fille de 6 ans et un garçon de 12 ans respectivement. Ces valeurs sont très nettement inférieures à l'apport quotidien maximum admissible (0,5 mg/kgPC) et voisines de l'apport quotidien recommandé par le JECFA (0,05 mg/kgPC) ou des 1,5 mg par jour recommandés par *Dupin et al.* (18).

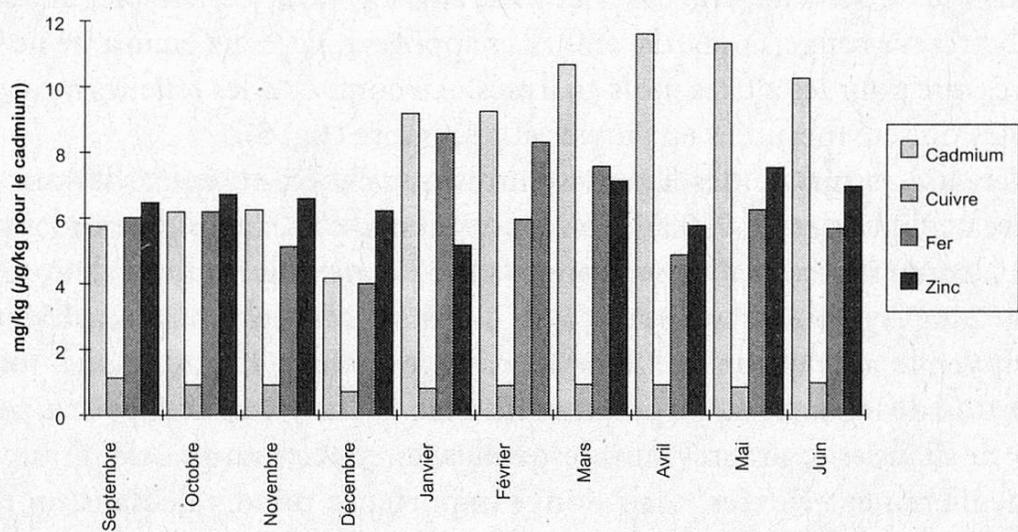


Figure 6 Répartition des moyennes mensuelles des teneurs en métaux

Pour le fer, la teneur dans le pain varie beaucoup selon qu'il s'agit de pain complet ou non (28). Sur la base de l'étude faite par *Kieffer* (31), la teneur moyenne du pain est d'environ 13 mg/kg, ce qui conduit à rajouter 2,6 mg aux apports quotidiens calculés d'après les concentrations mesurées dans les repas. L'estimation des apports journaliers est donc de 7,4 et 9,4 mg respectivement pour des enfants de 6 et 12 ans, soit légèrement inférieure aux recommandations (tableau 1) faites par *Dupin* et al. (18) ou le National Research Council (19).

Dans le cas du zinc également, les concentrations varient fortement (28). Sur la même base de calcul que dans le cas du fer, l'apport quotidien dû au pain et aux céréales de petit déjeuner est estimé à 1,4 mg. L'apport quotidien moyen est de 6,8 et 9,0 mg pour les enfants de 6 et 12 ans, soit des valeurs voisines de celles recommandées par *Dupin* et al. (18) ou le National Research Council (19) pour les enfants de 12 ans et légèrement plus basses pour ceux de 6 ans. En comparant ces valeurs avec celle donnée par le JECFA (0,3 mg/kgPC), les apports pour une fille de 6 ans sont proches de la recommandation (0,34 mg/kgPC) et ceux d'un enfant de 12 ans sont légèrement inférieurs à celle-ci (0,21 mg/kgPC pour un garçon et 0,18 mg/kgPC pour une fille).

## Discussion

Il est bien connu que la teneur en nitrate des salades varie fortement selon la période de l'année. La luminosité favorise la photosynthèse, ce qui se traduit par une teneur plus faible en nitrate. Des concentrations plus élevées sont donc observées en hiver, ce que confirment les analyses faites par notre service, par exemple dans le cas des laitues pommées produites en Suisse (fig. 7). La valeur de tolérance pour certains types de salades (laitues pommées, lollo rossa, rampon) est fixée à 3500 mg/kg (32). Elle est élevée également (entre 875 et 3500 mg/kg) pour certains légumes d'hiver (choux, betterave rouge, épinards, etc.). Les apports hivernaux en nitrate ne sont pas plus élevés que pour les autres mois analysés. Au contraire, les teneurs moyennes les plus faibles ont été mesurées en janvier et décembre (fig. 5).

Les teneurs en nitrate des légumes autres que choux ou épinards sont souvent loin d'être négligeables (8, 9, 28). Il en est de même, par exemple, pour les pommes de terre. L'étude française (9) mentionne, sur 27 échantillons, des valeurs extrêmes de 26 et 462 mg/kg pour ce tubercule, avec une moyenne des teneurs de 152 mg/kg.

En moyenne, une ration de salade représente environ 40 g, soit 2 à 4 fois moins qu'une ration de légumes ou de pommes de terre. La majorité des apports peut donc provenir de denrées courantes dans lesquelles les concentrations de nitrate ne sont pas particulièrement élevées, mais dont l'importance pondérale dans un repas est importante. Un examen attentif de la composition des repas montre qu'une source potentielle de nitrate peut en fait être identifiée dans presque chacun d'entre eux.

Dans l'étude déjà citée (9), la teneur moyenne en nitrate des repas est de 99 mg/kg contre 133 dans le cas présent (tableau 2). La comparaison est cependant difficile, faute de détails sur la composition des repas de l'étude en question.

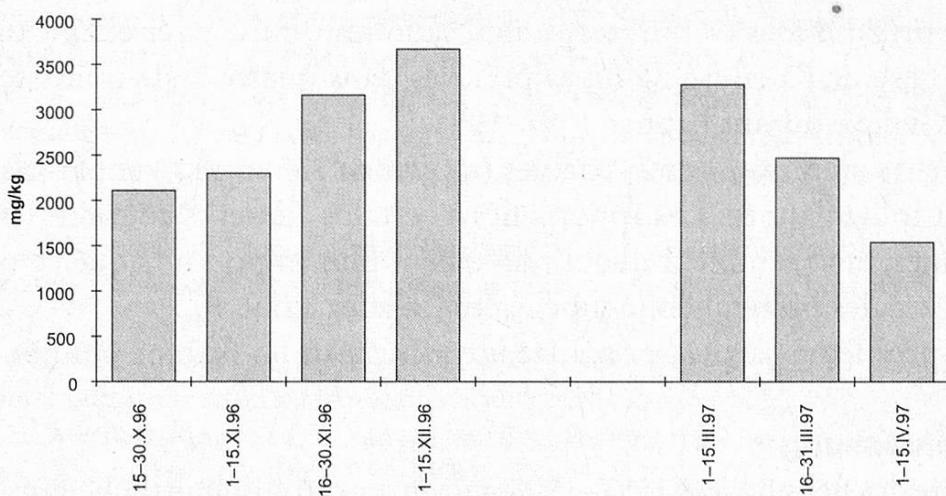


Figure 7 Concentrations moyennes en nitrate dans les laitues pommées suisses

## Conclusion

### *Ion nitrate*

Les bénéfices retirés d'une alimentation diversifiée riche en légumes, crudités et fruits sont bien connus. Ils nous paraissent de loin plus importants qu'un dépassement d'une valeur faisant référence au nitrate/nitrite comme additif alimentaire et jugée par ailleurs par certains comme trop stricte. Le mot d'ordre de diversité de l'alimentation et de richesse de celle-ci en légumes, crudités et fruits reste primordial. La proportion de légumes dans les repas échantillonnés paraît en effet relativement faible et il faudrait se garder de donner tout signal risquant de faire encore baisser celle-ci.

### Métaux

Aucun problème toxicologique n'est soulevé. Les apports quotidiens tels que nous les avons estimés (en doublant la ration alimentaire du repas de midi, en négligeant les apports par la boisson et en rajoutant une estimation de l'apport par le pain et d'éventuelles céréales de petit déjeuner) sont voisins ou très légèrement inférieurs aux recommandations de la littérature. On peut toutefois craindre des apports insuffisants chez des enfants ayant de mauvaises habitudes alimentaires ou ne bénéficiant pas d'une alimentation de bonne qualité en dehors du milieu scolaire.

## Remerciements

Les auteurs remercient les collaborateurs du service du chimiste cantonal qui ont procédé aux analyses. Ils remercient surtout Mme *Marie-Pierre Theubet*, diététicienne, pour ses précieux conseils et la littérature mise à disposition, ainsi que tout le personnel des restaurants scolaires ayant participé à cette étude.

## Résumé

Les apports moyens en nitrate, plomb, cadmium, cuivre, fer et zinc ont été estimés sur la base de l'analyse de repas prélevés dans quatre restaurants scolaires du canton de Genève durant l'année 1997–1998.

Les teneurs en nitrate sont variables (moyenne 133 mg/kg) et parfois assez élevées durant toute l'année. Les apports liés à certains aliments courants (pommes de terre, légumes, etc.) semblent quantitativement plus importants que ceux liés à des teneurs hivernales particulièrement élevées (salades, choux).

Aucun problème particulier n'a été identifié pour les métaux étudiés.

## Zusammenfassung

Im Laufe des Schuljahres 1997–1998 wurde die durchschnittliche Exposition der Kinder durch Nitrat, Blei, Kadmium, Kupfer, Eisen und Zink ermittelt. Zu diesem Zweck wurden Mahlzeiten in vier verschiedenen Genfer Schulen erhoben.

Die Nitratgehalte schwankten während des Jahres um den Durchschnittswert von 133 mg/kg. Es wurden jedoch über das ganze Jahr ziemlich hohe Werte festgestellt. Die Einnahme durch alltägliche, in grösseren Mengen eingenommene Lebensmittel wie Kartoffeln, Gemüse usw. ist höher als diejenige durch momentan, besonders im Winter, hochbelastete Produkte (Salat und Kohl).

Bezüglich der Metallbestimmungen wurden keine Besonderheiten festgestellt.

## Summary «Nitrate and Metals Intake in School Restaurants»

Mean dietary intake levels of nitrate, lead, cadmium, copper, iron and zinc have been estimated on the basis of the analyses performed on meals selected from four school restaurants of the canton of Geneva during the 1997–1998 period.

The nitrate contents show large variabilities (mean 133 mg/kg) exhibiting fairly high levels in certain cases over the whole period of study. The dietary intake levels due to foods consumed in large quantities (potatoes, vegetables, ...) appear to be quantitatively more important than those due to foods showing particularly high level contents during the winter seasons (salads, cabbages, ...).

The study with regards to metals does allow us to conclude that there are no relevant health problem.

## Key words

Nitrate, Metals, Mean daily intake, Schools restaurants, Geneva

## Bibliographie

- 1 Zimmerli, B. und Knutti, R.: Untersuchung von Tagesrationen aus schweizerischen Verpflegungsbetrieben. I. Allgemeine Aspekte von Zufuhrabschätzungen und Beschreibung der Studie. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **76**, 168–196 (1985).
- 2 Knutti, R. und Zimmerli, B.: Untersuchung von Tagesrationen aus schweizerischen Verpflegungsbetrieben. III. Blei, Cadmium, Quecksilber, Nickel und Aluminium. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **76**, 206–232 (1985).

- 3 *Zimmerli, B., Tobler, L., Bajo, S., Wyttensbach, A. und Sieber, R.:* Untersuchung von Tagesrationen aus schweizerischen Verpflegungsbetrieben. VIII. Essentielle Spurenelemente: Molybdän, Kobalt und Chrom. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **86**, 266–285 (1995).
- 4 *Zimmerli, B., Sieber, R., Tobler, L., Bajo, S., Scheffeldt, P., Stransky, M. und Wyttensbach, A.:* Untersuchung von Tagesrationen aus schweizerischen Verpflegungsbetrieben. V. Mineralstoffe: Natrium, Chlorid, Kalium, Calcium, Phosphor und Magnesium. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **86**, 266–285 (1992).
- 5 *Corvi, C., Majeux, C. et Vogel, J.:* Analyses de repas journaliers provenant de cantines et restaurants suisses. IV. Résidus d'antiparasitaires et polychlorbyphényles. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **77**, 583–597 (1986).
- 6 *Verger, Ph., Blet, J., Polvèche, Y., Oudin, Ph., Jacquemet, J. et Luigi, R.:* Contribution à l'étude des apports nutritionnels en restauration collective. *Méd. et Nutr.* **30**, 25–30 (1994).
- 7 *Tremp, E.:* Die Belastung der schweizerischen Bevölkerung mit Nitraten in der Nahrung. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **71**, 182–194 (1980).
- 8 *Walker, R.:* Nitrates, nitrites and N-nitrosocompounds: a review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. *Food additives and contaminants* **7**, 717–768 (1990).
- 9 Ministère des affaires sociales et de l'intégration, Direction générale de la santé: La diagonale des nitrates, études sur la teneur en nitrates de l'alimentation. Editeur: ADHEB, Le Rheu (France) 1992.
- 10 *Daniel, O. und Schlatter, J.:* Ausgewählte potentielle Schadstoffe natürlicher Herkunft in Lebensmitteln. In OFSP: Quatrième rapport sur la nutrition en Suisse, 140–152. Office central fédéral des imprimés et du matériel, Berne 1998.
- 11 *Pignatelli, B.:* Formation et distribution des composés N-Nitrosés (CNO) dans l'alimentation. In: *Moll, M. et Moll, N. (eds)*, Sécurité alimentaire du consommateur, 177–207. Lavoisier, Paris 1995.
- 12 *Apfelbaum, M.:* Nitrates dans l'eau de boisson. In: *Apfelbaum, M. (ed.)*, Risques et peurs alimentaires, 15–22. Odile Jacob, Paris 1998.
- 13 Toxicological evaluations of contaminants and naturally occurring toxicants carried out by the joint FAO/WHO expert committee on food additives (JECFA), septembre 1997.
- 14 *Boisset, M.:* Contamination des denrées alimentaires par le plomb, le cadmium et le mercure. In: *Moll, M. et Moll, N. (eds)*, Sécurité alimentaire du consommateur, 245–263. Lavoisier, Paris 1995.
- 15 *Carrington, C. D., Sheehan, D. M. and Bolger, P. M.:* Hazard assessment of lead. *Food additives and contaminants* **10**, 325–335 (1990).
- 16 Conseil supérieur d'hygiène publique de France: Les limites de sécurité dans les consommations alimentaires des vitamines et des minéraux. Lavoisier, Paris 1996.
- 17 Ordonnance sur la valeur nutritive (ONutr) du 26 juin 1995, RS 817.021.55. Office central fédéral des imprimés et du matériel, Berne 1996.
- 18 *Dupin, H., Abraham et J., Giachetti, I.:* Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Lavoisier, Paris 1992.
- 19 National Research Council: Recommended dietary allowances. National Academy press, Washington DC, 1989.
- 20 *Dogan, S. et Haerdi, W.:* Séparation et dosage d'anions inorganiques dans les eaux naturelles par chromatographie ionique et détection conductimétrique. *Chimia* **35**, 339–342 (1981).
- 21 *Corvi, C., Macri, G. et Vogel, J.:* Sur la représentativité des échantillons lors du dosage des nitrates dans les laitues de serre. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **77**, 435–445 (1986).
- 22 *Corvi, C., Khim-Heang, S. et Vogel, J.:* Sur l'absorption du brome inorganique par les plantes à infusion ou aromatiques. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **80**, 215–222 (1989).
- 23 Département de l'instruction publique (DIP), service de santé de la jeunesse (SSJ): restaurants scolaires, quantités d'aliments au menu de midi pour des enfants de 4 à 12 ans. Genève 1997.

- 24 Département de l'instruction publique (DIP), service de santé de la jeunesse (SSJ): Rations alimentaires conseillées par repas, par jour, par âge (tiré de la référence 17).
- 25 *Dayer-Métroz, M. D., Mermilliod, B., Pampallona, S. et Schopfer, C.*: Croissance somatique de 2 à 18 ans. Etude transversale. DIP, SSJ, Genève 1995.
- 26 Mieux connaître, pour mieux diriger, les habitudes alimentaires des enfants et des adolescents.
- 27 *Deheeger, M., Arnaud, C., Lenoir-Wijnkoop, I. et Rolland Cachera, M.-F.*: Contribution du goûter aux apports nutritionnels d'enfants âgés de 2 ans, 6 ans et 10 ans. Cah. Nutr. Diet. 34, 1S23–1S29 (1999).
- 28 *Souci, S. W., Fachmann, W. et Kraut, H.*: La composition des aliments. Tableaux des valeurs nutritives. Medpharm, Stuttgart 1992.
- 29 *Erard, M., Dick, R. und Zimmerli, B.*: Studie zum Lebensmittel-Pro-Kopf-Verzehr der Schweizer Bevölkerung. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 77, 88–130 (1986).
- 30 *Wenk, P., Schaub, H. und Stutz, W.*: Monitoring-Programm Schwermetalle in Lebensmitteln. V. Blei, Cadmium, Kupfer und Zink in Brot. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 83, 55–70 (1992).
- 31 *Kieffer, F.*: Wie Eisen und andere Spirelemente die menschliche Gesundheit beeinflussen: Eine Neubeurteilung alter Erfahrungen. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 84, 48–87 (1993).
- 32 Ordonnance sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires (OSEC) du 26 juin 1995, RS 817.021.23. Office central fédéral des imprimés et du matériel, Berne 1996.
- 33 OMS: Série de rapports techniques 859. Quarante-quatrième rapport du Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires. Evaluation de certains additifs alimentaires et contaminants. OMS, Genève 1995.

Adresse du correspondant: Dr Olivier Zali, Service du chimiste cantonal, 22, Quai Ernest-Ansermet, CP 166, CH-1211 Genève 4, E-mail: olivier.zali@etat.ge.ch