

**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:** - (2007)

**Rubrik:** Radioaktivität im Menschen = Radioactivité dans le corps humain

### **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>**

# Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz

## Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse

### Ergebnisse 2007 Résultats 2007

## Kapitel 6 Radioaktivität im Menschen Chapitre 6 Radioactivité dans le corps humain

<b>Kapitel 6.1. Ergebnisse der Ganzkörpermessungen von 2007</b>	<b>66</b>
Zusammenfassung	66
Ziel der Messungen	66
Messmethode	66
Ergebnisse und Interpretation der $^{137}\text{Cs}$ -Messungen	66
$^{40}\text{K}$ -Gehalt des Körpers	67
<b>Chapitre 6.2 Mesure de <math>^{90}\text{Sr}</math> dans les vertèbres et les dents de lait</b>	<b>68</b>
Résumé	68
Introduction	68
Conclusions	69
Remerciements	69

# Kapitel 6.1.

## Ergebnisse der Ganzkörpermessungen von 2007

### **S. Estier**

Sektion Umweltradioaktivität (URA), BAG, 3003 Bern

### **M. Boschung**

Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit, PSI, 5232 Villigen-PSI

### **Mme. S. Namy, et K. Jeandet**

Abteilung Nuklearmedizin des Kantonsspitals, Av. Micheli-du-Crest 24, 1211 Genf-4

### Zusammenfassung

Ganzkörpermessungen zur Bestimmung des Radioaktivitätsgehaltes im menschlichen Körper werden regelmässig an Mitarbeitern des Paul-Scherrer-Institutes (PSI) in Villigen sowie an Gymnasiasten aus Genf durchgeführt. Die Messwerte von Gymnasiasten aus Genf aus dem Jahr 2007 ergaben durchwegs Werte für  $^{137}\text{Cs}$  unter der Nachweisgrenze von 40 Bq.

### Ziel der Messungen

Im PSI werden Ganzkörpermessungen zur Überwachung der beruflich strahlenexponierten Personen dieses Institutes 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 aus Genf handelt es sich um Gymnasiastinnen und Gymnasiasten.

### Messmethode

Ganzkörpermessungen am Kantonsspital Genf werden mit grossvolumigen NaI-Kristallen in speziell abgeschirmten Messkammern mit Blei- und Eisenabschirmung durchgeführt. Die Messung einer Person dauert in der Regel etwa zehn bis 30 Minuten. Die Kalibrierung erfolgt mittels eines Personen-Phantoms bekannter Aktivität.

Für die Ganzkörpermessungen wird am PSI ein Reinstgermanium-Detektor in einer speziell abgeschirmten Messkammer (mit Blei- und Eisenabschirmung) eingesetzt. Die Messung einer Person dauert in der Regel etwa 7 Minuten für die routinemässigen Überwachungsmessungen am PSI. Die Kalibrierung erfolgt mittels eines personenähnlichen Phantoms bekannter Aktivität.

### Ergebnisse und Interpretation der $^{137}\text{Cs}$ -Messungen

Im Rahmen der Inkorporationsüberwachung der beruflich strahlenexponierten Personen wurden 2007 am PSI in Villigen bei 236 Personen total 344 Messungen im Ganzkörperzähler durchgeführt. In knapp 95% der Fälle lagen die  $^{137}\text{Cs}$ -Werte unterhalb der Nachweisgrenze von 70 Bq. Für den höchsten  $^{137}\text{Cs}$ -Werte (12'160 Bq) wurde eine daraus resultierende Folgedosis von 0.2 mSv bestimmt.

Die  $^{137}\text{Cs}$ -Messwerte an 15 Gymnasiastinnen und 18 Gymnasiasten aus Genf (16 – 18-jährige) ergaben durchwegs Werte unter der Nachweisgrenze von 40 Bq. Die Ganzkörpermessungen am Kantonsspital Basel wurden 2005 eingestellt.

## <sup>40</sup>Kalium-Gehalt des Körpers

Da <sup>40</sup>K ein Gamma-Strahler ist, kann es bei der Ganzkörpermessung ohne zusätzlichen Aufwand mitgemessen werden.

Das in der Natur vorkommende Kalium besteht zu 0.01167% aus dem radioaktiven Isotop <sup>40</sup>K. Kalium befindet sich vor allem im Muskelgewebe und damit ist der Kalium-Gehalt proportional zur Muskelmasse. Da bei Männern der Anteil Muskelgewebe am Gesamtkörpergewicht grösser ist als bei Frauen, haben die Männer einen höheren Kalium-Gehalt als Frauen. Der durchschnittliche <sup>40</sup>K-Gehalt beträgt bei 20-30-jährigen Männern ca. 4500 Bq und bei gleichaltrigen Frauen ca. 3000 Bq und nimmt danach bis zum Alter von 70 Jahre um etwa 10 bis 20 Prozent ab.

Aus den langjährigen Ganzkörpermessungen an Gymnasiasten aus Genf und Basel kann die Häufigkeitsverteilung des Kalium-Gehaltes bestimmt werden. Im Durchschnitt ergibt sich bei den untersuchten Gymnasiasten bei den jungen Frauen ein Mittel von 1.9 g Kalium (20 - 80%-Perzentile: 1.7 - 2.05 g K) pro kg Körpergewicht (entsprechend 3300 Bq) und bei den jungen Männer 2.3 g K (20 - 80%-Perzentile: 2.15 - 2.5 g K) pro kg Körpergewicht (entsprechend 4900 Bq).

Die tägliche Kaliumzufuhr beträgt etwa 3.3 g d.h. rund 100 Bq <sup>40</sup>K. Die durchschnittliche Jahresdosis durch das natürliche <sup>40</sup>K beträgt bei den untersuchten Gymnasiasten etwa 0.19 mSv (0.17 bei den Frauen und 0.21 bei den Männern). Gemittelt über alle Altersgruppen liegt der Wert infolge Abnahme des K-Gehaltes mit dem Alter etwas tiefer, gemäss UNSCEAR: 0.17 mSv/Jahr. Da bei diesen Messreihen auch Grösse und Gewicht der untersuchten Personen erfasst wurden, konnte aus den Daten abgeleitet werden, dass der Kalium-Gehalt mit zunehmendem Body-Mass-Index (BMI = Gewicht/Grösse<sup>2</sup> [kg/m<sup>2</sup>]) leicht abnimmt. Das hängt damit zusammen, dass der BMI proportional zum Anteil Fettgewebe ist und damit umgekehrt proportional zur Muskelmasse und somit zum Kalium-Gehalt.



# Chapitre 6.2

## Mesure de $^{90}\text{Sr}$ dans les vertèbres et les dents de lait

**P. Froidevaux, F. Barraud, S. Angelini, J. Dlala, F. Bochud**

Institut universitaire de radiophysique appliquée, Grand Pré 1, 1007 Lausanne

### Résumé

Nous avons mesuré le  $^{90}\text{Sr}$  dans des dents de lait d'enfants nés en Suisse entre 1991 et 1999 ainsi que dans des vertèbres de personnes décédées en 2007. L'activité moyenne des dents de lait est de  $0.028 \pm 0.011$  Bq/gCa et celle des vertèbres de  $0.029 \pm 0.008$  Bq/gCa, en continuelle diminution depuis l'entrée en vigueur du traité d'interdiction des essais nucléaires en atmosphère en 1963. L'activité en  $^{90}\text{Sr}$  des dents de lait reflète celle présente dans la chaîne alimentaire de la mère au moment de la grossesse et de l'allaitement. Celle des vertèbres représente l'activité en  $^{90}\text{Sr}$  présente dans la chaîne alimentaire dans une période de temps d'environ 1–2 ans précédant le décès. L'analyse de ce type d'échantillons est donc un excellent moyen de contrôler la contamination de l'environnement, de la chaîne alimentaire et de l'homme.

### Introduction

La plupart du  $^{90}\text{Sr}$  présent dans l'environnement peut être attribuée aux retombées des essais des bombes atomiques en atmosphère des années soixante. Cet héritage ne concerne pas seulement le  $^{90}\text{Sr}$  mais également d'autres radioéléments comme le  $^{14}\text{C}$ , le  $^{137}\text{Cs}$  ou le plutonium. D'autres sources potentielles de contamination incluent l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl et, dans certains endroits du monde, des contaminations localisées dues à l'utilisation civile ou militaire de la fission nucléaire. En Suisse, le programme de surveillance du  $^{90}\text{Sr}$ , un produit de fission hautement radiotoxique, inclut la mesure dans les dents de lait des enfants et les vertèbres humaines de personnes décédées dans l'année. L'email des dents de lait se forme déjà in utero et sa concentration en  $^{90}\text{Sr}$ , un radioélément de comportement chimique et biologique similaire au calcium, est directement liée à celle présente dans le plasma sanguin de la mère au moment

de la grossesse. En effet le  $^{90}\text{Sr}$ , tout comme le calcium, est capable de passer la barrière placentaire et peut contaminer les tissus calcifiés du fœtus. La mesure de  $^{90}\text{Sr}$  dans les dents de lait est donc une mesure a posteriori de la contamination de l'environnement et de la chaîne alimentaire de la mère au moment de la grossesse.

Dans les os trabéculaires, comme les vertèbres, l'échange du calcium osseux avec le calcium contenu dans le plasma sanguin est fonction essentiellement de l'âge de la personne. La vitesse d'échange diminue avec l'âge mais reste autour de 2 ans pour des personnes de plus de 65 ans. Dans ce travail, les vertèbres proviennent de personnes dont l'âge de décès moyen dépasse 60 ans. Malgré cela, les échantillons de vertèbres restent un très bon exemple d'intégrateur du  $^{90}\text{Sr}$  dans les tissus calcifiés à partir de la chaîne alimentaire. C'est pourquoi l'analyse du  $^{90}\text{Sr}$  dans ce compartiment est une partie essentielle du plan de surveillance général de la radioactivité de l'OFSP. Avec la mesure du  $^{90}\text{Sr}$  dans les dents de lait et la mesure de  $^{137}\text{Cs}$  par anthropogammamétrie ces données permettent la détermination de l'impact de la radioactivité anthropogénique sur l'être humain.

### Résultats et discussion

Les analyses des dents de lait prélevées entre 2005 et 2007 (tableau 1) confirment les faibles niveaux d'activité mesurée dans ces échantillons ces 10 dernières années. On constate une situation d'équilibre avec le contenu en  $^{90}\text{Sr}$  des laits de plaine mesurés en 2007 (0.040 Bq/gCa). L'activité moyenne des dents de lait est similaire à celle déterminée dans les vertèbres d'adultes décédés en 2007. Ces deux types de mesures garantissent que l'environnement en Suisse n'a pas subi d'augmentation d'activité en  $^{90}\text{Sr}$  mesurable ces dernières années. Les caractéristiques principales des mesures indiquent que:

- L'activité en  $^{90}\text{Sr}$  des dents de lait et des vertèbres diminuent d'année en année en Suisse depuis la promulgation du traité d'interdiction des essais nucléaires en atmosphère.
- Les activités en  $^{90}\text{Sr}$  des dents de lait et des vertèbres tendent à une valeur d'équilibre proche de 0.030 Bq/g Ca.
- Les activités en  $^{90}\text{Sr}$  des dents de lait et des vertèbres tendent à une valeur d'équilibre avec celle du lait.

Nous devons toutefois malheureusement constater qu'il est de plus en plus difficile de motiver les médecins-dentistes pour la collecte des échantillons de dents de lait et il devient impossible actuellement de réunir suffisamment de dents pour faire des mesures annuelles sur les trois zones (Vaud-Chablais, Tessin et région zurichoise) sélectionnées pour ce programme. Cette année par exemple seule la région vaudoise a pu être mesurée sur l'ensemble de dents collectées entre 2005 et 2007. En 2008, l'OFSP va donc faire un effort de communication auprès des médecins-dentistes, ceci pour s'assurer la pérennité de ce programme de mesure afin de continuer à suivre l'évolution de la contamination environnementale par le  $^{90}\text{Sr}$  en Suisse.

## Conclusions

Les mesures de  $^{90}\text{Sr}$  dans les dents de lait et les vertèbres humaines confirment la tendance à une diminution d'activité jusqu'à un niveau pratiquement indétectable et à la présence d'un équilibre avec l'activité en  $^{90}\text{Sr}$  présente dans le lait. Ce dernier est considéré comme l'aliment apportant la majeure partie du  $^{90}\text{Sr}$  trouvé dans le corps humain.

## Remerciements

Nous remercions les médecins-dentistes ayant participé à la collecte des dents de lait et les instituts de pathologie de Lausanne et Locarno pour la collecte des vertèbres.

**Tableau 1:**  $^{90}\text{Sr}$  (Bq/g Ca) dans les dents de lait d'enfants nés en Suisse entre 1991 et 1999. Les dents de lait sont groupées pour former un échantillon d'au moins 4 g de cendre après calcination (environ 10 dents). Incertitudes pour  $u(95\%)$ .

Lieu de naissance	Année de naissance	Année d'extraction	$^{90}\text{Sr}$ (Bq/g Ca)
Vaud	1991	2005–2007	$0.024 \pm 0.002$
Vaud	1991	2005–2007	$0.035 \pm 0.005$
Vaud	1992	2005–2007	$0.025 \pm 0.005$
Vaud	1992	2005–2007	$0.040 \pm 0.004$
Vaud	1993	2005–2007	$0.029 \pm 0.004$
Vaud	1993	2005–2007	$0.030 \pm 0.002$
Vaud	1994	2005–2007	$0.035 \pm 0.004$
Vaud	1994	2005–2007	$0.026 \pm 0.004$
Vaud	1995	2005–2007	$0.032 \pm 0.005$
Vaud	1997	2005–2007	$0.023 \pm 0.007$
Vaud	1998	2005–2007	$0.020 \pm 0.004$
Vaud	1999	2005–2007	$0.025 \pm 0.005$

**Tableau 2:**  $^{90}\text{Sr}$  (Bq/g Ca) dans les vertèbres de personnes décédées en Suisse en 2007. Incertitudes pour  $u(95\%)$ .

Année de naissance	Année de décès	Lieu de décès	$^{90}\text{Sr}$ (Bq/g Ca)
1956	2007	Vaud	$0.031 \pm 0.007$
1947	2007	Vaud	$0.022 \pm 0.006$
1950	2007	Vaud	$< 0.020$
mélange <sup>a)</sup>	2007	Vaud	$< 0.020$
1939	2007	Tessin	$0.018 \pm 0.006$
1927	2007	Tessin	$0.042 \pm 0.006$
1928	2007	Tessin	$0.042 \pm 0.009$
1930	2007	Tessin	$0.019 \pm 0.004$
1925	2007	Tessin	$0.023 \pm 0.003$
1929	2007	Tessin	$< 0.020$
1952	2007	Tessin	$0.035 \pm 0.004$
mélange <sup>a)</sup>	2007	Tessin	$0.028 \pm 0.007$
Moyenne 2007			$0.029 \pm 0.008$

<sup>a)</sup> mélange de fragments de vertèbres provenant de différents cas

