

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: - (2011)

Rubrik: Umweltüberwachung : Zusammenfassung = Surveillance de l'environnement : résumé

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.03.2025

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 2011
Résultats 2011



1

Umweltüberwachung: Zusammenfassung Surveillance de l'environnement: Résumé

1.1 Umweltüberwachung: Zusammenfassung	14
Auftrag und Messprogramm	14
Ergebnisse der Umweltüberwachung 2011	15
Beurteilung	19
1.2 Surveillance de l'environnement: Résumé	20
Tâches et programmes de mesures	20
Résultats de la surveillance 2011	21
Evaluation	26



1.1

Umweltüberwachung: Zusammenfassung

S. Estier, P. Steinmann

Sektion Umweltradioaktivität (URA), BAG, 3003 Bern

Auftrag und Messprogramm

Überwachung der Umweltradioaktivität

Die Strahlenschutzverordnung (StSV) überträgt in Artikel 104 bis 106 dem BAG die Verantwortung für die Überwachung der ionisierenden Strahlung und der Radioaktivität in der Umwelt.

Das umgesetzte Überwachungsprogramm besteht aus mehreren Teilen. Ziel ist einerseits der schnelle Nachweis jeder zusätzlichen radioaktiven Belastung künstlichen Ursprungs, die schwerwiegende Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung haben kann (Strahlenunfall). Mit dem Überwachungsprogramm sollen andererseits auch die Referenzwerte für die Umweltradioaktivität in der Schweiz und deren Schwankungen bestimmt werden, damit die Strahlendosen, denen die Schweizer Bevölkerung ausgesetzt ist, ermittelt werden können. Diese allgemeine Überwachung umfasst zudem die Messung der Kontaminationen infolge der oberirdischen Kernwaffenversuche der USA und der Sowjetunion in den 50^{er} und 60^{er} Jahren sowie des Reaktorunfalls von Tschernobyl.

Mit der Überwachung müssen sich ausserdem die effektiven Auswirkungen von Kernanlagen, Forschungszentren und Unternehmen, die radioaktive Substanzen einsetzen, auf die Umwelt und die Bevölkerung in der Umgebung feststellen lassen. Diese spezifische Überwachung, die sich auf Anlagen bezieht, die über eine streng beschränkte Bewilligung zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umwelt verfügen, erfolgt in Zusammenarbeit mit den betreffenden Aufsichtsbehörden, das heisst mit dem eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) für die Kernkraftwerke und der Suva für die Industriebetriebe. Sie beginnt mit der Überwachung der Emissionen (effektive Freisetzung von radioaktiven Stoffen) dieser Unternehmen und setzt sich mit der Kontrolle der Immissionen (effektiv gemessene Konzentrationen) in der Umwelt fort. Um allen diesen Zielen nachzukommen, erstellt das BAG jährlich ein Probenahme- und Messprogramm in Zusammenarbeit mit dem ENSI, der Suva

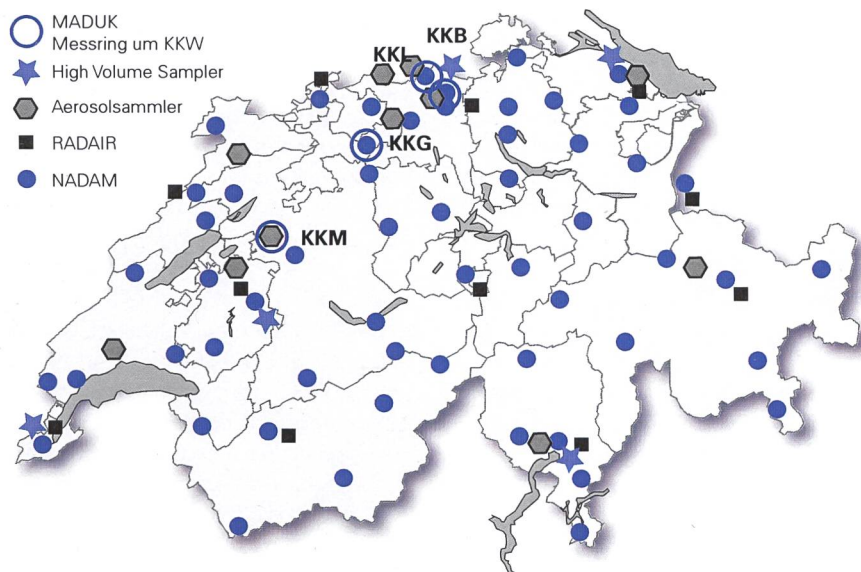
und den Kantonen. Es koordiniert dieses Überwachungsprogramm, an dem auch andere Laboratorien des Bundes und verschiedene Hochschulinstitute beteiligt sind. Die Liste der am Überwachungsprogramm beteiligten Laboratorien findet sich in den Anhängen 1 und 2. Das BAG sammelt und wertet die Daten aus und veröffentlicht jährlich die Ergebnisse der Radioaktivitätsüberwachung zusammen mit den für die Bevölkerung daraus resultierenden Strahlendosen.

Messprogramm (siehe Anhänge 3 und 4)

Das Überwachungsprogramm umfasst zahlreiche Umweltbereiche von der Luft über Niederschläge, Boden, Gras, Grundwasser und Oberflächengewässer, Trinkwasser und Sedimente bis zu Nahrungsmitteln. Seit 2010 werden auch Milchzentralen und Grossverteiler von Milch in der ganzen Schweiz beprobt. Messungen vor Ort (In-situ-Gamma-spektrometrie), mit denen sich die auf dem Boden abgelagerte Radioaktivität direkt erfassen lässt, vervollständigen diese Analysen. Mit Untersuchungen der Radioaktivität im menschlichen Körper werden auch Kontrollen am Ende der Kontaminationskette durchgeführt.

Ergänzt wird dieses allgemeine Programm durch Analysen von Stichproben in den Kernanlagen während kontrollierten Abgaben sowie in Abwässern aus Kläranlagen, Deponien und Kehrichtverbrennungsanlagen.

Automatische Messnetze (Figur 1) erfassen die Dosisleistung im ganzen Land (NADAM = Alarm- und Messnetz zur Bestimmung der Dosisleistung), in der Umgebung der Kernkraftwerke (MADUK = Messnetz in der Umgebung der Kernanlagen zur Bestimmung der Dosisleistung) sowie die Radioaktivität der Aerosole (RADAIR = Messnetz zur Bestimmung der Radioaktivität in der Luft). Von Aerosolen, Niederschlägen und Flusswasser werden kontinuierlich Proben entnommen, die Überwachung von Sedimenten, Erdproben, Gras, Milch und Lebensmit-



Figur 1:
Messnetze zur Überwachung der Luft in der Schweiz (Dosisleistung und Aerosole).

teln (inklusive Importe) erfolgt stichprobenweise. Die Daten werden in einer nationalen Datenbank beim BAG erfasst. Eine Auswahl der Ergebnisse ist auf dem Internet verfügbar unter www.str-rad.ch. Die Messprogramme sind vergleichbar mit denjenigen unserer Nachbarländer. Die Methoden für die Probenentnahme und die Messprogramme entsprechen dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik. Die Qualitätskontrolle erfolgt durch eine regelmässige Teilnahme der Laboratorien an nationalen und internationalen Vergleichsmessungen.

Ergebnisse der Umweltüberwachung 2011

Allgemeine Überwachung von Luft, Niederschlag, Gewässer, Boden, Gras, Milch und anderen Lebensmittel

Das Jahr 2011 war geprägt vom Reaktorunfall in Fukushima Dai-ichi nach dem grossen ostjapanischen Erdbeben und dem damit verbundenen zerstörerischen Tsunami am 11. März. Spuren von den dabei freigesetzten radioaktiven Stoffen konnten in der Schweiz auf Aerosolfiltern Hochvolumen-Sammler von Ende März bis etwa Mitte Mai nachgewiesen werden. Die höchsten Werte wurden zwischen dem 27. März und dem 5. April gemessen. Die hauptsächlich festgestellten Radioisotope waren ^{131}I , sowie ^{134}Cs und ^{137}Cs . Die höchsten für diese Isotope gemessenen Aktivitäten betragen für die tiefer gelegenen Aerosolfilter im Mittelland 456, 42 und 43 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Auf dem Jungfrauoch wurden höhere ^{131}I Aktivitäten (916 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) gemessen, während die Aktivitäten der beiden Cs-Isotope vergleichbar mit den tieferen Lagen waren.

Das automatische Messnetz RADAIR misst fortlaufend die partikelgebundene α - und β -Aktivität in der Luft und löst bei starker Erhöhung Alarm aus. Die Erhöhung der luftgetragenen Radioaktivität in der Schweiz Ende März und im April letzten Jahres war aber zu gering um von den α/β Detektoren dieses Systems erfasst zu werden. Hingegen haben die RADAIR-Detektoren für gasförmiges Iod leicht erhöhte Werte angezeigt. Nachmessungen der für die Iod-Adsorption eingesetzten Kartuschen im Labor erlaubten nachträglich eine genaue Bestimmung der Aktivitäten von gasförmigem ^{131}I . Die maximale in der Schweiz gemessene Gesamt-Aktivität von ^{131}I (d.h. gasförmiges und partikelgebundenes Iod) war rund 2'000 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$, was ungefähr 0.08% des Immissionsgrenzwertes aus der Strahlenschutzverordnung entspricht.

Spuren von ^{131}I , ^{134}Cs und ^{137}Cs konnten auch in Regenproben nachgewiesen werden. ^{131}I fand sich zudem in Grasproben, in einigen Salatproben vom Anfang April sowie in 3 Milchproben aus den Kantonen BS, GR und TI. Alle in Lebensmitteln gemessenen ^{131}I Konzentrationen lagen aber deutlich unterhalb des Toleranzwertes von 10 Bq/l (bzw. 10 Bq/kg).

Ausserhalb der Zeitspanne von Ende März bis Mai sind die Resultate der Überwachung der Radioaktivität in Luft, Niederschlag, Gras und Boden vergleichbar mit jenen aus den Vorjahren und bestätigen, dass in diesen Umweltkompartimenten der überwiegende Teil der Radioaktivität natürlichen Ursprungs ist. Die Luftmessungen mit Hochvolumen Aerosol-Filtern (für online-Resultate siehe www.str-rad.ch) zeigen hauptsächlich kosmogener ^7Be sowie ^{210}Pb und weitere Radonfolgeprodukte.

Bei den Niederschlägen ist die Radioaktivität vorwiegend auf ^7Be und Tritium - beides Produkte der kosmischen Strahlung - zurückzuführen. Für das Tritium stellen aber Abgaben aus Kernkraftwerken und gewissen Industriebetrieben weitere Quellen dar (siehe unten). In den Flüssen beträgt der natürlich bedingte Tritiumgehalt in der Regel wenige Bq/l.

Auch im Erdboden dominieren die natürlichen Radionuklide der Uran- und Thorium-Zerfallsreihen sowie das ^{40}K . Die künstlichen Isotope aus den Ablagerungen aus der Luft zeigen regionale Unterschiede, die mit der unterschiedlichen Ablagerung von Radioaktivität aus den oberirdischen Kernwaffenversuchen und dem Tschernobyl-Reaktorunfall zusammenhängen. In den Alpen und Südalpen sind die Werte von ^{137}Cs (siehe Figur 2) und ^{90}Sr immer noch etwas höher als im Mittelland. Künstliche Alphastrahler wie ^{239}Pu und ^{240}Pu sowie ^{241}Am treten im Erdboden nur in sehr geringen Spuren auf.

Auch in Gras- und Lebensmittelproben dominiert das natürliche ^{40}K . Künstliche Radionuklide wie ^{137}Cs oder ^{90}Sr (siehe Figur 4), die von den Pflanzen über die Wurzeln aufgenommen werden, sind im Gras nur noch in Spuren vorhanden. Die regionale Verteilung ist dabei ähnlich wie Boden. Die Getreideproben zeigten keine nennenswerten Aktivitäten. Bei der Kuhmilch lag der ^{137}Cs Gehalt meist unter der Nachweisgrenze von ca. 1 Bq/l. Mit 11 Bq/l erreichte eine Milchprobe aus dem Tessin einen Wert leicht über dem Toleranzwert von 10 Bq/l. Weil diese Probe jedoch kein ^{134}Cs enthielt, ist klar, dass das ^{137}Cs auch 25 Jahre danach noch

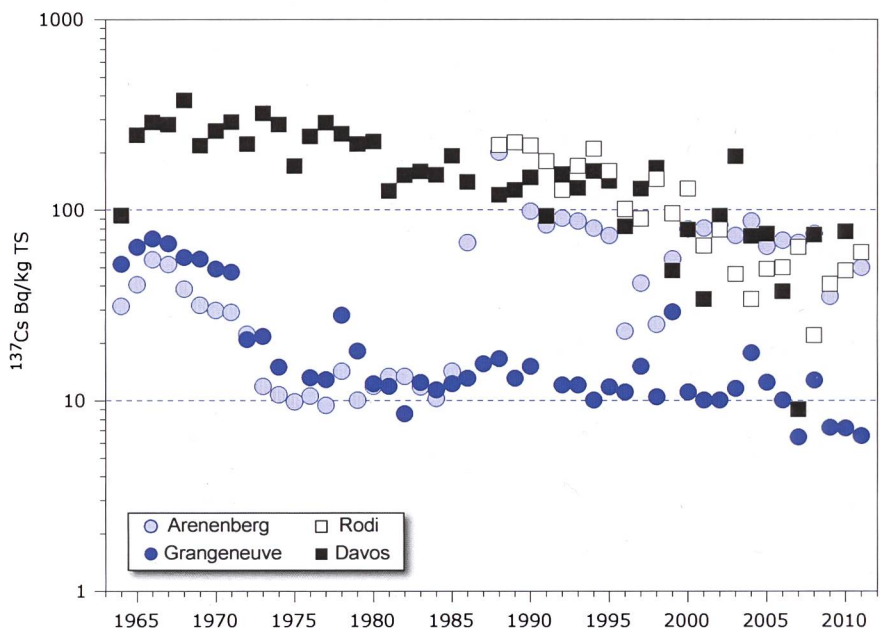
vom Reaktorunfall in Tschernobyl und nicht von jenem in Fukushima stammt. Das Tessin war ja die vom Tschernobyl-Unfall am stärksten betroffene Gegend der Schweiz. Mit Ausnahme dieser Milchprobe wurden 2011 bei den zahlreichen Proben von einheimischen Lebensmitteln (Gemüse, Früchte, Wildpilze, etc.) keine weiteren Toleranzwert-Überschreitungen registriert.

Nach dem Reaktorunfall in Fukushima hat die Schweiz (gleich wie die Europäische Union) ein Programm für die Kontrolle von Lebensmittelimporten aus Japan aufgestellt. Lebensmittelimporte aus anderen Ländern wurden - wie jedes Jahr - von den Kantonalen Laboratorien analysiert. Bei den Importen aus Japan wurde in einem Grüntee eine einzige Toleranzwertüberschreitung festgestellt. Ausserdem lagen drei Wildpilze aus Osteuropa über dem Toleranzwert von 600 Bq/kg ^{137}Cs .

Ausführliche Darstellungen zur allgemeinen Umweltüberwachung finden sich in Kapitel 4.1 (Fukushima), 4.2-4.5 (Luft, Niederschlag, Gewässer, Boden, Gras), Kapitel 5 (Lebensmittel) und Kapitel 7.2 (Plutonium).

Überwachung in der Umgebung von Kernanlagen

Bei den Kernkraftwerken werden die Grenzwerte für die Emissionen radioaktiver Stoffe durch die Bewilligungsbehörde so festgelegt, dass niemand der in der Umgebung wohnt eine Dosis von mehr als 0.3 mSv pro Jahr erhalten kann (einschliesslich direkte Strahlung). Der Betreiber muss seine Emissionen erfassen und dem ENSI mitteilen.



Figur 2: ^{137}Cs (in Bq/kg Trockenmasse) in Bodenproben verschiedener Stationen der Schweiz (1964-2011).

Die den Behörden gemeldeten Abgaben werden regelmässig durch parallele Messungen von Betreibern, ENSI und BAG an Aerosol- und Iodfiltern sowie Abwasserproben überprüft. Die verschiedenen Kontrollen haben bestätigt, dass die schweizerischen Kernkraftwerke die Jahres- und Kurzzeitabgabengrenzwerte 2011 eingehalten haben.

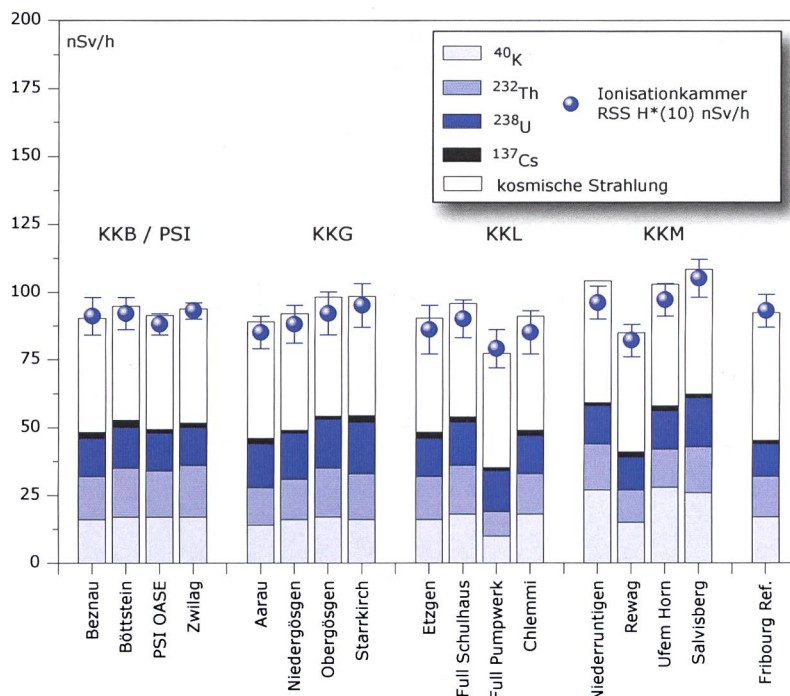
Die Ergebnisse des Überwachungsprogramms der Immissionen, das vom BAG in der Umgebung der Kernkraftwerke organisiert wird, zeigen für 2011 nur einen geringen Einfluss auf die Umwelt (siehe Kapitel 8.6 des vorliegenden Berichtes).

Mit hochempfindlichen Messmethoden konnten Spuren der Abgaben an die Atmosphäre festgestellt werden, etwa erhöhte Werte für ^{14}C im Laub (maximale Erhöhung gegenüber der Referenzstation von 88 Promille in der Umgebung des Kernkraftwerks Leibstadt). Zur Orientierung: Eine zusätzliche ^{14}C -Aktivität von 100 Promille in den Lebensmitteln würde zu einer zusätzlichen jährlichen Dosis von einem Mikrosievert führen. In den Flüssen sind die Auswirkungen der flüssigen Abgaben der Kernkraftwerke namentlich im Fall der Kobalt-Isotope sowie beim ^{54}Mn in Wasser und Sedimenten messbar. Leicht erhöhte Tritium-Werte im Bereich von

10 bis 30 Bq/l ergaben sich sporadisch in der Aare und im Rhein. Die Messungen zur Radioaktivität in den Lebensmitteln zeigten keinen Einfluss der Kernkraftwerke.

Gemäss Figur 3 ergaben die Umweltmessungen mit Ausnahme der erwähnten Beispiele keine Unterschiede gegenüber Orten ausserhalb des Einflussbereichs der Kernkraftwerke. Die natürliche Radioaktivität dominiert demnach, und die messbaren Kontaminationen sind vorwiegend eine Folge der Kernwaffenversuche in den 60er-Jahren und des Reaktorunfalls in Tschernobyl (^{137}Cs), sowie für die Zeitspanne von Ende März bis Mai 2011 des Unfalls in Fukushima.

Im Vergleich zur Belastung durch natürliche Quellen oder medizinische Anwendungen führen die Emissionen der Kernkraftwerke für die Bevölkerung nur zu sehr geringen Strahlendosen. Trotzdem gebietet der Grundsatz der Optimierung, dass die Kontrollen und die Studien sorgfältig weitergeführt werden, um den verschiedenen wissenschaftlichen und gesetzlichen Zielsetzungen Rechnung zu tragen und die Öffentlichkeit optimal informieren zu können.



Figur 3: Beiträge zur Ortsdosis ($H^*(10)$) durch die verschiedenen Radionuklide, die vom BAG 2011 an verschiedenen Stellen in der Umgebung der Schweizer Kernkraftwerke sowie in Freiburg gemessen wurden. Diese Beiträge wurden ausgehend von Messungen durch In-situ-Gammaspektrometrie berechnet. Ausserdem ist das Ergebnis der direkten Messung der Gesamtdosis mit Hilfe einer Ionisationskammer dargestellt. Damit lässt sich die Zuverlässigkeit der Methode abschätzen.

Überwachung der Forschungszentren

Beim CERN hat die interne Emissionskontrolle der Anlagen gezeigt, dass die tatsächlichen Abgaben 2011 ebenfalls deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten lagen (siehe Kapitel 8.8). Dies bestätigt auch das unabhängige Überwachungsprogramm des BAG, das in der Umgebung des Forschungszentrums durchgeführt wurde (siehe Kapitel 8.7). Die Messergebnisse zeigten vereinzelt Spuren der Radionuklide ^{24}Na , ^{41}Ar und ^{131}I in der Luft, die in den Beschleunigern des CERN erzeugt werden. Die Strahlenbelastung durch das CERN für die Umwelt und die Bevölkerung in der Umgebung bleibt gering, da die maximalen Aktivitäten der Radionuklide, die auf die Tätigkeit des CERN zurückzuführen sind, weniger als 1 Prozent des in der Schweiz geltenden Immissionsgrenzwerts erreichen.

Die Strahlendosis für die Bevölkerung in der Umgebung des PSI darf 0.15 mSv/Jahr nicht übersteigen. Im Jahr 2011 blieb die tatsächliche Dosis unterhalb von 5 % dieses Wertes. Die Umweltüberwachung wird vom PSI selber sowie mit unabhängigen Messungen durch die Behörden durchgeführt. Im Berichtsjahr lagen alle Messergebnisse innerhalb des erwarteten Bereiches (siehe Kapitel 8.6).

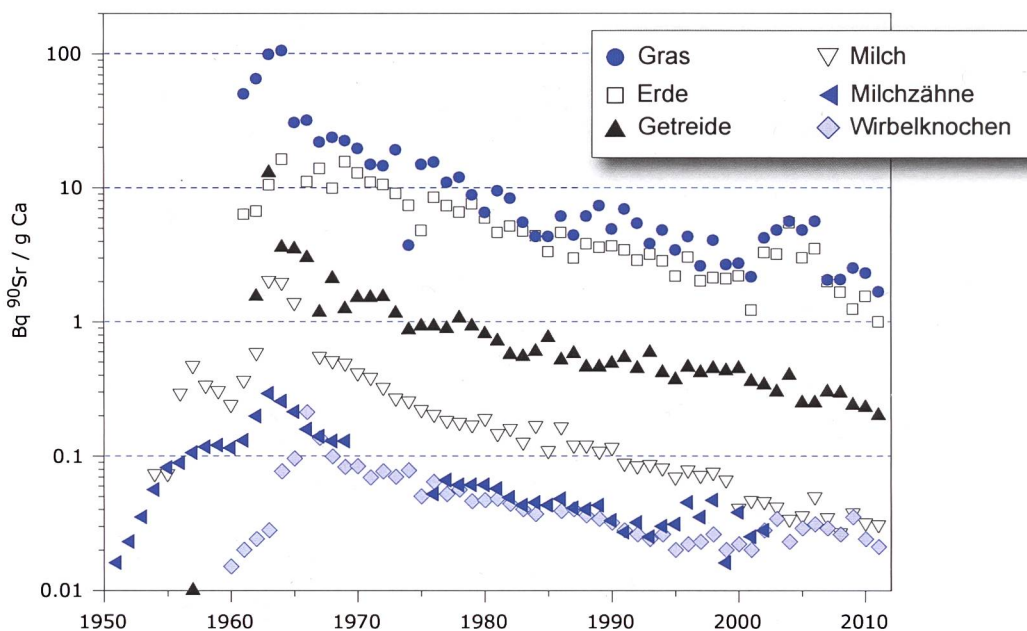
Tritium aus der Industrie

Auch Industriebetriebe setzen radioaktive Stoffe ein. Tritium ist in der Schweiz das am häufigsten industriell verwendete Radionuklid (siehe Kapitel 9.1). In gewissen Unternehmen wird zum Beispiel Tritium zur Herstellung von Tritiumgas-Leuchtquellen oder von radioaktiven Markern für die Forschung verwendet.

Im Jahr 2011 haben alle betroffenen Betriebe die Vorgaben für die Abgabe von radioaktiven Stoffen eingehalten. Das BAG führt ein spezifisches Überwachungsprogramm zur Kontrolle der Immissionen in der Umgebung dieser Betriebe durch. Auf Tritium untersucht werden Niederschläge, Luftfeuchtigkeit und Gewässer (siehe Kapitel 9.3).

Die höchste gemessene Tritiumkonzentration im Niederschlag lag 2011 bei rund 2'100 Bq/l. Dieser Wert wurde in unmittelbarer Umgebung der Firma mb-Microtec in Niederwangen gemessen und entspricht 17.5% des in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Immissionsgrenzwertes für öffentlich zugängliche Gewässer. Das Jahresmittel bei dieser Messstelle betrug 560 Bq/l. Deutlich tiefer als in früheren Jahren waren die Tritiumkonzentrationen in den Regenwasserproben aus der Umgebung der Firma RC-Tritec in Teufen/AR.

In der Umgebung der Firma mb-microtec wurden auch Proben von Milch sowie von verschiedenen Früchten und Gemüsen untersucht. Die Analysen ergaben, dass der Toleranzwert für Tritium von 1'000 Bq pro Liter nicht überschritten wurde. Konkret lagen die Tritiumkonzentrationen in den Destillaten der geprüften Produkte in einer Bandbreite von 14 bis 55 Bq pro Liter für Milch (5 Stichproben) und zwischen 13 und 90 Bq pro Liter für Früchte und Gemüse (10 Stichproben).



Figur 4: ^{90}Sr in verschiedenen, zwischen 1950 und 2011 entnommenen Proben (logarithmische Skala).

Emissionen von Radionukliden aus den Spitälern

In Spitälern wird bei der Diagnostik und Behandlung von Schilddrüsenerkrankungen ^{131}I verwendet, daneben kommen zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken auch andere Radionuklide zum Einsatz (siehe Kapitel 9.2). Iodtherapie-Patienten, die mit weniger als 200 MBq (1 MegaBq = 10^6 Bq) ambulant behandelt wurden, dürfen das Spital nach der Therapie verlassen. Bei über 200 MBq müssen die Patienten mindestens während den ersten 48 Stunden in speziellen Zimmern isoliert werden. Die Ausscheidungen dieser Patienten werden in speziellen Abwasserkontrollanlagen gesammelt und erst nach Abklingen unter die bewilligten Immissionsgrenzwerte an die Umwelt abgegeben. Im Rahmen der Umgebungsüberwachung werden wöchentliche Sammelproben von Abwasser aus den Kläranlagen der grösseren Agglomerationen auf ^{131}I untersucht. Die Messungen haben gezeigt, dass in den Abwasserproben manchmal Spuren von ^{131}I nachweisbar sind, diese jedoch deutlich unter den Immissionsgrenzwerten gemäss Strahlenschutzverordnung liegen (siehe Kapitel 9.3).

Messungen am menschlichen Körper

Die Aufnahme von Radionukliden über die Nahrung lässt sich durch Ganzkörpermessungen und die Analyse des ^{90}Sr -Gehalts in Milchzähnen und Wirbelknochen von Menschen bestimmen (siehe Kapitel 6.1 und 6.2). Die jährlich durchgeführten Ganzkörpermessungen an Schülerinnen und Schülern in Genf ergaben ^{137}Cs -Werte, die unter der Nachweisgrenze von 1 Bq/kg lagen. Für das natürliche ^{40}K hingegen wurden Werte von rund 55 Bq/kg bei den Frauen und 70 Bq/kg bei den Männern gemessen. Die ^{90}Sr -Konzentration in den Wirbelknochen und Milchzähnen lag bei einigen Hundertstel Bq/g Kalzium (Figur 4). Strontium wird vom menschlichen Körper ebenso wie Kalzium in Knochen und Zähnen eingelagert. Die Wirbelknochen werden als Indikator für die Kontamination des Skeletts herangezogen, weil diese Knochen eine besonders ausgeprägte Schwammstruktur aufweisen und rasch Kalzium über das Blutplasma austauschen. An Wirbelknochen von im laufenden Jahr verstorbenen Personen lässt sich das Ausmass der Kontamination der Nahrungskette mit ^{90}Sr eruieren. Die Milchzähne wiederum bilden sich in den Monaten vor der Geburt und während der Stillphase. Der Strontiumgehalt wird gemessen, wenn der Milchzahn von selbst ausfällt. Er gibt im Nachhinein einen Anhaltspunkt darüber, wie stark die Nahrungskette der Mutter zum Zeitpunkt der Geburt des Kindes kontaminiert war. Die in den Milchzähnen gemessenen Strontiumwerte (Figur 4) sind deshalb nach Geburtsjahr der Kinder aufgeführt. Dies erklärt, weshalb die Kurven zu den Milchzähnen und zur Milch beinahe parallel verlaufen.

Beurteilung

Strahlenrisiko durch künstliche Radioaktivität in der Umwelt klein geblieben

Trotz des Reaktorunfalles in Fukushima lagen in der Schweiz 2011 die Radioaktivitätswerte in der Umwelt sowie die Strahlendosen der Bevölkerung aufgrund künstlicher Strahlenquellen wie in den Vorjahren unter den gesetzlichen Grenzwerten. Das entsprechende Strahlenrisiko kann daher als klein eingestuft werden.

Bei der natürlichen und der künstlichen Umweltradioaktivität bestehen regionale Unterschiede. Die natürliche Radioaktivität wird im Wesentlichen durch die Geologie beeinflusst, aber auch der Anteil der künstlichen Radioaktivität als Folge der Atomwaffenversuche und des Reaktorunfalls von Tschernobyl war inhomogen über das Land verteilt. Radioaktives ^{137}Cs aus Tschernobyl wurde beispielsweise vornehmlich im Tessin abgelagert und ist dort heute noch immer in vielen Proben messbar. Zu erhöhten Ablagerungen kam es auch in höheren Lagen des Jurabogens und in Teilen der Nordostschweiz. Die gemessenen Konzentrationen nehmen aber seit 1986 kontinuierlich ab.

Zum Unfall in Fukushima können wir festhalten, dass die in der Schweiz als Folge des Unfalles gemessenen Konzentration von radioaktiven Stoffen 1'000 bis 10'000 mal tiefer waren, als die entsprechenden Konzentrationen welche 1986 nach Tschernobyl gemessen wurden. Der höchste gemessene Wert (^{131}I in der Luft) betrug 0.08 % des Immissionsgrenzwertes. Wenige Monate nach dem Unfall konnten die Umweltmessungen in der Schweiz keine Spuren mehr von Radioaktivität aus Japan nachweisen.

Bei der Umgebungsüberwachung von Kernkraftwerken sowie von Industriebetrieben und Forschungsanstalten, die mit radioaktiven Stoffen arbeiten, konnten 2011 unter anderem Spuren von ^{41}Ar (CERN) sowie erhöhte Konzentrationen von ^{14}C (Kernkraftwerke) und Tritium (Tritium verarbeitende Industrie) in der Umwelt nachgewiesen werden. Die Abgaben, die zu diesen erhöhten Werten führten, lagen aber unterhalb der erlaubten Grenzen und haben keine Überschreitung von Immissionsgrenzwerten verursacht. Damit ist auch die zusätzliche Strahlenbelastung der örtlichen Bevölkerung aufgrund dieser Einrichtungen gering geblieben. Die niedrigen nachgewiesenen Werte künstlicher Radioaktivität können als Bestätigung für die Wirksamkeit der Überwachungsprogramme gedeutet werden.

1.2 Surveillance de l'environnement: Résumé

S. Estier, P. Steinmann

Section Radioactivité de l'environnement (URA), OFSP, 3003 Berne

Tâches et programme de mesures

Surveillance des rayonnements ionisants et de la radioactivité dans l'environnement

Conformément aux art. 104 à 106 de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP), l'OFSP est responsable de la surveillance des rayonnements ionisants et de la radioactivité dans l'environnement.

Le programme de surveillance mis en œuvre comporte plusieurs volets. Il a d'une part pour objectif la détection rapide de tout apport supplémentaire de radioactivité d'origine artificielle, pouvant avoir des conséquences graves sur la santé de la population (accident radiologique). Le programme de surveillance vise, d'autre part, à déterminer les niveaux de référence de la radioactivité dans l'environnement en Suisse ainsi que leurs fluctuations, afin de pouvoir évaluer les doses de rayonnement auxquelles la population suisse est exposée. Le suivi des anciennes contaminations dues aux essais nucléaires atmosphériques américains et soviétiques des années 50 et 60 ainsi que de l'accident de Tchernobyl fait partie de cette surveillance générale.

La surveillance mise en place doit, par ailleurs, permettre de déterminer l'impact effectif des centrales nucléaires ainsi que des centres de recherche ou des entreprises utilisant des substances radioactives sur l'environnement et sur la population avoisinante. Cette surveillance spécifique, focalisée autour des installations disposant d'une autorisation stricte de rejet de substances radioactives dans l'environnement, s'effectue en collaboration avec les autorités de surveillance respectives, l'Inspection Fédérale de la Sécurité Nucléaire (IFSN) pour les centrales nucléaires, la SUVA pour les industries. Elle commence par le contrôle des émissions (rejets de substances radioactives) de ces entreprises, afin de s'assurer que les limites sont respectées, et se poursuit par la surveillance de leurs immissions, à savoir des concentrations effectivement mesurées dans l'environnement.

Afin de répondre à l'ensemble de ces objectifs, l'OFSP élabore chaque année un programme de prélèvements d'échantillons et de mesures en collaboration avec l'IFSN, la SUVA et les cantons. Il coordonne ce programme de surveillance, auquel participent également d'autres laboratoires de la Confédération et divers instituts universitaires. La liste complète des laboratoires participant au programme de surveillance se trouve dans les annexes 1 et 2. L'OFSP collecte et interprète l'ensemble des données, et publie annuellement les résultats de la surveillance de la radioactivité ainsi que les doses de rayonnement qui en résultent pour la population.

Programme de mesures (voir annexes 3 et 4)

Le programme de surveillance couvre de nombreux compartiments environnementaux, qui vont de l'air aux denrées alimentaires, en passant par les précipitations, le sol, l'herbe, les eaux superficielles et souterraines, les eaux potables et les sédiments. Depuis 2010, des échantillons en provenance de centrales laitières et de grands distributeurs de lait de toute la Suisse ont également été ajoutés au plan de prélèvement. Des mesures sur site (spectrométrie gamma in situ) complètent ces analyses en permettant de mesurer directement la radioactivité déposée sur le sol. Le contrôle en fin de chaîne de contamination est réalisé par des analyses de la radioactivité assimilée dans le corps humain.

A ce programme général s'ajoute l'analyse d'échantillons en phase de rejet provenant des centrales nucléaires, des eaux de stations d'épuration et de décharges ou encore des eaux de lavage des fumées d'usines d'incinération.

Des réseaux automatiques de mesure (figure 1) enregistrent le débit de dose ambiant gamma dans tout le pays (réseau automatique NADAM de mesure et d'alarme pour l'irradiation ambiante) et en particulier au voisinage des centrales nucléaires (réseau

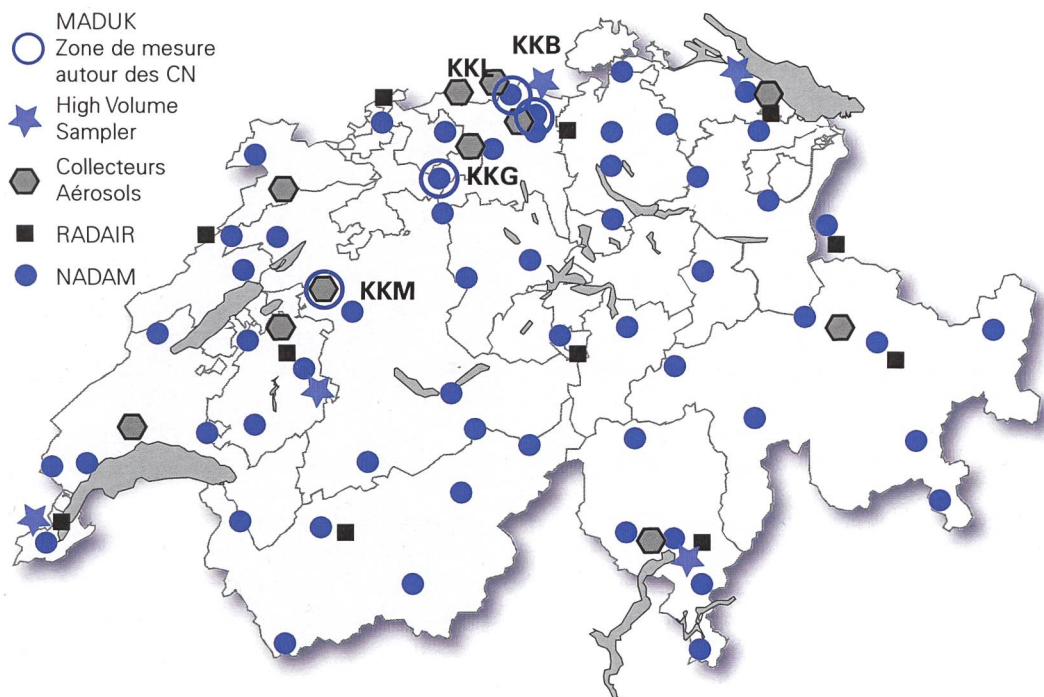


Figure 1:
Réseaux de mesure pour la surveillance de l'air en Suisse (débit de dose et aérosols).

automatique de surveillance du débit de dose au voisinage des centrales nucléaires, MADUK), ainsi que la radioactivité des aérosols (Réseau Automatique de Détection dans l'Air d'Immissions Radioactives, RADAIR). Des prélèvements d'échantillons d'aérosols, de précipitations et d'eaux de rivière sont effectués en continu; la surveillance des sédiments, du sol, de l'herbe, du lait et des denrées alimentaires (y compris les importations) s'effectue dans le cadre de contrôles par sondage. Les données sont enregistrées dans une banque de données nationale administrée par l'OFSP. Un choix de résultats est disponible sur Internet: www.str-rad.ch. Les programmes de surveillance sont comparables à ceux en vigueur dans les pays voisins. Les techniques d'échantillonnage et les programmes de mesure correspondent à l'état actuel des connaissances et de la technique. Le contrôle de la qualité s'effectue par la participation régulière des laboratoires à des intercomparaisons nationales et internationales.

Résultats de la surveillance 2011

Surveillance générale: air, précipitations, eaux, sols, herbes, lait et autres denrées alimentaires

L'année 2011 a été marquée par l'accident survenu dans la centrale nucléaire japonaise de Fukushima Dai-ichi après le tremblement de terre et le raz de marée dévastateurs du 11 mars 2011. Les retombées radioactives de cet accident ont pu être mesurées en Suisse, dans les filtres aérosols des collecteurs à haut débit (High Volume Sampler - HVS), dès la fin mars et jusqu'à mi mai environ. Les activités les plus élevées ont été enregistrées entre le 27.03 et le 05.04 2011. Les principaux radioéléments détectés furent le ^{131}I , ainsi que le ^{134}Cs et ^{137}Cs . Les activités maximales mesurées pour ces radioisotopes sur les filtres aérosols des stations de plaine ont été respectivement de 456, 42 et 43 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$. A la Jungfrauoch, les activités maximales ont atteint respectivement 916, 39 et 33 $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$.

Le réseau automatique de détection de la radioactivité dans l'air (RADAIR) a pour fonction de déclencher une alarme très rapidement en cas d'augmentation significative de la radioactivité. Il a fonctionné sans interruption en 2011 mais aucune activité β d'origine artificielle supérieure à la limite de détection n'a été enregistrée par les collecteurs α/β au cours de l'année. Suite à l'accident de

Fukushima, les concentrations β de l'iode particulaire (attaché aux aérosols) ainsi que des isotopes du césium furent trop faibles pour être décelées par ce type de moniteur. Les moniteurs du réseau RADAIR-iode, mesurant l'iode gazeux, ont par contre signalé des activités légèrement supérieures aux valeurs usuelles en avril; la mesure de ces cartouches en laboratoire a ensuite permis l'évaluation de la fraction d'iode présente sous forme gazeuse. La concentration maximale totale en ^{131}I (iode gazeux et iode attaché à des particules) enregistrée en Suisse après l'accident de Fukushima a ainsi pu être estimée à environ $2'000 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$, ce qui représente environ 0.08 % de la valeur limite d'immissions fixée dans l'ORaP pour ce radionucléide dans l'air.

Des traces de ^{131}I , de ^{134}Cs et de ^{137}Cs ont également pu être décelées dans les précipitations, et, pour le ^{131}I , dans l'herbe et certaines salades prélevées début avril, ainsi que dans 3 échantillons de lait prélevés dans les cantons de BS, GR et TI. Les concentrations mesurées sont toutefois restées bien inférieures à la valeur de tolérance de 10 Bq/l (resp. 10 Bq/kg) fixée pour l' ^{131}I dans les denrées alimentaires.

En dehors de la période allant de mars à mai, les résultats de la surveillance de la radioactivité dans l'air, les précipitations, l'herbe et le sol obtenus en 2011 sont restés conformes à ceux des années précédentes et montrent la prédominance de la radioactivité naturelle dans ces compartiments environnementaux. Les résultats des mesures des

filtres aérosols à haut débit, qui sont disponibles sur Internet (www.str-rad.ch), ont ainsi montré que la radioactivité de l'air provient pour l'essentiel des radionucléides naturels que sont le ^7Be cosmogénique, ainsi que le ^{210}Pb et d'autres produits de filiation du radon. Dans les précipitations, la radioactivité est principalement liée au ^7Be ainsi qu'au tritium, tous deux produits par le rayonnement cosmique. Pour le tritium un apport artificiel par les rejets des centrales nucléaires et de certaines industries est également mesurable en certains endroits (voir ci-après). Dans les rivières, la teneur en tritium est généralement de quelques Bq/l.

Dans le sol, on retrouve essentiellement les isotopes naturels issus des séries de désintégration de l'uranium et du thorium ainsi que le ^{40}K . Les isotopes artificiels proviennent des dépôts atmosphériques et montrent des différences régionales, liées aux particularités des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl. Dans les Alpes et le sud des Alpes, les valeurs relevées pour le ^{137}Cs (voir fig. 2) et le ^{90}Sr sont toujours légèrement supérieures à celles du Plateau. Quant aux émetteurs alpha artificiels, comme le ^{239}Pu et le ^{240}Pu et l' ^{241}Am , il n'en subsiste que d'infimes traces dans le sol.

Dans l'herbe et les denrées alimentaires, c'est aussi le ^{40}K naturel qui domine. Les radionucléides artificiels comme le ^{137}Cs ou le ^{90}Sr (voir figure 4), qui sont absorbés par les plantes à travers leurs racines, ne sont décelables dans l'herbe que sous

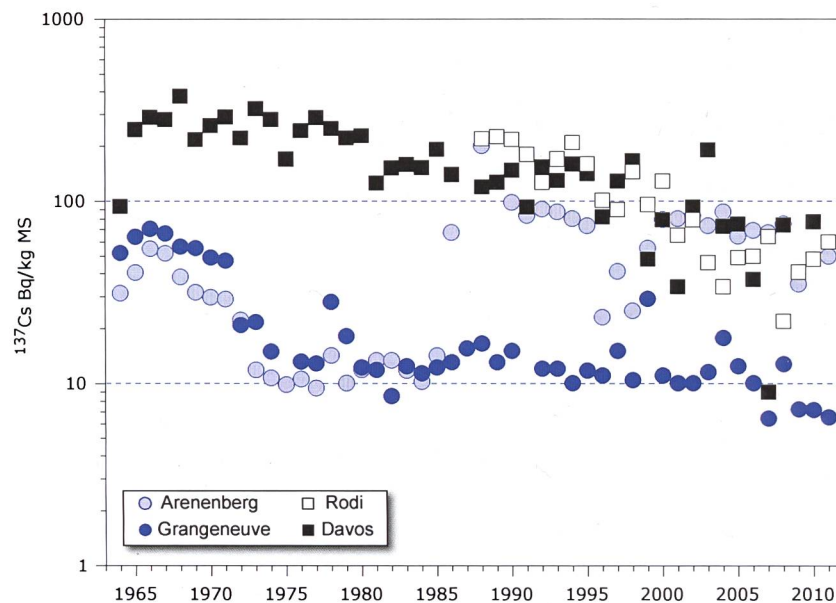


Figure 2: ^{137}Cs (en Bq/kg de matière sèche) dans les échantillons de sol de différentes stations de Suisse (1964–2011).

forme de traces. Leur répartition régionale est similaire à celle enregistrée pour le sol. Les échantillons de céréales n'ont pas présenté d'activité artificielle significative. Dans le lait de vache, la teneur en ^{137}Cs est généralement restée inférieure à la limite de détection de 1 Bq/l env.; avec 11 Bq/l, un échantillon de lait du Tessin a toutefois présenté une concentration légèrement supérieure à la valeur de tolérance, fixée à 10 Bq/l pour ce radionucléide dans le lait. Comme le ^{134}Cs n'a pu être détecté dans cet échantillon, il est possible de conclure que le ^{137}Cs mesuré provient, 25 ans après, toujours des suites de l'accident de Tchernobyl et non de celui de Fukushima. Rappelons en effet que le Tessin a été l'une des régions de Suisse les plus touchées par les retombées radioactives consécutives à l'accident de Tchernobyl. En dehors de l'échantillon de lait, cité plus haut, aucun dépassement des valeurs de tolérance n'a été enregistré dans les nombreux échantillons de denrées alimentaires indigènes (légumes, fruits, champignons sauvages, etc.) analysés en 2011.

Suite à l'accident de Fukushima, la Suisse comme l'Union Européenne, a initié un programme de contrôle des denrées alimentaires en provenance du Japon; des analyses de denrées alimentaires importées provenant d'autres pays ont également été effectuées, comme chaque année, par les laboratoires cantonaux. Un seul dépassement de la valeur de tolérance pour les isotopes du Césium a été enregistré dans un échantillon de denrées alimentaires en provenance du Japon: il s'agissait d'un échantillon de thé vert. Trois échantillons de champignons sauvages d'Europe de l'Est ont également présenté des concentrations supérieures à la valeur de tolérance fixée à 600 Bq/kg pour le ^{137}Cs dans les champignons.

En résumé, à l'exception du cas du thé vert d'origine japonaise, les quelques dépassements des valeurs de tolérance constatés en Suisse en 2011 dans les denrées alimentaires (indigènes ou importées) sont tous liés à d'anciennes contaminations.

Les informations détaillées pour la surveillance générale de l'environnement se trouvent aux chapitres 4.1 (Fukushima), 4.2-4.5 (air, précipitations, eaux, sol, herbe), au chapitre 5 (denrées alimentaires) et au chapitre 7.2 (plutonium).

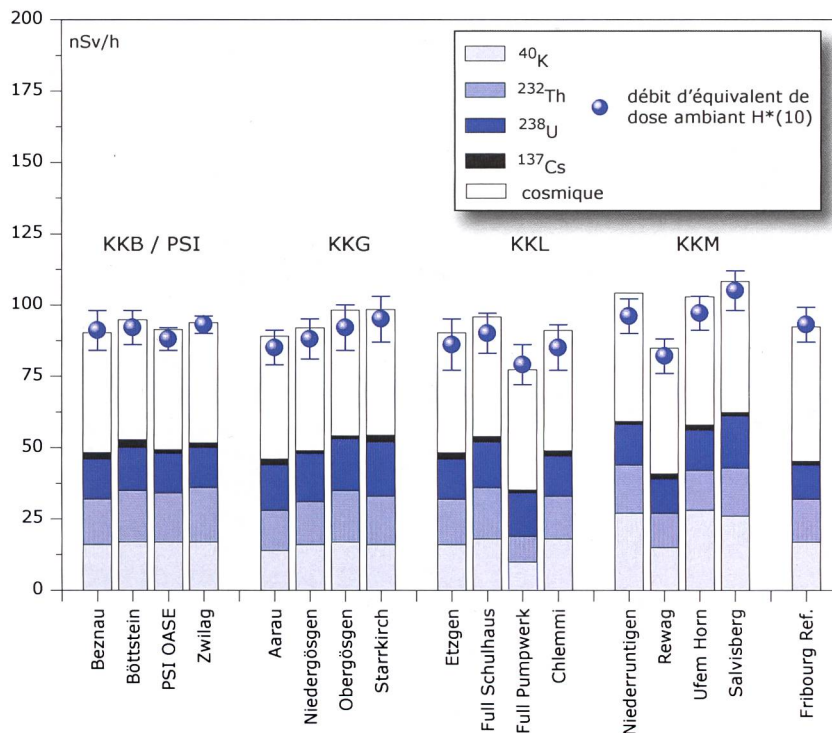


Figure 3:

Contributions individuelles à l'exposition ambiante ($H^*(10)$) attribuables aux différents radionucléides présents sur les sites examinés par l'OFSP en 2011 au voisinage des centrales nucléaires suisses ainsi qu'à Fribourg. Ces contributions ont été calculées à partir des mesures de spectrométrie gamma in situ; le résultat de la mesure directe de l'exposition globale à l'aide d'une chambre d'ionisation est également représenté afin d'apprécier la fiabilité de la méthode.

Surveillance du voisinage des centrales nucléaires

Les valeurs limites pour les émissions des centrales nucléaires sont fixées par l'autorité compétente de telle sorte qu'aucune personne résidant à proximité ne puisse recevoir une dose effective supérieure à 0.3 mSv/an (rayonnement direct compris). L'exploitant doit mesurer ses émissions et en communiquer le bilan à l'IFSN. Des analyses effectuées en parallèle par l'exploitant, l'IFSN et l'OFSP sur des filtres à aérosols et à iode ainsi que sur des échantillons d'eau en phase de rejet permettent de vérifier régulièrement les valeurs déclarées aux autorités. Les divers contrôles ont confirmé le respect des limites réglementaires par les exploitants en 2011.

Les résultats du programme de surveillance des immissions, coordonné par l'OFSP autour des centrales nucléaires, ont montré que l'impact de ces dernières sur l'environnement est resté faible en 2011 (voir Chapitre 8.6 du présent rapport). Les méthodes de mesure mises en œuvre, d'une grande sensibilité, ont permis de mettre en évidence les traces des rejets atmosphériques, comme des valeurs accrues de ^{14}C dans les feuillages (augmentation maximale, par rapport à la station de référence, de 88 pour mille aux environs de la centrale de Leibstadt). A titre indicatif, notons qu'une activité supplémentaire de 100 pour mille de ^{14}C dans les denrées alimentaires induit une dose annuelle supplémentaire de l'ordre de 1 micro-Sv. Dans les rivières, l'impact des rejets liquides des centrales nucléaires se mesure en particulier pour les isotopes du cobalt ainsi que pour le ^{54}Mn dans les eaux et les sédiments. Des valeurs de tritium légèrement accrues, de l'ordre de 10 à 30 Bq/l, ont été sporadiquement mesurées respectivement dans l'Aar et le Rhin. Les résultats des mesures de la radioactivité dans les denrées alimentaires prélevées au voisinage des centrales sont conformes à ceux enregistrés ailleurs sur le Plateau Suisse.

Hormis les exemples précités et comme le montre la figure 3, les résultats des mesures environnementales effectuées au voisinage des installations nucléaires ne se distinguent pas de ceux enregistrés dans les endroits situés hors de l'influence des centrales nucléaires. Ils montrent que la radioactivité d'origine naturelle prédomine et que les contaminations détectables proviennent principalement des essais nucléaires des années 60 et de l'accident de Tchernobyl (^{137}Cs), ainsi que pour la période allant de mars à mai 2011, de l'accident de Fukushima (^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs).

Cependant, même si l'exposition de la population attribuable aux rejets des centrales nucléaires conduit à des doses très faibles par rapport à celles d'origine naturelle ou médicale, le principe d'opti-

misation demande de poursuivre les contrôles et les études avec le plus de précision possible, afin de répondre aux différents objectifs à la fois d'ordre scientifique, réglementaire et d'information du public.

Surveillance des centres de recherche

Le contrôle des émissions des installations du CERN (voir chapitre 8.8) a montré que les rejets effectifs se sont situés en 2011 nettement en dessous des limites réglementaires. Ce constat est confirmé par le programme de surveillance indépendant mis en œuvre par l'OFSP autour du centre de recherche (voir chapitre 8.7). Les résultats des mesures effectuées ont révélé la présence de traces sporadiques de certains radioisotopes produits par les accélérateurs du CERN, notamment le ^{24}Na , ^{41}Ar et ^{131}I dans l'air. L'impact radiologique du fonctionnement du CERN sur l'environnement et la population avoisinante est toutefois resté faible puisque les activités maximales des radioéléments attribuables au centre de recherche relevées dans l'environnement ont été inférieures à 1% des valeurs limites d'immissions suisses.

La dose d'irradiation reçue par la population vivant au voisinage du PSI ne doit pas excéder, au total, 0.15 mSv/an. En 2011, les rejets effectifs du PSI ont entraîné des doses inférieures à 5% de cette valeur. La surveillance de l'environnement est assurée par le PSI ainsi que par des mesures supplémentaires effectuées de manière indépendante par les autorités. Aucun résultat particulier n'a été enregistré au cours de l'année sous revue (voir chapitre 8.6).

Tritium dans l'industrie

Certaines entreprises industrielles utilisent également des substances radioactives (voir chap. 9.1). Le tritium est le radionucléide le plus utilisé dans ce domaine en Suisse. Certaines industries ont par exemple recours au tritium pour la fabrication de sources lumineuses au gaz de tritium ou pour la production de marqueurs radioactifs au tritium pour la recherche. Ces entreprises sont également tenues de communiquer à l'autorité de surveillance le bilan de leurs émissions. En 2011, toutes les entreprises concernées ont respectées les valeurs limites pour les rejets fixées dans leur autorisation. L'OFSP met en œuvre un programme de surveillance spécifique pour contrôler les immissions autour de ces entreprises (voir Chapitre 9.3 du présent rapport). Le tritium est ainsi analysé dans les précipitations, l'humidité de l'air et les eaux superficielles.

La concentration maximale enregistrée en 2011 dans les précipitations collectées dans les environs d'une entreprise utilisatrice de tritium s'est élevée à

env. 2'100 Bq/l (prélèvement bimensuel; valeur annuelle moyenne: 560 Bq/l). Cette valeur, mesurée à Niederwangen/BE, à proximité immédiate de l'entreprise mb-Microtec, représente environ 17.5% de la valeur limite d'immissions fixée dans l'ordonnance sur la radioprotection pour les eaux accessibles au public. Notons que les concentrations de tritium mesurées dans les échantillons de précipitations prélevés au voisinage de l'entreprise RC-Tritec à Teufen/AR ont nettement diminué par rapport aux années précédentes.

Des échantillons de lait et de fruits ont également été prélevés au voisinage de l'entreprise mb-microtec. Les résultats montrent que la valeur de tolérance pour le tritium, à savoir 1'000 Bq/l, n'a pas été dépassée. En effet, les concentrations de tritium dans les distillats des produits récoltés se sont échelonnées entre 14 et 55 Bq/l pour le lait (5 échantillons) et entre 13 et 90 Bq/l pour les fruits (10 échantillons).

Emissions de radionucléides provenant des hôpitaux

Les hôpitaux utilisent de l' ^{131}I pour le diagnostic et le traitement de maladies de la thyroïde, ainsi que d'autres radionucléides pour des applications diagnostiques et thérapeutiques (voir chapitre 9.2). Les patients suivant une thérapie à l'iode et ayant reçu moins de 200 MBq (1 méga Bq = 10^6 Bq) en ambulatoire peuvent quitter l'hôpital après la thérapie. Les patients

ayant reçu plus de 200 MBq doivent être isolés dans des chambres spéciales pendant les premières 48 heures au moins suivant le traitement. Les excréctions de ces patients sont collectées dans des cuves de décroissance dédiées au contrôle des eaux usées et ne sont rejetées dans l'environnement qu'après diminution de leur activité en dessous des valeurs limites d'immissions. Dans le cadre de la surveillance de l'environnement, des échantillons d'eaux usées sont prélevés chaque semaine dans les stations d'épuration des grandes agglomérations et analysés afin de déterminer leur concentration en ^{131}I . Les résultats des mesures ont montré que même si des traces d' ^{131}I sont parfois détectées, les valeurs se situent nettement en dessous des valeurs limites d'immissions définies dans l'ordonnance sur la radioprotection (voir chapitre 9.3).

Radioactivité assimilée par le corps humain

L'assimilation de radionucléides par l'intermédiaire de la nourriture peut être recensée par des mesures au corps entier et par des analyses de la teneur en ^{90}Sr dans les dents de lait et les vertèbres humaines (voir chapitre 6.1 et 6.2). Des mesures au corps entier réalisées sur des collégiennes et collégiens de Genève ont montré des valeurs de ^{137}Cs inférieures à la limite de détection de 1 Bq/kg. Le ^{40}K naturel atteint en revanche environ 55 Bq/kg chez les femmes et 70 Bq/kg chez les hommes. La teneur en ^{90}Sr dans les vertèbres et les dents de lait était de quelques centièmes de Bq/g de calcium (figure 4). Le strontium est assimilé par le corps

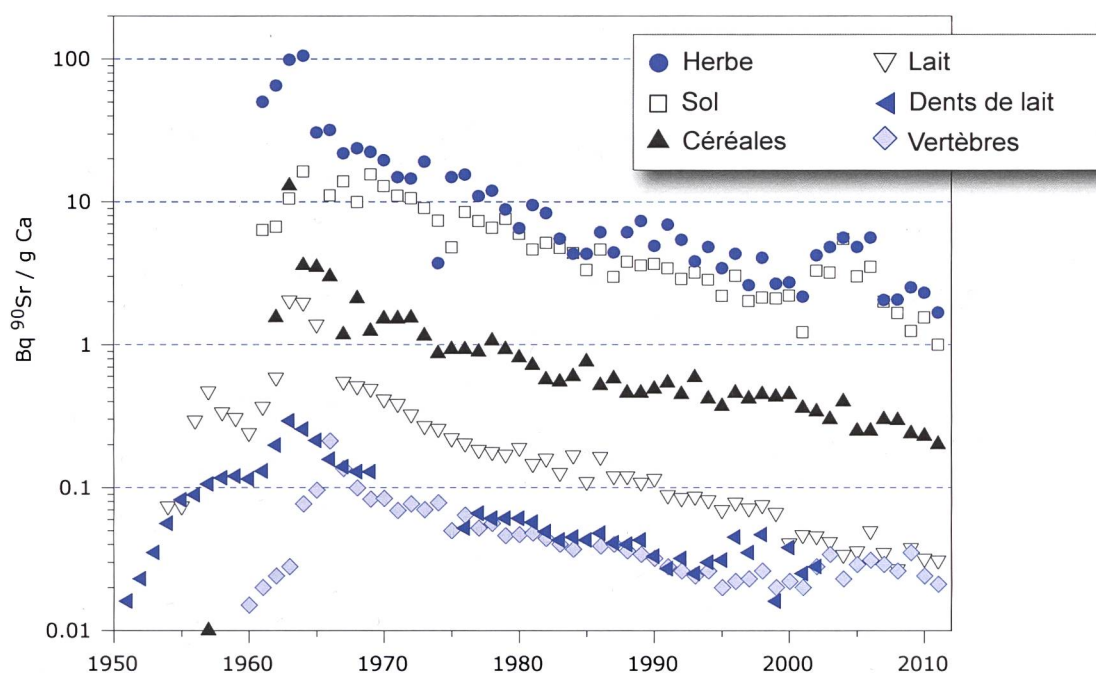


Figure 4: ^{90}Sr dans divers échantillons prélevés entre 1950 et 2011.

humain comme le calcium dans les os et les dents. Les vertèbres sont choisies comme indicateur de la contamination du squelette car ce sont des os particulièrement spongieux, échangeant rapidement le calcium avec le plasma sanguin. Le prélèvement de vertèbres sur des personnes décédées dans l'année en cours permet de déterminer le niveau de contamination de la chaîne alimentaire en ^{90}Sr . La formation des dents de lait débute, quant à elle, dans les mois qui précèdent la naissance et se poursuit durant la période d'allaitement. La mesure du strontium s'effectue lorsque la dent de lait tombe d'elle-même. Elle donne une indication rétroactive de la contamination de la chaîne alimentaire de la mère à l'époque de la naissance de l'enfant. Les valeurs de strontium mesurées dans les dents de lait (figure 4) sont donc répertoriées en fonction de l'année de naissance de l'enfant. Ceci explique que les courbes relatives aux dents de lait et au lait montrent une évolution pratiquement parallèle.

Evaluation

Risque sanitaire associé à l'exposition à des sources artificielles de radioactivité dans l'environnement resté faible

En dépit de l'accident survenu dans la centrale nucléaire japonaise de Fukushima Dai-ichi, les concentrations radioactives dans l'environnement en Suisse et les doses d'irradiation de la population dues aux sources de rayonnement artificielles sont restées en 2011, comme les années précédentes, nettement inférieures aux limites légales; le risque sanitaire correspondant peut donc être considéré comme faible.

Il existe des différences régionales de répartition de la radioactivité naturelle et artificielle dans l'environnement. Si la radioactivité naturelle est essentiellement influencée par la géologie, la part de radioactivité artificielle, comme conséquence des essais nucléaires et de l'accident de Tchernobyl, est, elle aussi, distribuée de manière inhomogène sur le territoire suisse. Le ^{137}Cs radioactif de Tchernobyl a par exemple principalement été déposé au Tessin où il est encore présent dans de nombreux échantillons, ainsi que, dans une moindre mesure, sur les reliefs jurassiens et dans certaines parties du nord-est de la Suisse. Les concentrations mesurées diminuent régulièrement depuis 1986.

Notons que, globalement, les concentrations radioactives mesurées en Suisse après l'accident de Fukushima ont été 1'000 à 10'000 fois plus faibles que celles qui avaient été enregistrées sur notre territoire en 1986 après l'accident de Tchernobyl et ont atteint, au maximum, 0.08% (concentration totale du ^{131}I dans l'air) des valeurs limites d'immission fixées dans l'OraP. Quelques mois après leur apparition, les traces de radioactivité issues des retombées de cet accident n'étaient plus mesurables en Suisse dans l'environnement.

Dans le cadre de la surveillance du voisinage des centrales nucléaires, des centres de recherche et des industries travaillant avec des substances radioactives, des traces de ^{41}Ar (CERN) ainsi que des concentrations plus élevées de ^{14}C (centrales nucléaires) ou de tritium (industries de traitement du tritium) ont, entre autres, pu être décelées en 2011 dans l'environnement. Les rejets à l'origine de la présence (accrue) de ces radionucléides se sont toutefois situés en-dessous des valeurs autorisées et n'ont entraîné aucun dépassement des valeurs limites d'immissions. Les conséquences radiologiques liées au fonctionnement de ces installations pour la population avoisinante sont donc restées très faibles. Les traces de radioactivité artificielle décelée témoignent de l'efficacité des programmes de surveillance mis en œuvre.