

Zeitschrift: Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz = Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse = Radioattività dell'ambiente e dosi d'irradiazione in Svizzera

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Strahlenschutz

Band: - (2001)

Rubrik: Menschlicher Körper

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: 15.02.2026

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

6. Menschlicher Körper

6.1. Ergebnisse der Ganzkörpermessungen von 2001

M. Boschung ¹⁾, Mme. S. Namy ²⁾, H. W. Roser ³⁾ und H. Völkle ⁴⁾

1. Abteilung Strahlenschutz, Sicherheit und Entsorgung, PSI, 5232 VILLIGEN-PSI
2. Abteilung Nuklearmedizin des Kantonsspital, Av. Micheli-du-Crest 24, 1211 GENÈVE 4
3. Abteilung Radiologische Physik, Kantonsspital Basel, 4031 BASEL
4. Sektion Überwachung der Radioaktivität, BAG, Ch. du Musée 3, 1700 FRIBOURG

Zusammenfassung

Ganzkörpermessungen zur Bestimmung des Radioaktivitätsgehaltes im menschlichen Körper werden regelmässig an Mitarbeitern des Paul-Scherrer-Institutes (PSI) in Villigen sowie an Personen aus Genf und Basel durchgeführt. Im menschlichen Körper ist teilweise noch ¹³⁷Cs nachweisbar, das vom Reaktorunfall in Tschernobyl stammt. Die Messwerte an Schülern aus Genf liegen alle unter der Nachweisgrenze von 10 Bq, jene der Schüler aus Basel unter 30 Bq.

6.1.1. Ziel der Messungen

Im PSI werden zur Zeit Ganzkörpermessungen zur Überwachung der beruflich strahlenexponierten Personen des PSI eingesetzt, von denen viele im Kanton Aargau wohnen. Bei Ereignissen mit Verdacht auf Inkorporation radioaktiver Stoffe können auch Personen der Bevölkerung gemessen werden. Bei den Messungen am Kantonsspital Genf und Kantonsspital Basel-Stadt handelt es sich in der Regel um je 10-20 15-21-jährige junge Frauen und Männer aus Mittelschulen.

6.1.2. Ergebnisse und Interpretation

Für die Ganzkörpermessungen werden in der Regel grossvolumige NaI-Kristalle (neuerdings auch Ge-Detektoren) in speziell abgeschirmten Messkammern (mit Blei- und Eisenabschirmung) eingesetzt. Die Messung einer Person dauert in der Regel etwa zehn bis 30 Minuten für die routinemässigen Überwachungsmessungen am PSI und für Spezialuntersuchungen in Genf und Basel. Die Kalibrierung erfolgt mittels eines Phantoms, dessen Aktivität bekannt ist.

Im Rahmen der Inkorporationsüberwachung der beruflich strahlenexponierten Personen wurden 2001 am PSI in Villigen 606 Messungen im Ganzkörperzähler durchgeführt. Sie ergaben ¹³⁷Cs-Werte bis 500 Bq, wobei 600 (d.h. 99%) der Messwerte unterhalb der Erkennungsgrenze von 60 Bq lagen, 3 Messwerte zwischen 60 und 150, 2 zwischen 150 und 300, und einer zwischen 300 und 500 Bq.

Die Messwerte an Gymnasiasten aus Genf (vierzehn 16-17-jährige junge Frauen und dreizehn 15-17-jährige junge Männer) lagen alle unter der Nachweisgrenze von 10 Bq ¹³⁷Cs. Bei den Personen aus Basel (17 Frauen und 20 Männer, wovon 20 bis 20-jährig waren und 17 ältere Personen) lagen die Werte im Mittel unter 20, im Maximum bis 57 Bq ¹³⁷Cs. Bei den Männern lagen 65% der Werte unter 20 Bq, bei den Frauen 88%. Beim natürlichen ⁴⁰K zeigten sich Werte für die Frauen von im Mittel 3300 und für die Männer von 4500 Bq. Pro kg Körpergewicht entspricht dies im Mittel 57 ± 8 Bq ⁴⁰K bei den Frauen und 66 ± 9 Bq ⁴⁰K bei den Männern.

Da Caesium, wie Kalium, vor allem in das Muskelgewebe geht und bei Männern der Anteil Muskelgewebe am Gesamtkörpergewicht grösser ist als bei Frauen, haben die Männer auch einen höheren Kalium- und Caesium-Gehalt als die Frauen. Ein dauernder Gehalt von 100 Bq ¹³⁷Cs im Körper einer 70 kg schweren Person führt zu einer Jahresdosis von ca. 0.003 mSv. Die ¹³⁷Cs-Werte von 20 Bq entspricht einer Jahresdosis von weniger als 0.0005 mSv pro Jahr. Demgegenüber beträgt die mittlere Jahresdosis durch das natürliche ⁴⁰K, ca. 0.2 mSv. Der spezifische Kaliumgehalt im Körper nimmt mit zunehmendem Body-Mass-Index leicht ab (BMI = Gewicht/Grösse² [kg/m²]) ab.

6.2. Mesures de ^{90}Sr dans les vertèbres et les dents

J.-J. Geering, F. Barraud, P. Froidevaux, J.-F. Valley

Institut universitaire de radiophysique appliquée, Grand-Pré 1, 1007 LAUSANNE

Résumé

Les déterminations de ^{90}Sr dans les vertèbres humaines d'adultes décédés en 2001 et les dents de lait extraites en 2001 confirment les valeurs obtenues les années précédentes, à savoir la diminution exponentielle de l'activité observée dans ces deux types d'échantillons depuis 1965. En considérant leur année d'extraction, l'activité dans les dents de lait est pratiquement égale à celle des vertèbres depuis 1988 et se situe actuellement vers 0.02 Bq/g Ca.

6.2.1. Introduction

Le ^{90}Sr présent actuellement dans l'environnement provient essentiellement des retombées dues aux essais nucléaires atmosphériques effectués dans les années soixante. Les risques dus à l'incorporation du ^{90}Sr proviennent de la longue période de ce nucléide (28.1 ans) et de l'énergie bêta maximale élevée de son produit de filiation, l'yttrium-90.

La principale voie de contamination de l'homme par le ^{90}Sr est la chaîne alimentaire, plus particulièrement les produits laitiers, les céréales et d'autres végétaux. En tant que cation alcalino-terreux, le strontium suit le calcium dans la chaîne alimentaire, pour se fixer, chez l'homme, préférentiellement dans le squelette et les dents [1,2,3]. Il existe cependant des différences entre les comportements métaboliques du calcium et du strontium qui se traduisent par une diminution du rapport $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$ au cours du métabolisme du calcium. Le métabolisme du ^{90}Sr est déterminé par la teneur en calcium plutôt que par les concentrations, faibles et variables, en strontium naturel. C'est l'une des raisons pour laquelle les activités en ^{90}Sr dans le squelette humain et les dents sont rapportées à leur teneur en calcium, cet élément jouant le rôle de standard interne. D'autre part, la détermination des traces de strontium naturel présentes dans les vertèbres est beaucoup moins précise que celle du calcium.

Les analyses ont porté sur des corps vertébraux, constitués essentiellement de tissu osseux spongieux, dont la grande surface permet un échange du calcium et du ^{90}Sr plus rapide que dans les os longs, constitués essentiellement de tissu

compact [4]. La mesure de ce nucléide dans les vertèbres humaines doit en effet permettre de déceler à son tout premier stade une éventuelle augmentation d'activité dans le squelette.

Alors que dans les années soixante, à l'époque des essais nucléaires atmosphériques, on observait de grandes différences d'activité en strontium-90 dans les vertèbres humaines et les dents de lait entre la Suisse alémanique et la Suisse romande, plus particulièrement le Tessin, ces analyses n'ont plus montré, depuis 1987, de différences significatives entre régions.

Les dents de lait constituent un indicateur de l'activité de ce nucléide dans l'alimentation à l'époque de la naissance de l'enfant, car les couronnes de dents de lait fixent le ^{90}Sr dans les 6 mois qui précèdent et les 6 mois qui suivent la naissance de l'enfant. En 2001, les analyses de ^{90}Sr ont porté sur des dents collectées dans les cabinets dentaires scolaires ainsi qu'après de dentistes privés dans les cantons de Vaud et Zürich. Dans les cantons du Valais et du Tessin, les dents récoltées en 2001 étaient en nombre insuffisant pour permettre des déterminations; elles seront regroupées avec les collectes suivantes.

6.2.2. Résultats

Le tableau 1 présente les moyennes des résultats d'analyses de ^{90}Sr dans les vertèbres d'adultes décédés en 2001, comparés à celles de 2000.

Le tableau 2 présente les activités en ^{90}Sr des dents de lait extraites en 2001 dans les cantons de Zürich et Vaud.

Les marges d'incertitude sur les résultats individuels indiquent l'écart-type (comptage et séparation chimique), les marges d'erreur sur les moyennes de plusieurs résultats indiquent l'écart-type sur la moyenne.

Il apparaît que l'activité en ^{90}Sr des dents de lait, en diminution depuis 1965, ne s'est pas encore complètement stabilisée. Les différences entre régions ou années d'extraction ne peuvent pas être considérées comme significatives. Actuellement,

les dents d'enfants nés avant l'accident de Tchernobyl deviennent de plus en plus rares; aussi l'activité des dents collectées à Zürich à cette époque (0.061 ± 0.008) ne peut pas être considé-

rée comme significativement plus élevée que celle des autres années, le nombre d'analyses effectuées étant trop restreint.

Tableau 1: Activité en ^{90}Sr (Bq/g Ca) dans les vertèbres humaines

Région	Année de décès	
	2000	2001
Tessin	0.027 ± 0.006 [5]	0.021 ± 0.003 [6]
Lausanne	0.017 ± 0.002 [6]	0.018 ± 0.002 [5]
Moyenne générale	0.022 ± 0.003 [11]	0.020 ± 0.002 [11]

[] = nombre de déterminations

Tableau 2: Activité en ^{90}Sr (Bq/g Ca) dans les dents de lait extraites en 2001

Année de naissance	Activité (Bq / g Ca)	
	Zürich	Vaud
1984-1985	0.061 ± 0.008	-
1986-1987	0.033 ± 0.003	0.032 ± 0.008
1988	0.039 ± 0.004	0.044 ± 0.004
1989	0.023 ± 0.003	0.037 ± 0.004
1990	0.021 ± 0.003	0.034 ± 0.004
1991	0.020 ± 0.004	0.025 ± 0.005
1992-1993	0.028 ± 0.004	0.017 ± 0.002

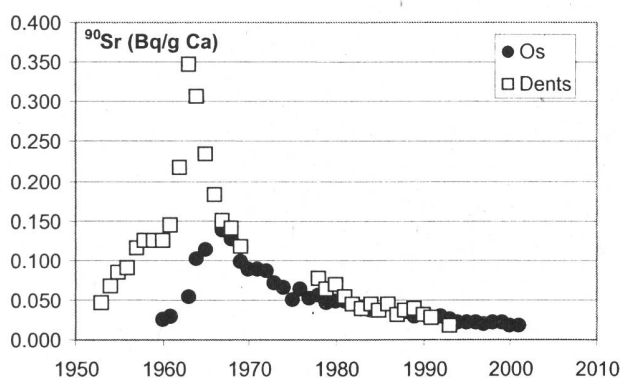


Figure 1: Evolution de l'activité en ^{90}Sr mesurée de 1953 à 2001 rapportée à l'année de naissance (dents de lait) respectivement à l'année de décès (os) pour le canton de Vaud

La figure 1 présente, pour le canton de Vaud, l'évolution de l'activité du ^{90}Sr dans les vertèbres de 1960 à 2001, et celle des dents de lait d'enfants nés entre 1953 et 1990. Elle provient essentiellement des retombées des années soixante. Après avoir culminé dans les os vers 1967, et dans les

dents vers 1963, cette activité a diminué régulièrement jusqu'en 1992 et tend à se stabiliser actuellement vers 0.02 Bq/g Ca.

Dans le cas des dents de lait, groupées par année de naissance indépendamment de l'année d'extraction, la très faible élévation d'activité constatée de 1996 à 1999 n'est plus perceptible actuellement. Ce nivellement de l'activité s'explique par le fait que les racines des dents continuent d'échanger du strontium-90 tout au long du développement de la dent alors que les couronnes ne fixent ce nucléide que dans les 6 mois environ qui précèdent et qui suivent la naissance.

Depuis 1988, l'activité des vertèbres reste pratiquement égale à celle des dents de lait rapportées à leur année d'extraction, montrant ainsi que le ^{90}Sr est actuellement en équilibre avec le calcium dans le squelette humain

6.2.3. Conclusions

Les déterminations de ^{90}Sr effectuées en Suisse en 2001 dans les vertèbres humaines et les dents de lait confirment et complètent les résultats des années précédentes. Dans les dents de lait par contre, regroupées par année de naissance indépendamment de l'année d'extraction, le niveau d'activité légèrement plus élevé en 1986 constaté les années précédentes n'est plus perceptible actuellement du fait de l'échange de strontium-90 par les racines des dents. L'activité en ^{90}Sr des vertèbres et des dents se situe actuellement vers 0.02 Bq/g Ca. La concentration actuelle de ^{90}Sr dans les os correspond à une dose effective d'environ 0.002 mSv/année.

Remerciements

Que toutes les personnes qui ont contribué à ce travail en fournissant les échantillons trouvent ici l'expression de notre reconnaissance: les instituts de pathologie de Lausanne et Locarno, les médecins dentistes privés concernés et ceux des cabinets dentaires scolaires des cantons de Vaud, Valais, Tessin et Zürich.

Bibliographie

- [1] Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects, UNSCEAR Report, United Nations Publication, New-York 1982.
- [2] Some Aspects of Strontium Radiobiology, NCRP Report N° 110, Bethesda, 1991, p. 38-48.
- [3] Strontium Metabolism, Proceedings of the International Symposium on Some Aspects of Strontium Metabolism, Chapelcross, 1967, edited by J.M.A. Lenihan.
- [4] ICRP Publication 20, Alkaline Earth Metabolism in Adult Man, 1973.